

Novembre 1939

5 francs

la Science et la Vie



Voir page 341.

POUR SE NOURRIR SAINEMENT, ÉCONOMIQUEMENT

EN ces temps de guerre, il faut se nourrir rationnellement, le plus économiquement possible et combiner des menus à la fois substantiels, fortifiants et peu coûteux.

Les desserts deviennent un luxe, la raison voudrait qu'ils fussent supprimés... si le chocolat n'existait pas. Mais, grâce à lui, tout peut se concilier, et le souci d'économie, bien légitime, cher aux bonnes ménagères, et leur désir de servir un repas savoureux auquel les enfants sages ne seront pas « privés de dessert ». Car le chocolat, qu'il soit présenté sous forme de crèmes ou de gâteaux, n'est pas une « gourmandise », mais un véritable plat qui complète merveilleusement un repas, et qui peut, à l'occasion, remplacer le plat de résistance.

Un potage, un légume, un dessert au chocolat, voilà un dîner léger, réconfortant, qui constituera un repas substantiel. Grâce à sa composition, le chocolat apporte à l'organisme les calories nécessaires à son bon fonctionnement.

La composition moyenne du chocolat, en France, est de 35 à 40 parties de cacao pour 65 à 70 parties de sucre. Il renferme 25 à 30 grammes de graisse, 1 gr. 20 de théobromine, 65 grammes de saccharose, 2 grammes d'amidon, 5 grammes de cendres, des vitamines, et l'on sait, à côté des qualités fortifiantes de ces divers produits, combien les vitamines jouent un rôle important dans notre alimentation.

Le chocolat est donc l'aliment complet par excellence, d'autant que la graisse de cacao qu'il contient est plus digestible que les graisses que nous absorbons dans les divers plats qui constituent le fond de notre régime quotidien.

La puissance nutritive du chocolat est reconnue aujourd'hui par tous, et le docteur Jean Arland, qui fut le médecin de l'expédition française à l'Himalaya, après plusieurs mois d'études dans des conditions tout à fait exceptionnelles, a composé un menu type pour ceux qui, ayant un maximum d'efforts à fournir, peuvent le donner avec la certitude de résister, sans préjudice pour l'organisme.

Voi-l donc le menu idéal pour ceux qui doivent lutter intellectuellement et physiquement :

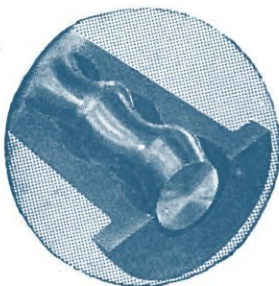
Petit déjeuner : chocolat au lait, beurre, fruits, confiture ou miel, pain grillé ou biscottes.

Déjeuner : œufs ou viandes grillées, légumes, fromage frais ou fruits, entremets au chocolat.

Goûter : chocolat chaud ou en tablettes, beurre, pain grillé ou biscottes.

Dîner : soupe de légumes, viande ou poisson, salade, gâteau de semoule aromatisé au chocolat, fruits.

Dans tous ces repas, le chocolat tient une place prépondérante et devient donc indispensable si l'on veut se bien porter, si l'on veut résister physiquement pendant les heures tragiques que nous vivons.



POMPES EN CAOUTCHOUC

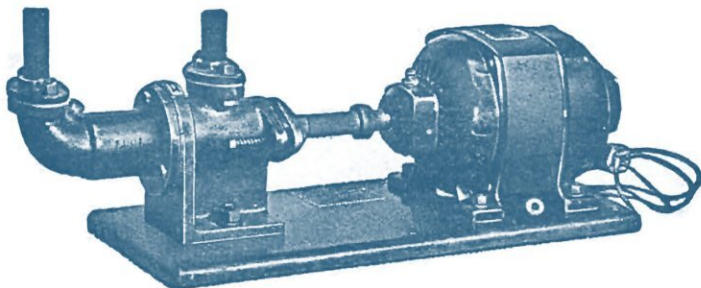
P. C. M.

LICENCE R. MOINEAU, BREVETÉE FRANCE ET ÉTRANGER

AVANTAGES

TOUS FLUIDES LIQUIDES OU GAZEUX
EAU - VIN - PURIN
MAZOUT - ESSENCE
LIQUIDES ÉPAIS ET ABRASIFS
LIQUIDES ALIMENTAIRES
CRAIGNANT L'ÉMULSION

SILENCIEUSES
AUTO-AMORÇAGE
SIMPLICITÉ - ROBUSTESSE
USURE NULLE - ÉCONOMIE
- TOUTS DÉBITS -
- TOUTES PRESSIONS -
FACILITÉ D'ENTRETIEN



De nombreuses pompes fonctionnent à bord des croiseurs
Dunkerque, Strasbourg, Richelieu, pour tous liquides.

SOCIÉTÉ
POMPES • COMPRESSEURS • MÉCANIQUE
65, 65 RUE DE LA MAIRIE, VANVES (SEINE) TÉL. MICHELET 3716



Transférées pendant la guerre

A NICE

56, BOULEVARD IMPÉRATRICE DE RUSSIE

Cours sur place ou par correspondance

INDUSTRIE

Cours à tous les degrés
**MÉCANIQUE - ÉLECTRICITÉ
 RADIOTECHNIQUE**

Constructions aéronautiques

Section spéciale de
CHIMIE INDUSTRIELLE

COMMERCE

**SECRÉTAIRE, COMPTABLE
 ET DIRECTEUR**

Diplômes d'Études juridiques

SECTION DES SCIENCES

Mathématiques et appliquées

Etude 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 - Electricité - Résistance des matériaux.

MARINE MILITAIRE

Préparation aux Ecoles des Elèves Ingénieurs Mécaniciens (Brest)

Sous-officiers Mécaniciens et Pont Mécaniciens (Moteurs et Machines) (Lorient)

Brevets de T. S. F., etc...

MARINE MARCHANDE

Préparation aux examens : Ecoles de Navigation

Brevets d'Elèves Officiers et Lieutenants Officiers mécaniciens

Officiers T. S. F.

AVIATION MILITAIRE

Ecole sous-officiers pilotes d'Istres

Ecoles des Elèves Officiers

Ecole des Officiers Mécaniciens

Ecoles civiles d'Aviation

AVIATION CIVILE

Brevets de Navigateurs aériens

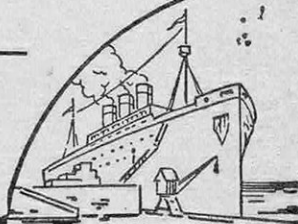
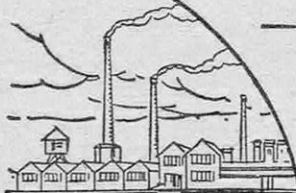
Concours d'Agents techniques et d'Ingénieurs Adjointes

PROGRAMMES GRATUITS

(Joindre un timbre pour toute réponse)

L'ÉCOLE DE NAVIGATION

possède à Nice une école annexe où ont lieu les cours sur place.



POUR les ÉTUDES de vos ENFANTS

Pour vos propres études

vous ne pouvez mieux faire que de vous adresser à

I'ÉCOLE UNIVERSELLE

par correspondance de Paris, la plus importante du monde, dont les cours ne subissent
AUCUNE INTERRUPTION.

Ses services sont en effet installés dès maintenant dans de vastes bâtiments à bonne distance de la capitale, où le courrier et les devoirs des élèves sont transportés par un service spécial plusieurs fois par jour. Ses cours par correspondance sont :

les plus commodes dans les circonstances présentes, puisqu'on les suit **chez soi**, sans aucun dérangement, en n'importe quelle résidence, jusque dans les localités les plus isolées et même si l'on est astreint à de fréquents déplacements ;

les plus complets, puisqu'ils embrassent tous les **programmes officiels de l'enseignement du premier et du second degré**, et tous les programmes spéciaux auxquels se rapportent les brochures énumérées ci-dessous ;

merveilleusement efficaces, puisqu'ils ont permis aux élèves de l'Ecole Universelle de remporter depuis 32 ans des

CENTAINES DE MILLIERS DE SUCCÈS

aux **Baccalauréats, Brevets, Licences, concours des Grandes Ecoles, des Grandes Administrations, etc.**

L'Ecole Universelle est la première au monde qui appliqua l'enseignement par correspondance aux études primaires, secondaires, etc. Ce sont ses succès inouïs qui ont déterminé la vogue de cet enseignement. Mais ses méthodes restent toujours inégalées. Votre intérêt vous commande de lui réserver toute votre confiance.

Pour être renseigné sur les avantages que peut vous procurer l'enseignement par correspondance de l'Ecole Universelle, envoyez-lui aujourd'hui même une carte postale ordinaire portant simplement **vostra adresse** et le **numéro de la brochure** qui vous intéresse, parmi celles qui sont énumérées ci-après. Vous la recevrez par retour de courrier, franco de port, **à titre absolument gracieux et sans engagement** de votre part.

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

BROCHURE N° 46.400, concernant les *classes complètes de l'Enseignement primaire et primaire supérieur* jusqu'au Brevet élémentaire et Brevet supérieur inclusivement — concernant, en outre, la préparation rapide au *Certificat d'études primaires*, au *Brevet élémentaire* au *Brevet supérieur*, pour les jeunes gens et jeunes filles qui ont déjà suivi les cours complets d'une école — concernant, enfin, la préparation au *Certificat d'aptitude pédagogique*, aux divers *Professorats*, à l'*Inspection primaire*.

(Enseignement donné par des inspecteurs primaires, Professeurs d'E. N. et d'E. P. S., Professeurs de Cours complémentaires, etc.)

BROCHURE N° 46.405, concernant toutes les *classes complètes de l'Enseignement secondaire* officiel depuis la onzième jusqu'aux classes supérieures, y compris première supérieure et mathématiques spéciales — concernant aussi les examens de passage — concernant, enfin, pour les jeunes gens et les jeunes filles qui ont déjà suivi les cours d'un lycée ou d'un collège, la préparation rapide aux divers *baccalauréats* et aux *diplômes de fin d'études secondaires*.

(Enseignement donné par des Professeurs de Faculté, Professeurs agrégés, etc.)

BROCHURE N° 46.410, concernant la préparation à *tous les examens de l'Enseignement supérieur* : licence en droit, licence ès lettres, licence ès sciences, certificat d'aptitude aux divers professorats, au *Certificat d'études P. C. B.* et à l'*examen d'herboriste*.

(Enseignement donné par des Professeurs de Faculté, Professeurs agrégés, etc.)

BROCHURE N° 46.416, concernant la préparation aux concours d'admission dans *toutes les grandes Ecoles spéciales* : Armée et Marine, Elève officier de réserve, Ecoles d'infirmières, Agriculture, Industrie, Travaux Publics, Mines, Commerce, Enseignement, Beaux-Arts, Colonies, Elèves pilotes, Elèves mitrailleurs, etc.

(Enseignement donné par des Professeurs de Grandes Ecoles, Ingénieurs, Professeurs de Faculté, Professeurs agrégés, etc.)

BROCHURE N° 46.422, concernant la préparation à *toutes les carrières administratives* de la Métropole et des Colonies.

(Enseignement donné par des Fonctionnaires supérieurs des Grandes Administrations et par des professeurs de l'Université.)

BROCHURE N° 46.425, concernant la préparation à tous les brevets et diplômes de l'**Air**, de la **Radio** et de la **Marine** : Licences d'opérateur, Brevets de navigateur, Certificats de Radio, Pont, Machine.

(Enseignement donné par des Officiers de pont, Ingénieurs, Officiers mécaniciens, Commissaires, Professeurs de l'Université, etc.)

BROCHURE N° 46.430, concernant la préparation aux carrières d'**Ingénieur**, **Sous-Ingénieur**, **Dessinateur**, **Conducteur**, **Chef de Chantier**, **Contremaître** dans toutes les spécialités de l'**Industrie** et des **Travaux publics** : Electricité, T. S. F., Mécanique, Automobile, Aviation, Mines, Forge, Chauffage central, Chimie, Travaux publics, Architecture, Béton armé, Topographie, etc.

(Enseignement donné par des Professeurs des Grandes Ecoles, Ingénieurs spécialistes, Professeurs de l'Enseignement technique, etc.)

BROCHURE N° 46.437, concernant la préparation à toutes les carrières de l'**Agriculture**, des **Industries agricoles** et du **Génie rural**, dans la Métropole et aux Colonies.

(Enseignement donné par des Professeurs des Grandes Ecoles, Ingénieurs agronomes, Ingénieurs du Génie rural, etc.)

BROCHURE N° 46.440, concernant la préparation à toutes les carrières du **Commerce** (Administrateur commercial, Secrétaire commercial, Correspondancier, Sténo-Dactylographe) ; de la **Comptabilité** (Expert-Comptable, Comptable, Teneur de livres) ; de la **Représentation**, de la **Banque** et de la **Bourse**, des **Assurances**, de l'**Industrie hôtelière**, etc.

(Enseignement donné par des Professeurs d'Ecoles pratiques, Experts-Comptables, Techniciens spécialistes, etc.)

BROCHURE N° 46.445, concernant la préparation aux métiers de la **Couture**, de la **Coupe**, de la **Mode** et de la **Chemiserie** : Petite-Main, Seconde-Main, Première-Main, Couturière, Vendeuse, Vendeuse-retoucheuse, Modéliste, Modiste, Coupeuse, Lingère, Brodeuse, Coupeur-Chemisier, Coupe pour hommes, Professorats libres et officiels, etc.

(Enseignement donné par des Professeurs officiels et par des Spécialistes hautement réputés.)

BROCHURE N° 46.452, concernant la préparation aux carrières du **Cinéma** : Carrières artistiques, techniques et administratives.

(Enseignement donné par des Techniciens spécialistes.)

BROCHURE N° 46.456, concernant la préparation aux carrières du **Journalisme** : Rédacteur, Secrétaire de Rédaction, Administrateur-Directeur, et du **Secrétariat** (Secrétaire particulier, Secrétaire assistante de médecin, Secrétaire technique).

(Enseignement donné par des Professeurs spécialistes.)

BROCHURE N° 46.431, concernant l'étude de l'**Orthographe**, de la **Rédaction**, de la **Rédaction de lettres**, de l'**Eloquence usuelle**, du **Calcul**, du **Calcul mental** et extra-rapide, du **Dessin usuel**, de l'**Ecriture**, etc.

(Enseignement donné par des Professeurs de l'Enseignement primaire et de l'Enseignement secondaire.)

BROCHURE N° 46.465, concernant l'étude des **Langues étrangères** : **Anglais**, **Espagnol**, **Italien**, **Allemand**, **Russe**, **Annamite**, **Portugais**, **Arabe**, **Esperanto**. — Concernant, en outre, les carrières accessibles aux polyglottes et le **Tourisme** (Interprète).

(Enseignement donné par des Professeurs ayant longuement séjourné dans les pays dont ils enseignent la langue.)

BROCHURE N° 46.470, concernant l'enseignement de tous les **Arts du Dessin** : Cours universel de Dessin, Dessin usuel, Illustration, Caricature, Composition décorative, Décoration, Aquarelle, Peinture, Pastel, Fusain, Gravure, Décoration publicitaire — concernant également la préparation à tous les **Métiers d'art** et aux divers **Professorats**, E. P. S., Lycées, Ecoles pratiques.

(Enseignement donné par des Artistes réputés, Lauréats des Salons officiels, Professeurs diplômés, etc.)

BROCHURE N° 46.479, concernant l'**enseignement complet de la musique** : Musique théorique (**Solfège**, **Chant**, **Harmonie**, **Contrepoint**, **Fugue**, **Composition**, **Instrumentation**, **Orchestration**, **Transposition**), Musique instrumentale (**Piano**, **Accompagnement au piano**, **Violon**, **Flûte**, **Mandoline**, **Banjo**, **Clarinette**, **Saxophone**, **Accordéon**) — concernant également la préparation à toutes les carrières de la **Musique** et aux divers **Professorats** officiels ou privés.

(Enseignement donné par des Grands Prix de Rome, Professeurs membres du jury et Lauréats du Conservatoire national de Paris.)

BROCHURE N° 46.433, concernant la préparation à toutes les **carrières coloniales** : Administration, Commerce, Industrie, Agriculture.

(Enseignement donné par des Fonctionnaires supérieurs des Grandes Administrations, Techniciens spécialistes des questions coloniales, Ingénieurs d'Agronomie coloniale.)

BROCHURE N° 46.437, concernant l'**Art d'écrire** (Rédaction littéraire, Versification) et l'**Art de parler en public** (**Eloquence usuelle**, **Diction**).

BROCHURE N° 46.491, concernant l'**enseignement** pour les **enfants débiles** ou **etardés**.

BROCHURE N° 46.495, concernant les **carrières féminines** dans tous les ordres d'activité.

BROCHURE N° 46.499, **Coiffure**, **Manucure**, **Pédicure**, **Massage**, **Soins de beauté**.

Ecrivez aujourd'hui même, comme nous vous y invitons à la page précédente, à MM. les Directeurs de

L'ÉCOLE UNIVERSELLE

59, boulevard Exelmans, PARIS (16^e)

JEUNESSE DE FRANCE



fais

TON SERVICE MILITAIRE

dans la **Radio**

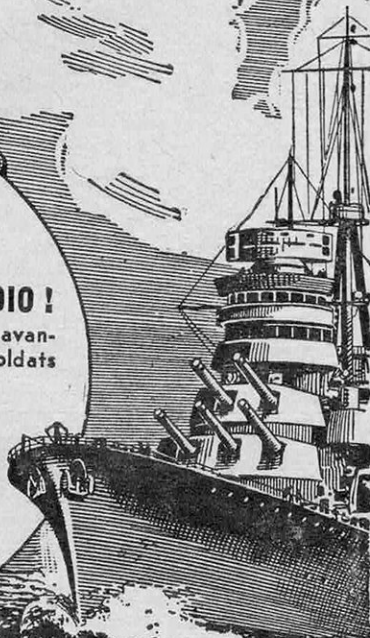
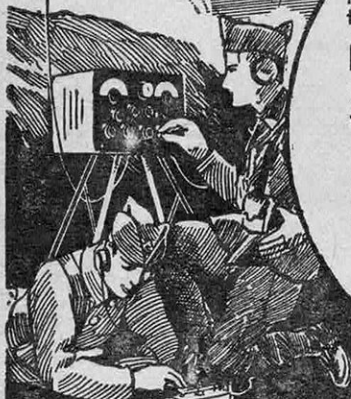


JEUNES GENS!...

pour faire dans les meilleures conditions votre service militaire,

FAITES-LE DANS LA RADIO !

- Vous bénéficierez de nombreux avantages qui feront de vous des soldats modernes et privilégiés.
- Vous pourrez pratiquer constamment, pendant votre service militaire, le métier qui sera peut-être le vôtre demain.
- Renseignez-vous en nous réclamant le « Guide » des carrières civiles et militaires de la Radio.



ECOLE CENTRALE DE T.S.F.

12 rue de la Lune PARIS 2^e Telephone.Central 78.87

PUBL. SERVICE PROP. ECTSIF N° 7

Les cours fonctionnent normalement
depuis le 9 OCTOBRE
le jour, le soir et par correspondance.

LA SCIENCE ET LA VIE

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

Rédigé et illustré pour être compris de tous

RÉDACTION, ADMINISTRATION : 13, rue d'Enghien, Paris-10^e

Chèques postaux : N° 91-07, Paris — Téléphone : Provence 15-21

PUBLICITÉ : Office de Publicité Excelsior, 118, avenue des Champs-Élysées, Paris-8^e

Chèques postaux : N° 59-70, Paris — Téléphone : Elysées 65-94 à 98

Tous droits de reproduction, de traduction et d'adaptation réservés pour tous pays

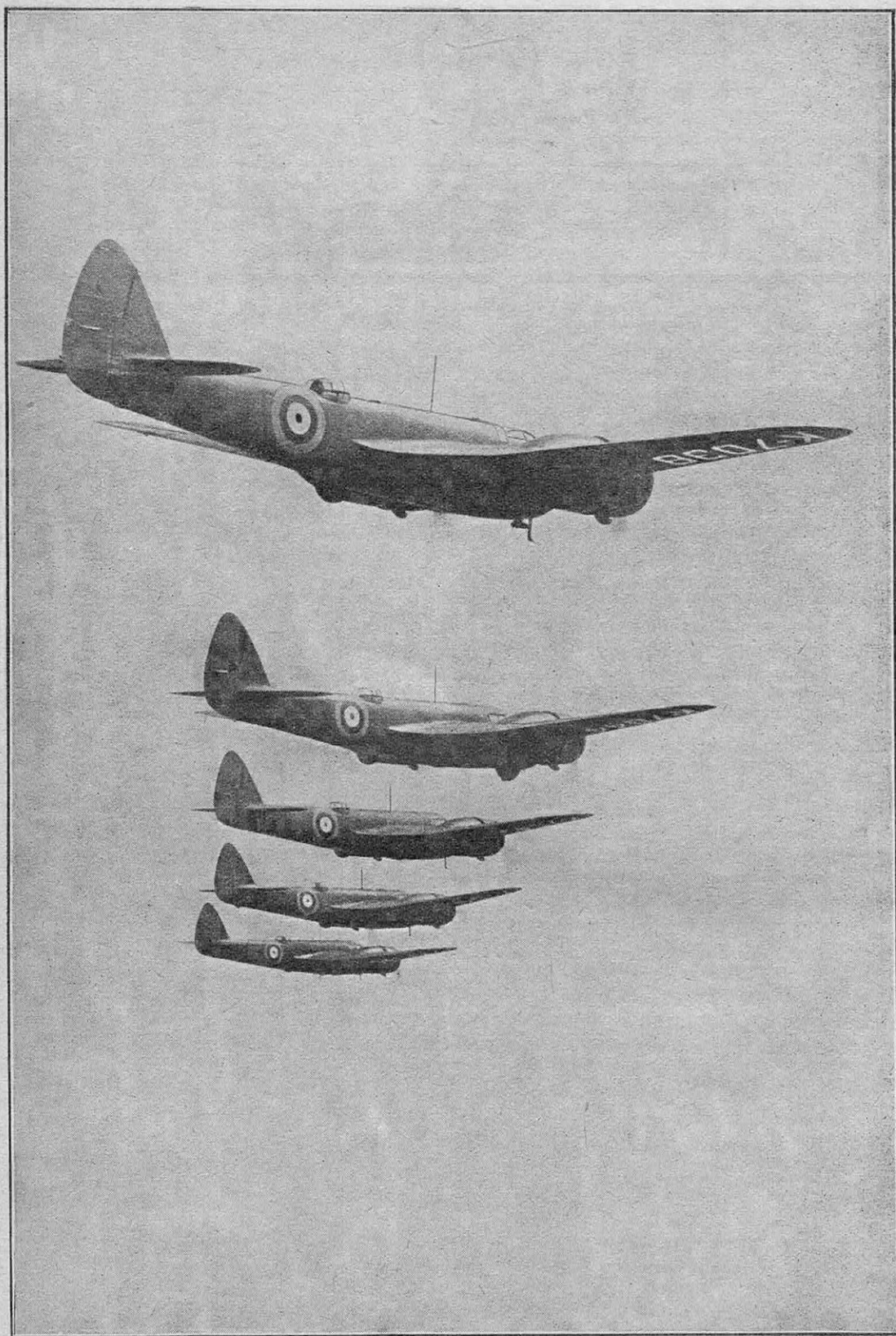
Copyright by La Science et la Vie, Novembre 1939 - R. C. Seine 116-544

Tome LVI

Novembre 1939

Numéro 269

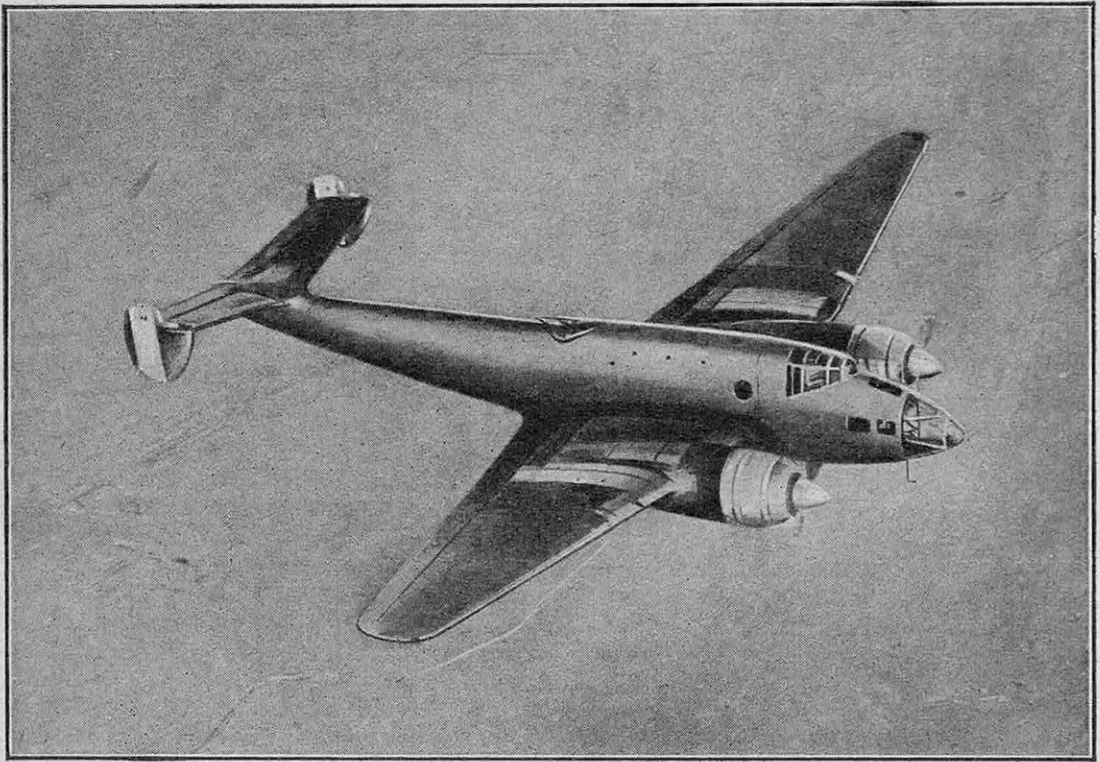
La guerre aérienne..	S. et V..	337
<i>L'avion est devenu aujourd'hui une arme redoutable, tant par la puissance de son armement en canons, en mitrailleuses ou en bombes que par les qualités de vitesse, de rayon d'action, de charge utile que les plus récents progrès de la technique aéronautique lui confèrent aujourd'hui. Dans la conduite des opérations militaires, sur terre et sur mer, comme dans la lutte économique, l'aviation est appelée à jouer, dans le conflit actuel, un des rôles principaux. La force aérienne des Alliés est actuellement en état de faire face à toute action offensive de l'aviation allemande qu'elle dominera bientôt par le nombre.</i>		
Les armées de l'air française et britannique : quelques-uns des appareils les plus rapides et les plus puissamment armés..	S. et V..	338
L'armée de l'air allemande : son matériel, son organisation..	René Maurer	343
<i>Voici un tableau complet, abondamment illustré, de tous les modèles d'avions et d'hydravions actuellement en service dans l'armée de l'air allemande, donnant pour chacun d'eux : chasseurs, bombardiers, appareils de reconnaissance ou d'entraînement, les caractéristiques et les performances précises. Cette documentation unique à ce jour dans la presse du monde entier, est complétée encore par des indications détaillées portant sur l'organisation des formations aériennes allemandes ainsi que sur les ressources et la puissance de production de l'industrie aéronautique du III^e Reich.</i>		
La guerre, facteur décisif pour le développement de l'aviation commerciale..	Camille Rougeron	362
<i>L'avion commercial, en temps de guerre, est plus sûr que le navire que menacent à la fois les forces de surface, les sous-marins et l'aviation navale ennemie. Suppléera-t-il, pendant le conflit actuel, les autres moyens de transport interrompus ou gênés par les hostilités?</i>		
Le bilan mensuel de la guerre..	Général Duval..	367
Le problème du ravitaillement en pétrole..	Charles Berthelot.	371
<i>La maîtrise de la mer assure aux Alliés la sécurité de leur ravitaillement en pétrole. Par contre, l'Allemagne, réduite à ses maigres ressources naturelles, à son carburant synthétique et à l'aide problématique des pétroles russes, roumains et polonais, obligée par suite de faire appel aux réserves qu'elle avait accumulées avant la guerre, voit décroître rapidement le potentiel de ses formations motorisées, terrestres et aériennes.</i>		
Les effets physiologiques des vols à grande vitesse..	Jean Marchand.	383
<i>Ingénieur I. E. G.</i>		
Vers l'avion propulsé par réaction..	Victor Davrey.	385
<i>L'accroissement de vitesse des avions est intimement lié aux progrès de leurs groupes motopropulseurs. La propulsion par réaction qui semble s'imposer au-dessus de 800 km/h permet d'envisager d'ores et déjà de nouvelles et sensationnelles performances.</i>		
Eclairage public, éclairage d'alerte..	G. C.	393
Quand le soleil a la fièvre... les ondes courtes s'évanouissent, les ondes longues s'exaltent..	Louis Houllevigue..	394
<i>Voici la preuve indiscutable que les évanouissements sur ondes courtes et les renforcements sur ondes longues sont en liaison étroite avec les éruptions de la chromosphère solaire.</i>		
L'avion sans pilote, grâce aux gouvernes « autoptères »..	A. Verdurand	401
Les mesures de haute précision dans les industries mécaniques..	Pierre Devaux..	406
<i>Le travail à la chaîne exige l'interchangeabilité absolue de toutes les pièces et par conséquent la mise en œuvre de méthodes de mesure et de contrôle de la plus haute précision.</i>		
La T. S. F. et la Vie.	André Laugnac..	411
Les A côté de la science..	V. Rubor..	413



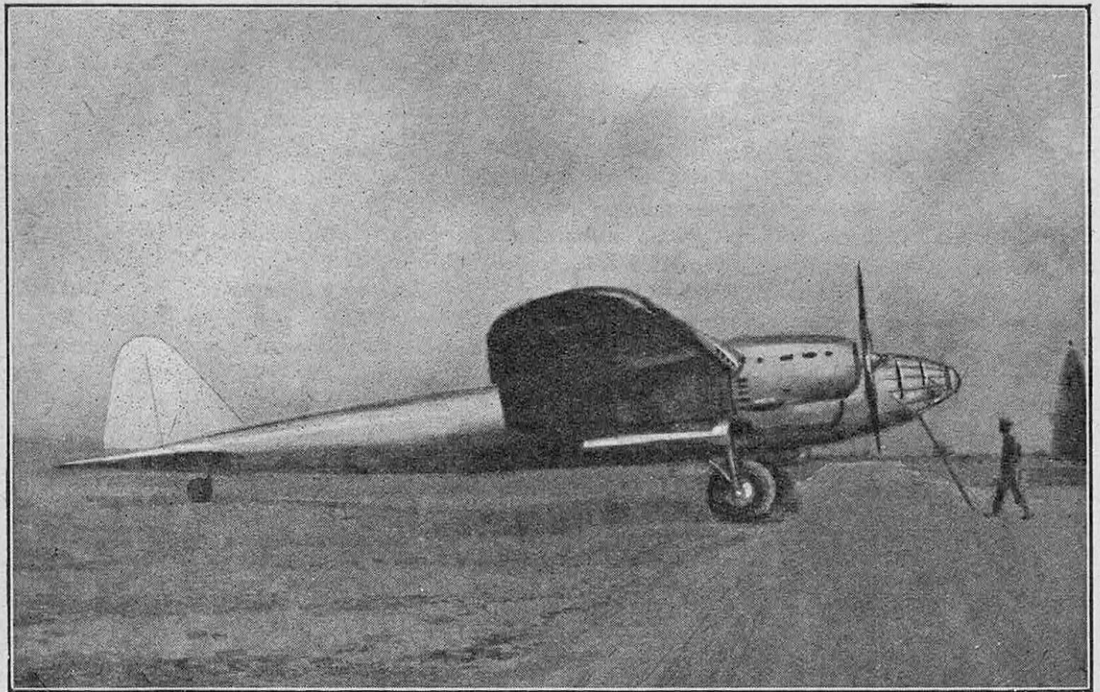
BIMOTEUR DE BOMBARDEMENT ANGLAIS BRISTOL « BLENHEIM » L. H.

LA GUERRE AÉRIENNE

La conduite de la guerre, si l'on fait abstraction de ses aspects diplomatique et économique dont l'importance est pourtant capitale, pour ne porter l'attention que sur les opérations militaires proprement dites, présente aujourd'hui un certain nombre de traits particuliers qui confèrent au conflit actuel son caractère propre, fondamentalement différent de tout ce qui avait pu être observé dans un passé proche ou lointain. Tel est, par exemple, l'emploi de fortifications permanentes, réputées inexpugnables, couvrant des fronts de plusieurs centaines de kilomètres de longueur, ou la constitution de grandes unités cuirassées, disposant d'une mobilité et d'une puissance de feu inégalées jusqu'ici. Mais le fait le plus frappant est sans conteste l'action de l'aviation qui a fait l'objet, au cours de ces dernières années, de multiples études de la part des experts militaires. Etant donné les progrès considérables de la technique aéronautique, le développement rapide des lignes aériennes et l'énorme effort de réarmement aérien de tous les pays du monde depuis quelques années, l'aviation apparaît aujourd'hui comme un des facteurs essentiels de la guerre. Chacun se demande quel rôle exact elle sera appelée à jouer dans le conflit actuel. L'emploi massif de l'aviation de bombardement contre les arrières ennemis et contre les populations civiles, lors de la conquête de l'Ethiopie et pendant les guerres de Chine et d'Espagne, a vivement frappé les imaginations, encore que l'opinion des personnalités compétentes soit très divisée sur l'influence décisive que de telles opérations peuvent avoir sur l'issue d'une guerre. Il est un fait que l'Allemagne, en particulier, a mis sa foi entière dans son armée de l'air. Depuis 1934, elle s'est efforcée de créer une flotte aérienne capable d'intervenir immédiatement, par surprise et de façon massive. Ses dirigeants ont compté sur la crainte qu'inspirait cette force pour obtenir, par intimidation, la capitulation des Etats visés par les revendications allemandes ; tel fut effectivement le résultat de cette manœuvre en septembre 1938 (Munich) et en mars 1939 (invasion de la Tchécoslovaquie). En cas de conflit devenu inévitable, la stratégie aérienne allemande visait au déclenchement brutal et subit d'une violente offensive aérienne avec comme objectifs la conquête de la maîtrise de l'air par la destruction de l'aviation ennemie surprise au sol sur ses aérodromes, le bombardement répété des villes et des points névralgiques (nœuds ferroviaires, centrales, etc.), avant que la mobilisation ait pu être terminée, la désorganisation complète et la démoralisation de l'adversaire ainsi amené à capituler à court délai. La rapide avance des troupes allemandes en Pologne a été attribuée par de nombreux critiques militaires aux succès remportés par l'aviation dès les premières heures du conflit. A l'ouest, la situation se présente sous un aspect différent. Les alliés peuvent opposer à l'aviation allemande une force comparable. De plus, la production franco-britannique est encore en pleine croissance, alors que celle des usines d'outre-Rhin est voisine de son maximum. Le rapport des forces aériennes évolue donc rapidement en notre faveur. Les résultats que pourrait obtenir l'aviation allemande en s'attaquant aux bases, aux arrières, aux villes franco-anglaises, fortement protégés par une aviation puissante et par une défense aérienne solidement organisée, seraient hors de proportion avec les pertes qu'elle éprouverait. Les bombardements aériens sur notre territoire coûteront très cher à ceux qui les entreprendront, et il semble d'ailleurs vain de compter sur eux pour ébranler le moral de nos populations. Dans tous les domaines, terrestres ou maritimes, l'aviation est appelée à jouer un des rôles principaux dans la conduite des opérations militaires, qu'il s'agisse de reconnaissance, de bombardement des objectifs stratégiques, d'attaque au sol des éléments de l'infanterie et des tanks, d'attaque des unités navales en pleine mer et au mouillage, etc. Ainsi aidera-t-elle puissamment l'action des autres armes qui, par la bataille terrestre et l'usure économique de l'ennemi, conduira à la victoire finale.

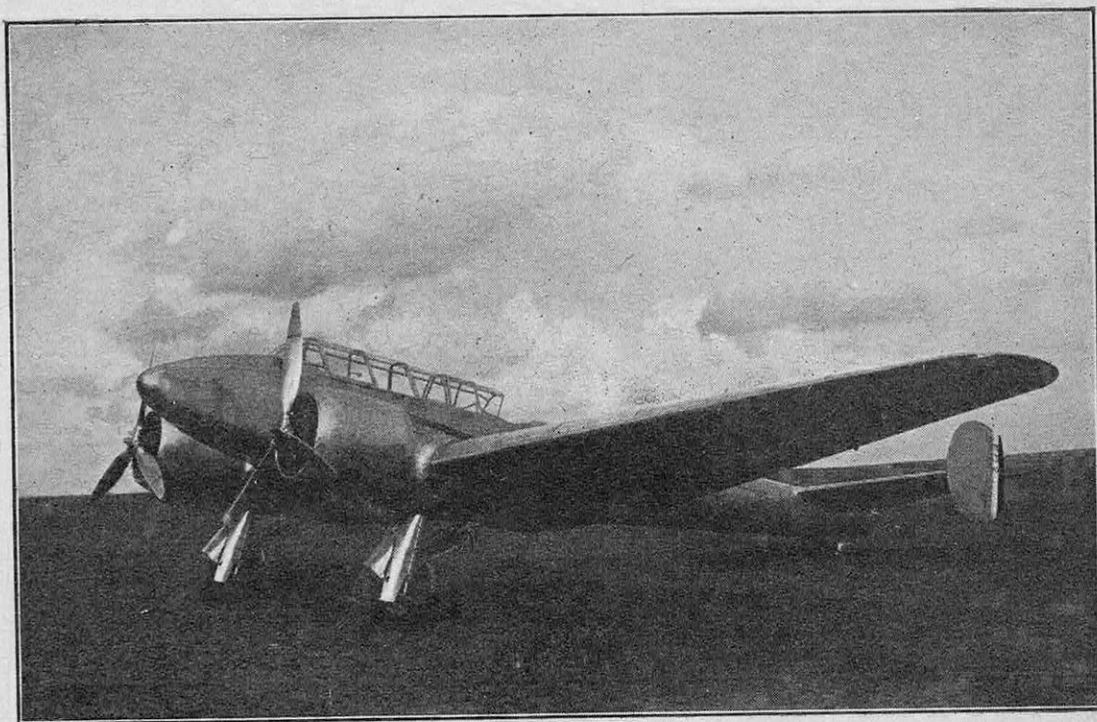


BIMOTEUR DE BOMBARDEMENT FRANÇAIS LOIRE 45



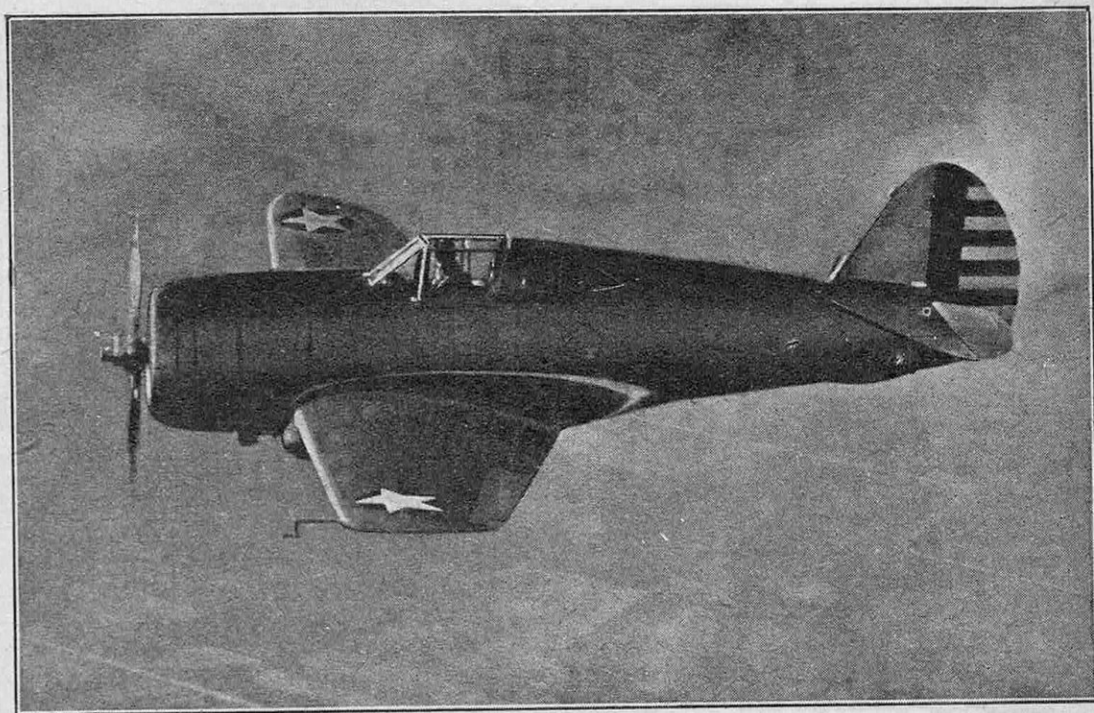
BIMOTEUR DE BOMBARDEMENT FRANÇAIS AMIOT 350

Monoplan métallique à aile basse et train d'atterrissage escamotable; 2 moteurs Hispano Suiza; vitesse voisine de 500 km à l'heure.



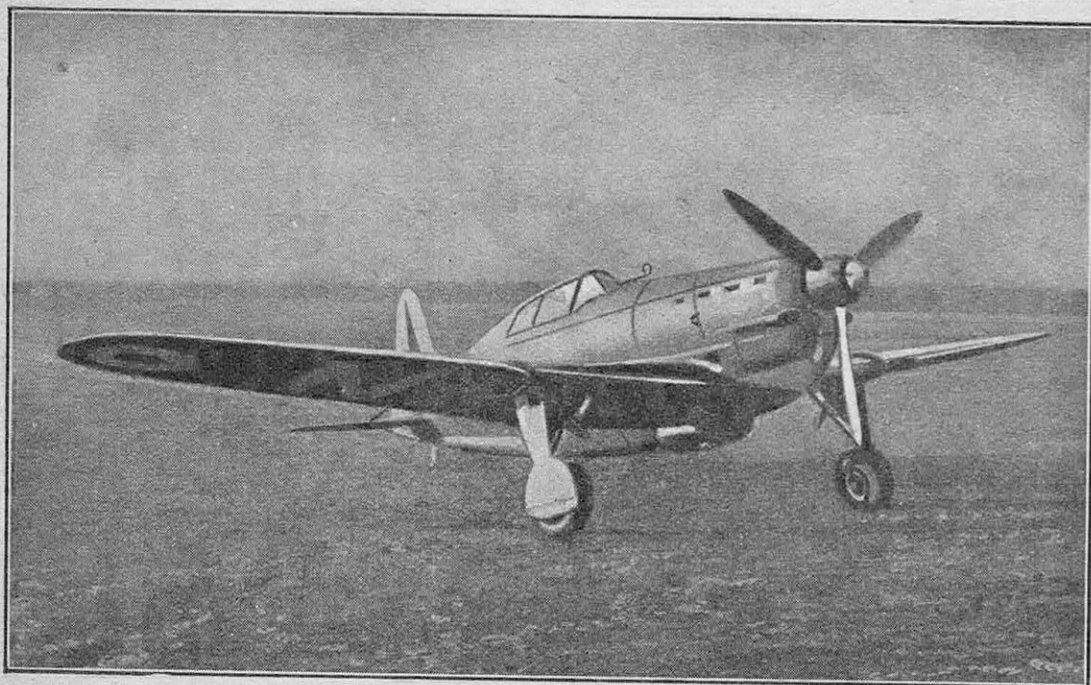
BIMOTEUR DE COMBAT ET DE RECONNAISSANCE FRANÇAIS POTEZ 63

Monoplan à aile basse de construction métallique; train escamotable; 2 moteurs Hispano Suiza à refroidissement par air, 14 cylindres. Vitesse voisine de 500 km à l'heure.



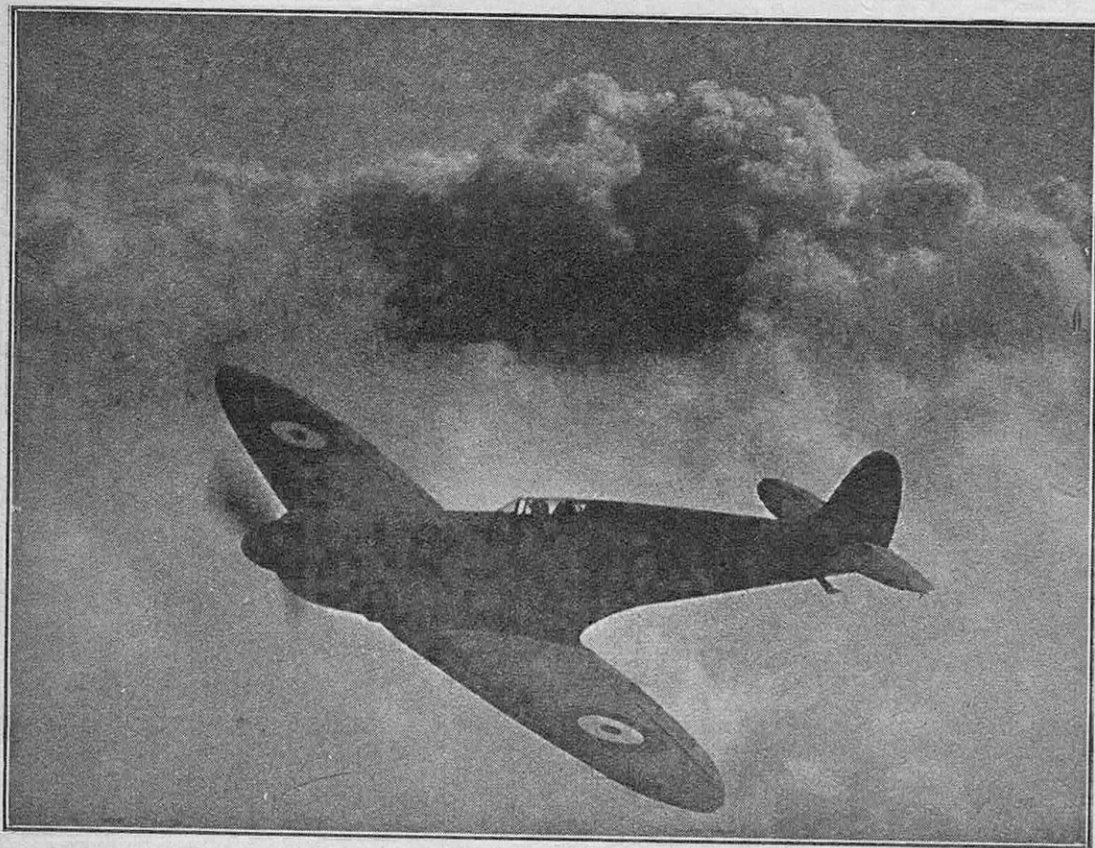
MONOPLACE DE CHASSE AMÉRICAIN CURTISS P. 36

Monoplan à aile basse cantilever train d'atterrissage escamotable; moteur Pratt et Whitney « Twin Wasp » 14 cylindres, 1 000 ch. La vitesse de cet appareil, acquis en Amérique, dépasse 500 km à l'heure; en piqué, il aurait dépassé 925 km à l'heure. Il possède d'excellentes qualités de maniabilité.

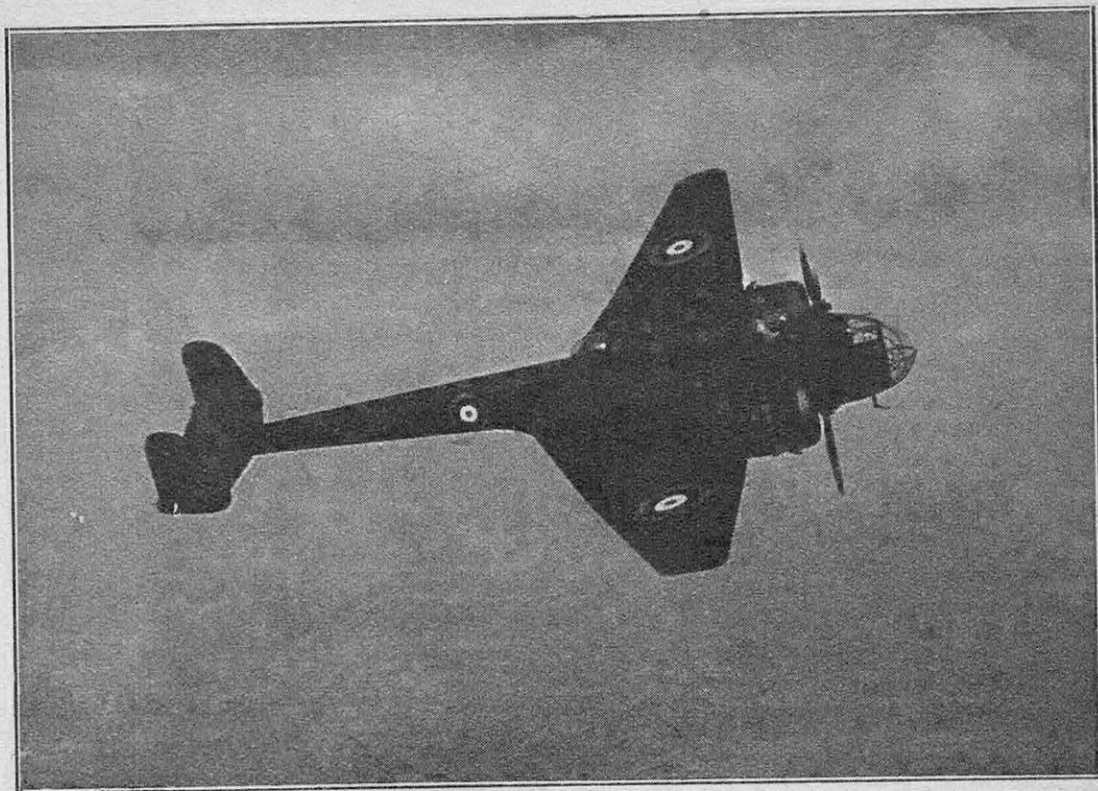


MONOPLACE DE CHASSE FRANÇAIS MORANE 406

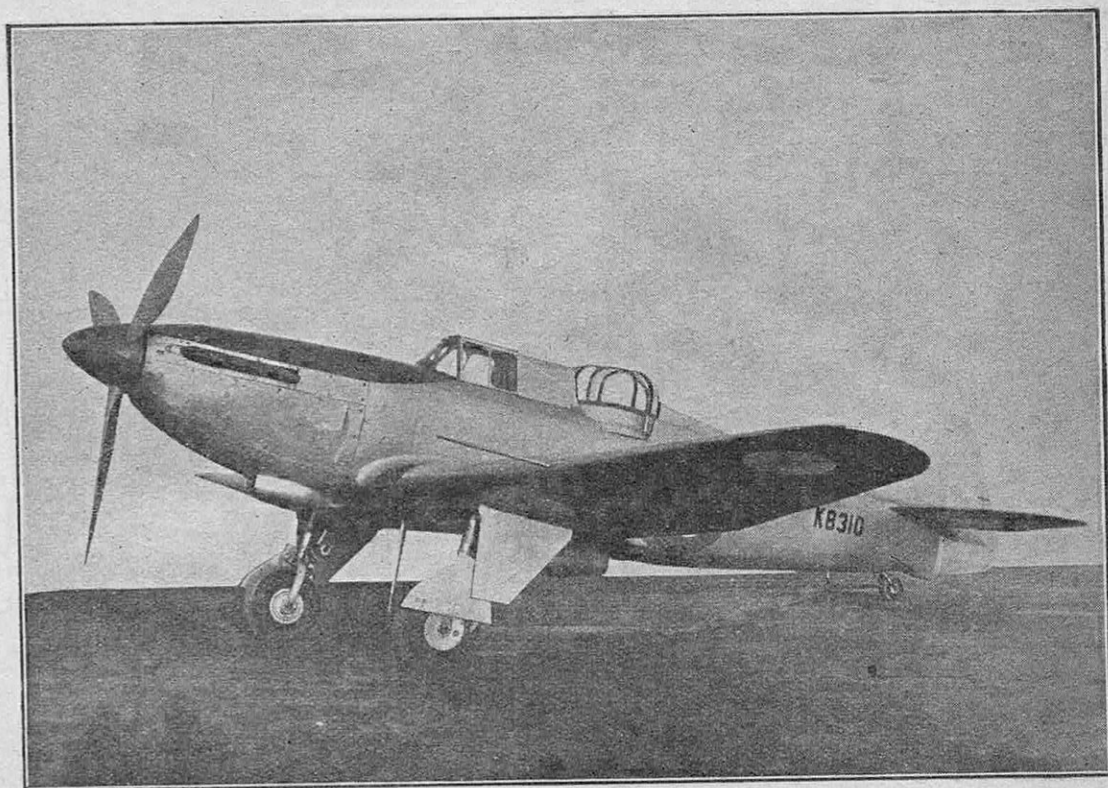
Monoplan à aile basse cantilever; train escamotable; vitesse voisine de 500 km à l'heure. Il est armé d'un canon et de plusieurs mitrailleuses.



MONOPLACE DE CHASSE ANGLAIS SUPERMARINE « SPITFIRE »

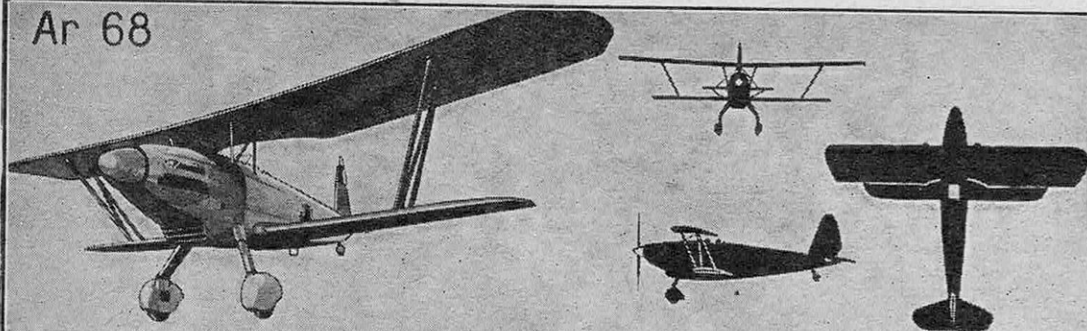


BIMOTEUR DE BOMBARDEMENT ANGLAIS HANDLEY-PAGE « HAMPDEN »

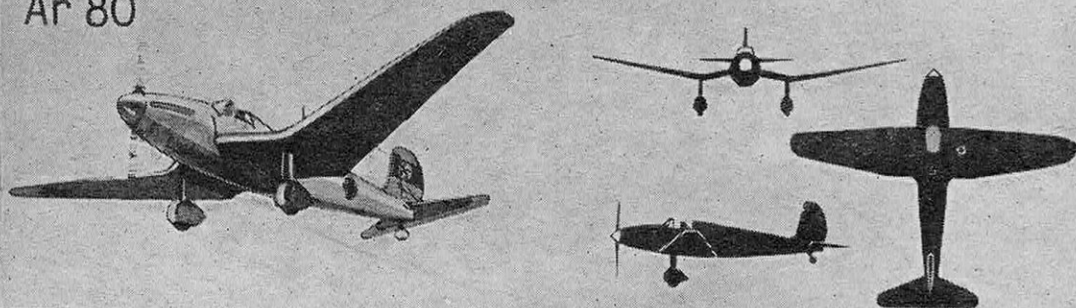


BIPLACE DE CHASSE ANGLAIS BOULTON AND PAUL « DÉFIANT »

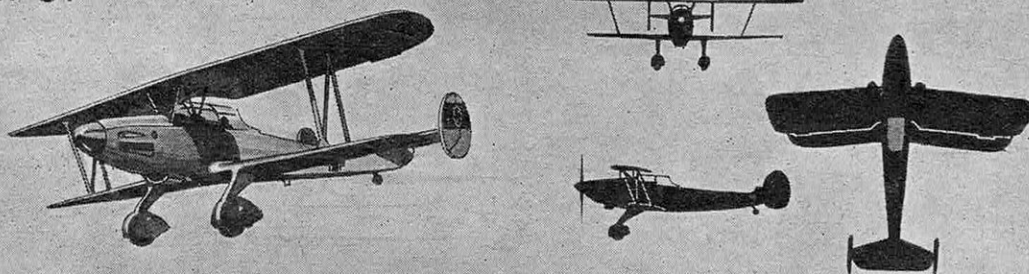
Ar 68



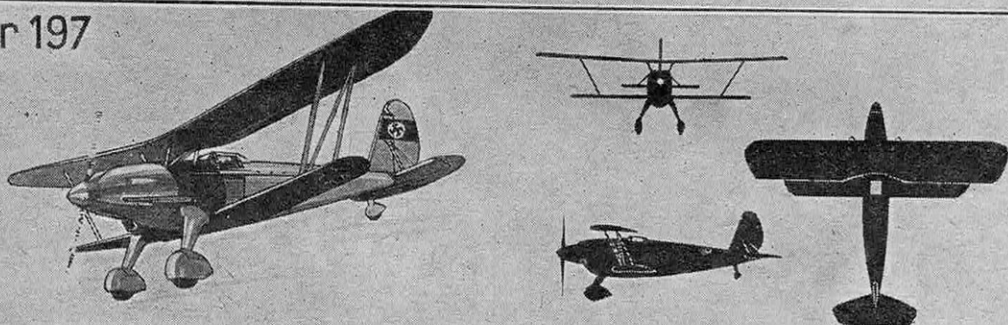
Ar 80



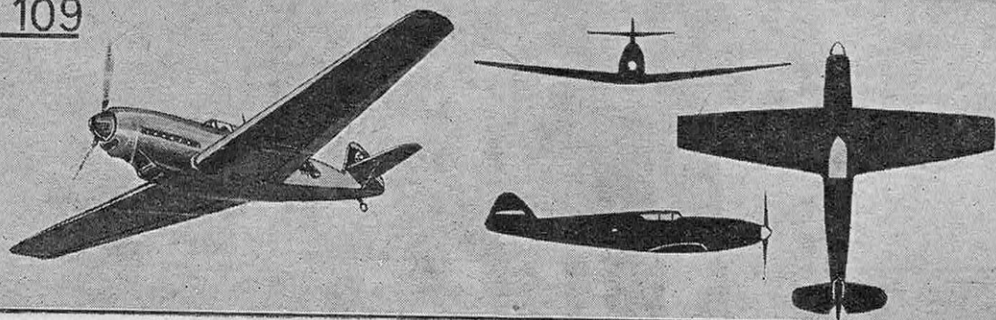
Ar 81



Ar 197



Bf 109



L'ARMÉE DE L'AIR ALLEMANDE : SON MATÉRIEL, SON ORGANISATION

Par René MAURER

La glorieuse résistance de la Pologne et la rapidité avec laquelle, malgré cette résistance, l'armée allemande a pu envahir le territoire polonais et anéantir l'armée adverse viennent de montrer, par l'exemple, la manière dont l'Allemagne compte mettre en œuvre la formidable puissance aérienne dont elle dispose et qu'elle semble bien considérer comme une de ses cartes maîtresses dans le jeu sanglant qu'elle a ouvert. On peut admettre que la préparation de cette arme aérienne remonte au 25 février 1935, jour où, en violation du traité de Versailles, l'armée de l'air allemande fut officiellement constituée. Au 1^{er} septembre dernier, on pouvait évaluer à 3 200 appareils (dont 2 500 bombardiers) sa force totale en état de service de guerre. Voici un tableau complet des différents modèles d'avions et d'hydravions en service dans les formations allemandes ainsi que des ressources et de la puissance de production de son industrie aéronautique.

L'organisation de la « Luftwaffe »

Dès le 1^{er} mars 1935, l'armée de l'air allemande prenait place, comme partie intégrante de la *Wehrmacht* (force de guerre), à côté des armées de terre et de mer.

Au début, le souci d'aller vite et d'organiser au mieux les cadres et moyens de la force nouvelle conduisit à la création de subdivisions territoriales, au nombre de

six, puis de sept, organisation commode en ce sens qu'elle concentrait dans un petit nombre de mains, commandant des territoires homogènes, les moyens de personnel et de matériel à mettre en œuvre ainsi que les sources propres à les alimenter.

Militairement, la nouvelle armée demeurerait dépendante des autorités déjà constituées de la *Reichswehr*. Ainsi furent assurés les débuts d'une force qui se mit à croître

MONOMOTEURS DE CHASSE ET DE COMBAT DE L'AVIATION ALLEMANDE (1)

Le monoplace de chasse Arado Ar 68. — Biplan à ailes inégales et décalées; fuselage ovale; cabine ouverte; train d'atterrissage fixe; roues carénées. Moteur B. M. W. VI de 750 ch ou Junkers « Jumo » 210 de 600 ch. CARACTÉRISTIQUES : envergure, 11 m; longueur, 9 m 50; poids en ordre de vol, 2 000 kg. PERFORMANCES (avec moteur B. M. W. VI) : vitesse maximum, 330 km/h; vitesse à 4 000 m, 310 km/h; vitesse d'atterrissage, 96,5 km/h; montée à 6 000 m en 16 mn; plafond, 7 400 m; rayon d'action, 500 km. ARMEMENT : Deux mitrailleuses fixes tirant à travers le champ de l'hélice; berceaux pour six bombes de 10 kg.

Le monoplace de chasse Arado Ar 80. — Monoplace de construction entièrement métallique; aile basse cantilever en trois parties; fuselage revêtu de bandes de métal léger agrafées; train d'atterrissage fixe à jambes simples. Moteur de 12 cylindres en V inversé, refroidi par liquide. Les caractéristiques et performances n'ont pas encore été publiées.

Le biplace de combat Arado Ar 81. — Biplan à ailes décalées; fuselage de section très amincie en arrière du poste de l'observateur; postes en tandem protégés par un toit cintré non largable; train d'atterrissage fixe. Moteur de 12 cylindres en V inversé, refroidi par liquide. Les caractéristiques et performances n'ont pas encore été publiées.

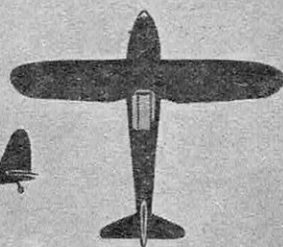
Le monoplace de chasse Arado Ar 197. — Version affinée du monoplace de chasse Ar 68, avec cabine fermée. Moteur de 12 cylindres en V inversé, refroidi par liquide; hélice tripale à pas variable. Les détails de construction, caractéristiques et performances n'ont pas encore été publiés.

Le monoplace de chasse Messerschmitt Bf 109. — Monoplane cantilever de construction métallique; revêtement travaillant avec rivets à tête noyée; volets hypersustentateurs sur toute la partie du bord de fuite non occupée par les ailerons; fentes sur le bord d'attaque; poste de pilotage fermé; train d'atterrissage escamotable latéralement dans l'intrados de l'aile. Moteur Junkers « Jumo » 210 de 640 ch, ou Mercedes-Benz DB 600 de 950 ch, ou Mercedes-Benz DB 601 de 1 100 ch; radiateur central; hélice bipale à pas fixe ou V. D. M. à pas variable. CARACTÉRISTIQUES : envergure, 9 m 90; longueur, 8 m 70; poids total, 2 150 kg. PERFORMANCES : avec moteur Junkers « Jumo », vitesse maximum, 495 km/h; vitesse d'atterrissage, 111 km/h; plafond pratique, 9 000 m; avec moteur Mercedes-Benz DB 601, vitesse maximum 570 km/h; vitesse d'atterrissage, 120 km/h; plafond pratique, 11 000 m. Sur un appareil dérivé du Bf 109, le Bf 113 R à moteur Mercedes-Benz DB 600, d'environ 1 100 ch, le docteur Hermann Wurster a, le 11 novembre 1937, élevé le record international de vitesse sur base pour avions terrestres à 610,950 km/h. Enfin, c'est sur un autre avion spécial, le Bf 109 R à moteur Mercedes-Benz DB 601, d'environ 1 800 ch que Fritz Wendel détient, depuis le 27 avril dernier, le record du monde de vitesse toutes catégories avec 755,138 km/h. (2). ARMEMENT : 4 mitrailleuses fixes.

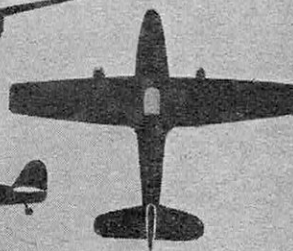
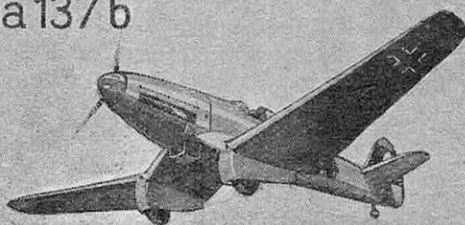
(1) Les appareils dont le nom est souligné sur les planches ont été construits en série pour la « Luftwaffe »

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 266, page 99.

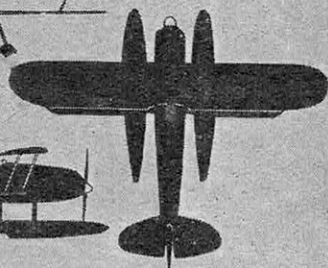
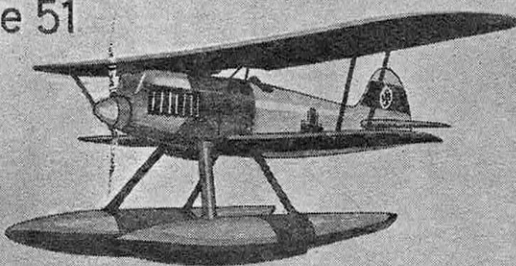
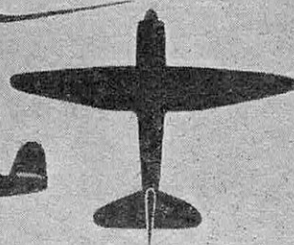
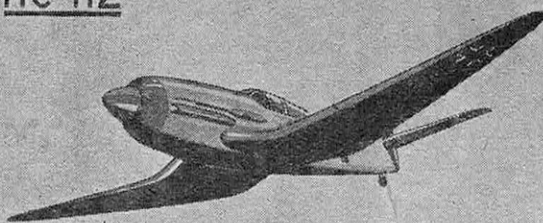
Fw 159



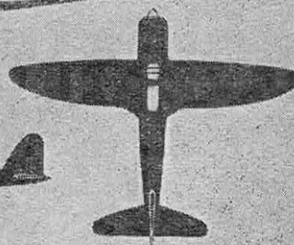
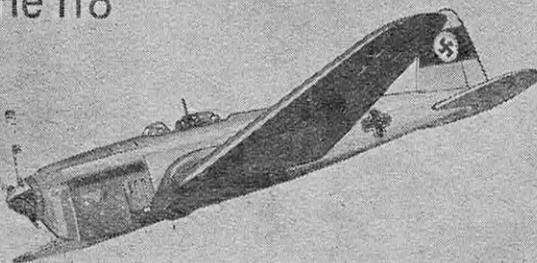
Ha 137 b



He 51

He 112

He 118



rapidement, grâce à l'ampleur des moyens que le national-socialisme y appliquait.

Peu à peu, cette force grandit et c'est alors que l'on put assister, dans le domaine aérien plus encore qu'ailleurs, au duel qui mit aux prises le pouvoir nazi, incarné ici en la personne du dynamique Goering, et les chefs traditionnels de l'armée, les Blomberg et von Fritsch.

On sait que, dans tous les domaines, ces derniers furent les perdants et, grâce surtout à Goering, promu maréchal de l'air, la *Luftmacht* conquiert une quasi-autonomie encore renforcée quand son grand chef et animateur se vit conférer la direction du plan de quatre ans qui lui mettait dans les mains, à côté du commandement militaire, la toute-puissance industrielle.

C'est dans cet esprit qu'on aboutit à l'organisation de février 1938, laquelle semblait encore en vigueur au début de la guerre.

Rarement vit le jour instrument d'une telle puissance et d'une pareille cohésion. En temps de guerre, à peine davantage d'ailleurs qu'en temps de paix, sous l'auto-

rité du ministre de l'Air se range *tout* ce qui a trait à une manifestation aérienne quelconque, offensive ou défensive.

Ce ministre dispose d'abord, bien entendu, des forces aériennes existant en formations militaires, de quelque nature qu'elles soient, bombardement, chasse, reconnaissance, coopération, intervention terrestre, école. Son autorité s'étend sur tous les aérodromes et terrains utilisables. Il organise le recrutement et l'instruction du personnel d'escadrille, de parc et de terrains. Voilà pour les unités combattantes et le personnel. Les services annexes, habituels, aux armées, y compris l'intendance, sont également spéciaux.

En ce qui concerne le matériel, c'est encore le ministre qui régit, aussi bien de haut qu'en détail, toutes les usines coopérant d'une façon quelconque à l'alimentation des forces aériennes, usines spécialisées ou sous-traitants. Il possède également la haute main sur l'orientation à donner aux immenses bureaux d'études constitués par les principales firmes. Toute l'industrie aéronautique allemande travaille sous une direction

MONOMOTEURS DE CHASSE ET DE COMBAT DE L'AVIATION ALLEMANDE (SUITE)

Le monoplace de chasse Focke-Wulf FW 159. — Empennages monoplans cantilever; aile haute; fuselage ovale; cabine fermée; train d'atterrissage escamotable vers l'arrière dans le centre du fuselage; roue de queue escamotable. Moteur de 12 cylindres en V inversé, refroidi par liquide. Les caractéristiques, performances et détails d'armement n'ont pas été publiés.

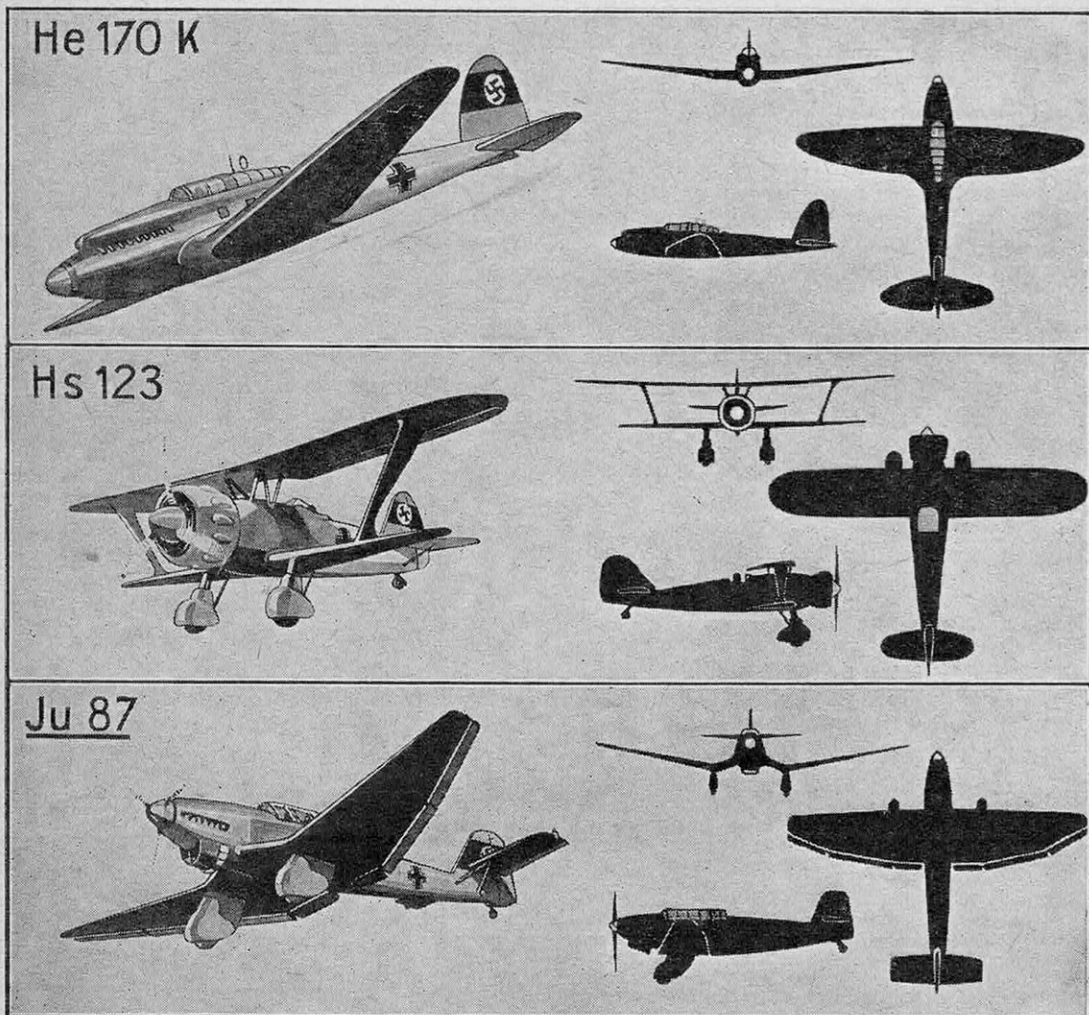
Le monoplace de combat Blohm et Voss Ha 137 b. — Appareil destiné à la chasse et au bombardement en piqué. Aile basse cantilever en W accentué; fuselage mono-coque de section ovale; train d'atterrissage fixe à jambes simples formant pantalon. Moteur Junkers « Jumo » 210 C de 640 ch en V inversé, refroidi par liquide. CARACTÉRISTIQUES : envergure, 11 m 15; longueur, 9 m 50; poids en ordre de vol, 2 415 kg. PERFORMANCES : vitesse maximum, 340 km/h; vitesse de croisière à 2 000 m, 300 km/h; vitesse d'atterrissage, 90 km/h; montée à 2 000 m en 4 mn; plafond, 8 500 m; rayon d'action, 600 km. ARMEMENT : deux mitrailleuses fixes tirant à travers le champ de l'hélice; deux mitrailleuses ou deux canons Oerlikon de 20 mm dans les coudes de l'aile, au-dessus des jambes d'atterrissage; berceaux pour dix bombes de 10 kg ou quatre de 50 kg.

Le monoplace de chasse Heinkel He 51. — Biplan à ailes inégales et décalées; construction métallique avec revêtement par entoilage; fuselage ovale en tubes d'acier; train d'atterrissage fixe. Moteur B. M. W. VI de 750 ch à 12 cylindres en V refroidi à l'éthyl-glycol; radiateur rentrant sous le fuselage. CARACTÉRISTIQUES : envergure, 11 m; longueur, 8 m 40; poids en ordre de vol, 1 900 kg. PERFORMANCES : vitesse maximum, 330 km/h; vitesse de croisière, 280 km/h; vitesse d'atterrissage, 85 km/h; montée à 3 000 m en 5 mn 2 s; plafond pratique, 7 700 m; rayon d'action normal, 390 km; rayon d'action avec réservoir supplémentaire (adaptable sous le fuselage), 710 km. ARMEMENT : deux mitrailleuses tirant à travers le champ de l'hélice.

Le monoplace de chasse Heinkel He 112. — Monoplan cantilever à aile basse de construction entièrement métallique; poste de pilotage fermé; train d'atterrissage escamotable latéralement vers l'extérieur dans l'intrados de l'aile. Moteur Junkers « Jumo » 210 E. a de 685 ch à 12 cylindres en V inversé, refroidi par liquide. CARACTÉRISTIQUES : envergure, 9 m 20; longueur, 9 m; poids en ordre de vol, 2 230 kg. PERFORMANCES : vitesse maximum, 485 km/h; vitesse de croisière, 445 km/h; montée à 1 000 m en 62 s; plafond pratique, 8 500 m; rayon d'action, 1 100 km. ARMEMENT : deux mitrailleuses fixes tirant à travers le champ de l'hélice; deux canons-mitrailleuses montés dans l'aile et tirant hors du champ de l'hélice; pour l'attaque d'objectifs terrestres, berceaux pour six bombes de 10 kg dans la partie de l'aile antérieure aux volets de courbure. C'est sur un appareil dérivé, le He 112 U, à moteur Benz D B 601 d'environ 1 360 ch, que le général-major Udel a porté, le 5 juin 1938, le record de vitesse sur 100 km à 634,320 km/h et que Hans Dieterlé a porté, le 30 mars 1939, le record du monde de vitesse toutes catégories à 746,604 km/h. L'appareil de record, décrit récemment dans *La Science et la Vie* (1), diffère, vu extérieurement, du He 112 par un avant plus renflé, un arrière de fuselage moins rétréci, un train d'atterrissage s'escamotant vers l'intérieur, et l'absence de saillie due au radiateur. Les derniers avions de chasse construits par Heinkel auraient la forme de l'appareil de record et leur vitesse moyenne avoisinerait 600 km/h.

Le monomoteur de bombardement et d'attaque Heinkel He 118. — Monoplan cantilever à aile basse; fuselage mono-coque en duralumin à deux postes en tandem; train d'atterrissage escamotable latéralement dans l'intrados de l'aile. Moteur Mercedes-Benz D B 600 G de 910 ch à 12 cylindres en V inversé, refroidi par liquide, actionnant une hélice tripale à vitesse constante. CARACTÉRISTIQUES : envergure, 15 m; longueur, 11 m 80. PERFORMANCES : vitesse maximum, 400 km/h; vitesse de croisière, 380 km/h; montée à 2 000 m, 2 mn 48 s; plafond, 8 500 m; rayon d'action, 1 400 km. ARMEMENT : quatre mitrailleuses fixes dans l'aile; une mitrailleuse orientable dans le poste arrière; berceaux pour vingt bombes de 10 kg ou une seule de 500 kg.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 266, p. 99.



MONOMOTEURS DE CHASSE ET DE COMBAT DE L'AVIATION ALLEMANDE (SUITE)

Le biplace de bombardement et de reconnaissance Heinkel He 170 — Version militaire de l'appareil de transport pour quatre passagers Heinkel He 170. Monoplan à aile basse cantilever; fuselage ovale; train d'atterrissage escamotable latéralement dans l'intrados de l'aile. Moteur Daimler Benz D. B. 600 de 910 ch à 12 cylindres en V inversé, refroidi par liquide. CARACTERISTIQUES : envergure, 14 m 80; longueur, 12 m; poids en ordre de vol (reconnaissance), 4 130 kg; (bombardement), 4 160 kg. PERFORMANCES de l'appareil équipé pour la reconnaissance : vitesse maximum, 425 km/h; vitesse de croisière, 405 km/h; vitesse d'atterrissage, 115 km/h; montée à 4 000 m en 12 mn; plafond, 8 000 m; rayon d'action, 2 300 km. — PERFORMANCES de l'appareil équipé pour le bombardement : vitesse maximum, 400 km/h; vitesse de croisière, 300 km/h; vitesse d'atterrissage, 118 km/h; montée à 4 000 m en 14 mn; plafond, 7 500 m; rayon d'action, 1 600 km. ARMEMENT : une mitrailleuse fixe tirant vers l'avant; deux orientables tirant vers l'arrière, l'une au-dessus, l'autre au-dessous du fuselage; berceaux pour six bombes de 50 kg; pour la reconnaissance, appareil de photographie aérienne Zeiss commandé à distance.

Le monoplace de chasse et de bombardement léger Henschel Hs 123. — Sesquiplan à fuselage ovale; train fixe. Moteur B. M. W. 132 de 9 cylindres en étoile, refroidi par l'air; capot N. A. C. A. CARACTERISTIQUES : envergure, 10 m 50; longueur, 8 m 60; poids en charge, 2 220 kg. Performances non publiées.

Le biplace de combat Junkers Ju 87. — Monoplan entièrement métallique destiné au bombardement en piqué. Aile en trois parties. L'appareil est pourvu d'un frein de vol piqué dont la description n'est pas encore publiée et qui est constitué par les petits plans mobiles visibles sur le dessin ci-dessus et qui garnissent l'intrados des tronçons extrêmes, en arrière du bord d'attaque; ce frein limitant la vitesse de piqué permet de s'approcher du but sans soumettre l'équipage à des forces d'accélération trop grandes lors de la ressource; fuselage ovale très aminci en arrière de la cabine; postes en tandem sous toit vitré; fenêtre ménagée dans le plancher et dégagant vers le bas les vues du pilote. Equipement complet pour le contrôle du vol, la navigation et le pilotage sans visibilité; appareillage radiotélégraphique émetteur et récepteur du poste arrière. Train d'atterrissage fixe à jambes tripodes; carénage commun des jambes verticales en forme de pantalon. Moteur Junkers « Jumo » 211 de 1 050 ch à 12 cylindres en V inversé, refroidi par liquide, actionnant une hélice tripale à pas variable. CARACTERISTIQUES : envergure, 13 m 82; longueur, 10 m 82; poids en ordre de vol, 4 249 kg. PERFORMANCES : vitesse maximum à 4 300 m, 390 km/h; vitesse de croisière à 4 300 m, 320 km/h; vitesse d'atterrissage, 108 km/h; plafond pratique, 8 500 m. ARMEMENT : une mitrailleuse fixe, logée dans le plan droit et commandée par le pilote; une mitrailleuse orientable au poste arrière; bombe de 250 à 500 kg suspendue sous le fuselage en arrière du radiateur, dans une fourche empêchant le projectile de pénétrer dans le champ de l'hélice lors du lancement en piqué.

unique, avec cette facilité supplémentaire que le chef militaire est également le dictateur industriel de l'Allemagne tout entière.

Ce n'est pas tout. Au ministre de l'Air est rattachée toute la défense antiaérienne, notamment la défense active représentée par les services de guet, les projecteurs et l'artillerie de D. C. A. de gros et petit calibre. Les unités de D. C. A. attribuées organiquement aux formations de l'armée de terre relèvent, au point de vue personnel, matériel et administration, du ministère de l'Air. Seul leur emploi immédiat est laissé au commandement terrestre. Encore ces unités ne comprennent-elles que d'assez faibles formations, en général dotées d'armes de petit calibre, et spécialement affectées à la défense immédiate des troupes au combat ou en mouvement.

Les batteries de gros calibre, les projecteurs, et nombre de batteries de petit calibre relèvent, au contraire, du commandement aérien, au moins partiellement si elles font partie des armées en campagne et totalement quand elles sont affectées à la défense de points sensibles fixes, dans la zone des armées ou dans celle de l'intérieur.

Bien plus encore, toute la défense passive relève du ministre de l'Air, directement. Ses ordres sont immédiatement exécutables, sans qu'il y ait lieu à intervention des autres organismes de l'Etat, dont pourtant les moyens sont mis à contribution.

Dans aucun autre Etat on ne saurait trouver instrument d'une telle puissance.

Dans le domaine purement militaire, la réorganisation de février 1938, encore perfectionnée depuis, marque fortement cette tendance à la concentration, doublée du souci évident de préparer un déclenchement quasi instantané d'opérations aériennes d'envergure.

Les subdivisions du régime précédent s'effacent devant l'institution de quatre grands commandements à la fois territoriaux et militaires. Les titulaires de ces commandements ont non seulement pouvoir quasi absolu sur tout ce qui touche à l'air dans leur région, mais surtout ils sont d'avance désignés comme chefs des opérations aériennes pouvant se déclencher sur les quatre principaux théâtres d'opérations possibles :

Commandant en chef de l'Est et chef de la flotte aérienne n° 1 (général Kesselring), Pologne, Russie, Etats baltes ;

Commandant en chef du Nord et chef de la flotte aérienne n° 2 (gén. Felmy), mer du Nord, Angleterre ;

Commandant en chef de l'Ouest et chef de la flotte aérienne n° 3 (gén. Sperrle), France ;

Commandant en chef du Sud et chef de la flotte aérienne n° 4, Balkans et Europe méridionale.

En outre est constitué un puissant état-major comprenant, par exemple :

- Le secrétaire d'Etat, inspecteur général de l'armée de l'air (colonel-général Milch) ;
- Le chef d'arme de l'air, ancien chef d'état-major (général Stumpf) ;
- Le général d'artillerie de D. C. A., en outre président de la Commission de l'armement aérien (général Rudel) ;
- Le général chef du matériel volant (général Udet) ;
- Le chef de l'instruction (général Kuhl, ancien inspecteur général) ;
- Le chef d'état-major général de l'armée de l'air (colonel Jeschonnek).

Les quatre commandants en chef commandent dans la région qui leur est attribuée :

- Toutes les unités offensives aériennes faisant partie de la flotte et réunies en *divisions* ;

- Tous les moyens de défense antiaérienne, y compris les unités d'interception, répartis en *subdivisions* ;

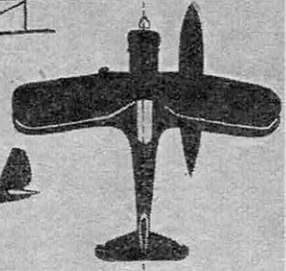
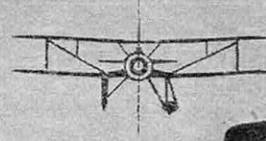
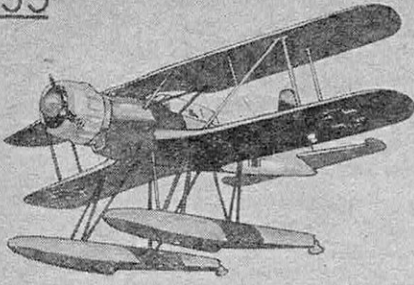
- Tous les moyens d'entretien et de ravitaillement de leur territoire.

Si l'on ajoute que le déploiement des moyens de défense antiaérienne était déjà effectué presque entièrement dès le temps de paix, si l'on songe que les escadrilles en service — de 9 avions en principe, avec leurs équipages complets — possédaient déjà pour la plupart, dès le commencement de l'année, leur premier échelon de remplacement — 3 avions avec leurs équipages — on peut se faire une idée de la puissance et de la soudaineté d'emploi d'un pareil instrument dans les mains d'un pouvoir dictatorial, décidant souverainement le déchaînement des hostilités.

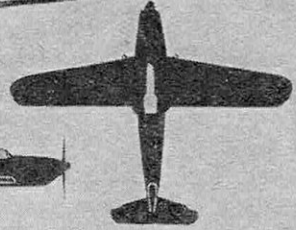
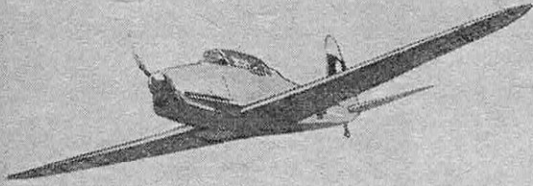
Il n'y a donc rien d'étonnant à ce que, dès le 1^{er} septembre au matin, la flotte aérienne allemande n° 1, probablement déjà renforcée en effectifs, ait pu en quelques heures couvrir de son vol la Pologne presque tout entière, attaquer à la bombe nombre d'organes indispensables à une mobilisation inachevée et surtout détruire au nid une part importante de l'aviation polonaise, surprise dans ses hangars par une attaque générale et massive.

Il y a des heures où les préoccupations diplomatiques, si justifiées qu'elles soient, coûtent bien cher en présence d'un agresseur

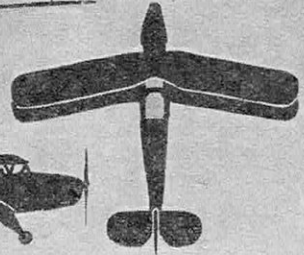
Ar 95



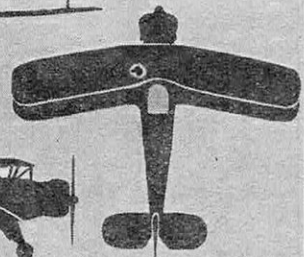
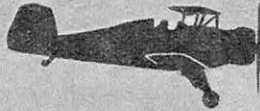
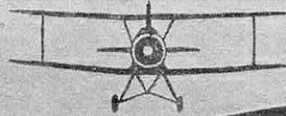
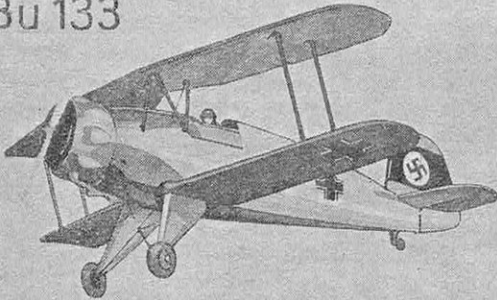
Ar 96



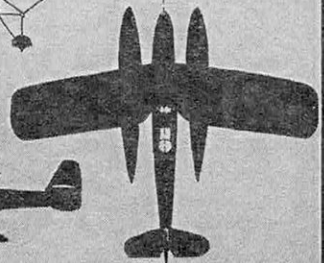
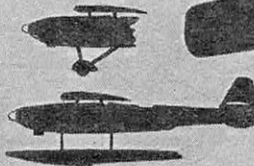
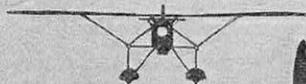
Bu 131



Bu 133



Do 22



résolu à l'attaque et disposant d'aussi puissants et rapides moyens.

La France et l'Angleterre et, en particulier, leurs armées aériennes ont heureusement échappé à la surprise qu'en d'autres circonstances leur aurait peut-être réservée la flotte aérienne n° 2.

La force aérienne allemande et ses moyens

Le drame est commencé. Nous avons assisté à un court et sanglant prologue, trop aisé devant un adversaire trop faible. Qu'y a-t-il donc dans le cadre dont nous venons de donner l'esquisse et qu'est-ce que les forces unies de l'Angleterre et de la France vont avoir à combattre et à vaincre ?

Le secret propre aux régimes totalitaires ne permet pas de répondre sans erreur à une telle question. Essayons cependant d'en donner une idée, quitte à heurter à la fois les optimistes à tous crins aussi bien que les broyeurs de noir.

La force aérienne allemande est un fait, une réalité indiscutable. Les alliés l'ont laissée grandir, distancer pendant longtemps

leurs propres efforts : l'hitlérisme lui a donné de puissants moyens. Quel en est l'aboutissement ?

En mai 1939, la revue technique anglaise *Aircraft Engineering* en donnait un aperçu documenté. En ce qui concerne les cellules, l'industrie allemande comprenait 29 sociétés avec 51 usines, sans compter bien entendu tous les sous-traitants, fabricants de spécialités et accessoires. Aucune de ces usines n'avoisine une frontière dangereuse : seule l'Allemagne centrale et la côte baltique sont occupées par ces ateliers.

Une particularité qui montre bien l'esprit d'organisation allemand consiste en la séparation presque générale des ateliers de prototypes d'avec les usines de grandes séries. A ce point de vue, le voyageur qui prend à Warnemunde le ferry-boat dancoi ne peut manquer d'être impressionné par le déploiement de terrains, de hangars et d'ateliers qu'il côtoie : c'est là que *Heinkel* construit et essaie ses modèles, alors que le général Vuillemin a pu se rendre compte à Oranienburg de la production journalière de cette firme.

MONOMOTEURS DE COOPÉRATION ET D'ENTRAÎNEMENT DE L'AVIATION ALLEMANDE

L'hydravion biplace à usages multiples Arado Ar 95. — Appareil catapultable pour le bombardement léger, la reconnaissance, le torpillage, le réglage de tir, l'émission de nuages artificiels, etc. Biplan à ailes repliables, égales et décalées. Fuselage monocoque à postes en tandem; aménagement possible en triplace. Moteur B. M. W. 132 Dc de 9 cylindres refroidis par l'air, développant 880 ch. CARACTERISTIQUES : envergure, 12 m 50; longueur, 11 m 10; poids en ordre de vol, 3 670 kg. PERFORMANCES : vitesse maximum, 315 km/h; vitesse de croisière, 275 km/h; vitesse d'amerrissage, 91 km/h; montée à 4 000 m en 9 mn 12 s; plafond pratique, 7 500 m; rayon d'action, 2 400 m. ARMEMENT : une mitrailleuse fixe tirant à travers le champ de l'hélice; une orientable montée sur tourelle dans le poste de l'observateur; deux pour six bombes de 50 kg sous les ailes; une bombe de 500 kg ou une torpille de 700 kg ou un dispositif d'émission de fumée peut être emporté sous le fuselage. Il existe une version terrestre de l'hydravion Ar 95; comme ce dernier, cet avion est catapultable et possède des ailes repliables et un train d'atterrissage à jambes simples en pantalon, haubanées sur le fuselage par des mâts carénés.

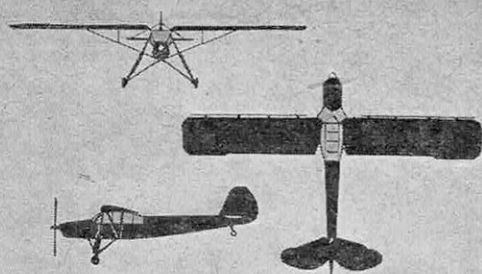
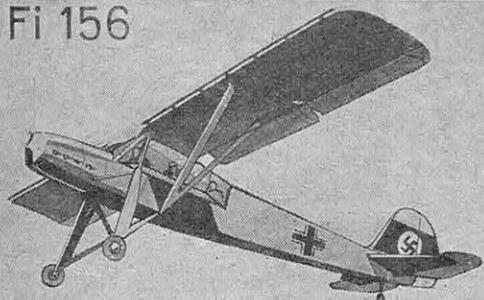
Le biplace d'entraînement Arado Ar 96. — Appareil léger pour l'entraînement, le perfectionnement l'acrobatie, les vols de nuit, le tir à la mitrailleuse du pilote et de l'observateur, la photographie, le bombardement et les vols guidés par radio. Monoplan cantilever à aile basse; fuselage avec sièges réglables en tandem sous toit fermé; train d'atterrissage escamotable dans l'aile. Moteur Argus As 10 C de 240 ch en V inversé. CARACTERISTIQUES : envergure, 11 m; longueur, 9 m 10; poids en ordre de vol, 1 745 kg. PERFORMANCES : vitesse maximum, 325 km/h; vitesse de croisière, 275 km/h; vitesse d'atterrissage, 80 km/h; montée à 1 000 m en 4 mn; plafond pratique, 5 500 m; rayon d'action, 990 km.

Le biplace d'entraînement Bücker Bu 131 « Jungmann ». — Biplan avec ailes supérieures et inférieures interchangeables; fuselage avec deux postes ouverts en tandem; train d'atterrissage fixe. Moteur Hirth H. M. 60 R. de 80 ou de 100 ch à 4 cylindres inversés en ligne, refroidis par l'air. CARACTERISTIQUES : envergure, 7 m 40; longueur, 6 m 66; poids en ordre de vol, 670 kg. PERFORMANCES (avec moteur Hirth de 100 ch) : vitesse maximum, 180 km/h; vitesse de croisière, 170 km/h; vitesse d'atterrissage, 82 km/h; montée à 2 000 m en 11 mn 10 s; plafond pratique, 4 800 m; rayon d'action, 650 km.

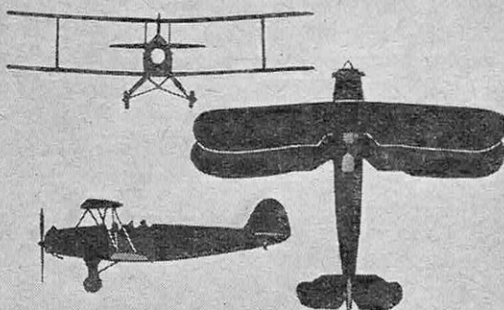
Le monoplace d'entraînement Bücker Bu 133 « Jungmeister ». — Cet appareil est surtout connu pour ses qualités de maniabilité, qui le font très souvent adopter pour la haute école. Biplan à ailes en bois revêtues; train d'atterrissage fixe. Moteur 160 ch, refroidi par l'air, Siemens Sh. 14 A de 7 cylindres en étoile ou Hirth H. M. 506 de 6 cylindres en ligne. CARACTERISTIQUES : envergure, 6 m 60; longueur, avec moteur Siemens, 5 m 90, avec moteur Hirth, 6 m 15; poids en ordre de vol, 586 kg. PERFORMANCES (avec moteur Siemens) : vitesse maximum, 314 km/h; vitesse de croisière, 200 km/h; vitesse d'atterrissage, 86 km/h; montée à 2 000 m en 6 mn 18 s; plafond pratique, 6 100 m; rayon d'action, 500 km.

L'hydravion torpilleur et de reconnaissance Dornier Do 22. — Monoplan à aile haute; fuselage ovale. Équipage de trois hommes; tourelle orientable au poste arrière; bombes sous le fuselage. Moteur de 850 ch; hélice quadripale. CARACTERISTIQUES : envergure, 16 m 20; longueur, 13 m 12; poids en ordre de vol, 4 000 kg. PERFORMANCES : vitesse maximum, 350 km/h; vitesse de croisière, 300 km/h; vitesse d'amerrissage, 85 km/h; montée à 5 000 m en 13 mn; plafond pratique, 9 200 m; rayon d'action, 2 300 km. Le Do 22 existe également en version terrestre, mais l'appareil n'est pas transformable. Moteur légèrement plus puissant; hélice tripale; train fixe à roues carénées. CARACTERISTIQUES : envergure, 16 m 20; longueur, 12 m 85; poids en ordre de vol, 3 700 kg. PERFORMANCES : vitesse maximum, 360 km/h; vitesse de croisière, 310 km/h; rayon d'action, 1 500 km. (Voir aussi page 361.)

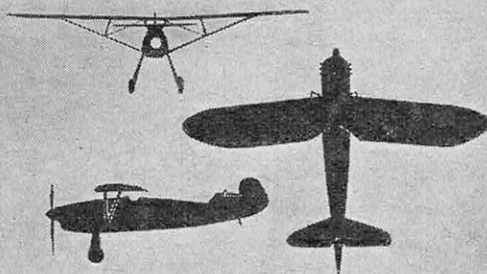
Fi 156



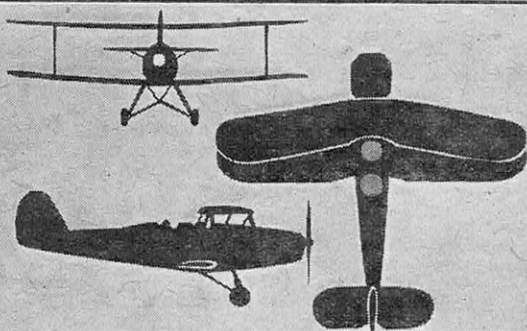
Fw 44



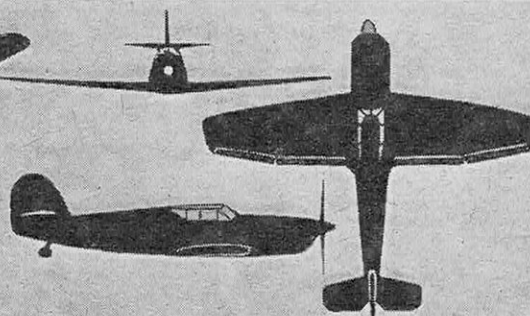
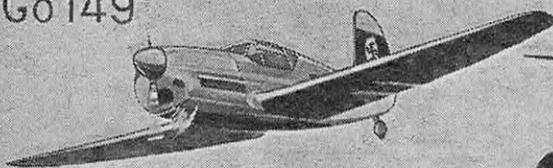
Fw 56



Go 145



Go 149



La Société *Junkers* dispose, dans l'Allemagne Centrale, de cinq groupes d'usines pour les cellules, trois pour les avions : son effectif de paix dépassait certainement 25 000 ouvriers. L'importante usine *Zeppe-lin*, à Friedrichshafen, a récemment mis tous ses moyens à la disposition de son ancienne filiale *Dornier*. Le groupe *Messerschmitt-B. M. W.*, à Augsburg, est également fort important.

Les bureaux d'études sont montés avec un luxe de personnel qui fait rêver un Français : des groupements de quelque 600 ingénieurs et dessinateurs ne sont pas une rareté.

On peut estimer entre 120 000 et 160 000 personnes l'effectif total travaillant pour l'aviation en temps de paix. En état de guerre, il est certain que ce personnel est encore augmenté et que son temps hebdomadaire de travail a dépassé les 52 heures anciennement connues.

Ce puissant outillage a travaillé, jusqu'en 1939, à la fois pour constituer une armée de l'air visant à la prépondérance et pour réaliser, en vendant du matériel à l'étranger,

des rentrées de numéraire extrêmement utiles. A ce dernier dessein a été appliquée une propagande à l'échelle allemande et aussi, il faut le reconnaître, un effort technique digne de remarque.

Toutefois, on a pu constater, depuis le deuxième trimestre 1939, un ralentissement marqué des exportations allemandes en matière d'avions. Est-ce parce qu'ainsi qu'il a été suggéré de divers côtés que l'excellence de la construction n'égalait pas celle des performances? Est-ce parce que, dès cette époque, tout l'effort industriel était concentré sur l'aviation militaire en vue d'une guerre déjà décidée en principe? On ne sait. Quoi qu'il en soit, le renforcement militaire qui, à rendement égal, doit logiquement résulter de ce resserrement des exportations, ne paraît pas douteux.

Il est finalement bien aléatoire d'évaluer la valeur numérique de l'aviation allemande au 1^{er} septembre 1939 et aussi de ses facultés de maintien ou de renforcement.

L'*Aircraft Engineering* fait état d'une force totale en état de service de guerre à 3 200 appareils environ, dont 2 500 bom-

MONOMOTEURS DE COOPÉRATION ET D'ENTRAÎNEMENT DE L'AVIATION ALLEMANDE (SUITE)

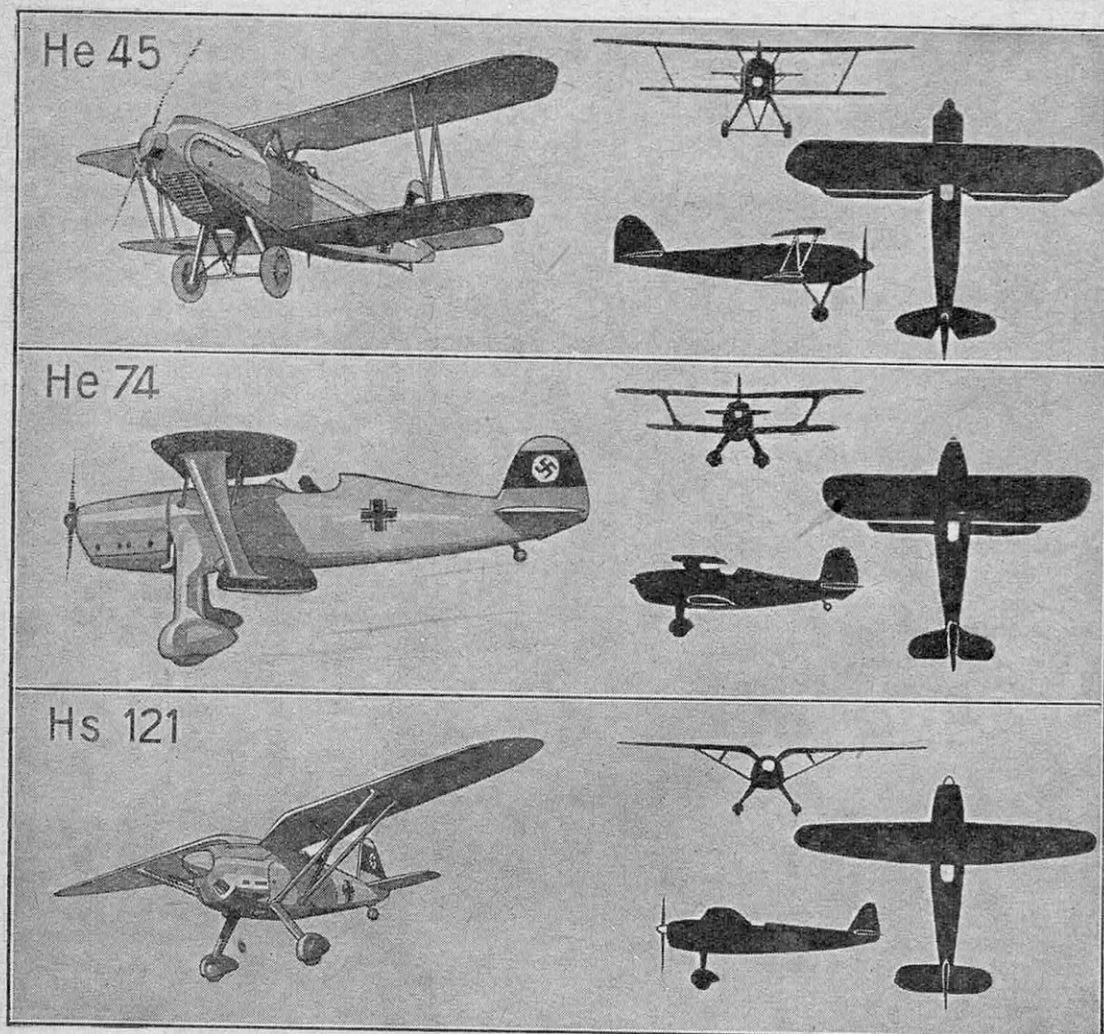
Le triplane lent Fieseler Fi 156 « Storch ». — Appareil lent pouvant servir d'observateur d'artillerie, d'avion photographe, d'estafette destinée à déposer et ramasser en vol messages ou charge, etc., missions grandement facilitées par le dégagement exceptionnel des vues. Monoplan à ailes hautes repliables. Fuselage de section en U, très aminci; paroi vitrée descendant latéralement très bas, dégageant au mieux les vues; toit vitré; fenêtre dans le plancher; trois sièges en tandem, les deux sièges arrière pouvant être remplacés par un équipement militaire (appareil photographique, ramasse-message, etc.). Moteur Argus As. 10 C de 240 ch à 8 cylindres inversés; deux réservoirs d'essence (160 l au total) dans les ailes. CARACTERISTIQUES : envergure, 14 m 25; longueur, 9 m 74; poids total maximum, 1 260 kg. PERFORMANCES (au poids total de 1 200 kg) : vitesse maximum, 210 km/h; vitesse de croisière, 160 km/h; vitesse horizontale minimum, 52 km/h; vitesse d'atterrissage, 41 km/h avec un vent de 3 m/s; distance d'atterrissage, 28 m par vent nul, 19 m par vent de 3 m/s; distance de décollage, 60 m par vent nul, 40 m par vent de 3 m/s; distance entre le point de départ et un obstacle de 15 m à franchir, 120 m; montée à 1 000 en 3 mn 54 s; rayon d'action, 460 km.

Le biplane d'entraînement Focke Wulf Fw 44 S « Stieglitz ». — Biplan à ailes égales; fuselage ovale; train d'atterrissage fixe; postes ouverts en tandem. Moteur Siemens Sh 14 A de 150 ch en étoile, refroidi par l'air. CARACTERISTIQUES : envergure, 9 m; longueur, 7 m 30; poids en ordre de vol, 870 kg. PERFORMANCES : vitesse maximum au niveau de la mer, 185 km/h; vitesse de croisière, 172 km/h; vitesse d'atterrissage, 74 km/h; montée à 2 000 m en 12 mn 42 s; plafond pratique, 3 900 m; rayon d'action, 585 km.

Le monoplace d'entraînement Focke Wulf Fw 56 « Stösser ». — Monoplace pour l'entraînement des radiotélégraphistes, mitrailleurs et bombardiers. Monoplan à aile haute haubanée; fuselage ovale; roues carénées. Moteur Argus As 10 C de 8 cylindres en V inversé, refroidi par l'air et développant 240 ch. CARACTERISTIQUES : envergure, 10 m 50; longueur, 7 m 60; poids en ordre de vol, 996 kg. PERFORMANCES : vitesse maximum, 273 km/h; vitesse à 2 000 m, 271 km/h; vitesse d'atterrissage, 90 km/h; montée à 4 000 m en 11 mn 54 s; plafond, 6 200 m; rayon d'action, 460 km.

Le biplane d'entraînement Gotha Go 145. — Biplan à ailes égales; fuselage ovale; postes ouverts en tandem avec double commande; train d'atterrissage fixe; roues remplaçables par des skis. L'appareil peut être équipé pour recevoir les utilisations suivantes : instruction à la double commande, au bombardement, à la photographie aérienne, entraînement à l'acrobatie, au tir à la mitrailleuse fixe, à la mitrailleuse orientable, à la radiotélégraphie, au vol sans visibilité, au vol de nuit. Il constitue le matériel standard des écoles allemandes. Moteur Argus As 10 C de 240 ch à 8 cylindres en V inversé, refroidi par l'air, ou tout autre moteur refroidi par l'air d'une puissance allant de 240 à 350 ch; réservoirs d'essence dans le fuselage; réservoir d'huile dans le compartiment moteur. CARACTERISTIQUES : envergure, 9 m; longueur, 8 m 60; poids en charge, 1 350 kg. PERFORMANCES : vitesse maximum, 211 km/h; vitesse de croisière, 179 km/h; vitesse d'atterrissage, 90 km/h; montée à 1 000 m en 5 mn 30 s; plafond pratique, 3 700 m; rayon d'action, 646 km.

Le monoplace d'entraînement Gotha Go 149. — Monoplan à aile basse cantilever; poste de pilotage fermé; équipement prévu : mitrailleuse fixe tirant vers l'avant, mitrailleuse photographique, appareillage radiotélégraphique; train d'atterrissage escamotable latéralement dans l'intrados de l'aile. Moteur Argus As 10 C de 240 ch à 8 cylindres en V inversé, refroidi par l'air ou tout autre moteur refroidi par l'air d'une puissance allant de 240 à 300 ch. CARACTERISTIQUES : envergure, 7 m 80; longueur, 7 m 31; poids en ordre de vol, 1 000 kg. PERFORMANCES : vitesse maximum, 345 km/h; vitesse de croisière, 320 km; montée à 1 000 m en 2 mn 12 s; plafond pratique, 6 400 m; rayon d'action, 950 km. Lors d'une course ayant eu lieu au meeting international de Francfort, le 31 juillet 1938, le général major Udet parcourut 484 km sur cet appareil, à la moyenne de 328 km/h.



MONOMOTEURS DE COOPÉRATION ET D'ENTRAÎNEMENT DE L'AVIATION ALLEMANDE (SUITE)

Le biplace de reconnaissance Heinkel He 45. — Type d'appareil ancien utilisé au début du réarmement allemand. Biplan à ailes inégales et décalées; fuselage à section en U renversé; train d'atterrissage fixe à essieu rompu. Moteur B. M. W. de 650 ch à 12 cylindres en V, refroidi par liquide. CARACTERISTIQUES : envergure, 11 m 40; longueur, 10 m 10; poids en charge, 2 750 kg. Les performances n'ont pas été publiées.

Le monoplace d'entraînement Heinkel He 74. — Biplan à ailes inégales et décalées; fuselage ovale avec poste ouvert; train d'atterrissage fixe à jambes simples; roues carénées. Moteurs Argus As 10 C de 240 ch, refroidis par l'air; hélice bipale à pas variable. CARACTERISTIQUES : envergure, 8 m 15; longueur, 6 m 44; poids en ordre de vol, 1 020 kg. PERFORMANCES : vitesse maximum, 285 km/h; vitesse d'atterrissage, 88 km/h; montée à 3 000 m en 9 mn 30 s; plafond, 6 000 m; rayon d'action, 700 km.

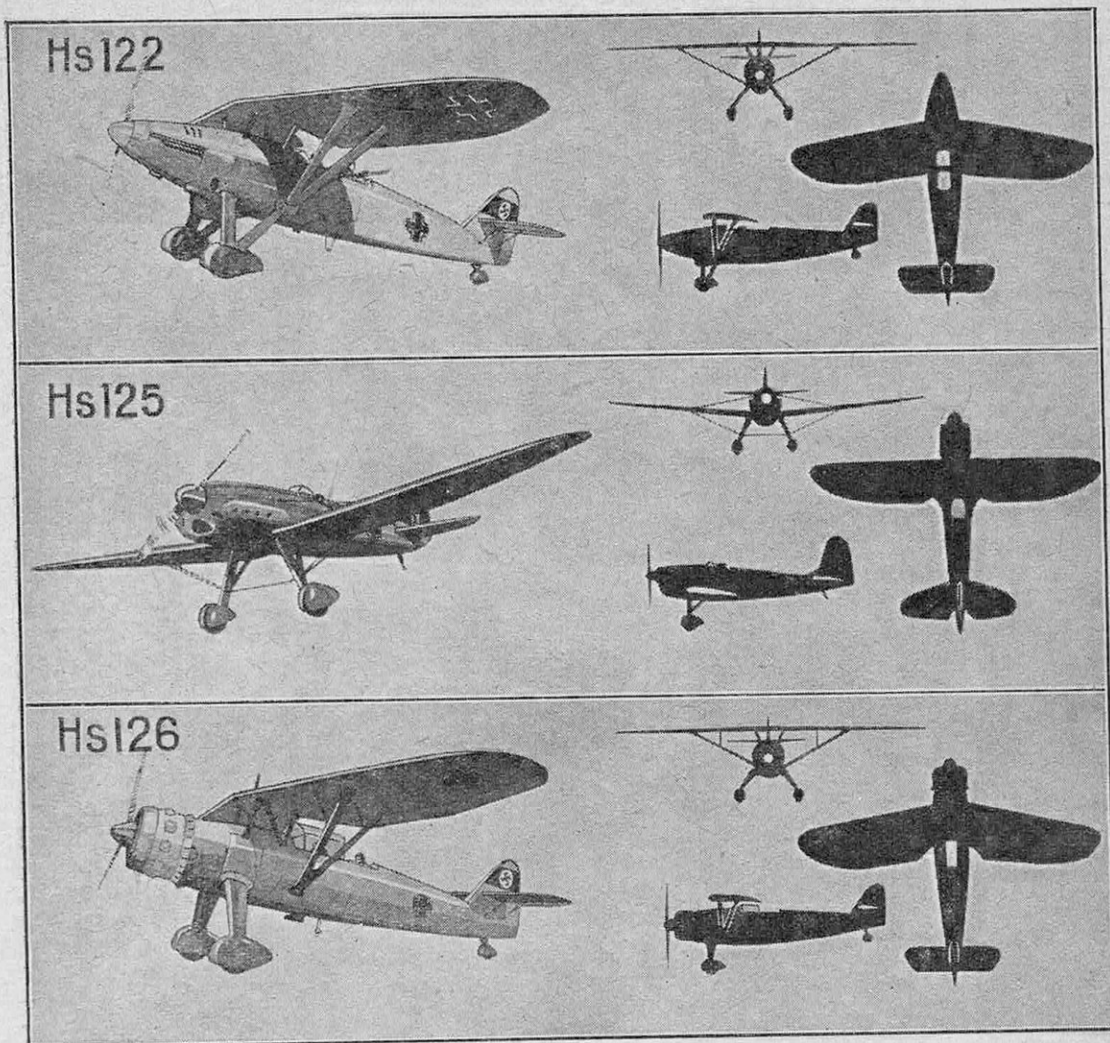
Le monoplace d'entraînement Henschel Hs 121. — Version ancienne du monoplace d'entraînement Hs 125 dont elle ne diffère que par une aile haute coudée et fortement entretoisée, les caractéristiques et les performances étant identiques à celles de l'appareil à aile basse.

bardiers. Elle chiffre entre 600 et 800 le nombre d'appareils produits mensuellement pour l'entretien de la flotte. Il est extrêmement difficile d'apprécier le degré d'exactitude ou d'approximation de ces chiffres. Quoi qu'il en soit, la force aérienne allemande est évidemment considérable et non moindres ses facultés d'entretien.

Est-ce à dire que les Alliés en soient sensiblement handicapés ? La France se relève vite de sa crise regrettable de production.

Quant à l'Angleterre, elle a fourni en trois ans un effort qui dépasse de loin celui de l'Allemagne. Il est vrai qu'un retard important était à rattraper. Il semble bien que ce soit presque fait et que les perspectives du proche avenir soient encore meilleures sur ce point.

Au reste, si étendu que soit le potentiel allemand au point de vue de la production aérienne, il semble bien qu'en période de guerre, et compte tenu d'un dur blocus dès



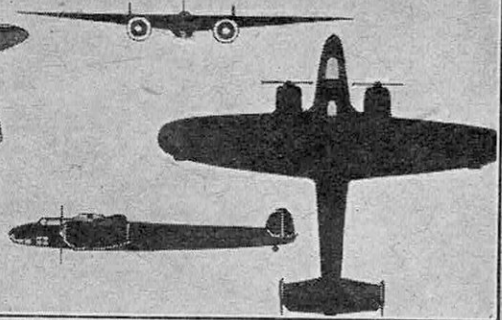
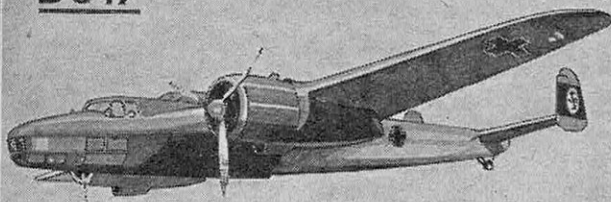
MONOMOTEURS DE COOPÉRATION ET D'ENTRAÎNEMENT DE L'AVIATION ALLEMANDE (SUITE)

Le biplace à usages multiples Henschel Hs 122. — Monoplan à aile haute; fuselage ovale; siège du pilote au niveau du bord de suite échancré en son milieu pour dégager les vues; l'établissement d'une cabine fermée est possible; train d'atterrissage fixe; roues carénées; type à jambes uniques pour les modèles anciens, à jambes doubles pour les modèles récents. Moteur Siemens S. A. M. 22 B de 610 ch, à 9 cylindres en étoile refroidis par l'air, ou tout autre moteur similaire; les tout derniers types sont équipés du moteur Junkers « Jumo » 210 C refroidi par liquide; capot N. A. C. A. CARACTERISTIQUES : envergure, 14 m 50; longueur, 10 m 10; hauteur, 3 m 40; poids à vide, 1 650 kg; poids en ordre de vol, 2 530 kg. PERFORMANCES : vitesse maximum au niveau de la mer, 265 km/h; vitesse de croisière, 240 km/h; vitesse d'atterrissage, 85 km/h; montée à 4 000 m en 16 mn; plafond pratique, 6 600 m; rayon d'action, 600 km.

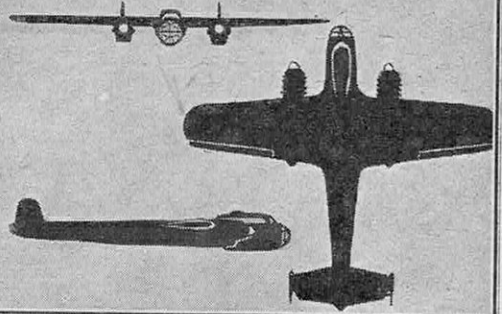
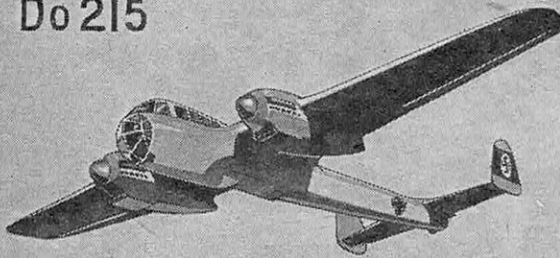
Le monoplace d'entraînement Henschel Hs 125. — Monoplan à aile basse directement dérivé du monoplan à aile haute Hs 121; fuselage ovale; train d'atterrissage fixe à jambes simples; roues carénées. Moteur Argus As 10 C de 240 ch à 8 cylindres en V inversé. CARACTERISTIQUES : envergure, 10 m; longueur, 7 m 35; hauteur, 2 m 80; poids à vide, 695 kg; poids en ordre de vol, 975 kg. PERFORMANCES : vitesse maximum, 280 km/h; vitesse de croisière, 250 km/h; vitesse d'atterrissage, 90 km/h; montée à 4 000 m en 10 mn; plafond, 7 000 m; rayon d'action, 500 km.

Le biplace à usages multiples Henschel Hs 126. — Cet appareil, destiné à la reconnaissance rapprochée, à l'observation d'artillerie, au bombardement léger et à l'émission de fumée, dérive directement de la dernière version du biplace Hs 122. Les premiers modèles avaient comme ce dernier un moteur Junkers « Jumo » refroidi par liquide; les plus récents (photo ci-dessus) ont un moteur refroidi par l'air. Monoplan à aile haute; fuselage ovale; postes en tandem protégés par un toit coulissant vitré ouvert vers l'arrière; train d'atterrissage fixe; roues carénées. Moteur B. M. W. 132 De de 880 ch à 9 cylindres, refroidi par l'air; capot annulaire à section d'air réglable; hélice tripale à pas variable. CARACTERISTIQUES : envergure, 14 m 50; longueur, 10 m 85; poids en ordre de vol, 3 150 kg. PERFORMANCES : vitesse maximum, 355 km/h à 3 000 m; vitesse d'atterrissage, 95 km/h; montée à 6 000 m en 12 mn 42 s; rayon d'action, 1 100 km. ARMEMENT : une mitrailleuse fixe tirant vers l'avant; une autre, mobile, au poste arrière. Derrière l'observateur, appareil photographique automatique, remplaçable par deux porte-bombes à déclenchement électrique, chacun pour 5 bombes de 12 kg 5. Mitrailleuse fixe tirant vers l'avant; mitrailleuse orientable au poste arrière. L'appareil émetteur de fumée est accroché à l'extérieur du fuselage, sur un bâti amovible, près du centre de gravité de l'avion. Appareillage radioélectrique complet (ondes longues et courtes, téléphonie, liaison à bord) sous le siège du pilote, accessible à l'observateur.

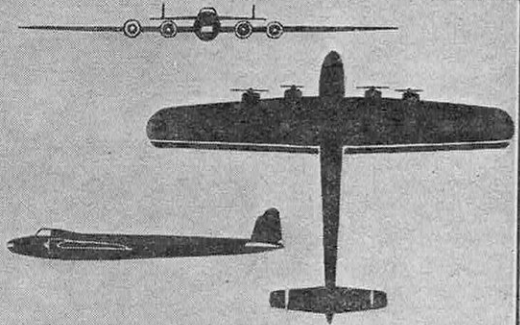
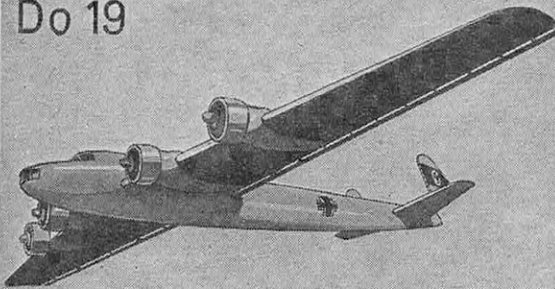
Do 17



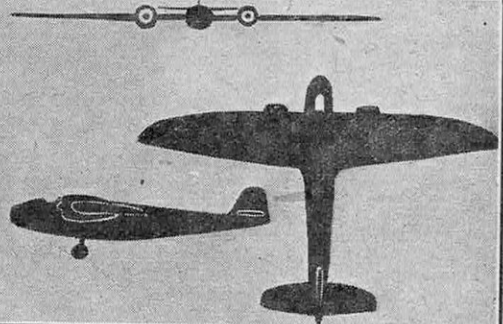
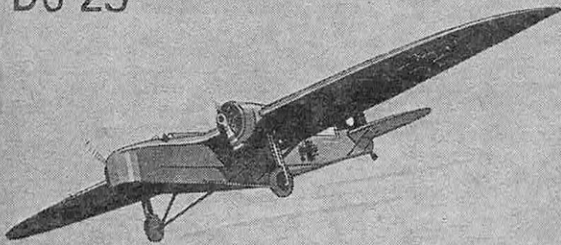
Do 215



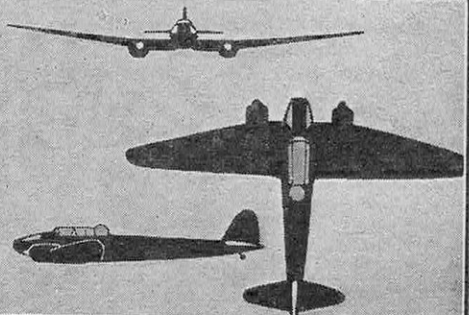
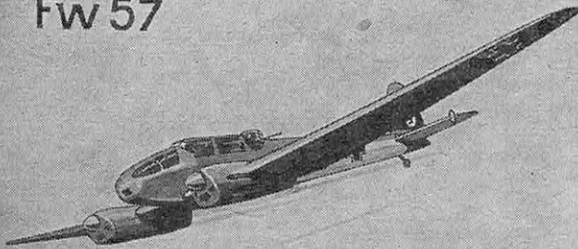
Do 19



Do 23



Fw 57



maintenant établi, celui des Alliés et en particulier le potentiel anglais doivent peu à peu le dépasser. Les installations canadiennes commencent seulement à produire leurs effets et l'inconnu américain reste entier au moment où sont écrites ces lignes.

Néanmoins, les facilités de tous genres qu'offrent le crédit allié ainsi que la maîtrise absolue des mers sont des facteurs de première importance qui jouent, dès à présent, en sens unique.

Il n'est donc pas aventuré de penser que, sinon dès aujourd'hui, du moins dans un très proche avenir, la capacité de production alliée ne peut qu'égaliser, puis dépasser celle de l'Allemagne, même en tenant compte de l'apport russe, possible, mais combien aléatoire.

Des attaques aériennes de grand style — et réussies — pourraient venir perturber gravement le rendement d'usines dont la principale qualité n'est pas précisément l'invulnérabilité. Arme douteuse d'ailleurs, car le jeu est double et il n'y a vraiment aucune raison, avec les rayons d'action actuels, pour que les usines d'un pays en guerre soient plus ou moins atteintes que celles de l'ennemi. Les bombardiers alliés, personnel et matériel, valent à coup sûr leurs ennemis et il n'y a pas de domaine dans lequel les chances s'égalisent au même

degré, à égalité de moyens, bien entendu. Ce qui en résultera est le secret de demain.

Toutefois, il est permis de noter que l'autarcie, doublée du blocus, ne favorise pas sur ce point l'Allemagne où telle destruction peut être irréparable avant la fin de la guerre, alors que la liberté et l'or des Alliés peuvent dans une large mesure y pallier.

En aviation plus qu'ailleurs, les performances du matériel sont déterminantes. A ce point de vue, il n'est pas douteux que les derniers succès sportifs des Allemands (1) portent à hautement estimer la valeur technique de leurs productions dernières.

Nombreux pourtant sont les sceptiques. Chacun sait — ou devrait savoir — que le mérite de ces récents succès revient pour une large part aux derniers moteurs allemands refroidis par liquide, de 1 100 ch et au-dessus. Néanmoins, il faut reconnaître que les records ultimes ont été réalisés, comme toujours d'ailleurs, avec des versions spéciales, *inaptes* au service de guerre et en poussant les moteurs à un taux inadmissible pour toute autre tâche. On murmure que les machines de série, analogues en principe aux engins de record, sont loin d'en approcher et que les derniers chasseurs allemands, par exemple, sont loin de sur-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 266, page 99.

MULTIMOTEURS TERRESTRES DE L'AVIATION ALLEMANDE

Le bimoteur de bombardement Dornier Do 17. — Monoplan cantilever à aile médiane; construction en métal léger à revêtement lisse; fuselage hexagonal; train d'atterrissage rétractable vers l'arrière dans les fuseaux-moteurs; freins sur les roues; roue de queue carénée. Deux moteurs B. M. W. ou deux moteurs Mercedes Benz D. B. 600 de 950 ch ou encore Junkers « Jumo » 211, tous deux à 12 cylindres en V inversé, refroidis par liquide; hélices tripales V. D. M. à pas variable. CARACTERISTIQUES : envergure, 18 m; longueur, 15 m 95; poids en ordre de vol, 7 000 kg; poids en surcharge, 8 100 kg. PERFORMANCES : avec moteurs D. B. 600 : vitesse maximum, 500 km/h; rayon d'action, 2 250 km avec 900 kg de bombes. Charge de bombes, 900 kg.

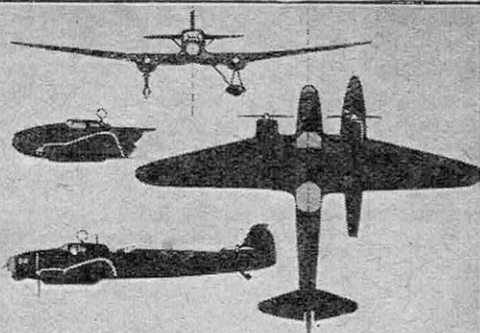
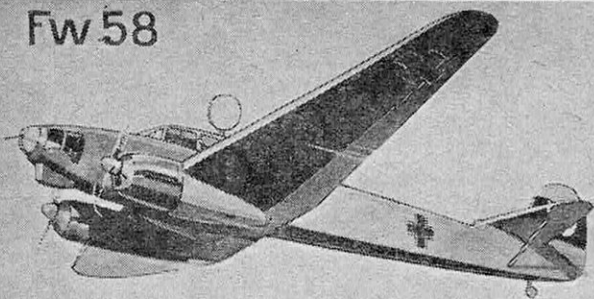
Le bimoteur de combat Dornier Do 215. — Dérivé du bimoteur Dornier Do 17, le Do 215 est comme son prédécesseur un monoplan cantilever à aile médiane. Il en diffère par un avant aux vues mieux dégagées, des moteurs plus puissants et des performances nettement supérieures; avant renflé avec secteur vitré plus étendu et décrochement inférieur au niveau du bord d'attaque et permettant le tir en retraite. Moteurs Junkers « Jumo » 211 ou Mercedes-Benz DB 601 de 1 100 ch. CARACTERISTIQUES : Envergure, 18 m; longueur, 16 m 30; charge utile maximum, 3 300 kg; poids en ordre de vol, 8 600 kg. PERFORMANCES : vitesse maximum supérieure à 500 km/h; vitesse d'atterrissage, 110 km/h; plafond pratique, 9 000 m; rayon d'action, 3 000 km.

Le quadrimoteur de bombardement Dornier Do 19. — Monoplan cantilever à aile trapézoïdale en trois parties; train d'atterrissage escamotable vers l'arrière dans les fuseaux-moteurs internes. Moteurs Bramo 322 H. 2 de 650 ch à 9 cylindres en étoile avec capots N. A. C. A. ou Mercedes-Benz D. B. 600 de 910 ch; hélices tripales V. D. M. à pas variable. CARACTERISTIQUES : envergure, 35 m; longueur, 25 m 45; poids en ordre de vol, 18 500 kg. PERFORMANCES : vitesse au niveau de la mer, 320 km/h; vitesse à l'altitude de rétablissement de puissance, 380 km/h; rayon d'action, 1 600 km. ARMEMENT : poste de mitrailleuse à l'avant et à l'arrière; deux autres au milieu, l'un au-dessus, l'autre au-dessous du fuselage; berceaux à bombes dans le fuselage. Charge de bombes, 3 400 kg.

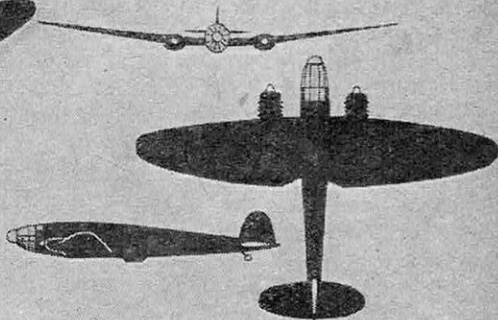
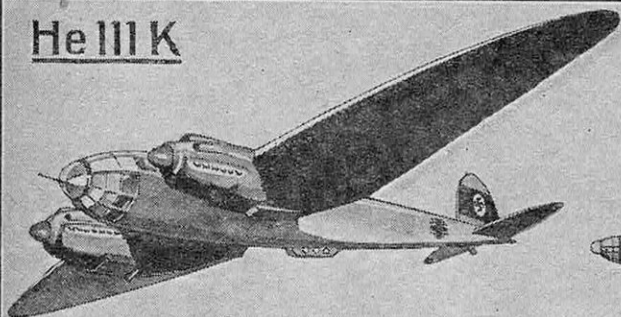
Le bimoteur de bombardement Dornier Do 23. — Appareil ancien utilisé au début du réarmement allemand. Monoplan à aile haute semi-cantilever; fuselage rectangulaire à angles arrondis; train d'atterrissage fixe; roues carénées. Deux moteurs B. M. W. VI. u de 750 ch à 12 cylindres, refroidis à l'éthyl-glycol; hélices quadripales. CARACTERISTIQUES : envergure, 25 m 60; longueur, 18 m 76; hauteur, 5 m 40; surface portante, 108 m², 10; poids à vide, 5 650 kg; poids total normal, 8 750 kg; poids total maximum, 9 200 kg. PERFORMANCES : vitesse maximum, 260 km/h; vitesse de croisière, 220 km/h; plafond, 8 500 m; rayon d'action, 1 200 km.

Le bimoteur à usages multiples Focke Wulf Fw 57. — Monoplan à aile basse cantilever; aile en trois parties; fuselage ovale; un poste avant aux vues peu dégagées, suivi d'un poste de pilotage, d'un poste de navigation et de radiotélégraphie et d'un poste de mitrailleuse avec tourelle orientable. Train d'atterrissage escamotable vers l'arrière dans les fuseaux moteurs. Deux moteurs de 12 cylindres en V inversé, refroidi par liquide actionnant des hélices tripales à pas variable. Les caractéristiques, performances et détails d'armement n'ont pas encore été publiés.

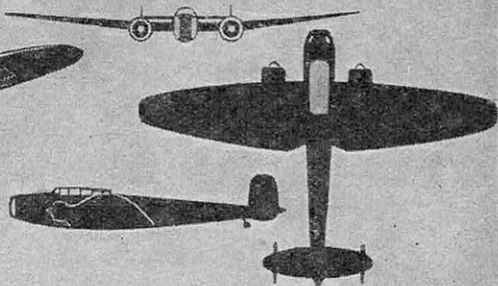
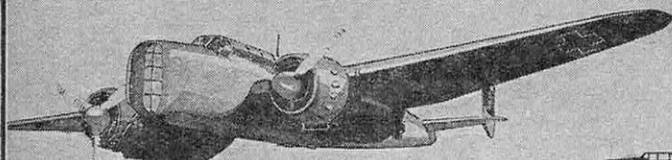
Fw 58



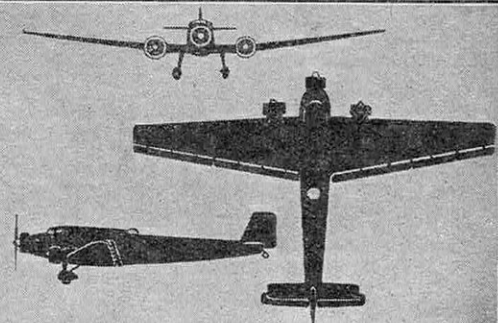
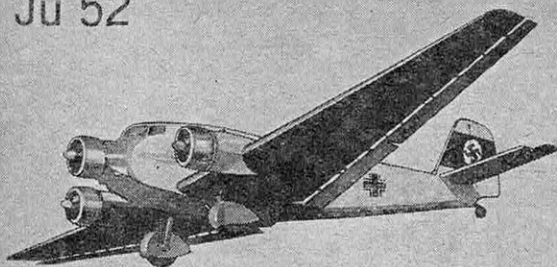
He III K



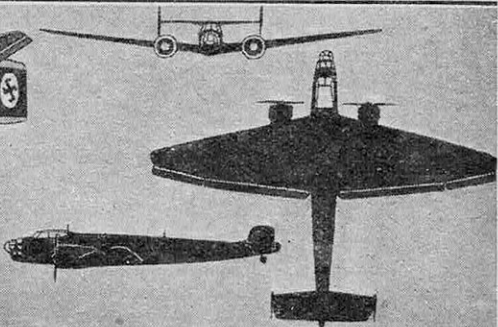
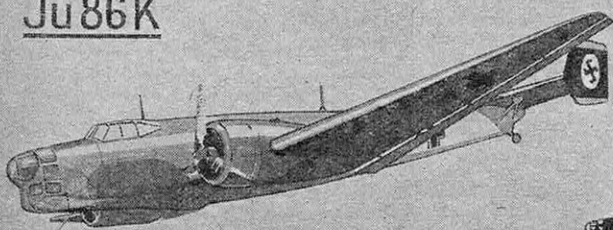
Hsl 24



Ju 52



Ju 86 K



classer les Hawker *Hurricane* et Supermarine *Spitfire* anglais aussi bien que les Morane 406 et Dewoitine 520 français.

Pour les bombardiers, les performances s'égaliseraient davantage avec peut-être un avantage pour les Anglais dans les gros porteurs à grand rayon d'action.

Mais il est un facteur, pourtant celui-là de toute première importance, qui peut parfaitement, si un jour il se met à jouer à plein, reléguer au second plan la question des possibilités en appareils : c'est le facteur humain.

Comme on l'a fort bien fait remarquer, tout avion réclame deux ou trois hommes en

état de parfait entraînement, et cela d'autant plus impérieusement que ses performances sont plus élevées. Un canon, au contraire, ne réclame qu'une demi-douzaine de manœuvres, et c'est seulement pour une batterie de quatre pièces qu'il est nécessaire de trouver un ou deux officiers dont la formation exige une durée assez longue. Quelque grande que soit sa production en matériel d'artillerie, un pays trouvera toujours le personnel voulu pour l'utiliser.

Il en est tout autrement en aviation. Dans ce domaine très particulier, il n'est nullement certain que l'Allemagne, très bien préparée pour les premières semaines

MULTIMOTEURS TERRESTRES DE L'AVIATION ALLEMANDE (SUITE)

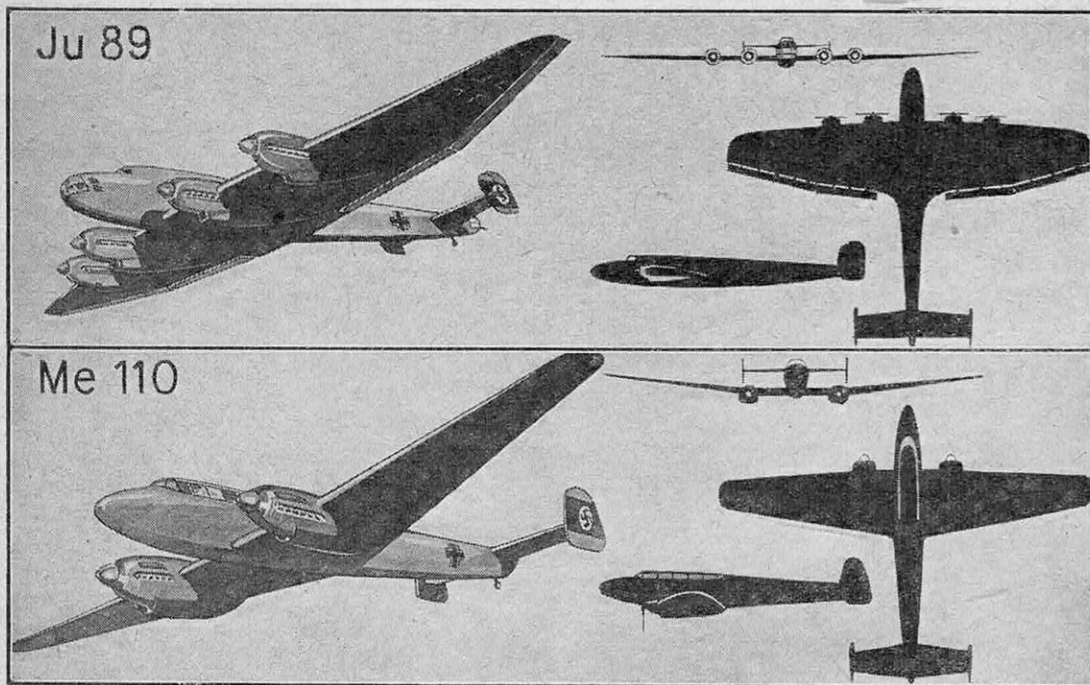
Le bimoteur d'entraînement Focke Wulf Fw 58 « Weihe ». — Suivant son équipement, cet appareil peut servir pour l'entraînement à la chasse, au bombardement, au combat et à la radiotélégraphie. Monoplan cantilever à aile basse; aile en trois parties; fuselage rectangulaire; nez conique métallique amovible, remplaçable par un avant vitré pour le tir à la mitrailleuse; train d'atterrissage escamotable vers l'arrière dans les fuseaux-moteurs. La tourelle avant peut contenir un instructeur et un élève (mitrailleur ou bombardier); poste de pilotage à double commande côté à côté, derrière lequel se trouvent successivement un compartiment de radio et un poste de bombardement, surmonté d'un poste arrière de mitrailleuse; donc équipage de 3 ou 4 hommes. Deux moteurs Argus As 10 C de 240 ch à 8 cylindres en V inversé, refroidi par l'air; réservoirs de combustible (340 litres) dans la partie centrale de l'aile; réservoirs d'huile (2 x 17 litres) dans les fuseaux-moteurs. CARACTERISTIQUES : envergure, 21 m; longueur, 14 m 10; poids en ordre de vol, 2 900 kg. PERFORMANCES : vitesse maximum, 254 km/h; vitesse de croisière, 238 km/h; vitesse d'atterrissage, 76 km/h; montée à 3 000 m en 14 mn; plafond pratique, 5 400 m; plafond avec un seul moteur, 2 000 m; rayon d'action, 335 km.

Le multiplace de combat Heinkel He 111 K. — Version militaire du bimoteur commercial pour 10 passagers Heinkel He 111, dont il se distingue surtout par la présence d'un poste avant vitré, d'une tourelle de mitrailleur et de moteurs plus puissants qui lui confèrent une vitesse plus grande. Les caractéristiques de construction sont identiques. Aile basse cantilever en trois parties; fuselage ovale; train d'atterrissage escamotable vers l'arrière dans les fuseaux-moteurs. Deux moteurs Daimler-Benz D. B. 600 de 950 ch ou D. B. 60 de 1 200 ch à 12 cylindres en V inversé, refroidi par liquide; hélices tripales Hamilton Standard à pas variable. Les caractéristiques et performances n'ayant pas été publiées, la vitesse maximum est de l'ordre de 490 km/h, le rayon d'action de 1 500 km, la charge de bombes, d'environ 1 000 kg. Rappelons que c'est sur un Heinkel He 111 que, le 22 novembre 1937, Nietschke et Dielerlé ont battu les records de vitesse sur 1 000 km avec 500 et 1 000 kg de charge utile, à 504 km/h 090; les moteurs avaient été, pour la circonstance, poussés à près de 1 100 ch.

Le bimoteur à usages multiples Henschel Hs 124. — Cet appareil triplace peut être utilisé pour le bombardement, l'exploration lointaine et l'attaque au sol. Il existe sous deux aspects : le prototype à moteurs refroidis par liquide, avant fixe et tourelle orientable; le type récent, à moteurs refroidis par l'air et avant amovible vitré. Monoplan à aile médiane cantilever; aile en trois parties; fuselage avec avant interchangeable suivant l'utilisation de l'appareil; poste de pilotage en avant du bord d'attaque de l'aile; poste de mitrailleur et de radio en arrière du bord de fuite; train d'atterrissage escamotable vers l'arrière dans les fuseaux-moteurs; roue de queue rentrante. Moteurs B. M. W. 134 Dc de 870 ch (Junkers « Jumo » 210 de 680 ch sur le prototype); hélices tripales V. D. M. à pas variable. CARACTERISTIQUES : envergure, 18 m 20; longueur, 14 m 50; poids en ordre de vol, 7 230 kg. PERFORMANCES : vitesse maximum, 435 km/h à 3 000 m; vitesse d'atterrissage, 110 km/h; montée à 6 000 m en 17 mn 30 s; rayon d'action avec réservoir supplémentaire, 4 200 km. ARMEMENT : pour le bombardement, trois hommes, viseur de bombardement, mitrailleuse dans le poste avant. Pour la reconnaissance lointaine : trois hommes, même avant, appareillage photographique à la place du viseur. Pour l'attaque en vol rasant : deux hommes; avant différent équipé de quatre mitrailleuses fixes ou deux mitrailleuses et deux canons de 20 mm. Charge normale de bombes, 600 kg; charge maximum, 900 kg; bombes suspendues sous le fuselage et les ailes.

Le trimoteur de bombardement Junkers Ju 52 K. — Version militaire d'un appareil de transport très répandu. Monoplan cantilever à aile basse, fuselage rectangulaire, train d'atterrissage fixe à jambe simple, roues carénées. Trois moteurs B. M. W. « Hornet » S4 D2 de 660 ch, 9 cylindres, refroidis par l'air. CARACTERISTIQUES : envergure, 29 m 25; longueur, 18 m 90; poids en ordre de vol, 10 000 kg. PERFORMANCES : vitesse maximum, 290 km/h; vitesse de croisière, 260 km/h; plafond, 6 400 m; rayon d'action, 880 km.

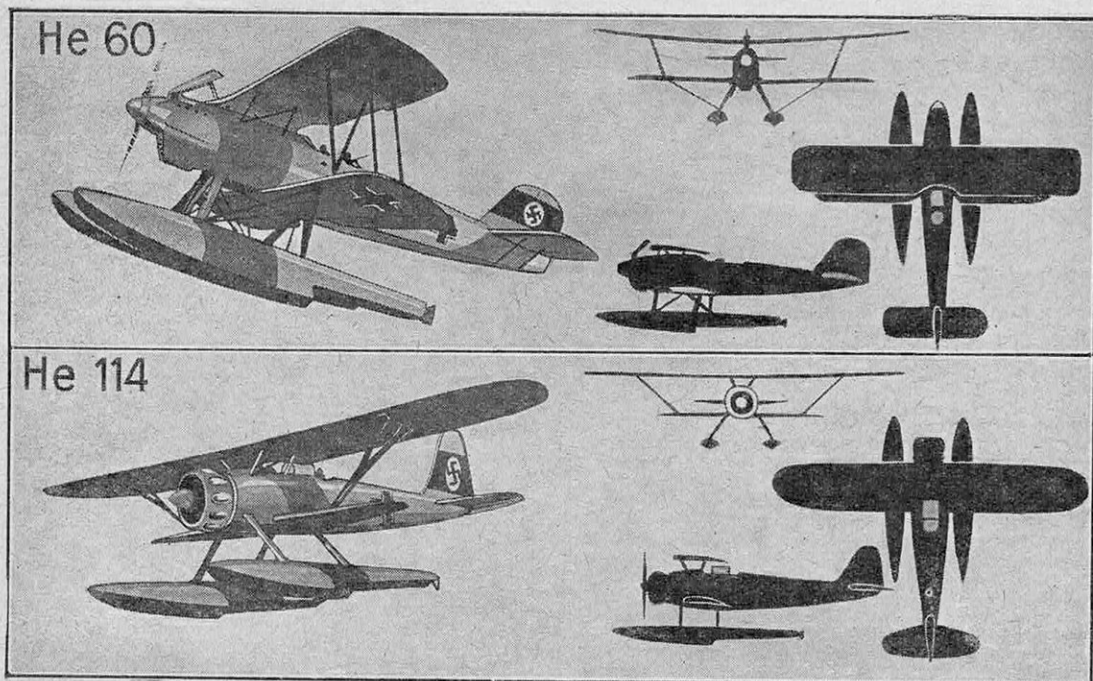
Le bimoteur de bombardement Junkers Ju 86 K. — Version militaire du bimoteur commercial pour 10 passagers Ju 86. Comme ce dernier, le bombardier est un monoplan à aile basse cantilever; fuselage ovale; train d'atterrissage escamotable latéralement dans l'intrados de la partie centrale de l'aile. Poste avant vitré avec tourelle orientable; deux postes de mitrailleur au milieu du fuselage : l'un au-dessus de celui-ci, l'autre au-dessous. L'appareil qui équipe l'armée de l'air allemande est pourvu de deux moteurs B. M. W. 132 de 780 ch à 9 cylindres en étoile, refroidis par l'air; hélices tripales V. D. M. à pas variable. Certains exemplaires ont été munis de moteurs Junkers « Jumo » 205 à huile lourde de 600 ch. CARACTERISTIQUES : envergure, 22 m 50; longueur, 17 m 90; charge utile, 2 930 kg. PERFORMANCES : vitesse maximum, 400 km/h; vitesse de croisière, 310 km/h; vitesse d'atterrissage, 110 km/h; plafond, 7 800 m; rayon d'action, 1 250 km avec moteurs B. M. W. et 2 000 avec moteur Diesel « Jumo ». De cet appareil dérive un bimoteur de bombardement Junkers Ju 88 qui a, jusqu'ici, été tenu secret. Les seuls renseignements obtenus sont les suivants : moteur Mercedes-Benz D B 601 de 1 200 ch; charge de bombes, 1 500-2 000 kg; vitesse maximum, 450-500 km/h. Sur un bimoteur Junkers Ju 88, équipé de moteurs Junkers « Jumo » 211 de 1 200 ch, enfermés dans des capots annulaires récemment brevetés par Junkers, les aviateurs Siebert et Heintz ont battu les records internationaux de vitesse avec 2 000 kg de charge aux vitesses respectives de 517,004 km/h sur 1 000 km, le 19 mars 1939, et de 504,050 km/h sur 2 000 km. le 10 juillet 1939.



MULTIMOTEURS TERRESTRES DE L'AVIATION ALLEMANDE (SUITE)

Le quadrimoteur de bombardement Junkers Ju 89. — Version militaire du quadrimoteur commercial pour 40 passagers Ju 90. Vitesse de croisière, 305 km/h; rayon d'action, 1 600 km.

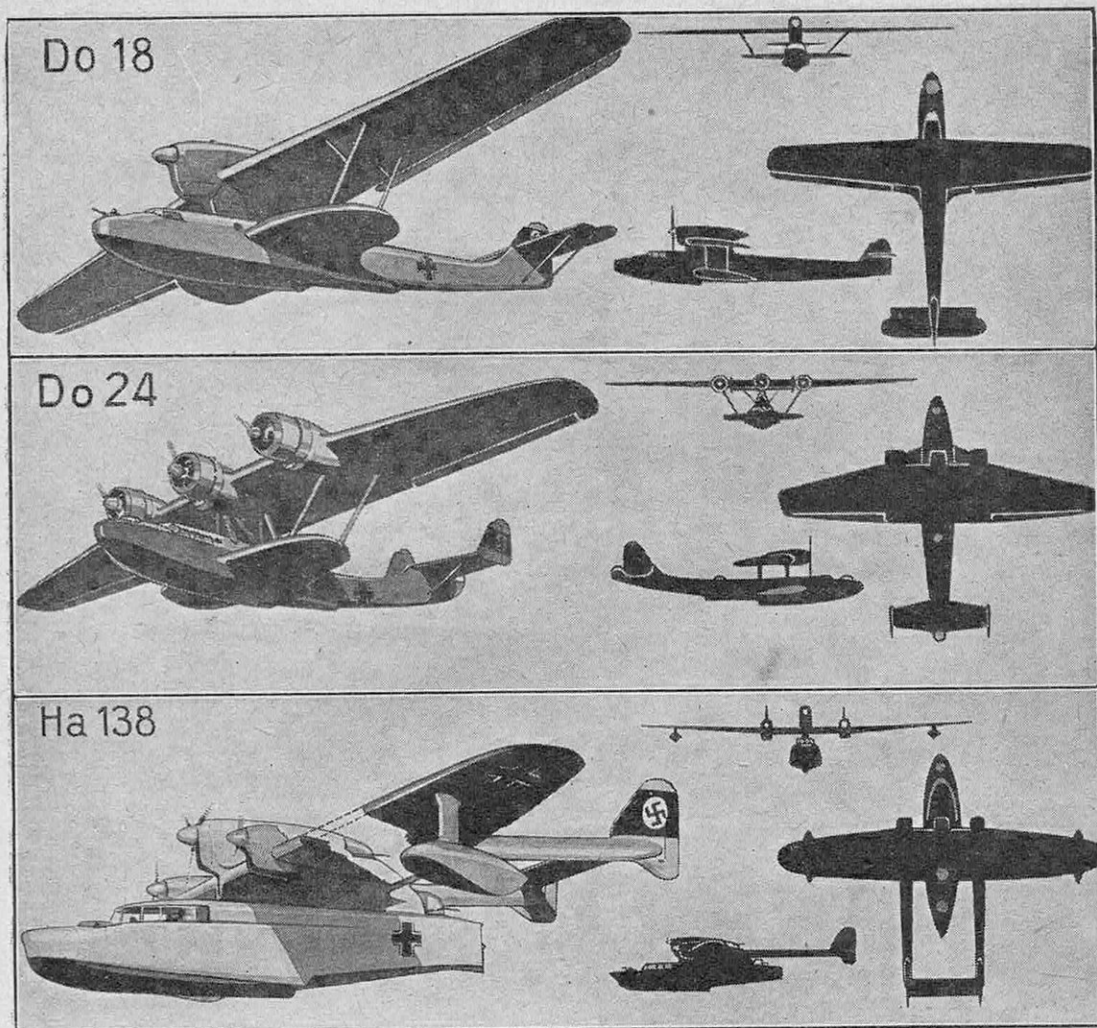
Le bimoteur d'assaut et de commandement à la chasse Messerschmitt Me 110. — Cet appareil, sur lequel rien n'a été jusqu'ici publié, a été deux fois présenté en public : une première fois lors de la visite du général Vuillemin en août 1938, une seconde fois lors de la dernière journée du Congrès de Nuremberg, en septembre 1938. Moteurs Mercedes-Benz DB 601 de 1 200 ch. Vitesse maximum supérieure à 600 km/h, à l'altitude de rétablissement des moteurs (3 000 m). L'armement comprend 4 mitrailleuses et 2 canons.



HYDRAVIONS MONOMOTEURS DE L'AVIATION ALLEMANDE (VOIR AR 95, DO 22, HE 51, page 348 et 344)

L'hydravion biplace de reconnaissance Heinkel He 60. — CARACTERISTIQUES : envergure, 13 m 50; longueur, 11 m 50; poids en ordre de vol, 3 400 kg. Les performances n'ont pas encore été publiées.

L'hydravion de reconnaissance biplace Heinkel He 114. — Appareil dérivé de l'hydravion He 60. CARACTERISTIQUES : envergure, 13 m 60; longueur, 11 m 90, Les performances n'ont pas encore été publiées.

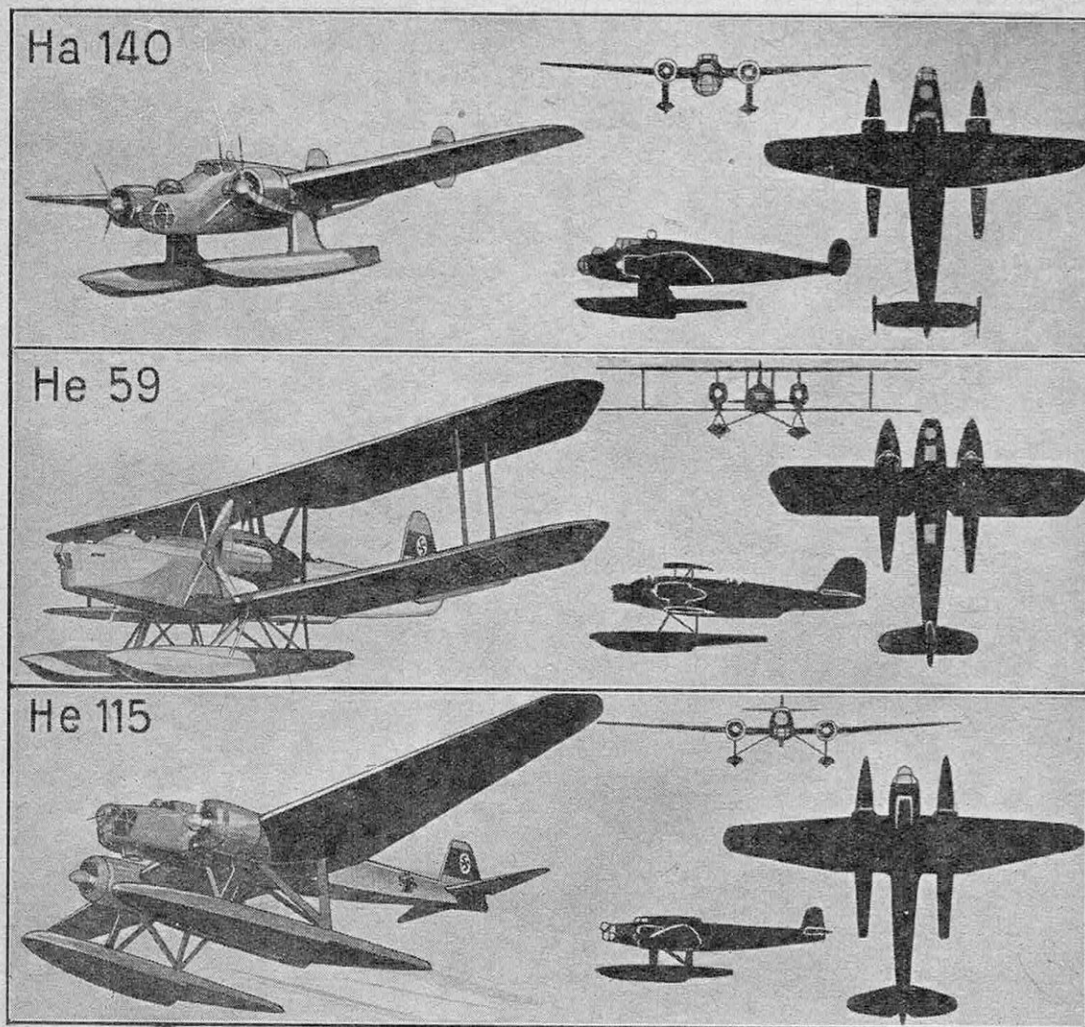


HYDRAVIONS MULTIMOTEURS DE L'AVIATION ALLEMANDE

L'hydravion bimoteur de reconnaissance lointaine Dornier Do 18. — Version militaire de l'hydravion postal transatlantique. Rappelons qu'un Do 18 spécialement équipé a détenu le record du monde de distance en ligne droite pour hydravion, du 29 mars au 9 octobre 1938 (8 392 km). Monoplan catapultable; aile surélevée; coque de section semi-circulaire. Equipage de quatre hommes. Deux moteurs Junkers « Jumo » 205 C de 600 ch à huile lourde, montés en tandem; hélices tripales: hélice tractrice attachée directement, hélice propulsive par l'intermédiaire d'un axe prolongateur permettant un meilleur carénage du fuseau; radiateurs pour les deux moteurs à l'avant de la cheminée; réservoirs d'essence dans les ailes. Les caractéristiques et performances de l'appareil militaire n'ont pas été publiées. Les dimensions sont approximativement les suivantes: envergure, 24 m; longueur, 19 m 25; la vitesse maximum doit avoisiner 270 km/h. Cet appareil, destiné à l'aviation navale néerlandaise, est maintenant construit pour la Marine allemande.

L'hydravion de reconnaissance et de bombardement Dornier Do 24. — Cet appareil, destiné à l'aviation navale néerlandaise, qui en a commandé primitivement 42 exemplaires, est maintenant construit pour la marine allemande. Monoplan à aile haute en trois parties. D'avant en arrière: poste de pilotage fermé, poste de radiotélégraphie, cabine du chef de bord, dortoir de l'équipage. Trois moteurs Wright « Cyclone » G de 900-1 000 ch sur le type néerlandais; moteurs refroidis par liquide sur le type allemand; hélices tripales; réservoirs de combustible dans les nageoires et dans l'aile. Trois tourelles de mitrailleuse: une à l'avant, une au milieu de la coque, une à l'extrême arrière. CARACTERISTIQUES: envergure, 27 m; longueur, 22 m; poids en ordre de vol, 13 500 kg. PERFORMANCES: vitesse maximum, 330 km/h; vitesse de croisière, 290 km/h; vitesse d'amerrissage, 105 km/h; rayon d'action, 3 500 km.

L'hydravion trimoteur de reconnaissance lointaine Blohm und Voss Ha 138. — Monoplan cantilever de construction entièrement métallique; les poutres portant les plans de queue et le bâti du moteur central sont soudées au longeron tubulaire en acier de la partie centrale de l'aile; coque courte divisée en huit compartiments étanches comprenant, d'avant en arrière: le poste pour l'équipement marin, un poste de mitrailleur avec tourelle orientable, la cabine de pilotage surélevée, le poste de navigation et de radiotélégraphie, la chambre de l'équipage, un poste de combat à l'arrière du fuseau moteur central, un poste de combat avec tourelle vitrée à l'arrière de la coque. Moteurs Junkers « Jumo » 205 C de 600 ch. CARACTERISTIQUES: envergure, 27 m; longueur, 19 m 90; poids total, 11 900 kg. PERFORMANCES: vitesse maximum, 275 km/h; vitesse de croisière, 235 km/h; rayon d'action, 2 400 km; rayon d'action au poids total maximum de 14 700 kg, 5 000 km.

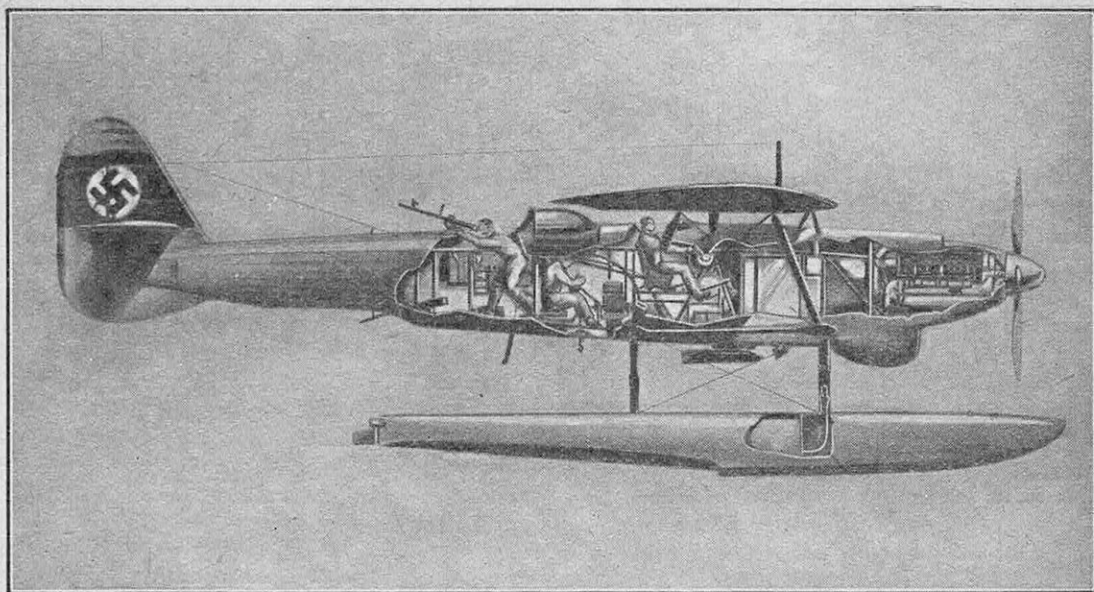


HYDRAVIONS MULTIMOTEURS DE L'AVIATION ALLEMANDE (SUITE)

L'hydravion bimoteur à usages multiples Blohm und Voss Ha 140. — Ce bimoteur est destiné au torpillage, au bombardement et à la reconnaissance lointaine; il dérive directement des quadrimoteurs transatlantiques postaux Ha 139 et Ha 139 B. Enfin le Ha 139 a donné naissance à un quadrimoteur terrestre long courrier Ha 142, qui pourrait avoir prochainement sa version de bombardement. L'appareil militaire diffère des appareils civils par des dimensions moins grandes, des moteurs à explosion en étoile au lieu des « Jumo » 205 à huile lourde et la présence de tourelles orientables à l'avant et au milieu du fuselage. Monoplan cantilever; aile en trois parties; poste de pilotage à deux commandes côte à côte; poste avant vitré avec tourelle de mitrailleuse orientable; poste de radiotélégraphie derrière le poste de pilotage; poste de mitrailleur arrière. Equipement pour le lancement des bombes et des torpilles; les berceaux de celles-ci étant installés dans des logements ménagés à l'intérieur du fuselage et ne faisant aucune saillie au ventre de celui-ci; un rideau à rouleaux en assure la protection au décollage et à l'amerrissage contre les projections d'eau. CARACTERISTIQUES : envergure, 21 m; longueur, 17 m 60; poids en ordre de vol, 8 500 kg. PERFORMANCES : vitesse maximum au niveau de la mer, 320 km/h; vitesse de croisière, 295 km/h; vitesse d'amerrissage, 110 km/h; montée à 3 000 m en 11 mn 30 s; rayon d'action normal, 1 150 km; rayon d'action maximum, 2 500 km. Rappelons que les hydravions Ha 139 « Nordmeer » et « Nordwind » ont effectué, en 1937, 14 vols d'étude sur l'Atlantique Nord et 28 en 1938, aidés du Ha 139 B « Nordstern ». Ils assuraient le service postal sur l'Atlantique Sud, en alternance avec les Do 18.

L'hydravion bimoteur à usages multiples Heinkel He 59. — Biplan à ailes égales; fuselage rectangulaire aux angles supérieurs arrondis; poste de pilotage ouvert; poste avant vitré; poste de mitrailleur ouvert en arrière des ailes; postes de bombardement sous le fuselage entre les ailes et la queue. Equipage de 3 à 4 hommes. Deux moteurs de 690 ch à 12 cylindres, refroidis par l'eau. CARACTERISTIQUES : envergure, 23 m 70; longueur, 17 m 30; poids total, 8 900 kg.

L'hydravion bimoteur à usages multiples Heinkel He 115. — Monoplan à aile médiane cantilever; fuselage ovale; cabine fermée. Moteurs B. M. W. 132 de 800 ch à 9 cylindres en étoile, refroidis par l'air. Le 20 mars 1938, les aviateurs Ritz et Schmidt ont, sur un Heinkel He 115, dont les moteurs avaient été poussés à 880 ch, battu huit records internationaux pour hydravions : sans charge et avec charge de 500, 1 000 et 2 000 kg; vitesse sur 1 000 km à 330 km/h 615 et vitesse sur 2 000 km à 328 km/h 467. CARACTERISTIQUES : envergure, 22 m 20; longueur, 17 m 30; poids en ordre de vol, 9 100 kg. PERFORMANCES : vitesse maximum, 335 km/h; vitesse de croisière, 300 km/h; vitesse d'amerrissage, 115 km/h; plafond pratique, 6 500 m; rayon d'action, 2 100 km (jusqu'à 6 000 km spécialement équipé).



COUPE DE L'HYDRAVION ALLEMAND DORNIER 22 MONTRANT SES AMÉNAGEMENTS

Cet appareil (voir page 349) sert d'appareil de reconnaissance, de bombardement et de torpilleur. Il est très puissamment armé. On aperçoit en particulier sur ce dessin les bombes fixées sous le fuselage, tandis que le mitrailleur à l'arrière a à sa disposition 2 mitrailleuses, l'une supérieure, l'autre inférieure. Le pilote à l'avant actionne la mitrailleuse synchronisée qui tire à travers l'hélice. Au centre, l'observateur dispose d'un appareil photographique et d'un poste de radio, et commande le lancement des bombes.

de guerre, soit en état, au même titre que les Alliés, de renouveler à la cadence nécessaire un personnel aussi délicat à former que celui des pilotes d'avions.

La « casse » va être formidable, aussi bien du fait de l'ennemi que par les circonstances même de vol. Or, sept ou huit fois sur dix, un avion démoli, par le feu ou l'accident, représente un équipage hors de combat. A quel chiffre effrayant ne va pas monter le renouvellement nécessaire ?

C'est pourquoi l'évaluation comparée de la capacité industrielle des Etats en guerre n'est peut-être pas le critérium suprême qui permette de mesurer l'importance et la durée relatives de leur effort aérien dans ses résultats finaux. L'homme, l'homme

utilisable s'entend, est une matière qui s'épuise aussi vite, mais incomparablement plus lente à renouveler. Et c'est peut-être cette question des effectifs navigants qui déterminera la prépondérance finale. Car la qualité, dans la moyenne s'entend, ira sans doute en s'abaissant alors que les machines, conservant leur valeur technique, mais aussi leurs difficultés d'emploi, conserveront leurs exigences. Et la « casse » par accident ou par déficience au combat ira s'accroissant.

La campagne de Pologne, menée à coups d'avions, a déjà creusé des trous notables dans l'armée de l'Air allemande. Celles des Alliés sont intactes. Petite différence qui peut s'aggraver rapidement. R. MAURER.

N. D. L. R. — *La documentation utilisée dans cette étude nous a été en grande partie fournie obligeamment par la Revue de l'Armée de l'Air.*

Les expériences entreprises par l'organisme anglais *Air Raid Precautions* sur l'efficacité des bombes d'avions de grande puissance, ont montré que, lors de l'explosion, la détente communique aux gaz une vitesse capable de causer par choc des dommages importants aux bâtiments voisins ; toutefois, cet effet disparaîtrait au delà d'une distance de 9 mètres environ. De même, l'onde de pression aérienne et l'onde transmise par le sol seraient suffisamment amorties pour qu'à partir de 9 mètres il n'en résulte aucun dommage physiologique pour les personnes se trouvant dans un abri convenablement renforcé et orienté.

LA GUERRE, FACTEUR DÉCISIF POUR LE DÉVELOPPEMENT DE L'AVIATION COMMERCIALE

Par Camille ROUGERON

L'avion présente, en temps de guerre, une supériorité indiscutée sur le navire : la sécurité. Les transports maritimes de tous les belligérants et même des neutres sont menacés en effet par le blocus décidé de part et d'autre et exercé soit par les navires de surface, soit par les sous-marins, soit enfin par l'aviation navale. L'avion, au contraire, qui échappe, grâce à la durée réduite de ses voyages, à la menace des chasseurs adverses aussi rapides soient-ils, apparaît comme éminemment propre à suppléer les autres moyens de transports interrompus par les hostilités. Dès aujourd'hui, il pourrait assurer intégralement le service de la poste; demain, étant donné l'augmentation incessante du tonnage des appareils commerciaux, il pourra prétendre à remplacer le navire pour le transport des passagers; il n'est pas jusqu'à certaines matières pondéreuses, indispensables au ravitaillement des pays belligérants, qui ne pourraient s'accommoder du transport par air, l'augmentation des frets maritimes réduisant la marge qui les sépare des frets aériens. Ainsi la conduite de la guerre pourra avoir d'importantes répercussions sur le développement des réseaux aériens : c'est un problème qui intéresse en particulier la France, tant pour ce qui concerne la liaison entre la métropole et les territoires africains que pour ses relations commerciales avec le continent américain.

Le développement des transports aériens en temps de guerre

EN vingt années, l'aviation commerciale est née et a atteint un développement qui lui permet de concurrencer les moyens de transport terrestres et maritimes plus anciens.

Elle demande assurément encore, même sur les lignes les plus prospères, une notable part de ses ressources aux subventions des Etats. Mais le chemin de fer et le navire n'en font-ils pas autant?

La voie ferrée, dont l'établissement entre dans les frais d'exploitation pour une part bien supérieure à l'infrastructure dans les lignes aériennes, a été le plus généralement fournie gratuitement par l'Etat, ou payée par des obligataires dont la rémunération est aujourd'hui le dernier souci des exploitants. Dans les rares cas où les frais de construction des voies ont été à leur charge, cette charge a pu être supportée à une époque où les chemins de fer n'avaient aucun concurrent; elle est, aujourd'hui, amortie. D'ailleurs, même avec une infrastructure gratuite, le chemin de fer ne couvre plus aujourd'hui ses frais. N'a-t-il pas fallu, en France, au cours des dernières années, que l'Etat lui verse sous des formes variées à

peu près autant qu'il recevait de sa clientèle, et impose à ses concurrents, sous forme d'impôt, des charges infiniment supérieures aux siennes?

Si le transport maritime des marchandises lourdes est une opération encore rémunératrice en un grand nombre de pays, le transport de la poste et des passagers est le plus souvent déficitaire, surtout depuis qu'il lui faut concurrencer l'avion. Il réclame, soit sous forme de subventions postales, soit sous forme d'aide à la construction de paquebots de plus en plus coûteux, un concours sérieux des Etats qui veulent continuer à voir leur pavillon porté par des navires qui leur fassent honneur. Et en combien de pays la marine marchande n'accumule-t-elle pas à tous les titres possibles, sur les budgets des départements ministériels les plus variés, les subventions indirectes qui complètent les concours plus apparents? Pour s'en tenir à la France, l'effort consenti en faveur de la marine marchande ne se limite pas à quelques postes inscrits au budget du ministère correspondant, qui lui permettent de faire construire des paquebots en payant un taux d'intérêt deux ou trois fois moindre que celui consenti par le transporteur routier qui veut s'acheter un camion. La caisse des retraites de son

personnel navigant est alimentée pour la plus grande part au moyen d'un prélèvement sur les dépenses de matériel de la marine de guerre. Le ministère des Finances consent généreusement à ce que le combustible comme les consommations de toute nature faites à bord des navires soient exonérés de tous droits. Quand les quadrimoteurs seront livrés par l'Etat à Air-France pour un loyer annuel de vingt sous, quand la retraite de son personnel navigant sera payée par un léger prélèvement sur les dépenses de l'aéronautique militaire, quand tout ce qui se brûle dans les airs, depuis l'essence jusqu'aux alcools des cocktails, sera exonéré de toute taxe, alors l'aviation commerciale n'aura pas à demander à l'Etat plus de subventions directes que nos lignes maritimes d'Indochine ou des Antilles.

L'avion concurrence déjà avec avantage le chemin de fer et le navire sur bien des lignes et pour bien des natures de fret.

Le trafic postal sur longs parcours est aujourd'hui le domaine incontesté de l'aviation commerciale. Comment peut-on concevoir, lorsqu'on peut expédier une lettre de Grande-Bretagne aux extrémités de l'Empire au tarif intérieur de un penny et demi, qu'un jour reviendra où le navire reprendra ce transport, en mettant un mois là où l'avion mettait quatre jours?

Le transport des passagers est un autre domaine où l'avion étend chaque jour son emprise. Sur les courts trajets intérieurs des pays peu étendus comme ceux de l'Europe occidentale, l'avantage est faible. Dans les relations internationales, l'avantage s'accroît. Il devient décisif sur les très longs parcours. Si l'homme n'admet plus que sa correspondance traîne un mois dans les cales d'un paquebot lorsque l'avion peut la mettre à destination en quatre jours, il ne le tolérera guère plus longtemps pour lui-même, les salons où il sera obligé de vivre pendant ce temps seraient-ils décorés par des maîtres de l'art. On trouvera encore des amateurs de croisières nautiques, mais le voyageur qui en est à son douzième voyage d'Australie en Grande-Bretagne n'éprouve plus aucun plaisir à la découverte renouvelée des beautés d'Aden ou de Port-Saïd.

Enfin, le transport des marchandises coûteuses supporte facilement, dès aujourd'hui, les tarifs des compagnies aériennes. L'or n'est pas la seule que l'on fasse transporter par l'avion. Du remède pressé à la pièce de rechange dont on a un besoin urgent pour remettre en état une machine avariée, la

liste est longue des frets que l'on confiera de plus en plus à l'avion.

L'avion et la sécurité du transport

En temps de paix, malgré toutes les statistiques astucieusement présentées pour rassurer la clientèle, les risques du transport aérien sont encore la cause principale qui éloigne le passager de l'avion. En temps de guerre, l'avion présente au contraire sur le navire une supériorité indiscutée, celle de la sécurité du transport. Les passagers de l'*Athenia*, qui ont été repêchés après avoir passé une douzaine d'heures dans l'eau froide, auraient été d'excellents clients pour les Pan American Airways, si cette compagnie avait eu une place à leur offrir pour les rapatrier dans ses avions transatlantiques.

Le blocus rapproché ou éloigné par navires de surface interdit pratiquement toutes relations maritimes au pays qui ne dispose pas de la maîtrise de surface. Le rendement des navires qui essaieraient de forcer ce blocus est tellement faible qu'ils y renoncent le plus généralement. Les premiers jours de septembre ont suffi à nettoyer les océans des navires allemands ; on n'a pas signalé qu'un quelconque d'entre eux ait songé à quitter le port où il s'est réfugié pour reprendre son activité commerciale.

L'arme sous-marine permet au pays bloqué de tenter contre l'adversaire un blocus analogue ; il est beaucoup moins efficace et n'a pas donné cette interdiction pratique des transports qu'on peut demander au blocus de surface. Mais les destructions de marchandises et navires qu'il permet avaient suffi à décupler le coût des transports maritimes au cours de la guerre de 1914. On reste encore dans l'ignorance de ce que donnera l'emploi de cette même mission de l'arme aérienne, mais les seuls enseignements qu'on peut tirer de la guerre d'Espagne où elle a suppléé à l'insuffisance du sous-marin dans la lutte contre le commerce gouvernemental permettent de supposer qu'elle sera un adversaire particulièrement dangereux du navire de commerce, soit au large, soit au port. Son emploi en ce domaine nouveau ne peut que se traduire par un surcroît de destructions qui ne manquera pas de réagir puissamment sur le coût des transports maritimes.

Le transport aérien n'a rien à craindre ni du navire de surface, ni du sous-marin, ni même de l'avion. La vitesse de l'avion de transport lui permet d'accomplir, en quelques heures de nuit, le trajet où pourraient le menacer les engins adverses. Si complète que

soit la maîtrise aérienne qu'un adversaire détiendrait en Méditerranée, comment empêcherait-il de passer des avions de transport dont les plus lents feront l'étape Marseille-Alger en cinq heures de nuit, et dont les plus rapides mettront à peine plus de deux heures?

D'ailleurs, le transport de nuit ne s'impose même pas. Sur terre, le belligérant survolé

paix, un concurrent du navire. Les tarifs et les prix de revient des transports aériens sont, depuis leur création, en régression continuelle, masquée quelquefois par la dévaluation des monnaies. Les tarifs et prix de revient des transports terrestres et maritimes ont beaucoup moins varié en valeur or. Sur la base des tarifs, l'avion peut concurrencer aujourd'hui le navire, même



FIG. 1. — LE DOUGLAS D C 4

Le Douglas D C 4 est le dernier appareil de transport construit par la maison Douglas. C'est le premier quadrimoteur commercial de cette maison, qui s'était fait connaître depuis six ans par une série de bimoteurs (D C 2, D C 3) particulièrement réussis et qui avaient été adoptés par la plupart des compagnies de navigation aérienne. D'un poids total de 32 t, cet appareil peut emporter 42 passagers de jour (30 de nuit) et un équipage de 5 hommes; train d'atterrissage à 3 roues éclipable en vol. Il mesure 42 m d'envergure et est équipé de 4 moteurs à refroidissement par air de 1 400 ch. Il peut franchir 3 500 km à 320 km/h. Certains appareils de ce type sont munis d'une cabine étanche pour les vols stratosphériques.

parvient à diriger tant bien que mal sa chasse sur les avions aperçus. Mais c'est à condition d'organiser un réseau serré de postes de guet. Sa capacité de résistance à l'avion ne permet pas de faire jouer, pour l'instant, un tel rôle au navire; les tentatives qui furent faites en 1917 et 1918 pour lui faire monter la garde à poste fixe auprès d'un barrage contre sous-marins n'ont connu que des échecs qui seraient beaucoup plus rapides face à l'avion. Le guet aérien n'est pas plus possible que le guet par navire de surface; l'avion, qui est souvent l'engin le mieux adapté à la recherche du navire, est aveugle dans la recherche de l'avion.

Si la question des transports en temps de guerre n'était qu'une question de prix, cette sécurité du transport aérien suffirait à elle seule à faire donner la préférence à l'avion dans tous les cas où il est déjà, en temps de

en temps de paix. Quelle ne sera pas sa supériorité, lorsque le prix de revient des transports maritimes devra incorporer le coût des destructions, et que ce sera au tour du passager de navire de payer le supplément d'assurance-vie qu'on réservait jusqu'ici au passager d'avion!

La capacité de transport des lignes aériennes

L'avion aura-t-il la capacité de transport requise?

Pour le *trafic postal*, la question ne se pose même pas. Lorsqu'on voit la Grande-Bretagne assurer, avec quelques hydravions, au tarif inférieur, le transport de la poste à destination de son Empire, il est bien certain que les transports de poste à destination des belligérants pourront être demandés à l'avion, surtout si on les limite à la tra-

versée rapide du théâtre des opérations.

Pour les *passagers*, les flottes aériennes ne sont certainement pas en mesure, aujourd'hui, de suppléer entièrement les navires. Mais leur capacité s'accroît à une cadence rapide, plus encore par le tonnage des avions que par leur nombre. L'époque où ces flottes offriront aux passagers autant de places que les paquebots n'est peut-être pas si lointaine. La construction de l'avion est assurément chère, et il faut compter 200 000 f au moins pour loger un passager. Mais si l'on rapporte son prix à la place et non à la tonne, le navire est encore plus cher ; sur de nombreux paquebots rapides, il faut compter, par place de passager, deux fois plus que sur l'avion. Et le paquebot va cinq fois moins vite que l'avion. Ce rapport de dix entre le capital immobilisé par le transport maritime et le transport aérien peut être compensé par d'autres avantages du navire : économie de combustible, moindre usure des moteurs... Il n'en reste pas moins que l'avion demande un capital de premier établissement très inférieur au paquebot, et que le développement de l'industrie aéronautique au point exigé pour évincer complètement le navire du transport des passagers n'est pas du domaine de l'utopie, lorsque se posera, d'une manière aiguë, le problème du remplacement du tonnage détruit.

L'élévation rapide des frets maritimes accélérera l'évolution. On verra affluer dans le secteur des hostilités les avions en provenance des régions non touchées, où ils pourront d'ailleurs laisser le champ libre au paquebot. Un avion de transport sera payé en un mois d'exploitation, comme l'était un cargo en 1916 ou un wagon-citerne en 1918. A ce taux, on peut compter sur le développement naturel et rapide des entreprises de construction aéronautique et de transport aérien dans les pays qui ne seront pas touchés par le conflit. Les belligérants, ceux du moins qui auront les moyens de payer, trouveront à se faire véhiculer ; les autres ne devront compter que sur leur esprit de prévoyance et la puissance de leur industrie aérienne, si elle n'est pas occupée à des tâches d'intérêt plus immédiat encore.

Peut-être trouvera-t-on que le transport des passagers n'est pas, en temps de guerre, un de ces besoins essentiels et urgents qu'il importe de satisfaire par l'avion, que les touristes peuvent attendre, et pareillement les commerçants qui voyagent pour leurs affaires, si leurs marchandises doivent rester en souffrance. C'est là une vue sommaire,

et nous croyons, au contraire, que le transport des passagers peut prendre alors un intérêt et un développement qu'on ne soupçonne guère.

Les quelques évacuations de populations civiles d'Alsace-Lorraine et de Paris vers des centres moins menacés ont fait naître un besoin aigu de transports que l'automobile est parvenue à satisfaire. Des évacuations plus étendues peuvent se trouver nécessaires. Dans les pays plus ou moins coupés de leur ravitaillement maritime, soumis au bombardement aérien, obligés de compter sur des apports étrangers pour nourrir, chauffer et vêtir leur population, le plus simple sera fréquemment d'évacuer le surplus de population qu'il est impossible d'entretenir sur place. Soyons certains que si les transports aériens avaient disposé du matériel nécessaire, il aurait trouvé un emploi bien rémunéré au cours de l'invasion de la Pologne en septembre. On manifeste souvent quelque inquiétude à propos du ravitaillement de la Grande-Bretagne. Au cas où ce ravitaillement connaîtrait des difficultés qui n'apparaissent pas encore au premier mois de la guerre, l'évacuation par voie aérienne des populations qu'il serait trop difficile de nourrir apporte une solution. Il est plus simple de disperser les habitants de la métropole dans l'Empire que d'importer chaque année les quelques centaines de kilogrammes de produits nécessaires à leur subsistance.

Le transport aérien des *marchandises* est limité en temps de paix à un très faible tonnage. Son extension est-elle possible ? Permet-elle d'assurer les besoins essentiels d'un pays ?

Si l'on avait la prétention de transporter par avion le tonnage de marchandises transportées en temps de paix par navires, il n'y faudrait évidemment pas songer. L'économie des transports maritimes est telle qu'on s'est mis peu à peu à les appliquer aux produits de la valeur la plus faible, et à se refuser à l'exploitation des richesses proches, parce que d'autres pouvaient les concurrencer qui étaient produites à des milliers de kilomètres de là en des régions plus favorisées, ou avec une main-d'œuvre plus économique. Si les communications maritimes sont gravement touchées par l'action sous-marine ou aérienne, il faudra évidemment renoncer à ces facilités et réduire à un tonnage faible les marchandises qu'on jugera indispensable d'importer par mer.

On ne fournira plus aux populations que l'on maintiendra sur des territoires à pro-

duction agricole déficitaire des primeurs ou des fruits qui contiennent 95 % d'eau. Le type des aliments à importer, ce sont les matières grasses, et spécialement la plus économique et la plus simple de transport, l'huile végétale. On renoncera à importer le charbon et le minerai ; on développera l'exploitation locale des mines à faible

à l'étranger, il fallait du temps pour créer les lignes et les doter en matériel.

Mais si la guerre dure, il est certain qu'elle sera pour les transports aériens un facteur décisif de développement.

Les lignes postales et de passagers draineront de plus en plus la clientèle du paquebot. Des types d'avions lents pour le trans-

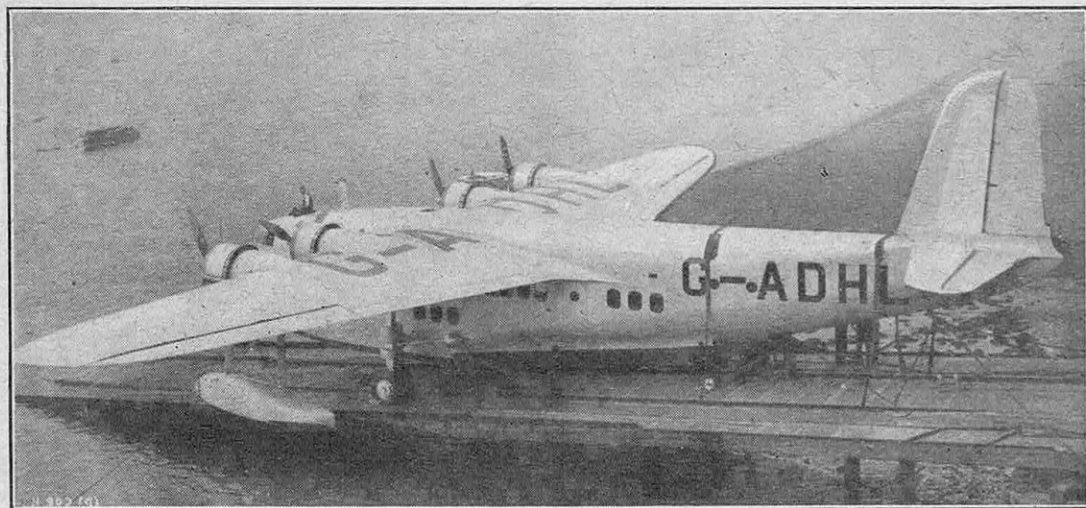


FIG 2. — UN HYDRAVION DU TYPE SHORT « EMPIRE »

Les hydravions type short « Empire » ont été commandés au nombre de 28 par les Imperial Airways pour les transports de poste et de passagers sur les grandes routes de l'Empire Britannique (Angleterre-Afrique du Sud, Angleterre-Inde-Australie). Ce sont eux, notamment, qui assurent le transport des lettres dans tout l'Empire au tarif intérieur de 1 penny et demi. Les caractéristiques de ces appareils sont les suivantes : 4 moteurs Bristol « Pegasus » de 2 960 ch de puissance totale. Envergure, 34 m 75 ; longueur, 26 m 80 ; poids total, 18 400 kg ; poids utile, 3 650 kg. La vitesse maximum est de 332 km/h ; à la vitesse de croisière de 264 km/h, le rayon d'action est de 1 220 km.

teneur. On importera même le plus fréquemment possible le produit fabriqué.

Alors les transports se limiteront au point que l'avion puisse assurer les plus indispensables, et se trouver un appoint précieux dans l'entretien d'une population et d'une armée.

Le développement des transports aériens

Une guerre courte ne modifierait pas la répartition de la clientèle entre le navire et l'avion. On se bornerait à consommer le stock de navires vieillissés qui, désarmés, attendent le chalumeau du démolisseur : on songerait ensuite à reconstituer les flottes. La construction navale et les transports maritimes sont habitués depuis longtemps à ces alternances de périodes de vaches grasses et de vaches maigres. Au surplus, le développement des réseaux aériens demandera du temps. Quel que soit le prix du passage qu'auraient été disposés à payer les Polonais aisés qui auraient pu se réfugier

port des marchandises étendront le champ d'action des transports aériens jusqu'à des produits auxquels il serait impossible aujourd'hui d'en faire supporter le coût. Les armées, qui ne connaissaient en 1914 que le cheval et le chemin de fer, ont découvert au cours de cette guerre l'automobile. Parties en 1939 avec une part importante du total des automobiles en circulation, on peut être certain qu'elles apprendront, sous les coups de l'aviation d'assaut, la valeur de l'aviation de transport en sécurité et en vitesse. A plus grande échelle, les services rendus par l'aviation italienne, en ravitaillant les éléments avancés au cours de la campagne d'Ethiopie, seront appréciés plus encore ; l'avion sera le seul moyen de transport sûr et rapide si le théâtre des opérations s'étend aux domaines coloniaux. Dans toutes les branches de l'industrie des transports, l'avion prendra la place de premier rang qu'il commence à occuper dans l'art militaire.

CAMILLE ROUGERON.

LE BILAN MENSUEL DE LA GUERRE

(3 Septembre - 3 Octobre 1939)

Par le général DUVAL

LA SCIENCE ET LA VIE a chargé le général Duval, spécialiste des plus qualifiés pour toutes les questions d'ordre militaire, tactiques et stratégiques, de présenter, dans chacune de nos livraisons futures, un bilan synthétique des opérations terrestres, navales et aériennes entreprises par les belligérants au cours du mois précédent. Nos lecteurs ne trouveront donc pas ci-dessous un compte rendu détaillé des événements des derniers jours écoulés avant la parution du présent numéro, mais bien la vue d'ensemble, volontairement limitée dans le temps, que n'a pu leur donner la seule lecture des communiqués du soir et du matin et qui leur est indispensable pour comprendre et situer, dans le cadre général des opérations stratégiques et diplomatiques, les événements de l'actualité quotidienne.

Premier mois de guerre

LES événements du premier mois de cette guerre en France ont défié toutes les prophéties. Hitler avait dit au Congrès de Nuremberg : « Si je veux attaquer un adversaire, je ne ferai pas de préparatifs ; je frapperai mon coup subitement et en surgissant de la nuit ; je me jetterai sur l'adversaire comme la foudre. »

Ne pas faire de préparatifs, cela n'eût pas été allemand, et, sur ce point, personne n'a cru Hitler. Quant à « surgir de la nuit » et à se jeter sur l'adversaire « comme la foudre », cela correspondait trop aux idées en vogue pour qu'on n'y accordât pas créance. L'imagination populaire, entraînée d'ailleurs par les techniciens, s'était fait d'un début de guerre le tableau le plus affreux : Paris, écrasé de nuit sous le bombardement d'avions puissants, se réveillerait dans le vacarme des explosions et des écroulements de maisons ; des incendies s'allumeraient partout ; au jour, Paris ne serait plus que cendres et ruines.

Sans aller si loin, les militaires croyaient volontiers que la guerre commencerait par une attaque brusquée et que de nombreux avions, survolant le territoire, apporteraient un trouble sérieux à la mobilisation et aux transports de concentration.

En fait, jamais, depuis 1870, le premier mois de la guerre n'a été plus calme. Jamais un aussi long délai n'a séparé l'ouverture des hostilités des premières grandes batailles. En 1870, la déclaration de guerre est le 19 juillet ; Freschwiller et Forbach ont lieu dix-huit jours plus tard, le 6 août. En 1914, le délai est de dix-sept jours entre la déclaration de guerre (3 août) et la bataille de

Morhange (20 août). Un mois après la déclaration de l'état de guerre, il ne s'est encore produit, sur notre front, aucune rencontre qui mérite une mention.

Pouvions-nous secourir la Pologne ?

Cette situation a eu, d'ailleurs, un côté douloureux. Hitler a jeté sur la Pologne la masse principale de ses forces, soixante-dix divisions, dit Goering. Il nous en a opposé une trentaine entre Rhin et Moselle. Nous étions entrés en guerre pour répondre à l'agression d'Hitler contre la Pologne et, pendant tout le mois qu'a duré la résistance héroïque de la Pologne, ni Français ni Anglais n'ont presque rien pu faire pour lui venir en aide. Ceci, qui a péniblement surpris beaucoup de Français, était cependant fatal.

Hitler avait organisé de longue main l'attaque contre la Pologne. Pour pouvoir agir librement de ce côté, il s'était couvert sur notre frontière en créant la ligne Siegfried, face à la ligne Maginot. Ces deux lignes ne sont d'ailleurs pas comparables. La ligne Maginot a le caractère d'un système de fortifications permanentes ; elle comporte un assez grand nombre d'ouvrages puissants et durables, susceptibles de résister au bombardement par canons des plus gros calibres connus. Rien n'a été négligé de ce que peut suggérer la technique moderne pour accroître sa solidité ; les conditions d'habitation ont été traitées avec le même soin que la défense.

La ligne Siegfried est une fortification de circonstance ; elle répond à un but bien déterminé : faire obstacle pendant un temps suffisamment prolongé à une

attaque possible. Elle comporte un ensemble de petits ouvrages bétonnés, sortes de casemates qui abritent mitrailleuses et canons ; le bien-être des défenseurs y a été négligé. On ne s'est préoccupé que de la puissance de résistance du système. A cet égard, la valeur de la ligne Siegfried ne peut pas être mise en doute.

La guerre, dans les conditions où elle nous était imposée, créait au commandement français un problème insoluble. Devait-il, pour porter secours à la Pologne, tenter une attaque brusquée de la ligne Siegfried ? Une telle entreprise eût été à la fois insensée et inutile ; elle était vouée à un échec certain. D'abord, quinze à vingt kilomètres devaient être franchis, au débouché de la ligne Maginot, avant d'arriver au voisinage de la ligne Siegfried. Tout cet espace était au début semé de mines, pièges pour chars, fils de fer, chicanes de toutes sortes. Il fallait s'y avancer prudemment, méthodiquement, c'est-à-dire lentement. Puis, on se heurtait à une position avancée, créée à 5 ou 6 kilomètres de la position principale et qu'il fallait enlever. Ceci fait, la progression devait continuer pour arriver jusqu'à distance d'assaut de la position principale ; ce mouvement se faisait à découvert sous le canon de l'ennemi. Amener notre artillerie lourde et les munitions nécessaires exigeait aussi du temps. Supposons que tout aille bien, que l'assaut même réussisse. Tout était à recommencer sur une deuxième position, car la ligne Siegfried est organisée en profondeur et comporte plusieurs positions successives. Jamais nous ne serions arrivés à temps pour sauver la Pologne. Il n'est même pas certain que nous eussions attiré sur nous beaucoup de monde. Nous aurions subi des pertes considérables, nous nous serions usés ; les Allemands auraient ajouté ce succès à ceux remportés en Pologne.

La stratégie allemande en Pologne

A la vérité, ce problème ne comportait plus de solution militaire parce qu'il avait été traité trop tard. Trop souvent, de nos jours, les diplomates travaillent seuls et supposent que les militaires travailleront seuls à leur tour. Quand un peuple fonde, comme la Pologne, sa sécurité sur ses alliances, il doit se préoccuper de donner à ces alliances le temps de jouer. Brialmont avait parfaitement compris cela, au siècle dernier, lorsqu'il avait prévu pour dernier acte et acte principal de la résistance de la Belgique, le camp retranché d'Anvers, où devait être attendue l'intervention des puis-

sances garantes. Il n'est d'ailleurs pas illusoire de demander à la capitale de l'Etat, tout au moins de se mettre en mesure de résister pendant plusieurs mois. Paris l'a fait en 1870-1871, inutilement d'ailleurs, puis que la France n'attendait personne Varsovie, organisée en camp retranché, eût certainement duré aussi longtemps que ses approvisionnements l'eussent permis. Le courage et la ténacité héroïque dont les Polonais ont fait preuve en est le sûr garant. La Pologne eût dès lors survécu dans sa capitale et donné à ses alliés le temps de la secourir.

La Grande-Bretagne, pas plus que la France, n'a pu rien faire. Ses forces navales étaient arrêtées, au seuil de la Baltique, par des champs de mines infranchissables. Ainsi Hitler usait contre la Pologne de sa puissance offensive et défensive à la fois. La Pologne ne lui opposait que sa propre force offensive fatalement condamnée à succomber sous le nombre.

Pourtant, Hitler a dû faire appel à l'Union des Soviets. Cet acte est gros de conséquences ; sa portée dépassera la période, si longue soit-elle, des hostilités. Ses répercussions nous seront-elles favorables ou défavorables ? Toute prévision à cet égard est gratuite. Hitler désirera-t-il que des éléments de l'armée soviétique soient mis en contact avec l'armée allemande ? Staline accepterait-il que des divisions russes soient subordonnées au commandement allemand ? Et d'ailleurs, que valent ces troupes russes ? Autant de questions auxquelles l'avenir seul peut répondre.

Le commandement de l'armée allemande en Pologne a donné aux opérations la forme qu'il a cru la plus susceptible de provoquer une prompt solution. Il voulait faire vite, pour mettre l'Europe et plus particulièrement la Grande-Bretagne et la France, en présence du fait accompli. Les divisions légères mécaniques et les divisions cuirassées pénétrèrent rapidement jusqu'au cœur du pays ; elles profitèrent de routes qu'une longue sécheresse avait rendues exceptionnellement bonnes. Sur une frontière longue de 1 600 kilomètres, où les troupes de couverture étaient dispersées en cordon, elles n'eurent pas de peine à trouver des espaces à peu près vides par où elles passèrent. L'aviation les précédait et son premier soin avait été d'attaquer sur ses terrains, à l'aube du premier jour, l'aviation polonaise.

La défense fut rompue, mise en désordre. Elle se regroupa néanmoins à temps pour

faire face à l'infanterie allemande, qui suivait à une certaine distance. La lutte devint très confuse. Tandis que les éléments légers, soutenus par l'aviation, poursuivaient leur avance, des centres de résistances se multipliaient à l'intérieur du pays. Les Polonais se battaient avec une grande énergie. Il était inévitable que la population, ici ou là, prit part à la lutte. Les Allemands y trouvèrent aussitôt prétexte pour procéder à des répressions cruelles : fusillades, incendies, bombardements aériens. L'Allemand ne croit qu'à la force et ne se demande jamais si l'emploi de la force répond ou non à l'accomplissement de son dessein. Il n'y a pas, dans l'histoire de la Pologne, d'incursion tartare qui ait laissé derrière elle plus de massacres et de ruines que n'a fait l'armée allemande. Parmi ces populations, dont l'Allemagne a prétendu faire la conquête, elle a semé les germes d'une haine durable. Avec un tel déchaînement de force brutale, on occupe un pays, on ne le conquiert pas.

Quelle est la force de l'armée allemande ?

Les opérations en Pologne sont terminées. L'armée soviétique prend à sa charge la garde d'une moitié du territoire. Hitler maintiendra, pour garder l'autre moitié et surveiller son alliée, un certain nombre de divisions sur ce front d'un nouveau genre. La manœuvre diplomatique qu'il a entreprise n'est qu'un intermède. Hitler sait bien qu'après avoir consommé le partage de la Pologne, il n'y a pas d'entente possible entre lui et nous ; nous avons, grâce à Dieu ! une autre conception que lui de l'honneur et de la fidélité à nos engagements. Cette démonstration spectaculaire nous vise d'ailleurs à peine ; elle est destinée surtout au peuple allemand qu'il s'agit d'abuser une fois de plus pour lui insuffler un peu d'ardeur guerrière.

La guerre va donc commencer réellement. Quelle forme prendra-t-elle ? Hitler exerce, dit-on, personnellement le commandement suprême des armées allemandes, dont il s'est investi lui-même au printemps de 1938. On a vu jadis, du temps de Schlieffen et de Moltke, le grand état-major protester contre les prétentions tactiques du kaiser ! En 1918, Hindenburg et Ludendorff lui rendaient à peine compte de leurs actes ! Hitler était alors « Gefreite », c'est-à-dire soldat de 1^{re} classe ! Si l'on avait dit à Ludendorff que ce « Gefreite » serait, vingt et un ans plus tard, le « Seigneur de la Guerre », qu'eût-il pensé de l'Allemagne ?

Hitler entreprendra-t-il une grande at-

taque terrestre ? Une telle décision répondrait à la nécessité pour l'Allemagne d'une guerre courte. Mais peut-être serait-elle risquée ! Que vaut exactement, à l'heure actuelle, l'armée allemande ? La question se pose.

Elle comptait, sur le pied de paix, cinquante et une divisions, dont trente-neuf divisions d'infanterie du type normal à trois régiments, trois divisions d'infanterie de montagne, quatre divisions légères mécaniques et cinq divisions blindées. Ces divisions ont été constituées très vite : de sept divisions en 1934, l'Allemagne a passé à cinquante et une en décembre 1938. Or, depuis mars 1935, époque à laquelle fut rétabli le service militaire universel, moins de 2 millions de recrues ont reçu une instruction militaire complète. Toutes les classes antérieures à 1935 n'ont été appelées sous les drapeaux que quelques mois, voire même quelques semaines. Derrière l'armée active, il y a très peu de réserves.

Cela n'a pas empêché l'Allemagne de former une cinquantaine de divisions de réserve et une vingtaine de divisions de landwehr. Où a-t-elle pris, pour les encadrer, les officiers et les sous-officiers nécessaires ? Les formations actives en sont déjà médiocrement pourvues.

Quel a pu être le résultat d'une telle fièvre de croissance ? En 1934, l'artillerie allemande comptait sept groupes ; en 1939, elle en a mobilisé environ quatre cents !

Vers la guerre aérienne ?

Il se peut qu'Hitler accepte, vis-à-vis de son état-major, certainement moins confiant que lui dans le résultat de cette guerre, de différer encore quelque temps les grandes opérations. Peut-être préfère-t-il être attaqué et nous attendre sur la ligne Siegfried, afin de nous user avant de contre-attaquer ?

Si Hitler prenait le parti de temporiser à terre, la guerre aérienne passerait alors au premier plan ; elle peut d'ailleurs être aussi menée de front avec la guerre terrestre. Hitler et Goering ont donné tous leurs soins à l'aviation ; ils lui réservent sans aucun doute un rôle important.

L'aviation allemande est-elle aussi puissante que beaucoup se l'imaginent ? Nos lecteurs ont vu, par ailleurs (1), qu'on peut évaluer à 3 200 le nombre des avions qu'elle peut mettre en ligne. On peut remarquer, avec raison, que ce chiffre, d'apparence modeste aux yeux de la foule, correspond

(1) Voir dans ce numéro, page 343.

à une fabrication annuelle d'environ 30 000 avions. L'avion, soumis à un travail intensif, est un engin essentiellement éphémère. Le renouvellement du personnel navigant, surtout des pilotes et des observateurs, pose un problème plus difficile encore que celui des machines.

Quant aux résultats d'une expédition de bombardement, sur Paris par exemple, faut-il les imaginer aussi terrifiants qu'ils ont été représentés dans des récits d'ailleurs romancés ? La vérité se tient dans un juste milieu. En 1918, du 30 janvier au 16 septembre, il y a eu vingt-huit expéditions nocturnes dirigées par les Allemands sur Paris ; 483 avions y ont pris part, 37 seulement ont atteint Paris et jeté leurs bombes. Le reste a été dispersé en cours de route. La conclusion à tirer de ces chiffres est que la plus grande partie des avions de bombardement n'atteignent pas leur but, mais que, néanmoins, il en passe toujours. Peut-être les arrêterait-on même plus difficilement aujourd'hui, en raison de leur vitesse. La puissance du bombardement est, en outre, devenue telle, qu'il suffirait de 4 ou 5 avions pour produire des effets déjà très impressionnants, sans qu'il soit toutefois question de faire de Paris un immense brasier.

Nous exerceions d'ailleurs sans peine des représailles sévères. En prenant comme base de nos calculs la distance de Paris à Trèves, soit 350 km, il y a beaucoup plus de grandes villes allemandes que de villes françaises à cette distance du front : toutes les villes de Rhénanie, Carlsruhe, Mannheim, Francfort, Cologne..., le bassin de la Ruhr en

entier, les villes de Westphalie, Hesse, Thuringe, Wurtemberg, Bavière, c'est-à-dire Munster, Cassel, Erfurth, Nuremberg, Stuttgart, Munich... etc. Il s'agit de toute la partie occidentale de l'Allemagne, la plus peuplée, la plus industrielle, la plus riche. Et nous pouvons, comme les Allemands d'ailleurs, dépasser cette limite de 350 km.

Un premier bilan

Si nous voulons établir le bilan, pour la France, de ce premier mois de guerre, nous dirons d'abord que notre mobilisation, le transport et la mise en place de toutes nos troupes se sont achevés sans donner lieu au moindre incident.

Nous avons, en outre, établi en avant de la ligne Maginot, et en territoire allemand, des avant-postes en nous emparant des postes avancés ennemis, qui couvraient la ligne Siegfried à 5 ou 6 km de distance. Nous nous sommes ainsi donné la possibilité de surveiller les mouvements de l'ennemi et, en cas d'attaque, nous disposons d'une large zone de manœuvre en avant de notre position principale.

Sur mer, la flotte britannique et la flotte française ont infligé aux sous-marins allemands des pertes sévères ; les résultats de ce premier mois sont supérieurs à ceux obtenus même en 1918.

Enfin, le blocus est déjà tangible et la situation des Allemands est, au point de vue des restrictions, celle de la troisième année de la dernière guerre.

M. Hitler franchit les limites d'un optimisme sain lorsqu'il prétend tenir sept ans.
Général DUVAL.

On étudie actuellement aux Etats-Unis les conditions d'établissement d'une importante transmission d'énergie par courant continu à très haute tension (400 000 V et même plus) entre la ville de Bonneville et le barrage de Grand-Coulée, distants de 440 km. Les difficultés autrefois rencontrées dans la réalisation de telles liaisons, dues au fait qu'il est très difficile d'établir des machines à courant continu pour très hautes tensions, ont, aujourd'hui, disparu grâce au redresseur à vapeur de mercure (1). Cet appareil, alimenté en courant alternatif monophasé ou polyphasé, permet d'obtenir directement des tensions continues très élevées, et, inversement, grâce à la commande par grilles polarisées et l'adjonction de transformateurs, restituée, à partir de courant continu, du courant triphasé identique à celui d'un réseau de distribution actuel. La transmission de l'énergie à grande distance par courant continu à très haute tension présente théoriquement de multiples avantages économiques et l'expérience entreprise en Amérique déterminera sans doute une évolution dans nos méthodes de transport de l'énergie si ses résultats correspondent aux espoirs fondés sur les prévisions des ingénieurs.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 181, page 3.

LE PROBLÈME DU RAVITAILLEMENT EN PÉTROLE

Par Charles BERTHELOT

A quels tonnages vont s'élever les besoins en produits pétrolifères de l'Europe, au cours du conflit actuel où se trouvent entraînées les principales nations européennes, et à quelles sources pourront-elles se ravitailler? Par quelles voies le pétrole arriverait-il à ses consommateurs pour couvrir les besoins des armées en campagnes? Ces voies, comme le montre une étude attentive du problème, sont exclusivement maritimes, et c'est pourquoi la France et l'Angleterre, qui possèdent la maîtrise de la mer, peuvent se ravitailler auprès des pays producteurs, particulièrement des Etats-Unis, qui concourent pour 62 % environ à l'extraction mondiale, laquelle s'est élevée à 270 millions de tonnes en 1938. Ce sont également les Etats-Unis qui disposent des meilleurs procédés pour préparer par synthèse les supercarburants et les superlubrifiants requis par l'aviation militaire. Comment, dans ces conditions, un pays comme l'Allemagne, motorisé à l'extrême, consommant par année de guerre 25 millions environ de tonnes de produits pétrolifères, alors qu'elle en prépare par synthèse et en extrait tout au plus 4 millions de tonnes (dont 550 000 t de benzol) (1), pourrait-elle faire face à des hostilités de longue durée? Dès 1904, lord Fisher, premier lord de l'Amirauté, prononçait cette parole prophétique : « Qui domine le pétrole, domine le monde. » Elle se vérifie aujourd'hui plus que jamais.

Production et consommation mondiales de pétrole

BON an, mal an, la production et la consommation mondiales de pétrole s'équilibrent sensiblement et marquent, exception faite de crises de courte durée, une tendance très nette à s'accroître. Par exemple, cette consommation, égale à 4,3 millions de tonnes en 1880, a crû jusqu'à 21,3 millions en 1900, à 37 millions en 1913, à 77,8 millions en 1919, pour atteindre son maximum en 1937 avec 280 millions de tonnes ; celle de 1938 (2) s'est élevée à 270 millions. En vingt-cinq ans, de 1913 à 1938, en passant de 37 à 270 millions de tonnes, la consommation de pétrole s'est trouvée multipliée par 6,5. Ceci présente un caractère d'autant plus remarquable que la plupart des autres substances minérales ont vu leur production demeurer en palier.

Par le tonnage et par la valeur, l'industrie de la production du pétrole brut se place,

(1) Dans une étude parue dans le *Figaro* du 3 octobre 1939, le général Serrigny, dont on connaît toute la haute autorité, a indiqué que l'Allemagne ne disposait guère plus de 4,2 millions de tonnes de pétrole, dont 1,5 million dans ses paires à hydrocarbures, quand elle a déclenché la guerre en attaquant la Pologne. Au début de l'année 1940, elle aurait donc consommé toutes ses réserves d'essence. Que fera-t-elle alors pour pouvoir poursuivre les hostilités?

(2) Exprimée sous la forme de pétrole brut.

avec ses 270 millions de tonnes (chiffre de 1938) valant 85 milliards de francs, au second rang des industries extractives du monde, devant la fonte (80 millions de tonnes, 65 milliards de francs), l'or (1 077 t, 45 milliards de francs), le cuivre (2 millions de tonnes, 15 milliards de francs). Elle n'est dépassée que par le charbon (1 400 millions de tonnes de houille et de lignite, 150 milliards de francs). Aucune autre industrie extractive n'a donné lieu à un développement pareillement prodigieux et dont on ne peut même pas raisonnablement envisager le terme.

Les principaux pays producteurs de pétrole

Le pétrole est très inégalement réparti dans le monde. Le continent nord-américain possède la plus grande part des gisements actuellement connus et les Etats-Unis seuls interviennent pour 62 % de la production actuelle comme le montrent les statistiques afférentes à l'année 1938, dont les chiffres figurent sur le planisphère figure 1.

De 1937 à 1938, la production pétrolière mondiale a décréu de 280 à 270 millions de tonnes. La différence correspondante de 10 millions de tonnes est supportée à peu près entièrement par les Etats-Unis avec 8,6 millions de tonnes. D'autre part, en raison de sa politique intérieure, l'extraction pétrolière du Mexique a diminué de 2,6 mil-

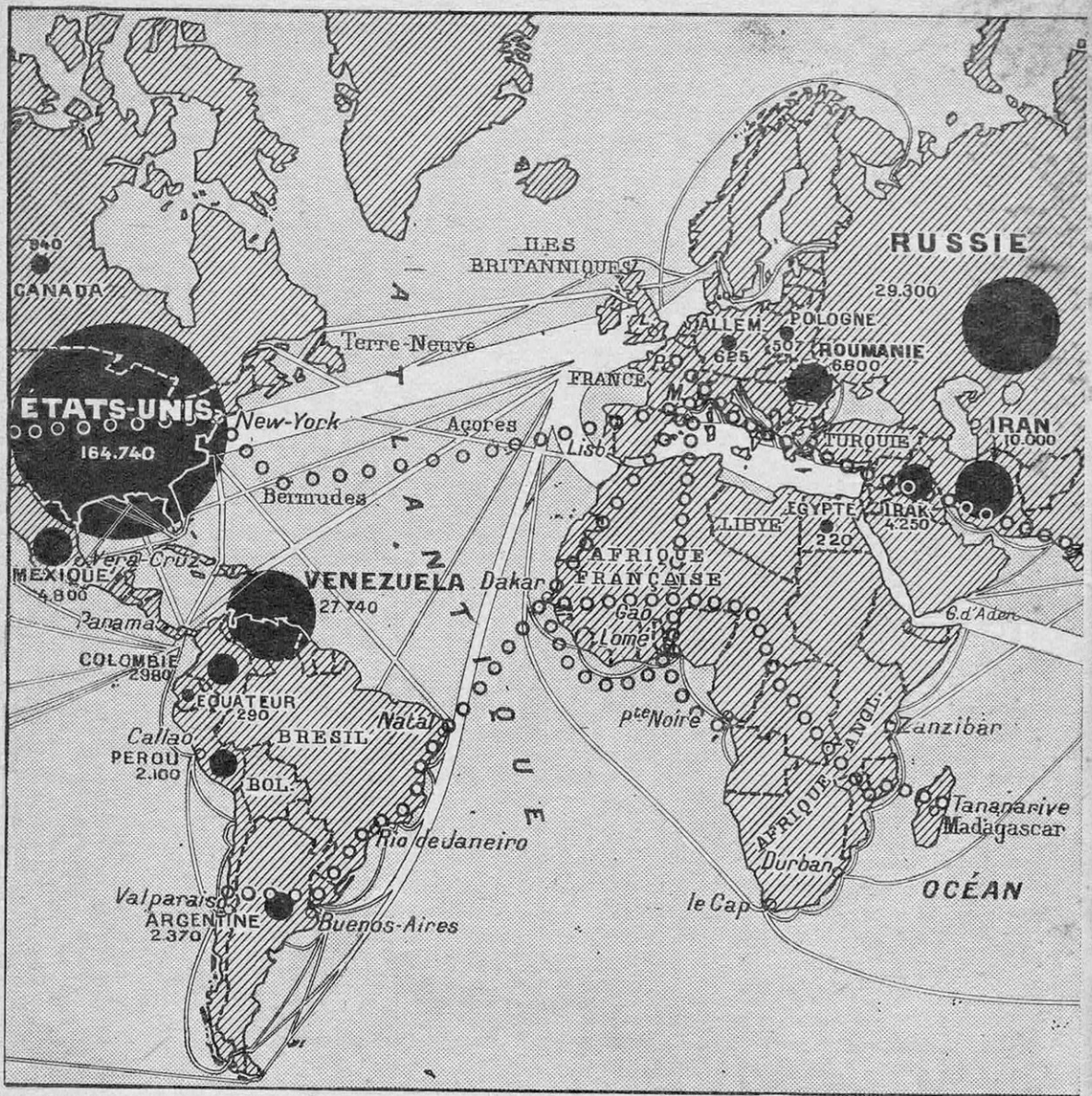


FIG. 1. — LES GRANDES VOIES DU TRAFIC MARITIME

Dans le trafic maritime représenté ici en blanc et qui ressort normalement à quelque 300 millions de tonnes, pour point de départ principalement la côte Atlantique du continent Nord-Américain et la corne Nord-Dans l'Océan Indien, les sources d'approvisionnement sont principalement la raffinerie d'Abadan, sur le de Suez, soit vers le Japon et le Canada. On compte, dans l'ensemble, 1420 « tankers »

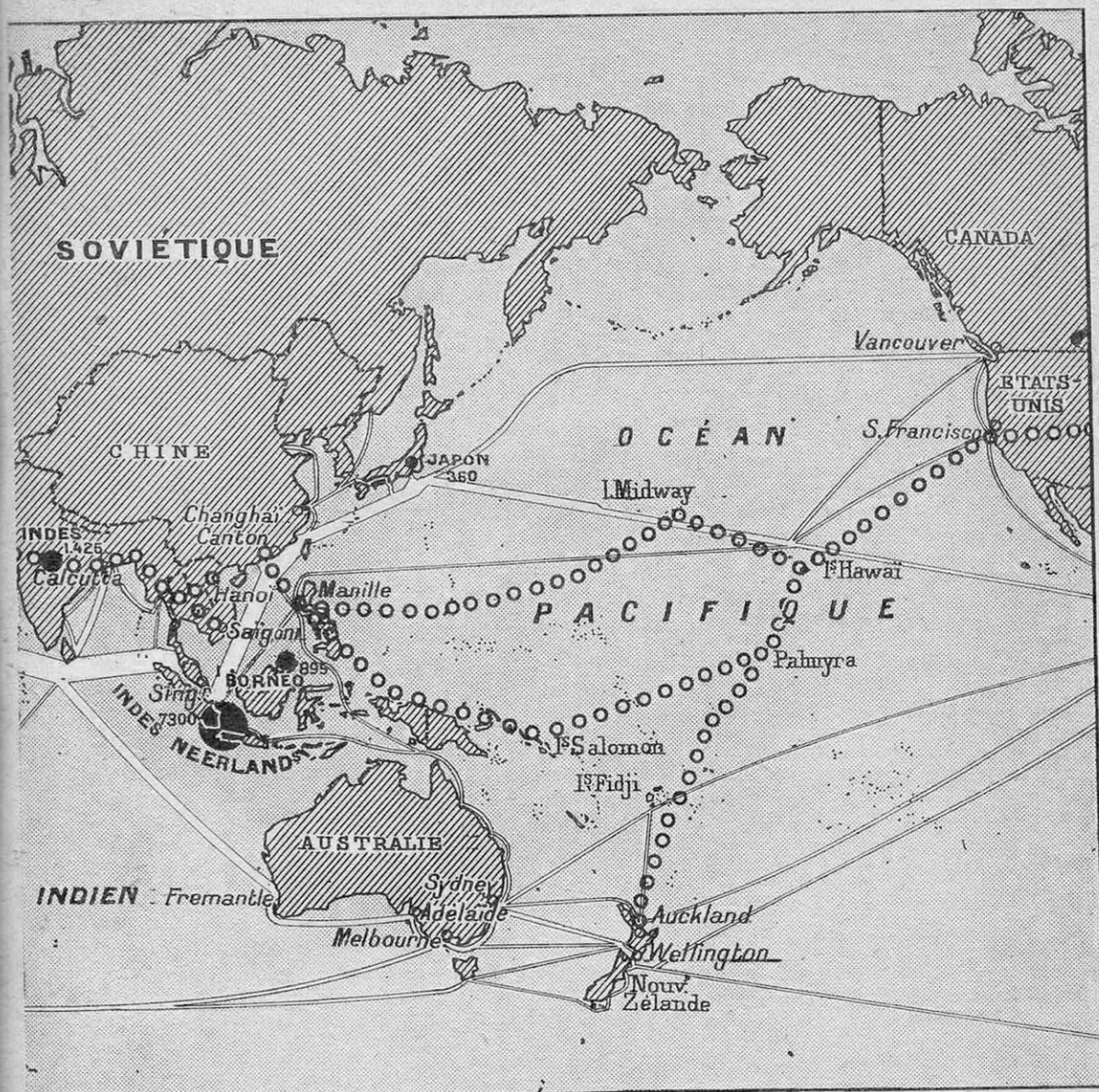
lions de tonnes. On constate, en outre, une diminution de 431 000 tonnes en Roumanie et de 320 000 au Venezuela. D'autres pays pétroliers : Pérou, Argentine, etc., enregistrent des pertes moins sensibles.

Observation capitale de circonstance : la quasi-totalité du pétrole naturel provient des puissances démocratiques. La Grande-Allemagne n'en a obtenu que 625 000 tonnes en 1938, l'Italie 190 000, dont 177 000 en Albanie, et le Japon 368 000 tonnes. On

retiendra, d'autre part, l'ascension du Canada qui a extrait, l'an dernier, 691 000 t de pétrole. Le Canada poursuit ainsi, avec succès, l'exécution de son programme relatif à la mise à fruit de ses immenses richesses minérales.

La production du pétrole aux Etats-Unis

La figure 2 indique l'emplacement des champs pétrolifères américains. Pour la



ET LA PRODUCTION PÉTROLIÈRE DANS LE MONDE

le pétrole vient au second rang (après le charbon) et représente environ 50 millions de tonnes. Il prend Est du continent Sud-Américain pour aboutir dans les ports de l'Europe occidentale et en Méditerranée, golfe Persique, et les Indes néerlandaises. Les pétroles sont dirigés soit vers l'Europe occidentale, par le canal en circulation sur les océans, représentant au total 14 millions de tonnes.

majeure partie, ceux-ci se trouvent répartis entre six Etats : Texas, Californie, Oklahoma, Kansas, Louisiane et Arkansas.

La zone pétrolière la plus importante est celle du Mid-Continent qui comprend, comme son nom l'indique, les Etats du Centre : Kansas, Oklahoma, Texas et Louisiane. Dans leur ensemble, ils ont fourni, en 1933, environ 64 % du pétrole obtenu aux Etats-Unis. On remarquera la part prépondérante du Texas.

Par l'importance de sa production et par sa position géographique, le Texas représente le principal Etat américain exportateur de pétrole. On y compte 23 pipe-lines, dont la capacité journalière de transport atteint 200 000 tonnes de pétrole.

Au voisinage du golfe du Mexique, se trouvent également 25 raffineries représentant une capacité de traitement par distillation directe de 100 000 tonnes par jour et de 15 000 tonnes par craquage.

D'une façon générale, le centre de gravité de la production américaine s'est déplacé d'est en ouest. En 1913, les groupes de l'est assuraient encore près de 20 % de la production. Actuellement, le Mid-Continent et la Californie y contribuent pour la quasi-totalité.

De 1937 à 1938, l'extraction de pétrole brut a été volontairement ramenée de 172,8 à 164,9 millions de tonnes, afin de maintenir les cours pétroliers à un niveau rémunérateur, eu égard à une baisse de consommation égale à environ 4,7 %, consécutive à une

pétrole. Le Texas reste toujours la région la plus favorisée par les découvertes, mais l'Illinois récompense aussi les efforts des sondeurs. La Louisiane (côte du Golfe) fait de même. On peut donc demeurer optimiste sur l'industrie pétrolière des Etats-Unis qui, en 1938, a marqué un simple ralentissement de production, lequel ne représente que 6 % par rapport à celle de 1937. Nous verrons plus loin que c'est précisément des Etats-Unis que dépend essentiellement notre ravitaillement en produits pétrolifères au cours de cette guerre.

La production de pétrole en U. R. S. S.

En 1913, l'extraction de pétrole en Russie représentait 9,2 millions de tonnes. Au cours de la période 1920-1925, elle a oscillé entre 3 et 8 millions de tonnes, pour se relever ensuite progressivement. Elle est montée, en 1938, à 29,3 millions de tonnes, démentant ainsi les vues pessimistes que l'on émettait quelques années auparavant. Au rythme actuel de production, on estime que les réserves pétrolifères

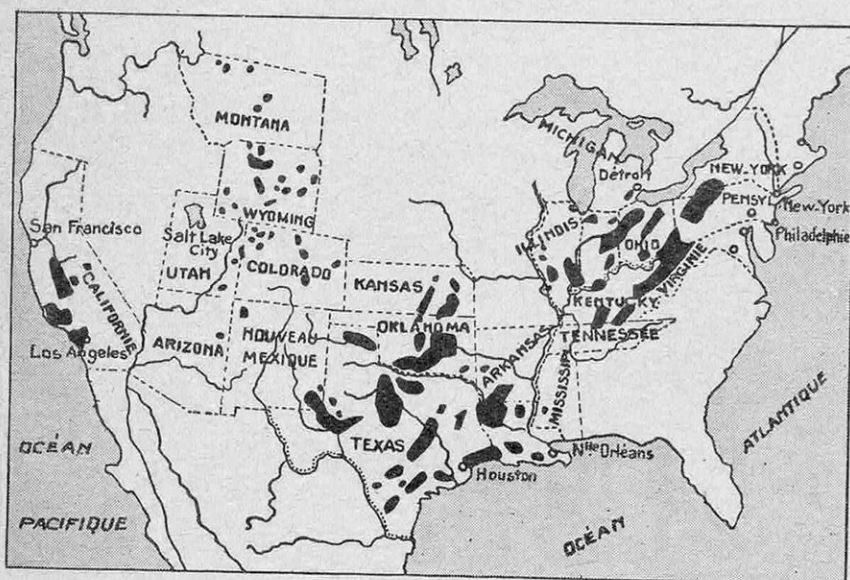


FIG. 2. — LES CHAMPS PÉTROLIFÈRES DES ÉTATS-UNIS

Les États-Unis contribuent pour 62 % environ à la production mondiale de pétrole. A lui seul, l'État du Texas possède 140 sur les 200 millions de tonnes découvertes dans le continent Nord-Américain.

crise économique. Celle-ci est rendue évidente, d'ailleurs, par l'activité sidérurgique réduite ; la production d'acier, en 1938, n'a jamais dépassé 55 % de la capacité des usines. Certes, les exportations de pétrole ont crû de 2, 1 % environ par rapport à celles de 1937, mais il ne faut pas oublier que les États-Unis consomment normalement 140 millions de tonnes de produits pétrolifères, soit environ trois fois plus que toute l'Europe. C'est donc de la consommation intérieure que dépend le degré de prospérité de l'industrie pétrolière nord-américaine.

D'autre part, on a diminué de 10 % environ le nombre de sondages, qui a été abaissé de 27 600 en 1938. Malgré tout, on a réussi à découvrir de nouveaux gisements représentant 430 millions de tonnes de

des États-Unis seront épuisées d'ici une douzaine d'années et celles de l'U. R. S. S., au bout d'une trentaine d'années. Ce ne sont là que des indications très relatives. Le nombre de mètres forés en U. R. S. S. a été voisin de 1,8 million de mètres en 1938 ; il n'a représenté que 43 % des prévisions du « Plan ». Pour le moment, les raffineries russes sont en mesure de traiter la production nationale, mais, d'ici un avenir prochain, en raison de l'augmentation prévue de l'extraction, il faudra substituer à de nombreuses raffineries très désuètes et maintenues cependant en service, des unités modernes. Retenons encore un dernier caractère de l'industrie pétrolière russe ; il correspond à la satisfaction des besoins propres de l'U. R. S. S. A ce titre, les exportations sont tombées de 6,1 à 0,6 million de

tonnes, de 1932 à 1938, dont seulement 210 000 tonnes d'essence en 1938, ou dix fois moins qu'en 1932. Ceci montre que, pour le conflit européen, personne ne peut compter sur le ravitaillement en pétrole russe.

Suivant une étude parue dans le numéro du 21 août 1939 de la *Frankfurter Zeitung*, deux voies s'offrent à la Russie pour accroître ses exportations : 1° forcer la production ; 2° rationaliser le transport et la distribution.

1° On considère comme possible une intensification de la production, d'autant plus que la Russie dispose de ressources pétrolifères encore inexploitées. Mais la mise en valeur demandera beaucoup de temps et dépend de l'amélioration des transports ;

2° L'organisation des transports pétroliers est défectueuse. En 1937, on a constaté que 56 000 tonnes de pétrole transportées par chemin de fer et 177 000 tonnes transportées par voie d'eau ont été perdues par suite du mauvais état des récipients (leakage). La « Glawnet », société d'Etat, a dépensé 800 millions de roubles en 1937 et 1 milliard en 1938, pour frais de transport.

En revanche, le système de pipe-lines caucasiennes (90 % de la production russe sont concentrés dans le Caucase) comprend d'ores et déjà 3 070 km et 1 368 sont projetés.

A ces chiffres, donnés par la *Gazette de*

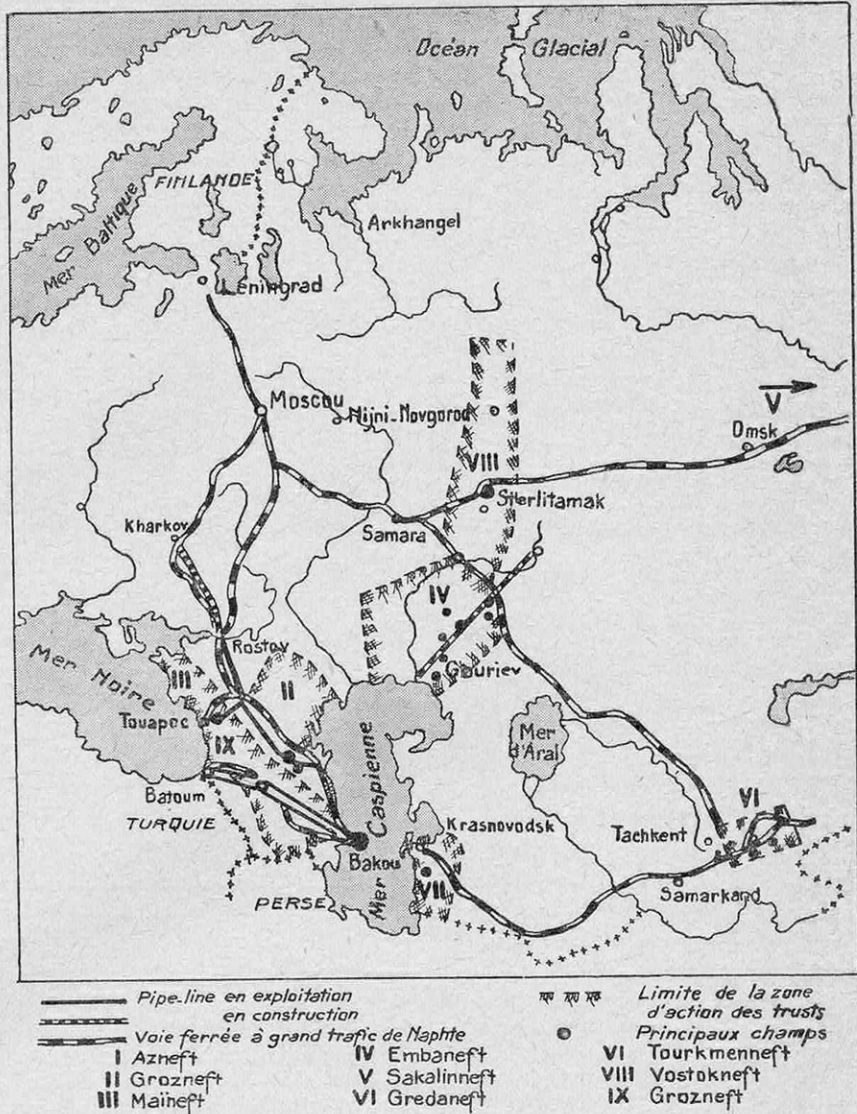


FIG. 3. — LES CHAMPS PÉTROLIFÈRES ET LES PIPE-LINES DE L'U. R. S. S. Ils se trouvent tous, les champs polonais mis à part, au voisinage de la mer Caspienne ou dans l'Oural, donc très loin du territoire allemand. Tous les pipe-lines sont orientés en direction de la mer Noire ou de la mer Caspienne. Il semble chimérique de croire que l'U. R. S. S. pourra, avant longtemps, ravitailler l'Allemagne en pétrole d'une façon appréciable.

Francfort, le *Bulletin Quotidien* oppose les chiffres de la statistique allemande concernant les importations de pétrole du Reich en 1938 (en tonnes) :

Pétrole et goudron bruts	1 326 411
Carburants et huiles de graissage	3 640 552
Total	4 966 963

Il n'est pas besoin d'ajouter qu'en temps de guerre, cette quantité sera loin d'être suffisante. Et le *Bulletin Quotidien* pose ces deux questions :

1° La Russie pourrait-elle libérer pour

les exportations 5 à 10 millions de tonnes de pétrole par an (1) ?

2^o Cette quantité pourra-t-elle être acheminée vers l'Allemagne? Etant donné que toutes les pipes-lines russes existantes aboutissent, soit sur la mer Noire, soit sur la mer Caspienne, on ne voit de possible, pour le moment, que le transport par voie ferrée (2).

Autrement dit, il faudrait traverser la Russie du sud au nord pour atteindre un port de la Baltique, d'où le pétrole gagnerait l'Allemagne.

On peut conclure de là, avec le *Temps*, qu'il y a peu de probabilités pour que la Russie contribue, d'une façon substantielle, au ravitaillement du Reich en produits pétrolifères, spécialement en supercarburants et en superlubrifiants (3).

La production de pétrole en Roumanie

Les champs pétrolifères roumains sont alignés au pied de l'arc carpathique, comme le représente la

figure 4. On distingue quatre districts pétroliers : Dambovitza, Prahova, Buzau, Bacau.

(1) Il ne peut évidemment s'agir que de pétrole brut eu égard à la vétusté de la plupart des raffineries russes de pétrole. Très probablement, d'ailleurs, le Reich serait incapable, faute de raffineries déjà aménagées, de traiter ces tonnages de pétrole brut. Il faudrait aussi un nombre considérable de wagons-citernes pour transporter ces grosses quantités de pétrole. Or, personne n'en dispose.

(2) Le problème à résoudre est très compliqué, puisque l'écartement des rails sur les voies ferrées de l'U. R. S. S. n'est pas le même que pour celui du Reich. Faute de voies de transport, faute de matériel approprié, le pétrole russe ne semble bien qu'un mirage pour l'Allemagne.

(3) N'oublions pas, d'ailleurs, comme l'a fait observer le général Serrigny, que la culture du kolosse est basée entièrement sur l'emploi du tracteur! Peut-on supposer, en outre, que l'U. R. S. S. ne tienne pas, en pleine guerre, à conserver ses maigres excédents au bénéfice de ses forces militaires ?

Les deux premiers ont fourni respectivement 55 et 44 % de l'ensemble, lequel s'est élevé à 8,4 millions de tonnes en 1934, mais seulement à 6,6 millions en 1938.

C'est la Roumanie qui, la première, a créé l'industrie du pétrole. C'était en 1857. Depuis lors, et jusqu'à nos jours, la Roumanie a produit environ 120 millions de tonnes de pétrole.

En bordure des Carpathes polonaises s'alignent des gisements pétrolifères dont la production décline. Le centre le plus important est Boryslaw.

La production du pétrole au Venezuela, en Colombie et au Mexique

Revenons vers l'Amérique, tout d'abord vers le Venezuela, qui paraît être un pays pétrolier de grand avenir. Ce pays ne s'inscrit sur la liste des pays producteurs que depuis 1917, mais son ascension a été vertigineuse. En effet, de 1935 à 1938, son extraction a presque décuplé (de 2,8 à 27,7 millions de tonnes).

Les indices de pétrole sont extrêmement nombreux sur toute l'étendue du territoire vénézuélien. Plusieurs champs y ont été trouvés depuis le lac de Maracaïbo jusqu'au delà de l'Orénoque, où se fait la liaison avec les gisements productifs de l'île de Trinidad.

Aux gisements du Venezuela font suite les gisements de la Colombie, puis, alignés au long de la chaîne des Andes, ceux de l'Equateur, du Pérou, de la Bolivie et de l'Argentine.

Le développement de la Colombie n'a commencé qu'en 1922, pour atteindre un débit de 2,9 millions de tonnes en 1938.

A cause de l'extension des gisements et des indices pétroliers tout au long de la chaîne des Andes, depuis le Venezuela

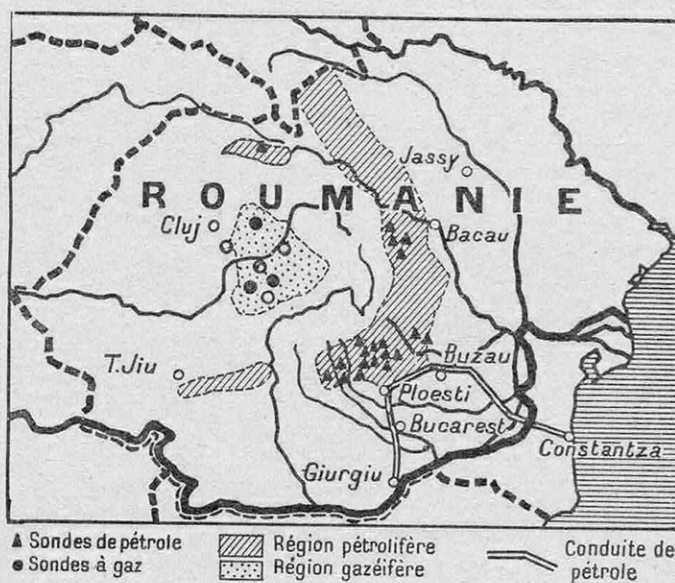


FIG. 4. — LES CHAMPS PÉTROLIFÈRES DE LA ROUMANIE
Les districts au Nord-Ouest de Bucarest contribuent pour près de 92 % à la production roumaine de pétrole (6,6 millions de tonnes en 1938). Faute de wagons-citernes et de tankers propres à la navigation sur le Danube, la Roumanie ne peut exporter guère plus d'un million de tonnes de pétrole par an vers l'Allemagne.

jusqu'au sud de l'Argentine, on considère l'Amérique latine comme l'une des réserves de pétrole les plus importantes, sinon la plus importante du monde.

Remontons maintenant vers le Mexique qui, après avoir occupé, pendant plusieurs années, le deuxième rang dans la hiérarchie des pays producteurs de pétrole, a reculé jusqu'au septième.

Les principaux gisements mexicains, comme le montre la figure 5, sont situés non loin de la côte du golfe du Mexique, entre les ports de Tuxpan et de Tampico. Ils se répartissent en *champs du Nord* ou de Panuco, voisins de Tampico, et *champs du Sud*, voisins de Tuxpan.

En général, les gisements mexicains présentent deux graves inconvénients. Ils fournissent un pétrole lourd s'émulsionnant facilement avec l'eau et, par surcroît, ils sont facilement envahis par les eaux.

Avec son extraction de 4,2 millions de tonnes de pétrole en 1938, le Mexique joue un rôle important dans l'industrie pétrolière mondiale.

En 1938, l'histoire pétrolière du Mexique, si fertile en événements, a pris une

tournure inattendue avec la décision du président Cardenas d'exproprier dix-sept des plus importantes sociétés. Un conflit du travail, demeuré en suspens durant deux années et dont l'aboutissement semblait être proche en comportant une solution équitable, s'est dénoué en une dépossession dont les compagnies ont contesté le bien-fondé, au regard même de la loi mexicaine. La procédure consécutive engagée devant la Cour suprême est longue et aléatoire ; elle sera probablement inefficace. Les gouvernements auxquels ressortissent les entreprises lésées : anglais, américain, hollandais, français, ont pris fait et cause pour celles-ci ; des représentations réitérées ont été faites à Mexico, sans amener aucun changement dans l'attitude du gou-

vernement, dont la thèse peut se résumer ainsi : les autorités n'ont pas dépassé leur droit en agissant comme elles l'ont fait ; les exploitants seront indemnisés dans un délai raisonnable, dix ans environ.

Cette éviction brutale n'a pas été favorable aux intérêts mexicains. En effet, la production pétrolière est tombée, de 1937 à 1938, de 6,89 à 4,27 millions de tonnes. Privée désormais d'une direction technique compétente, de services commerciaux expérimentés, l'industrie pétrolière mexicaine ne peut que continuer à aller à la dérive.

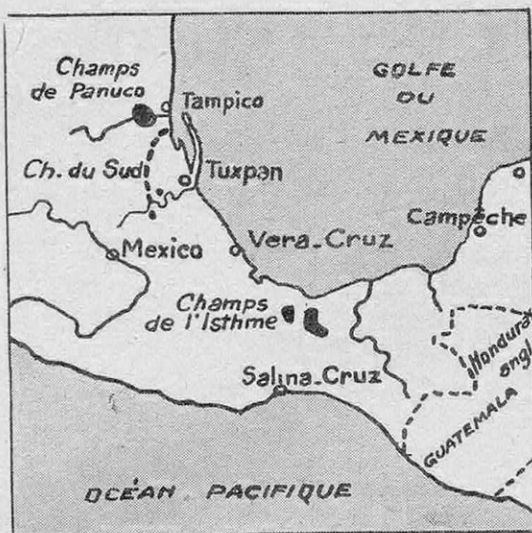


FIG. 5. — LES CHAMPS PÉTROLIFÈRES DU MEXIQUE

Le pétrole produit par le district de Rio Panuco est d'assez médiocre qualité en raison de sa faible teneur en essence. C'est dans la région de Tuxpan que se trouvent les gisements connus de la Mexican Eagle qui fournissent des pétroles de bien meilleure qualité. En 1938, en recourant au troc, l'Italie et surtout l'Allemagne ont acheté beaucoup de pétrole au Mexique.

ses records de production avec 2,5 millions de tonnes. D'autres puits sont en fonçage. Il y aurait même des gisements sous-marins à mettre à fruit ; l'Anglo-Iranian s'en occupe. Tout le pétrole extrait sur place, dans des installations très modernes, capables de produire des essences et des gas oils, se caractérise respectivement par son haut indice d'octane et par son indice de cétène élevé (1).

Le pétrole en Asie

Dans le classement des pays producteurs de pétrole, l'Iran occupe le quatrième rang et les Indes Néerlandaises le cinquième.

De 1912 à 1938, la production de pétrole en Iran est passée de 0,044 à 10 millions de

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 240, page 476.

Développement de l'industrie pétrolière au Canada et à Trinidad

A cause de son essor pétrolier, le Canada mérite une mention spéciale. Sa production, en provenance de l'Alberta, paraît pouvoir dépasser prochainement 1 million de tonnes, ce qui offre un intérêt considérable pour l'économie et la sécurité militaire du Canada. C'est ainsi que le pétrole de l'Alberta serait transporté par pipe-line jusqu'à Vancouver (côte du Pacifique).

D'autre part, Trinidad a battu, en 1938,

tonnes. Avec ses 10 millions de tonnes, l'Iran arrive bien après le Venezuela. Cependant, les possibilités de l'Iran apparaissent considérables. Sur 1 644 000 km², soit environ trois fois la superficie de la France, il y en a 600 000 à peine qui sont soumis à la prospection et à l'extraction du pétrole. Le pétrole iranien est exploité par l'Anglo-Iranian Oil Co., qui le traite à Abadan. C'est l'une des trois plus grandes raffineries du monde. Elle peut soumettre au cracking 42 000 tonnes de pétrole par jour. Sa capacité de stockage atteint près de 900 000 t. Abadan est le grand centre de ravitaillement de l'Amérique en Orient.

En raison des événements de Palestine, on a beaucoup parlé, ces derniers temps, des pipe-lines servant à l'acheminement, vers Haïfa et vers Tripoli, des pétroles du champ de Kirkouk (Irak). L'extraction des pétroles de l'Irak reste subordonnée au débit des pipe-lines, lequel s'élève à 4 millions de tonnes par an. La France est le plus fort acheteur du pétrole de l'Irak. Viennent ensuite l'Angleterre, l'Italie (140 000 t.), la Belgique et l'Espagne.

Les gisements pétroliers de l'Irak se trouvent à la bordure occidentale de l'Iran, comme le montrent les figures 6 et 7.

L'Irak n'a été méthodiquement exploré qu'après les accords internationaux de 1923. Le premier sondage d'exploration a touché le pétrole près de Kirkouk, le 14 octobre 1927, avec une production initiale de 10 000 tonnes par jour. La première cargaison de pétrole de l'Irak, dit aussi de Mossoul, est arrivé au Havre le 15 août 1934.

Les pipe-lines destinées au transport du pétrole à la côte méditerranéenne répondent à un débit annuel d'environ 5 millions de tonnes de pétrole brut.

La production des Indes Néerlandaises, ou îles de la Sonde, a commencé en 1890. Elle est assurée principalement par les gisements de Bornéo, Sumatra et Java, que contrôle la Royal Dutch.

Par leur position géographique et stratégique, les Indes Néerlandaises jouent un rôle particulièrement important au point de vue pétrolier. Leur extraction, en 1938, a atteint

7,3 millions de tonnes, battant leur record antérieur. C'est le fruit de l'activité de six sociétés, notamment de la Royal Dutch, de la Standard, de la Vacuum Oil Co et de l'Anglo-Iranian, laquelle s'exerce principalement à Sumatra, puis à Java-Macdera, dont les parts respectives ressortent à 61,6 et à 14 %. Des possibilités de production semblent se dessiner en Nouvelle-Guinée. Les Indes Néerlandaises n'exportent guère que des pétroles raffinés. Leurs principaux clients sont la Chine, les Indes, l'Australie, le Japon, voire même le Royaume-Uni.

Quant au Japon, on sait l'effort considérable qu'il a fait, depuis plusieurs années, pour subvenir à ses besoins en combustibles liquides. Les champs pétroliers de l'Extrême-Orient

sont, à la vérité, peu considérables.

Les grands centres de transformation et de raffinage du pétrole brut

Jusqu'en 1924, les Etats-Unis participaient pour 72 % environ au ravitaillement des besoins mondiaux en essence. Depuis lors, ce taux n'a cessé de s'amenuiser, pour se réduire à 24 % environ, en 1933. Cependant, l'importance des installations de transformation du pétrole brut aux Etats-Unis n'a cessé de se développer, le nombre total de raffineries y passant, de 1924 à 1938, de 541 à 560 unités. En termes plus précis,



FIG. 6. — LES CHAMPS PÉTROLIFÈRES DE L'IRAN

Les possibilités pétrolières de l'Iran sont immenses, bien qu'un tiers environ de son territoire seulement ait été prospecté. A Abadan, sur le golfe Persique, se trouve une raffinerie capable de traiter près de 45 000 tonnes de pétrole brut par jour.

leur capacité totale de traitement brut par jour a crû de 450 000 à 600 000 tonnes environ. C'est principalement dans le Texas que se rencontrent ces raffineries. Viennent bien après lui, la Californie, l'Oklahoma et la Pensylvanie.

Les raffineries les plus importantes des Etats-Unis sont notamment celles de Port-Arthur (Texas), appartenant à la Gulf Oil Corporation, qui peut traiter plus de 19 000 t de brut par jour (qui possède une unité pour la fabrication de l'isooctane); les raffineries de 18 000 t de capacité journalière, sises à Baytown, de l'Humble Oil Refining et de la Magnolia Petroleum Corporation à Beaumont (Texas), etc. La tendance consiste à réaliser des concentrations d'usines et à mettre en service des unités de cracking capables de traiter 10 000 tonnes de pétrole par jour. En 1939, les raffineries nord-américaines doivent dépenser 200 millions de dollars (9 milliards de francs) pour moderniser leurs installations.

La raffinerie d'Arouba, sise dans une île de la mer des Caraïbes, doit faire face à des difficultés spéciales d'exploitation. Pour toutes les opérations de réfrigération, elle ne dispose que de l'eau de mer, à la température de 30°, de sorte qu'il a fallu aménager des condenseurs spéciaux.

L'usine est approvisionnée en eau douce, amenée de Baltimore par les pétroliers venant chercher la production de la raffinerie.

La capacité de stockage de cette usine atteint actuellement plus de 700 000 tonnes.

Quant à la raffinerie de l'Anglo-Iranian, sa position géographique, à proximité du canal de Suez, et la nécessité d'approvisionner les quelques centaines de stations navales de la marine britannique, qui parsèment l'Océan Indien, ont été pour beaucoup dans le choix de son emplacement à Abadan.

En dépit de l'importance des capitaux

investis par elle dans l'industrie pétrolière, l'Angleterre ne dispose pas sur son territoire de grandes installations de raffinage. Sur les 21 qu'elle compte, il y en a seulement trois, respectivement sises à proximité de Swansea (Pays de Galles), à Grangemouth et à Fowley, près de Southampton, dont la capacité actuelle de traitement soit égale ou supérieure à 150 000 tonnes de pétrole brut par an.

La Russie dispose d'usines de raffinage et de craquage théoriquement capables de traiter 34 millions de tonnes de pétrole brut par an. En réalité, le matériel correspon-

dant est fréquemment démodé ou prématurément usé, car l'industrie du pétrole souffre d'une mauvaise organisation technique, ainsi que d'un manque d'ouvriers et d'ingénieurs spécialisés.

Cette situation défectueuse se répercute sur les exportations russes. Par exemple, pour les huit premiers mois de

l'année 1938, la Russie n'a exporté que 1 million de tonnes, contre 2,7 millions pour la période correspondante de l'année 1934.

Le trafic maritime des pétroles

Dans le trafic maritime, le charbon occupe le premier rang. Il y rentre pour 25 % environ du tonnage total transporté. Viennent ensuite les huiles minérales dont la quote-part s'élève à 16 % environ. Elles sont suivies par les céréales.

La flotte mondiale des bateaux-citernes comprenait, en 1938, un ensemble de 1 420 unités représentant 13,8 millions de tonnes.

On estime qu'elle répond annuellement au transport d'environ 50 millions de tonnes de produits pétroliers.

Près de la moitié du tonnage des tankers ou navires réservés au trafic maritime des pétroles appartient aux grands trusts Standard Oil, Royal Dutch Shell et Anglo-Iranian.

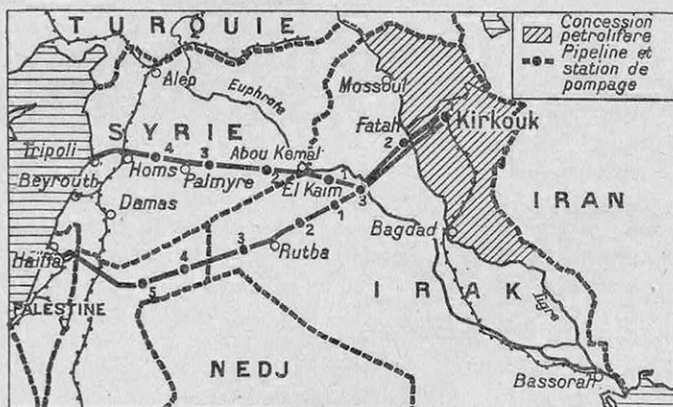


FIG. 7. — LES CHAMPS PÉTROLIFÈRES DE L'IRAK

La production du champ de Kirkouk est limitée par le débit des pipe-lines (4 millions de tonnes par an). La France en reçoit environ 80 %. Une seule raffinerie est actuellement en marche en Irak à 190 kilomètres au nord de Bagdad; une seconde est en construction qui permettra de mieux exploiter les immenses richesses pétrolières de la région.

En effet, ces grands trusts appliquent le principe de l'intégration en ce sens que les problèmes de production, de transport par pipe-lines, de raffinage, de trafic par voie maritime ou par voie ferrée, de distribution s'enchaînent étroitement les uns aux autres. Ceci explique pourquoi, sur le tonnage précité de près de 14 millions de tonnes de tankers, 3,5 millions de tonnes, tout au plus, figurent sur le marché libre. Elles sont principalement représentées par des navires assurant un trafic sous pavillon anglais ou sous pavillon norvégien.

Evidemment, la Royal Dutch et la Standard Oil assurent, au moyen de leurs propres tankers, le ravitaillement en pétrole brut de leurs filiales françaises.

En outre, le ravitaillement de la France en produits pétroliers est assuré, en premier lieu, par son armement national, puis, à titre complémentaire, par des tankers britanniques et par des tankers norvégiens.

Une autre question se pose. Par quelles grandes routes maritimes passe le trafic pétrolier?

Le trafic des pétroles en Méditerranée, à Suez et à Panama

Le bassin méditerranéen représente le plus grand centre de consommation de pétrole transporté par mer; c'est vers lui que convergent les grandes routes maritimes qu'emprunte le trafic des hydrocarbures. Les unes sillonnent l'Atlantique en prenant les Etats-Unis comme point de départ. D'autres prennent naissance dans les ports mexicains du golfe, aux îles de Curaçao et d'Aruba, ou même sur la côte péruvienne, dans l'au delà de Panama. Plusieurs lignes débutent en mer Noire et d'autres, enfin, partent de l'Orient en transitant par le canal de Suez.

Depuis l'année 1927, l'excédent de la production pétrolière méditerranéenne a servi à refouler progressivement les produits extra-méditerranéens, principalement le pétrole américain dont la part avait été prédominante jusqu'alors.

Le mouvement d'élimination des produits pétroliers non méditerranéens s'étend aussi bien au bassin oriental qu'au bassin occidental.

En effet, les fournitures d'hydrocarbures des Etats-Unis à l'Afrique du Nord, qui se montaient à 38 % du total des approvisionnements pétroliers, se sont abaissés, en 1933, à seulement 3 %, soit un déclin de 90 % en quatre ans, avec chute brutale, depuis 1931.

Le recul du pétrole américain, dans le bassin méditerranéen, semble appelé à s'accroître pour les deux raisons que voici (1) :

— La Roumanie développera, elle aussi, ses exportations, particulièrement celles de produits raffinés.

— Le pétrole de l'Irak arrive à Tripoli et à Haïfa par les deux pipe-lines qui partent de Kirkouk et ne tarderont pas à débiter, dans leur ensemble, 4 millions de tonnes de pétrole brut par an. Les raffineries françaises du littoral méditerranéen en traitent déjà une importante quantité.

En moyenne, dans l'ensemble du trafic à travers le canal de Suez, qui s'élève à environ 32,8 millions de tonnes, le pétrole figurait, en 1938, pour 750 000 tonnes dans le courant nord-sud et pour 4,2 millions de tonnes dans le courant sud-nord.

En ce qui concerne le trafic pétrolier à travers le canal de Panama, on remarque que le courant Pacifique-Atlantique correspond, avec un ordre de grandeur très voisin, à celui qui s'établit dans le canal de Suez d'après la direction sud-nord. Identiquement, le trafic Atlantique-Pacifique sur la route de Panama est sensiblement le même que celui qui transite à travers le canal de Suez, en direction nord-sud.

Autrement dit, au canal de Panama, le trafic pétrolier ressort à quelque 5,4 millions de tonnes en direction Pacifique-Atlantique, tandis qu'il se limite à 0,6 millions de tonnes, selon le courant Atlantique-Pacifique.

Au cours de ces dix dernières années, on n'a pas enregistré de variations notables à Panama, selon le courant Atlantique-Pacifique. Par contre, le trafic, d'après le sens Pacifique-Atlantique, s'est élevé jusqu'à 9,1 millions de tonnes en 1923, pour tomber jusqu'à 3,1 millions de tonnes en 1932. Depuis lors, il s'est relevé jusqu'à 5,4 millions de tonnes.

Ces variations ne sont nullement représentatives de l'évolution du commerce mondial. Elles proviennent de l'intensité plus ou moins grande des expéditions de la Californie vers la côte est des Etats-Unis.

En 1924, l'installation de raffineries sur la côte ouest des Etats-Unis contribua grandement à la diminution du trafic du pétrole entre les deux côtes; mais, en 1932, l'établissement de charges fiscales amena, à nouveau, la Californie à expédier ses produits pétroliers vers la côte est des Etats-Unis.

(1) Ces prévisions étaient encore valables en août 1939. Elles se modifieront évidemment pendant et après la guerre.

La capacité journalière de l'industrie mondiale du raffinage atteint le chiffre considérable de 960 000 tonnes.

Les Etats-Unis viennent de beaucoup en tête, avec plus de 60 % de l'ensemble. Ils sont suivis par l'Europe, l'Amérique du Sud, l'Amérique du Nord et, finalement, l'Asie.

La valeur totale de ces entreprises de raffinage est considérable. On l'estime à 90 milliards de francs sur la base d'investissements se montant à 250 francs par tonne de pétrole brut susceptible d'être traité annuellement.

Dans l'ensemble, d'ailleurs, si l'on fait intervenir, en sus des concessions aménagées, les pipelines, les raffineries, les flottes de bateaux-citernes ou tankers, les réservoirs, les capitaux investis dans l'industrie pétrolière américaine sont de l'ordre de 300 milliards de francs. Pour le monde entier, ils s'élèvent approximativement à 500 milliards de francs.

Toutes ces données permettent de comprendre le rôle considérable joué par le pétrole et ses dérivés dans l'économie du monde moderne.

Les besoins en produits pétroliers pour la guerre de 1939

Des données numériques, empruntées à des écrivains militaires allemands et autrichiens, fournissent les bases de ces prévisions. Pendant la guerre 1914-1918, les Français avaient, pour 2 millions et demi d'hommes, 100 000 camions ; les Anglais, 1 camion pour 24 hommes. Aux manœuvres françaises de 1933, on compta 1 moteur pour 10 hommes. L'auteur allemand Steinberger prévoit, dans la *Deutsche Wehr* du 16 janvier 1936, 1 camion pour 33 hommes. Un spécialiste autrichien, M. Th. Possony, en réclame 1 par douzaine d'hommes. Mais,

c'est une hypothèse purement schématique, car, pour simplifier, il englobe dans la même rubrique : autos, motocyclettes, camions du front et de l'arrière; il compte 1 moteur par canon, 3 moteurs par canon de D. C. A., de même que pour chaque projecteur et écouteur.

Ces auteurs ont envisagé deux cas principaux : 1° celui de la défensive sur terre et de l'offensive dans l'air ; 2° celui de l'offensive sur terre, menée par une puissance armée cuirassée et aérienne. Il faudrait,



FIG. 8. — LES CHAMPS PÉTROLIFÈRES POLONAIS ET ALLEMANDS

Les pétroles allemands ne sont que de médiocre qualité en raison de leur teneur élevée en paraffine et en composés asphaltiques. En 1938, l'Allemagne, l'Autriche et la Tchécoslovaquie ont fourni 638 000 tonnes ; la Pologne en a extrait 507 000. En 1936, Hitler annonçait qu'en 1938 le Reich assurerait ses besoins en carburants, estimés à 4,5 millions de tonnes. Tout au plus en a-t-il obtenu (benzol et carburants de synthèse inclus) 2,5 millions de tonnes.

pour chaque grand pays belligérant, suivant le premier type de guerre : 400 000 camions (y compris les tracteurs) et, dans le second, 835 000. A la suite de calculs envisageant, par exemple, une puissance moyenne de 75 chevaux par moteur et six heures de marche par jour et par camion, M. Possony aboutit à un total général de consommation annuelle de carburants de 30 à 40 millions de tonnes (y compris le graissage), sans compter ceux de la flotte, pour laquelle M. Steinberger cite le chiffre de 500 000 à 600 000 tonnes par an, pour 2 millions de tonnes de jauge, ce qui porterait les besoins de la flotte de commerce britannique à 15 ou 20 millions de tonnes, ceux de la marine de guerre, à 12 millions.

Au mois de mai 1939, au cours d'une conférence, le général Serrigny exposait comme suit ses prévisions au sujet de la façon dont ces immenses besoins pourraient être plus ou moins satisfaits, en ce qui concerne notre ravitaillement national :

« Si la mobilisation était décrétée demain, on trouverait partout dans le monde, sauf en Pologne et peut-être en Roumanie, une réserve de brut qui pourrait, en peu de temps, être extraite sans nécessiter de nouvelles installations. Ce brut supplémentaire serait facilement traité par les raffineries qui sont, surtout en Amérique, équipées pour une production supérieure à leur rendement actuel ; mais, au bout de trois ou quatre mois, le tableau changerait ; ces réserves seraient épuisées et les sociétés ne pourraient poursuivre leur production à la même cadence qu'à condition d'avoir préparé à l'avance leur extraction, emmagasiné le matériel de complément voulu, fait en quelque sorte un plan de mobilisation fondé sur des contrats passés dès le temps de paix avec les intéressés. Sur le plan où nous sommes, la mobilisation dépasse largement les frontières. »

D'ici ce délai de quatre mois environ, interviendra, selon toute vraisemblance, le ravitaillement américain avec ses inépuisables ressources et moyens de traitement, dont les plus perfectionnés ont pour objet la préparation de supercarburants.

La production pétrolière de l'Allemagne

L'Allemagne a développé un effort intense pour assurer son autonomie pétrolière par la recherche du pétrole dans son sol et par la préparation synthétique de carburants. En ce qui concerne cette dernière, le Reich ne semble pas en mesure de produire actuellement plus de 3 millions de tonnes d'essence et de gas oil, selon les méthodes qui ont été décrites antérieurement dans *La Science et la Vie* (1).

Relativement à la recherche du pétrole dans le sous-sol allemand, elle n'a fourni, malgré l'activité et l'habileté des travaux entrepris, que de très médiocres résultats. Comme le montre la figure 8, le Reich a posé des sondes principalement dans le Hanovre et la Thuringe. Elles sont capables de donner tout au plus 400 000 tonnes par an d'un pétrole de mauvaise qualité en raison de sa faible teneur en essence (à peine 4 %) et de sa richesse en asphaltes. De son côté, l'Autriche peut fournir au maxi-

mum 350 000 tonnes de pétrole brut par an.

Sans l'appoint de pétroles étrangers, le Reich ne peut, même en temps de paix, assurer son autonomie en matière de carburants.

La préparation de carburants de synthèse dans l'industrie pétrolière américaine

Jusqu'à ces dernières années, à cause de ses prix de revient trop élevés, la technique des carburants de synthèse ne pouvait concurrencer le pétrole naturel, mais, chaque jour, elle marque de nouveaux et importants progrès. Fait certain, elle a permis d'améliorer, par la qualité des produits obtenus et par le rendement, les conditions de travail inhérentes jusqu'à ces deux ou trois dernières années à l'industrie du pétrole. Il suffit, pour le moment, de citer le cracking catalytique, les réactions de polymérisation, d'isomérisation et d'alkylation, qui permettent de transformer les gaz de cracking en carburants convenant spécialement pour l'aviation, à cause de leur pouvoir indétonant très élevé ; ceci permet d'accroître la vitesse de décollage, le rendement, le rayon d'action et la sécurité même des avions modernes.

Pour juger de l'importance de ces progrès, en restant seulement sur le plan économique, il suffit d'indiquer que l'industrie du pétrole aux États-Unis produit annuellement quelque 50 milliards de mètres cubes de gaz de cracking, qu'on utilisait dans des conditions inférieures ou qu'on laissait même se perdre, quelquefois. Or, chaque mètre cube de ces gaz permet, aujourd'hui, à l'industrie pétrolière américaine, d'obtenir jusqu'à un demi-litre d'essence à 81 d'indice d'octane. Sur la base de cette précieuse découverte, due aux travaux d'Ipatieff, en particulier, on conçoit que de nouvelles usines s'édifient en toute célérité aux États-Unis pour transformer ces gaz en essence de haute qualité. Les investissements correspondants seront de l'ordre de 2 milliards de francs pour cette année 1939.

Les deux grands pays démocratiques, États-Unis et Angleterre, possèdent ou contrôlent plus de 80 % de la production mondiale de pétrole brut, laquelle s'est élevée à 270 millions de tonnes en 1938. « Qui possède le pétrole, possède le monde », non pas certes pour dominer et asservir le monde, mais pour que chacun y vive, travaille et pense en paix.

CH. BERTHELOT.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 253, page 3.

LES EFFETS PHYSIOLOGIQUES DES VOLS A GRANDE VITESSE

LES performances réalisées par les avions modernes soumettent les aviateurs à des épreuves physiques de plus en plus pénibles pouvant donner lieu à six variétés de troubles physiologiques (1) : mal des décompressions au cours de montées rapides, mal du séjour aux hautes altitudes par suite de la raréfaction de l'oxygène, mal des recompressions (notamment pendant les descentes en piqué), mal de l'air (analogue au mal de mer), intoxication par les carburants, les lubrifiants et les produits de combustion des moteurs, mal des accélérations.

Au mal des décompressions et du séjour aux hautes altitudes, l'inhalateur d'oxygène a apporté depuis longtemps un remède efficace à condition toutefois qu'il soit rationnellement utilisé (mise en service dès le départ par les aviateurs qui doivent dépasser rapidement 5 000 m et réglage du débit au fur et à mesure de l'ascension). Quant au danger des recompressions, il semble qu'il ait été exagéré, ainsi que l'ont prouvé les expériences effectuées dans les caissons pneumatiques (2). Contre le mal de l'air, il

(1) Bruzelle-Médical. Conférence du lieutenant-colonel médecin, Ch. Sillevaerts.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 187, page 15.

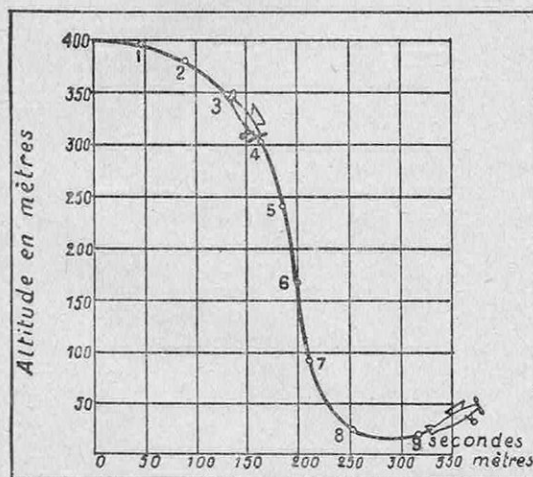


FIG 1. — TRAJECTOIRE D'UN AVION EFFECTUANT UN « PIQUÉ » ET UN REDRESSEMENT BRUSQUE (« RESSOURCE »)

Partant au temps zéro de 400 m d'altitude, l'avion commence son redressement à la 7^e seconde. On voit sur la figure 2 les diverses accélérations auxquelles il est soumis.

existe certains remèdes présentant une efficacité certaine. Toutefois, il est plus prudent de choisir un personnel navigant insensible à ce phénomène.

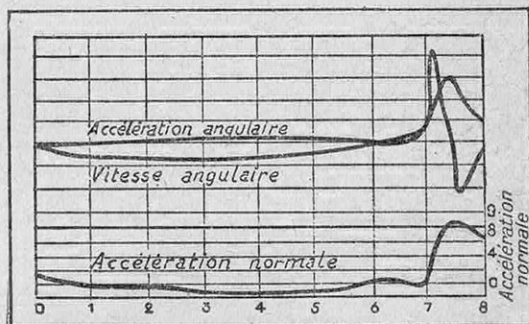


FIG. 2. — ACCÉLÉRATIONS AUQUELLES L'AVION ET SON PILOTE SONT SOUMIS AU COURS D'UN « PIQUÉ » SUIVI D'UNE « RESSOURCE »

L'accélération angulaire correspond aux virages, dans le plan vertical, qu'effectue l'avion au début du « piqué » et pendant le redressement. L'accélération normale due à la force centrifuge et à la pesanteur est celle éprouvée par le pilote. Elle dépasse 8 g (g accélération due à la pesanteur) entre la 7^e et la 8^e seconde.

Les dangers des grandes accélérations

Les dangers dus aux accélérations atteintes par les avions modernes apparaissent plus redoutables notamment pour les pilotes d'appareils de chasse à qui le combat impose de véritables acrobaties : montées et descentes brusques, virages à court rayon, etc. Ces pilotes accusent souvent, en effet, des phénomènes physiologiques allant de l'obscurcissement de la vue à la perte de la sensation de l'horizon et de la conscience, aux nausées, aux vomissements. Ces troubles ont fait l'objet d'études rationnelles depuis trois ou quatre ans, c'est-à-dire depuis que les avions commerciaux atteignent des vitesses moyennes de 350 km/h et les avions militaires, 450 km/h ou plus.

On peut distinguer les effets des accélérations linéaires, positives ou négatives (démarrages rapides, atterrissages brusques) et ceux des accélérations centrifuges (virages à court rayon). Les premières ne provoquent guère d'accidents graves, car elles ne dépassent pas quatre à cinq fois l'accélération de la pesanteur ($g = 981 \text{ cm/s}^2$), même dans le cas du catapultage d'un avion. Pour les ralentissements, la décélération

est d'environ 0,3 g. Elle atteint 4 à 5 g pour les parachutistes au moment où l'appareil se déploie, mais son action est de très courte durée.

Les accélérations centrifuges ont les conséquences autrement importantes que nous avons signalées plus haut. Si elles prennent naissance, évidemment, dans les virages dans un plan horizontal, elles se manifestent également dans les « sorties de piqués » — qui ne sont que des virages dans le plan vertical — et dans toutes les acrobaties. Ainsi, dans un virage de 200 m de rayon pris à 575 km/h, la force centrifuge, se combinant avec la pesanteur, donne une résultante qui applique un pilote de 70 kg sur son siège avec une force de 896 kg, soit 12,8 fois son poids normal. Son action sur l'organisme s'exerce, suivant la position de l'avion et le mouvement exécuté, soit de la tête vers le bassin (virages et ressources), soit en sens inverse (amorce rapide d'un piqué). Dans ce cas, le pilote éprouve une sensation d'oppression, sa vision se colore en rouge. Le sang afflue à la tête qui devient très douloureuse.

Il va de soi que tous les pilotes ne sont pas affectés de la même façon par ces diverses accélérations. Il est difficile de les distinguer dans la pratique ; au cours d'un vol, elles se produisent toutes et on n'en observe que l'effet résultant, variable d'ailleurs avec la durée du vol. Ainsi, tandis qu'un vol de plusieurs heures accroît le nombre de pulsations sanguines de 65 % et entraîne une diminution de la pression du sang, par contre, un vol de 20 minutes seulement provoque un accroissement de cette pression.

A quoi sont dus les troubles physiologiques constatés ?

La période des études est encore loin d'être close. Cependant, il est démontré que le système cardio-vasculaire réagit plus particulièrement aux effets des accélérations supérieures à 4 ou 5 fois l'accélération de la pesanteur. La force centrifuge tend, en effet, à chasser le sang vers la partie du corps située à l'extérieur du virage. Lorsqu'un pilote est appliqué sur son siège, la pression sanguine dans l'aorte, normalement égale à celle exercée par une colonne d'eau de 200 mm, diminue et n'équilibre plus la pression du sang dans le cerveau (160 mm d'eau). De cette insuffisance de la pression aortique découle une anémie de la tête, d'où obscurcissement de la vue et perte de la conscience. Ceci explique pourquoi les hommes de petite taille supportent mieux les accélérations centrifuges que ceux de grande taille et que la position du pilote, ramassé sur lui-même, constitue un remède efficace aux troubles constatés.

La défense de l'organisme

Il serait faux, cependant, d'assimiler les vaisseaux sanguins à un réseau de tuyaux

de diamètre constant. Certains mécanismes compensateurs tendent, en effet, à s'opposer aux effets de la force centrifuge. Si, par exemple, le sang est chassé vers la partie inférieure du corps, un complexe de muscles intervient pour contracter les artères. Plus importants sont encore les réflexes régulateurs de la pression sanguine, car les artères ne réagissent que 8 secondes après le début de l'accélération. Lorsque la pression aortique décroît, ces réflexes accélèrent les mouvements du cœur en vue d'augmenter la pression sanguine dans la partie supérieure du corps.

Toutefois, si l'accélération subie dure plus de quelques secondes, ces mécanismes compensateurs sont insuffisants ; le sang obstrue les vaisseaux inférieurs et c'est la mort. D'ailleurs, leur action ne permet pas d'expliquer l'adaptation des pilotes aux accélérations après une période d'exercices. Il semble qu'il faille tenir compte également de l'inertie du sang et des propriétés élastiques des vaisseaux et des tissus. Cependant, une expérimentation tentée sur des mammifères placés dans une centrifugeuse spéciale n'a fait que confirmer l'action de l'accélération centrifuge sur la pression sanguine.

D'autres malaises, tels que douleurs intestinales, nausées, sont également ressentis pendant les vols acrobatiques. On les explique par une irritation des terminaisons nerveuses du colon qui provoquerait des réflexes de la moelle épinière.

Aucune théorie générale ne peut donc être encore établie.

Ce qui est certain, c'est que l'entraînement joue un grand rôle et permet aux pilotes de supporter sans fatigue de longs vols acrobatiques. Les intéressés cherchent d'ailleurs à combattre eux-mêmes le mal. Les uns arrêtent leur respiration, se compriment le ventre ; d'autres estiment que de crier très fort évite l'anémie rétinienne et l'obscurcissement de la vision. On a imaginé aussi des ceintures pneumatiques reliées à un coussin, également pneumatique, sur lequel s'assied le pilote. L'accroissement apparent de poids de ce dernier chasse l'air du coussin vers la ceinture qui comprime l'abdomen. Mais, d'une part, la pression obtenue apparaît trop faible et, d'autre part, un siège trop mou enlève au pilote le sens de la position de l'avion dans l'espace.

Les études des effets physiologiques des accélérations doivent donc être poursuivies si l'on veut que le progrès mécanique ne soit pas entravé par le manque de résistance du corps humain. Des centres d'entraînement spéciaux, véritables « accélérodromes », pourraient être fort utiles à cet égard comme à celui de l'adaptation de l'organisme.

J. M.

VERS L'AVION PROPULSÉ PAR RÉACTION

Par Victor DAVREY

La solution classique, universellement adoptée pour la propulsion des avions, consiste à utiliser un groupe motopropulseur composé d'un moteur (à explosions ou à huile lourde) et d'une hélice. Les possibilités d'un avion ainsi équipé sont limitées du point de vue vitesse. Le rendement du groupe motopropulseur baisse en effet rapidement lorsque la vitesse dépasse une certaine valeur, de l'ordre de 550 km/h pour les appareils actuels, par suite de la diminution du rendement propre de l'hélice qui, de 75 à 80 % à 550 km/h, tombe à 42 % environ à 1 080 km/h. Cette dernière vitesse doit d'ailleurs être considérée comme le maximum réalisable avec le système classique. Mais la propulsion des avions peut également être assurée par réaction, en faisant échapper à grande vitesse vers l'arrière un fluide quelconque, par exemple les gaz provenant de la combustion de la poudre, de l'essence, de l'alcool ou de tout autre combustible. Un tel propulseur présente sur l'hélice l'avantage de ne pas être limité par la valeur absolue de la vitesse de l'avion et de pouvoir être réalisé à l'aide d'engins d'une construction infiniment plus simple qu'un moteur d'aviation moderne. Par contre, son rendement ne devient égal et supérieur à celui du système classique que pour des vitesses de vol très élevées, à partir de 800 km/h environ. Certains avions de chasse ont bien atteint des vitesses de cet ordre en piqué, et les Américains annoncent même, dans de semblables conditions de vol, des vitesses de 925 km/h, voire 1 078 km/h. Bien que le record de vitesse en vol horizontal soit actuellement de 755 km/h (1), les avions de chasse en service dépassent encore rarement 550 km/h. Les progrès de l'avion, surtout dans le domaine de la vitesse, sont intimement liés à ceux de son groupe motopropulseur et, à cet égard, les résultats obtenus d'ores et déjà par les propulseurs à réaction permettent d'envisager dans un avenir relativement proche de nouvelles et sensationnelles performances.

L semble que le premier vol d'un avion piloté propulsé par réaction fut effectué le 11 juin 1928 par le chef pilote Friedrich Stamer, de la Société Rhön-Rossitten.

L'avion utilisé était un planeur « Ente » de l'Institut des Recherches R. R. G., équipé de deux fusées à poudre noire développant chacune une poussée de 20 kg et susceptibles d'être allumées électriquement l'une après l'autre.

Le lancement fut assuré, comme d'habitude, à l'aide d'un câble en caoutchouc, aidé par une des fusées. Après l'extinction de cette première fusée, le pilote alluma la seconde; le parcours total, de 1 300 à 1 500 m, dura entre 60 et 80 secondes.

Au cours du vol suivant, la première fusée allumée explosa après une à deux secondes de fonctionnement et incendia le planeur; le pilote réussit à atterrir, mais, à la suite de cet incident, les essais furent interrompus.

Un autre vol fut exécuté par Espenlaub, le 22 octobre 1929, à bord d'un avion-remorque muni de deux fusées Sander d'un calibre de 50 mm, développant chacune une poussée de 200 kg pendant 2,25 secondes. Le

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 266, page 99.

décollage fut réalisé en faisant remorquer le planeur par un avion à moteur; à 20 m de hauteur, le câble fut détaché et le pilote alluma la première fusée, qui fit parcourir au planeur une distance de 300 m environ; la seconde fusée refusant de s'allumer, le pilote fut obligé d'atterrir.

Ces essais ont donc démontré la possibilité pratique d'assurer la propulsion d'un avion par réaction et ont mis en même temps en évidence certains inconvénients de l'emploi des fusées à poudre noire, tels que faible durée de fonctionnement, danger d'explosion, etc.

Les fusées à poudre noire

La figure 1 montre, à titre d'exemple, la coupe longitudinale d'une fusée à poudre noire; il s'agit en l'espèce d'une ancienne fusée anglaise lance-amarres.

La poudre noire est comprimée à l'intérieur du corps de la fusée et comporte une âme centrale conique, constituant la surface d'allumage. Grâce à cet artifice, on augmente d'une façon très sensible la surface de combustion de la poudre qui, en l'absence d'âme centrale, a seulement pour valeur la section normale du chargement.

Dans les fusées à poudre noire courante, à corps en carton, le rapport de deux surfaces est égal à 30 ou 40.

La valeur de la surface de combustion exerce une grande influence sur la force de poussée développée par la fusée, car le débit des gaz brûlés est proportionnel à cette surface. La force de poussée est égale au produit de la masse de gaz brûlés débitée en une seconde par la fusée par la vitesse d'échappement de ces gaz.

Dans le cas des fusées d'artifice ordinaires, on compte généralement sur un tiers de kilogramme de poussée par cm^2 de surface de combustion.

L'explosion des fusées à poudre noire est généralement due à la formation de fissures

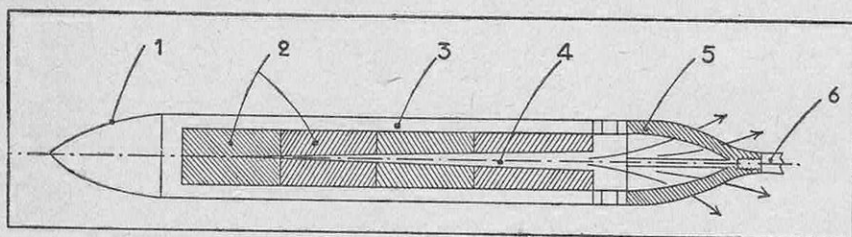


FIG. 1. — COUPE D'UNE FUSÉE LANCE-AMARRES A POUFRE NOIRE

1, capuchon ; 2, charge propulsive ; 3, paroi ; 4, âme ; 5, fourche ; 6, tige de stabilisation et d'entraînement.

dans la charge de poudre ; ces fissures augmentent brusquement la surface de combustion, donc le débit et la pression de combustion (puisque la section d'échappement ne change pas), qui peut alors entraîner la rupture du corps de fusée.

Pour des calibres supérieurs à 40 mm, il convient de remplacer le carton par une enveloppe métallique. Il semble que la meilleure formule consiste à confectionner le corps de fusée en alliage d'aluminium et à le garnir éventuellement d'une couche d'isolant thermique.

La vitesse d'échappement des gaz brûlés

Les fusées modernes avec corps en alliage d'aluminium permettent d'atteindre une vitesse d'échappement de gaz brûlés de l'ordre de 1 200 m/s.

La vitesse d'échappement dépend de l'énergie contenue par kilogramme de chargement et du rendement thermique de la fusée (1).

(1) La vitesse d'échappement V peut être calculée d'après la formule :

$$V = 91,5 \sqrt{\gamma_{th} Q}$$

où V est exprimé en mètres par seconde, Q (pouvoir calorifique) en cal/kg de gaz brûlés et où γ_{th} est le rendement thermique de l'engin.

L'énergie spécifique du chargement n'est autre que la chaleur dégagée par la combustion de 1 kg de celui-ci ; quant au rendement thermique, défini comme le rapport de l'énergie cinétique des gaz d'échappement à l'énergie contenue dans le chargement ayant engendré les gaz, il dépend essentiellement du taux de détente, c'est-à-dire de la pression de combustion.

Dans le cas de la poudre noire, le pouvoir calorifique est égal à 685 cal/kg, de sorte que la vitesse d'échappement de 1 200 m/s correspond à un rendement thermique relativement modeste de 25 %, la vitesse théorique, en supposant le rendement égal à 1, étant égale à 2 390 m/s.

Avec les poudres colloïdales ou sans fumée, accusant un pouvoir calorifique compris entre 900 et 1 000 cal/kg, la vitesse théorique serait de 2 750 à 2 890 m/s. Les poudres riches en nitroglycérine (40 %) donnent un pouvoir calorifique de 1 290 cal/kg et une vitesse théorique de 3 290 m/s.

La nitroglycérine pure accuse 1 580 cal/kg et 3 600 m/s.

On trouve des pouvoirs calorifiques nettement supérieurs encore avec les hydrocarbures et l'hydrogène : c'est ainsi que la combinaison essence-oxygène dégage 2 580 cal par kilogramme de gaz brûlés, ce qui correspond à une vitesse théorique de 4 650 m/s.

La combinaison hydrogène-oxygène donne respectivement 3 800 cal/kg et 5 640 m/s.

La combinaison hydrogène-ozone donne même 4 500 cal/kg et 6 140 m/s.

Il convient de remarquer que toutes les valeurs indiquées ci-dessus pour les vitesses d'échappement ne peuvent jamais être atteintes en pratique, d'une part à cause du rendement thermique qui reste généralement inférieur à 50 %, d'autre part parce que, à partir de 2 200° C, la dissociation des molécules de vapeur d'eau commence à se faire sentir. Elle s'accompagne d'une absorption d'énergie.

Nous avons vu qu'avec la poudre noire on ne dépasse guère 1 200 m/s.

Le professeur Goddard a obtenu, avec une poudre sans fumée accusant 972,5 cal/kg, une vitesse d'échappement de 2 290 m/s

contre une vitesse théorique de 3 220 m/s.

Avec l'hydrogène et l'oxygène, le professeur Oberth a obtenu 3 900 m/s (contre 5 640 m/s théoriquement possibles).

En fournissant à la fusée un excès d'hydrogène, on parvient à abaisser la température de combustion et, par conséquent, à diminuer la dissociation de la vapeur d'eau. Il en résulte une augmentation de la vitesse d'échappement malgré la diminution de l'énergie spécifique du mélange.

C'est ainsi qu'avec 200 % d'excès d'hydrogène, G. Pirquet a obtenu, avec une température de combustion de 2 600° C, seulement une vitesse d'échappement de 4 300 m/s.

Ces vitesses élevées furent réalisées avec des tuyères convergentes-divergentes convenablement choisies.

Les fusées à chargement liquide

Du point de vue des applications de la propulsion par réaction dans l'aviation, il semble que les fusées à chargement solide ou liquide, contenant en même temps le combustible et le comburant, ne soient envisagées actuellement que comme moyens accessoires, et non pour le vol proprement dit.

C'est ainsi que M. Elman B. Meyers, de Montréal, vient d'établir le projet d'un propulseur à réaction destiné à faciliter le décollage des avions.

L'engin doit peser 71,5 kg et mesurer 91 cm de longueur; la tuyère évasée aura un col de 76,2 mm de diamètre et une sortie de 101,5 mm; l'épaisseur des parois sera de 25 mm environ; la chambre de combustion en acier inoxydable aura une capacité de 1 540 cm³.

Ce propulseur doit fonctionner d'après le cycle à explosions. Le combustible et le comburant, dont la nature est pour le moment tenue secrète, seront introduits à l'état liquide sous faible pression dans la chambre de combustion pendant l'intervalle de temps qui sépare deux explosions, à l'aide de pompes du type commercial entraînées par des électro-aimants.

Le débit de la pompe sera de 45,4 litres/h et la poussée développée par l'engin, de 450 à 680 kg. La pression maximum d'explosion sera de 2 450 kg/cm² et cette valeur élevée permettra sans doute d'obtenir un bon rendement thermique, bien que les

variations de pression à l'amont de la tuyère constituent un facteur particulièrement défavorable. On escompte une température maximum de 3 000° C, le refroidissement de la chambre étant assuré par de l'eau contenue dans une chemise soudée. Avec un revêtement en stellite (1), l'inventeur estime que cet engin pourrait fonctionner huit heures sans arrêt.

Pour donner une idée de la manière dont fonctionne une fusée à chargement liquide, nous avons reproduit, figure 2, la fusée du professeur Oberth.

Cet engin est prévu pour être lancé dans l'atmosphère et peut être utilisé, par

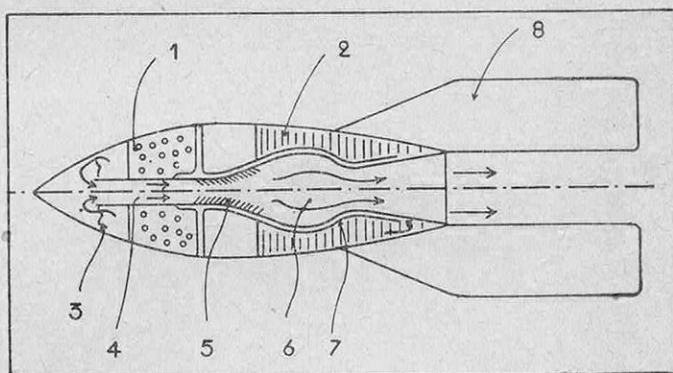


FIG. 2. — COUPE DU PROPULSEUR OBERTH A COMBUSTIBLE ET CARBURANT LIQUIDES

1, oxygène liquide (comburant); 2, alcool (carburant); 3, masque; 4, chambre de précombustion; 5, injection d'alcool; 6, chambre de combustion; 7, conduite de refoulement d'alcool; 8, empennage de la fusée.

exemple, pour des sondages météorologiques.

Le combustible est constitué par de l'alcool et le comburant par l'oxygène liquide. Pour faire fonctionner la fusée, on introduit un peu d'alcool dans l'oxygène liquide et on allume d'une façon quelconque. Les bulles de gaz brûlés facilitent la vaporisation de l'oxygène; les gaz brûlés, riches en oxygène gazeux, pénètrent dans le tube de précombustion et reçoivent un peu plus loin des jets d'alcool finement pulvérisé; la combustion complète s'opère dans la chambre et les gaz brûlés s'échappent par la tuyère. L'injection de l'alcool se fait, sous l'effet d'une pression exercée d'une

(1) Le stellite est un composé métallique contenant, en poids, 65 % de cobalt, 27 % de chrome, 4 % de tungstène, 1,25 % de carbone et 2,75 % de silicium. Il accuse une dureté considérable et un point de fusion de 1 276° C. Il résiste bien à l'usure et à l'oxydation et est très employé à chaud pour la fabrication des sièges de soupapes rapportés, des moteurs à explosion très poussés.

façon quelconque, au-dessus du niveau du combustible, celui-ci étant chassé par le tube représenté sur la figure; on choisit cette pression de façon à maintenir la proportion convenable de combustible et de comburant.

Les Américains ont essayé, au mois de décembre 1938, à poste fixe, une fusée à l'alcool comportant une chambre de combustion de 50,7 mm de diamètre et de 153 mm de longueur, munie en bout d'une tuyère convergente-divergente de 38,1 mm de longueur, de 15,8 mm de diamètre au col et de 25,4 mm à la sortie. La chambre et la tuyère étaient refroidies par le combustible lui-même. Le comburant était de l'oxygène

154 g/sec; la vitesse d'échappement des gaz brûlés était de 2 100 m/s, ce qui correspondait à un rendement thermique de 40 %. L'examen de l'engin, après l'essai, montra qu'il se trouvait en bon état, sauf un peu de fusion et d'érosion à 25 mm environ des orifices d'injection.

Il est à noter que la proportion de l'oxygène et de l'alcool correspondait à un excès d'oxygène de 95 % permettant de limiter la température de combustion.

L'utilisation de l'air atmosphérique comme comburant

Pour la propulsion des avions en vol normal, on n'envisage actuellement que

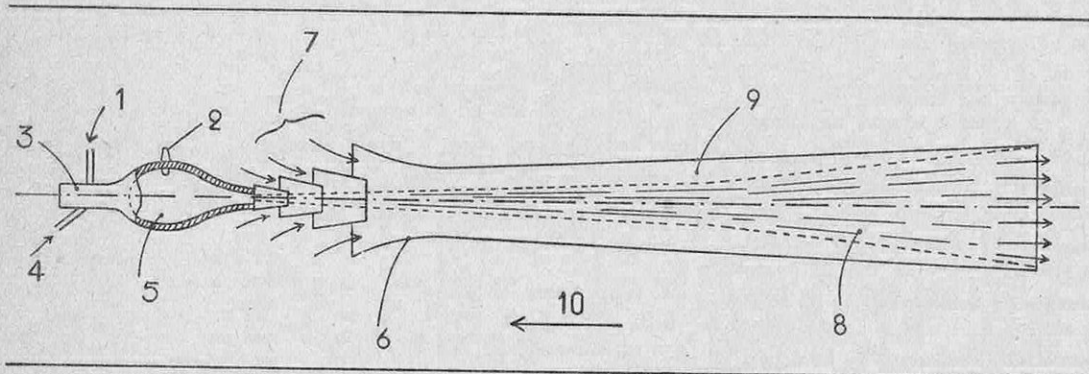


FIG. 3. — COUPE DU PROPULSEUR MÉLOT UTILISANT L'AIR ATMOSPHÉRIQUE COMME COMBURANT
1, arrivée d'air comprimé; 2, bougie de démarrage; 3, brûleur; 4, arrivée de combustible; 5, chambre de combustion; 6, tuyère principale; 7, tuyères d'aspiration; 8, sortie des gaz brûlés; 9, air atmosphérique; 10, sens de la poussée.

liquide. L'entrée de l'alcool et de l'oxygène se faisait latéralement par deux orifices séparés et calibrés.

Le débit était assuré par la pression exercée par un gaz inerte, en l'espèce de l'azote, que l'on faisait pénétrer dans les réservoirs d'alcool et d'oxygène liquide. Ces pressions étaient réglables séparément pour chaque réservoir, afin de pouvoir proportionner convenablement les quantités de combustible et de comburant; celles-ci étaient, de plus, contrôlées par des soupapes à réglage pneumatique avant de pénétrer dans la chambre de combustion.

Voici les résultats de cet essai: pendant le fonctionnement de la fusée, qui dura 13,5 sec, on enregistra une poussée uniforme de 40,8 kg. La consommation totale de l'alcool fut de 2,04 kg et celle de l'oxygène, de 2,95 kg. Pendant la durée de fonctionnement stable (après l'établissement de la poussée constante de 40,8 kg) le débit d'alcool était de 38,1 g/sec, celui d'oxygène, de

les fusées à combustible liquide utilisant comme comburant l'air pris dans l'atmosphère environnante, avec ou sans compression préalable.

En 1920, M. Mélot breveta un propulseur représenté schématiquement figure 3. L'air comburant pénètre dans la chambre de combustion, soit directement sous l'effet de la vitesse de l'avion (disposition non représentée sur le tracé), soit après compression dans un compresseur quelconque; la compression préalable permet évidemment d'améliorer le rendement thermique de la fusée, tel que nous l'avons défini précédemment (1).

Pour accroître davantage le rendement global, c'est-à-dire le rapport de la puissance utile fournie par la fusée (égale au produit de la poussée par la vitesse de l'avion) à la chaleur dégagée par le combustible par

(1) En effet, en augmentant la pression d'air comburant, on augmente la pression des gaz brûlés et, par conséquent, le taux de détente dans la tuyère: or la vitesse d'échappement croît avec l'augmentation de ce taux de détente.

seconde, Mélot chercha à réduire la vitesse d'échappement en admettant de l'air secondaire par les tuyères latérales.

Afin de comprendre l'avantage possible que présente ce procédé, rappelons qu'il faut considérer, à côté du rendement thermique (rapport de l'énergie cinétique des gaz d'échappement à la chaleur dégagée par le combustible qui les a engendrés), le rendement de propulsion qui est le rapport de la puissance utile à l'énergie cinétique des gaz d'échappement débités par seconde. Le produit du rendement de propulsion par le rendement thermique donne le rendement total.

Le rendement de propulsion s'accroît rapidement lorsque diminue la vitesse d'échappement des gaz. C'est bien sur ce phénomène que compte Mélot lorsqu'il introduit de l'air secondaire, dont l'entraînement par le jet des gaz brûlés diminue la vitesse d'échappement finale, en même temps que croît la masse de gaz éjectés.

Notons qu'on reperd une partie de ce gain par suite du frottement intense entre les molécules des gaz brûlés et celles de l'air frais (voir plus loin). Malgré l'absence, à ce jour, de bases expérimentales quant à l'importance de ces pertes, il semble qu'en choisissant judicieusement les conditions de

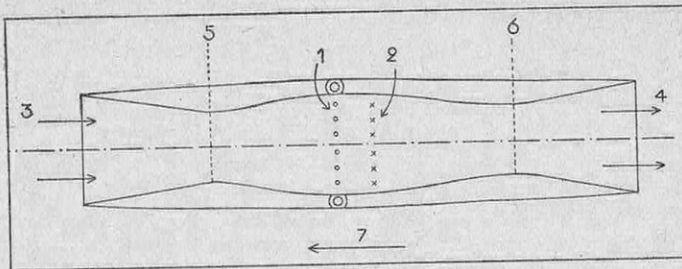


FIG. 4. — COUPE DU PROPULSEUR FANO POUR VITESSES SUPERSONIQUES

1, arrivée du combustible; 2, allumage; 3, arrivée d'air; 4, sortie des gaz brûlés; 5, col de la tuyère de compression; 6, col de la tuyère de détente; 7, sens de la poussée.

fonctionnement de la fusée avec tuyères d'aspiration, on pourra réaliser un rendement global supérieur à celui d'une fusée simple.

Le propulseur Fano (fig. 4), tracé pour des vitesses supérieures à la vitesse du son (330 m/s envi-

ron au niveau de la mer), se sert de la vitesse même de l'air pour effectuer sa compression; celle-ci a lieu dans la partie comprise entre l'entrée et le premier col de la fusée, tant que la vitesse est supérieure à celle du son; elle continue ensuite dans la tuyère divergente pour atteindre son maximum au centre, où sont placées les bougies d'allumage. Pour le moment, cette formule n'a qu'une valeur théorique, puisque les avions actuels n'ont pas encore atteint la vitesse du son. A noter la grande simplicité de l'engin, qui peut être placé facilement soit dans les ailes, soit sur les côtés de la carlingue. Il n'est, par ailleurs, pas indispensable de dépasser la vitesse du son pour réaliser une compression suffisante de l'air. Si la vitesse de l'avion reste inférieure à celle du son, il suffit tout simplement de supprimer la première partie convergente de la tuyère.

Nous indiquerons plus loin les performances susceptibles d'être réalisées avec ce genre de propulseurs comparativement

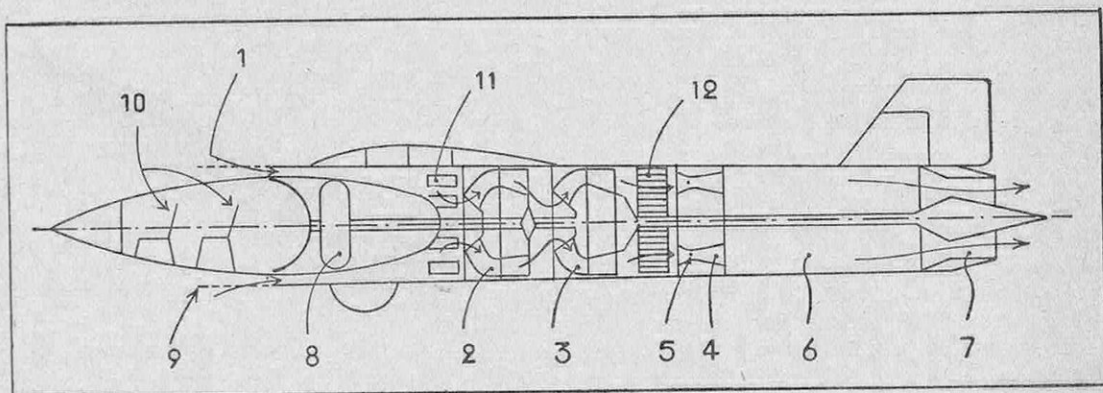


FIG. 5. — SCHÉMA D'UN AVION A PROPULSION PAR FUSÉE SYSTÈME CAMPINE

1, arrivée d'air; 2 et 3, compresseurs centrifuges en série; 4, tuyères de pulvérisation; 5, arrivée du combustible; 6, chambre de combustion; 7, tuyères de détente; 8, moteur; 9, position des parois dans le cas de la vitesse supersonique; 10, sièges des pilotes; 11, arrivée d'air secondaire.

à celles que l'on obtient avec les propulseurs classiques à moteurs et hélices.

La figure 5 représente un avion équipé d'un propulseur à réaction d'après Campine.

L'air entre à l'avant, sous l'effet de la vitesse de l'avion. Pour les vitesses supersoniques l'inventeur a prévu un volet cylindrique que l'on fait avancer d'une certaine quantité afin de former la partie convergente de la tuyère qui est, comme nous l'avons vu, nécessaire dans ce cas.

L'air est comprimé, de plus, dans des compresseurs centrifuges, entraînés par un moteur quelconque. Après avoir traversé le radiateur, il pénètre dans une série de tuyères où on lui injecte le combustible. La combustion a lieu dans la chambre posté-

La détente dans la turbine est poussée jusqu'au taux nécessaire pour fournir la puissance du compresseur; le reste de l'énergie est utilisé sous la forme cinétique et les gaz brûlés s'échappant à l'arrière engendrent la poussée de propulsion.

Tandis que tous les propulseurs décrits ci-dessus fonctionnent suivant le cycle à pression constante, le propulseur Luigi-Stipa (fig. 8) utilise le cycle à volume constant (1).

Le cycle à volume constant

L'engin Luigi-Stipa comporte essentiellement quatre tuyères et deux obturateurs rotatifs à l'avant et à l'arrière.

L'obturateur avant commande l'entrée de l'air. La face dirigée du côté tuyères est

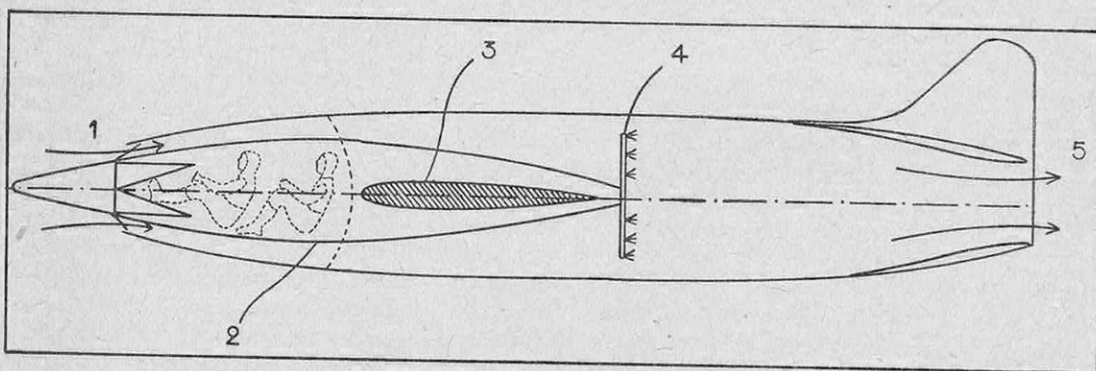


FIG. 6. — COUPE DU PROJET D'AVION A FUSÉE LEDUC

1, entrée d'air; 2, cabine étanche de pilotage; 3, aile; 4, injection de combustible; 5, échappement des gaz après leur combustion.

rieure sous pression constante et les gaz brûlés s'échappent à l'arrière.

Plus récemment, Leduc a proposé un dispositif de propulsion analogue, mais sans compresseurs mécaniques, l'air n'étant comprimé que dans la tuyère entourant, comme chez Campine, la cabine de pilotage.

La formule de Leduc est beaucoup plus simple, comme le montre la figure 6.

Un avion prototype muni d'un propulseur de ce genre serait actuellement en construction.

Cet avion, pesant 2 000 kg et comportant une surface portante de 16 m², réaliserait une vitesse de 1 000 km/h.

Dans le propulseur Mélot (fig. 7), l'air est comprimé par compresseur centrifuge, entraîné par une turbine à gaz calée sur le même arbre. Le combustible est injecté à l'intérieur de la tuyère de pulvérisation, la chambre de combustion est refroidie par l'air comburant qui circule autour d'elle, ce qui procure une sorte de récupération favorable au point de vue du rendement thermique.

plane et peut ainsi obturer deux tuyères opposées, comme le montre la figure 8, à droite. La face extérieure est une surface en hélice, chargée d'entretenir la rotation de l'obturateur sous l'action du vent. L'obturateur arrière est calé sur le même arbre et légèrement décalé par rapport au premier. L'air s'engouffre ainsi dans les tuyères sous l'effet de la vitesse de l'avion. Au moment où l'obturateur arrière ferme la sortie de

(1) Rappelons que, dans le cycle à pression constante, la combustion du mélange air-combustible se fait à pression constante égale à celle à laquelle l'air comburant est introduit dans la chambre de combustion. Au contraire, dans le cycle à volume constant, la combustion se fait à volume constant de sorte que la pression en fin de combustion est nettement supérieure à celle de l'air comburant avant l'allumage.

Comme le rendement thermique augmente avec le taux de détente, pour la même compression préalable de l'air comburant, le rendement du cycle à volume constant est supérieur à celui du cycle à pression constante.

C'est le contraire qui se produit lorsqu'on compare les deux cycles pour la même pression maximum dans la chambre de combustion.

deux tuyères opposées, l'air y est comprimé sous l'action de la vitesse. Au même moment, on y injecte le combustible et on allume le mélange. Pendant ce laps de temps, les deux obturateurs continuant à tourner, l'obturateur avant ferme l'arrivée d'air et l'obturateur arrière entr'ouvre la sortie ; les gaz brûlés s'échappent et fournissent l'impulsion de propulsion. Après l'ouverture de l'entrée par l'obturateur avant, l'air frais balaye les gaz brûlés, pendant que deux autres tuyères opposées entrent en action, et le cycle recommence. Le cycle à volume constant permet de réaliser, tout au moins en théorie, un rendement thermique supérieur à celui du cycle à pression constante, pour le même rapport de compression de l'air comburant. C'est ainsi que Luigi Stipa trouve les valeurs théoriques données par le tableau page 392 où la vitesse d'échappement adoptée dans le cas de la combustion à volume constant est la valeur moyenne donnant la même énergie cinétique par kilogramme de gaz brûlé.

On voit que si les rendements thermiques du cycle à pression constante sont très sensiblement inférieurs à ceux du cycle à volume constant, cet écart s'atténuant toutefois au fur et à mesure de l'augmentation de la vitesse de l'avion, les différences des rendements globaux sont moindres, par suite de l'infériorité des rendements de propulsion du cycle à volume constant dû aux

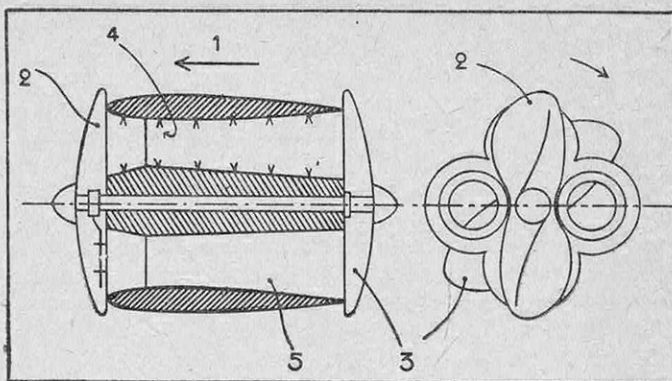


FIG. 8. — COUPE ET VUE DE FACE DU PROPULSEUR LUIGI STIPA (CYCLE A VOLUME CONSTANT)

1, sens du vol ; 2, obturateur rotatif avant ; 3, obturateur rotatif arrière ; 4, injection de combustible ; 5, tuyère de détente.

vitesses d'échappement des gaz plus élevées.

En réalité, cette différence sera encore moindre à cause du rendement médiocre de la tuyère fonctionnant dans le cas du cycle à volume constant, avec une pression variable dans la chambre de combustion.

Les difficultés pratiques de la propulsion par réaction

Le plus grand obstacle au développement pratique de la propulsion par réaction réside à l'heure actuelle non pas tant dans la difficulté de réaliser un engin approprié que dans l'impossibilité d'atteindre les rendements globaux acceptables avec les vitesses de vol actuelles qui ne dépassent guère 600 ou 700 km/h.

Il semble qu'entre les deux formules : combustion à pression constante et combustion

à volume constant, c'est la première qui est la plus avantageuse. En effet, c'est elle qui fournit le meilleur rendement thermique pour une pression maximum déterminée.

Nous avons vu que l'on avait intérêt, du point de vue rendement, à comprimer au préalable l'air d'alimentation. Si cette compression s'effectue à l'aide d'un groupe moto-compresseur à pistons, on peut pousser le rapport de

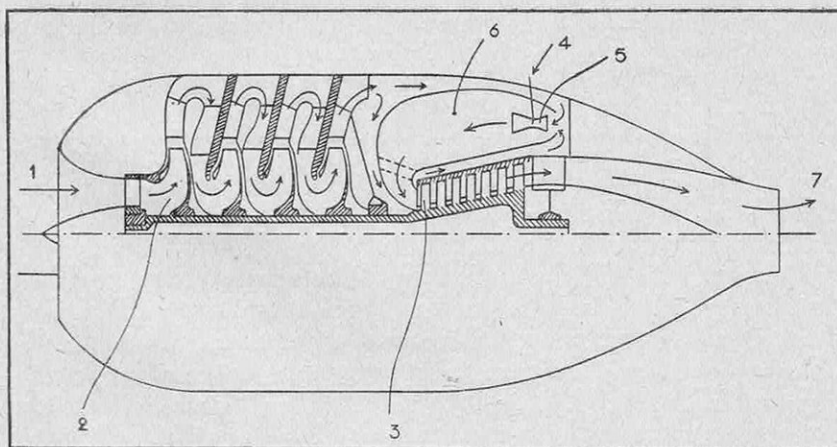


FIG. 7. — COUPE DU PROPULSEUR MÉLOT A TURBINE A GAZ

1, arrivée d'air ; 2, compresseur entraîné par la turbine à gaz ; 3, arrivée du combustible ; 5, tuyère de pulvérisation ; 6, chambre de combustion ; 7, sortie des gaz brûlés après qu'ils ont traversé la turbine à gaz.

compression jusqu'à 40 ou 45, ce qui, joint au bon rendement thermodynamique des machines à pistons, permet de réaliser facilement un rendement thermique du propulseur voisin de 0,44. En limitant l'excès d'air à 50 %, afin de ne pas atteindre un encombrement et un poids trop élevés, on arrive à un rendement global équivalent à celui du meilleur groupe moteur-hélice actuel (moteur consommant 210 g d'essence par cheval-heure, hélice à rendement de 0,75) soit environ 0,21, pour une vitesse de 435 m/s, c'est-à-dire 1 570 km/h, vitesse d'ailleurs irréalisable avec l'hélice.

un rendement global plus avantageux, grâce à la possibilité, avec ce genre de machines, d'accroître d'une façon sensible l'excès d'air, ce qui, en diminuant la vitesse d'échappement, améliore considérablement le rendement de propulsion.

C'est ainsi qu'avec un excès d'air de 300 % et un rapport de compression de 10 seulement, on obtient, pour 600 km/h, un rendement thermique de 0,29 et un rendement global de 0,114.

Les propulseurs comportant des tuyères d'aspiration d'air secondaire (comme celui de la figure 3) permettront probablement

Vitesse de l'avion en m/s.....	Combustion à pression constante				Combustion à volume constant			
	100	150	200	250	100	150	200	250
Rendement thermique théorique.	0,016	0,037	0,065	0,098	0,42	0,43	0,44	0,45
Vitesse d'échap. des gaz en m/s..	313	474	629	775	1 523	1 547	1 570	1 590
Rendement de propulsion.....	0,486	0,478	0,482	0,485	0,123	0,177	0,227	0,271
Rendement global.....	0,00776	0,0177	0,0314	0,0476	0,0518	0,0763	0,1	0,122

TABLEAU INDIQUANT LES VALEURS THÉORIQUES DU RENDEMENT POUR DES VALEURS DIVERSES DE LA VITESSE DE L'AVION, DANS LES DEUX CAS DE LA COMBUSTION A PRESSION CONSTANTE ET A VOLUME CONSTANT.

Pour la vitesse maximum réalisée par des avions modernes de l'ordre de 600 km/h, le rendement global ne dépasse pas 0,095.

On obtient des conditions un peu plus favorables en comprimant l'air à l'aide de turbo-machines (comme sur la figure 7); malgré leurs rendements thermodynamiques inférieurs à ceux des machines à pistons (nous avons supposé 0,75 contre 0,9 pour le groupe moto-pompe à pistons) et malgré l'impossibilité pratique de réaliser des rapports de compression aussi élevés, on obtient

de rivaliser dès maintenant avec les propulseurs classiques à hélices.

Si l'on admet, en effet, comme ci-dessus, un excès d'air de 300 %, compte tenu des pertes résultant du brassage de cet air avec les gaz brûlés, on arrive à un rendement optimum global de 0,157 pour 402 km/h et de 0,212 pour 804 km/h, c'est-à-dire, dans ce dernier cas, une valeur sensiblement égale à celle du rendement du meilleur groupe propulseur classique à hélice.

VICTOR DAVRAY.

Dans 1 kg de vapeur saturée à 10 kg/cm², la quantité de chaleur transformable en énergie est de 184 calories, la détente étant poussée jusqu'à 0,05 kg cm². Dans les mêmes conditions, 1 kg de vapeur à 30 kg/cm² et 400° C peut fournir 269 calories et 1 kg de vapeur à 100 kg/cm² et 485° C peut fournir 322 calories. Ainsi, par application du principe de Carnot, l'élévation de la pression et de la température initiales de la vapeur a pour conséquence une amélioration sensible du rendement de l'ensemble de l'installation productrice d'énergie. C'est pourquoi beaucoup d'entre elles fonctionnent, aujourd'hui, entre 100 et 140 kg cm² et aux environs de 500° C (la centrale Twin Branch, aux Etats-Unis, fonctionne à 170 kg cm² et 505° C), consommant dans ces conditions moins de 3 000 calories-combustible par kilowatt-heure produit. Rappelons que la première centrale anglaise, construite par Edison en 1882, consommait entre 30 000 et 35 000 calories par kilowatt-heure.

ECLAIRAGE PUBLIC ET ECLAIRAGE D'ALERTE

Les services électriques de la ville de Genève ont prévu un nouveau système pour la mise en circuit et l'alimentation des lampes-repères devant être substituées en cas d'attaques aériennes aux lampes de l'éclairage normal.

Dans l'installation réalisée, on a cherché la solution qui, en permettant d'utiliser les installations d'éclairage public existantes, n'entraîne pas la pose de nouvelles lignes d'alimentation des lampes-repères. L'éclairage de temps de guerre peut être ainsi réalisé rapidement et économiquement. Le réseau de Genève fonctionne sous 220 volts, mais il va de soi que le système peut s'appliquer pour toutes autres tensions appliquées dans les installations urbaines à courant alternatif (220 ou 125 V).

Au contraire, le choix de la tension de 12 volts pour l'éclairage des lampes-repères n'est pas indifférent. En effet, les lampes ordinaires (220 V) ne donnent aucun flux lumineux au-dessous de 15 V.

L'installation comporte une horloge-interrupteur qui enclenche et donne l'éclairage

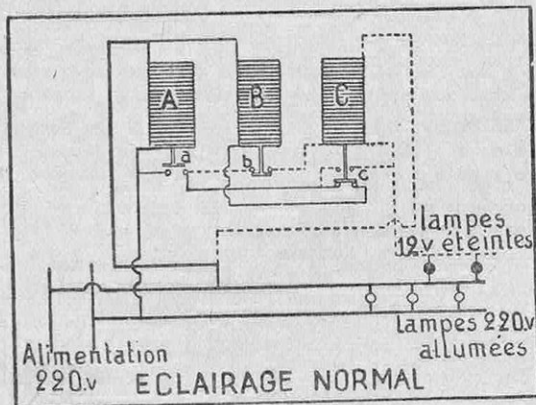


FIG. 1. — POSITION NORMALE DU COMMUTATEUR RELAIS

Le circuit en trait fort est celui qui est parcouru par le courant une fois le régime établi. Le circuit en trait fin n'est parcouru que pendant le temps, extrêmement bref, que met le relais A à attirer son armature a. Le circuit en pointillé n'est parcouru par aucun courant.

à l'heure fixée, un transformateur abaisseur de tension et son commutateur, les lampes d'éclairage public et les lampes-repères, enfin un commutateur-relais dont le but est de soustraire les lampes-repères à la tension normale du réseau qui détruirait leur filament. Les figures 1 et 2 donnent le circuit parcouru par le courant dans ce commutateur-relais, organe principal de l'installation dans les cas de l'éclairage normal et de l'éclairage d'alerte. Voici comment il fonctionne : lorsque le commutateur du transformateur abaisseur est dans la posi-

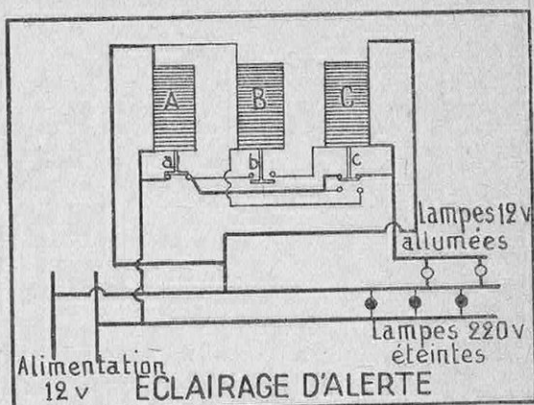


FIG. 2. — POSITION D'ALERTE DU COMMUTATEUR RELAIS

Le circuit en trait fort est celui parcouru par le courant une fois le régime établi. Le circuit en trait fin n'est parcouru que pendant le temps que met le relais B à attirer son armature. A ce moment le relais C est excité, remonte son armature c et le relais B n'est plus en circuit. Les lampes 220 volts n'étant alimentées que sous 12 volts, n'éclairent pas.

tion de l'éclairage normal, le réseau est sous la tension de 220 V (ou 125 V). Le courant parvenant au commutateur-relais (fig. 1) circule dans le relais direct A pour 220 V (1) et dans le relais à retardement B (à 220 V) en passant par le contact c du relais direct C (à 12 V). Au moment où l'horloge va fermer le circuit d'alimentation les relais sont au repos. A la fermeture du circuit, l'armature a est immédiatement attirée et rompt son contact avant que celle b du relais à retardement B ne ferme le sien. Le relais C n'est donc pas entré en fonction et les lampes-repères à 12 V n'ont pas été soumises à la tension du réseau. Les lampes 220 ou 125 V sont directement alimentées.

Si, au contraire, par le jeu de son commutateur, on met en action le transformateur abaisseur, le commutateur-relais n'est plus soumis qu'à 12 V. Le relais A (fig. 2) ne fonctionne pas et le courant passe, par le contact a et par le contact c encore abaissé du relais C, dans le relais B. Celui-ci étant établi de façon à fonctionner sous 12 V tout en résistant au courant qui le traverse un court instant lorsqu'il est soumis à 220 V, attire son armature b qui ferme le contact assurant l'alimentation du relais C à 12 V. L'armature c est alors attirée vers les plots supérieurs et le circuit des lampes-repères est mis sous tension (12 V).

En laissant le transformateur abaisseur en fonction, l'horloge assure chaque soir l'allumage et chaque matin l'extinction des lampes-repères.

(1) Tous les relais sont prévus avec 2 bobines que l'on met en série ou en parallèle suivant que l'on a affaire à un réseau à 220 ou 125 V.

QUAND LE SOLEIL A LA FIEVRE... LES ONDES COURTES S'EVANOUISSENT, LES ONDES LONGUES S'EXALTENT

Par Louis HOULLEVIGUE

PROFESSEUR A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MARSEILLE

Les recherches poursuivies parallèlement par les physiciens, les géophysiciens et les astronomes ont permis de mettre en évidence d'une façon indiscutable une relation étroite entre certains phénomènes solaires, tels que les éruptions de la chromosphère, et des perturbations terrestres de nature diverse. Ce sont, par exemple, des variations soudaines du champ magnétique terrestre ou des anomalies dans la propagation des ondes radioélectriques, qui peuvent être rapportées toutes deux à des changements dans l'état électrique de la haute atmosphère. L'étude de l'« ionosphère » terrestre — ainsi désigne-t-on l'ensemble des couches ionisées à très haute altitude — entreprise par des méthodes radioélectriques a rapidement progressé au cours de ces dernières années, grâce à l'enregistrement systématique des parasites d'origine atmosphérique, qui constituent un système naturel d'émissions permanentes à grande portée, travaillant sur l'ensemble de la gamme des fréquences et réparties d'une manière régulière à travers le globe. Cette méthode nouvelle, développée par M. R. Bureau, a permis de découvrir le renforcement brutal qu'éprouvent les émissions sur ondes longues lors de la perturbation ionosphérique qui accompagne l'évanouissement des ondes courtes, la variation brusque du champ magnétique terrestre et enfin l'éruption chromosphérique. Ainsi, le Soleil n'est pas seulement pour nous un foyer de chaleur et de lumière. Il est à l'origine de toute la météorologie et son action s'exerce encore sur de très nombreux phénomènes relevant de la physique du globe.

LA vérité scientifique se conquiert par paliers. En première approximation, on a considéré le Soleil comme un astre rayonnant, émettant régulièrement, jusqu'aux limites de notre atmosphère, une énergie voisine de 2 calories par centimètre carré et par minute : c'est ce qu'on nomme la *constante solaire*. Partant de là, et tenant compte des mouvements de la Terre sur son orbite, on peut expliquer raisonnablement les inégalités des saisons et du climat, ainsi que les mouvements généraux de notre atmosphère.

Ainsi s'affirme sous une forme simple la dépendance de notre planète par rapport à l'astre rayonnant. Mais on n'a pas tardé à s'apercevoir que le problème était infiniment plus complexe ; d'une part, le rayonnement calorifique et lumineux, évalué par la constante solaire, éprouve des variations de période undécennale, et dont l'amplitude peut atteindre 2 % ; mais, surtout, à ce rayonnement vient s'ajouter une émission électronique, en majeure partie ou en totalité électrique, dont l'intensité, la vitesse et la trajectoire sont extrêmement variables ; et il faut avouer que nous man-

quons, à cet égard, de documents précis ; cette émission paraît liée à l'apparition des taches et à l'état de cette couche sensible située au-dessus de la photosphère éclairante, qui a reçu le nom de chromosphère, parce qu'elle émet surtout des radiations colorées.

Cependant, dès 1859, Carrington et Hodgson avaient observé que l'apparition de lumières brèves près d'un groupe de taches avait coïncidé avec une faible perturbation magnétique, suivie à dix-huit heures d'intervalle par un violent orage, et cette observation s'explique aujourd'hui par la transmission d'un double rayonnement, l'un vibratoire, mettant 8 minutes à nous parvenir, l'autre corpusculaire, de progression beaucoup plus lente.

Depuis lors, les observations analogues se sont multipliées, mais sans apporter des renseignements bien précis : en effet, d'une part, les apparitions de taches sur le disque solaire sont fréquentes, et beaucoup d'entre elles n'ont apporté aucun trouble apparent dans notre atmosphère ; d'autre part, les orages magnétiques (et les aurores polaires qui les accompagnent ordinairement) sont aussi des phénomènes si courants, qu'avec

un peu de bonne volonté on peut toujours en trouver un qui, à quelques heures ou quelques jours d'intervalle, suive une apparition de taches.

Les phénomènes dont nous allons parler ici sont autrement précis : la concordance, à quelques minutes près, des perturbations solaires et terrestres permet d'établir une relation certaine de cause à effet, dont l'étude a été grandement facilitée, d'abord par le développement des études solaires, ensuite par les progrès scientifiques et techniques de la radiodiffusion.

Du spectrohéliographe au spectrohéloscope

Pendant longtemps, l'observation du disque solaire s'était limitée à l'étude des taches ; étude fructueuse, car elle avait mis en évidence la pulsation undécennale de l'activité solaire ; on attachait une importance moindre aux facules, qui bordent les taches, et aux « grains de riz » dont la masse éblouissante émet la majeure partie de la lumière blanche solaire ; quant à la chromosphère, elle n'avait pu être observée, par Lockyer et Janssen, que sur les bords du disque, mais ces diverses observations avaient montré l'importance

d'une étude d'ensemble de cette couche.

Le problème ainsi posé fut résolu, à peu près simultanément, en 1891, par H. Deslandre et G. E. Hale. Le spectrohéliographe créé par ces illustres astronomes permet d'obtenir une image rigoureusement monochromatique du disque solaire. J'emprunte le principe de sa description au cours d'astronomie de M. Jean Bosler :

« Projetons une image du Soleil (fig. 1) sur la fente F d'un puissant spectroscopie, aménagé en vue de la photographie ; ce que nous observerons sur la plaque est un spectre RV des points de l'image solaire situés le long de la fente, et de ceux-là seulement. Supposons que des vapeurs incandescentes dues à un élément donné, le calcium par exemple, occupent sur le Soleil une aire N ; le spectre ne nous révélera les raies

du calcium que sur sa portion C_1D_1 , correspondant au segment CD de la fente. Si maintenant, à l'aide d'une seconde fente placée devant la plaque à l'endroit précis XY où une raie connue du calcium forme son image, nous isolons cette raie, et si nous déplaçons simultanément d'un mouvement continu l'image du Soleil devant la première fente et la plaque devant la deuxième, nous obtiendrons sur le cliché une image entière du nuage N de vapeurs calciques. »

Par ce procédé, on a pu obtenir des photographies donnant la répartition des nuages de calcium et d'hydrogène fortement ionisés qui sont les constituants essentiels de la chromosphère. Mais la construction du spectrohéliographe est onéreuse, et son fonctionnement exige des soins très délicats ;

de plus, l'obtention d'une photographie complète du Soleil en lumière monochromatique est une opération longue, qui permet difficilement de saisir au passage les perturbations soudaines qui affectent la chromosphère.

Ces raisons déterminèrent Hale à modifier cet appareil, de façon à l'adapter à l'observation visuelle ; le principe du spectrohéloscope reste le même que celui du spectrohéliographe, mais la juxtaposition des tranches succes-

sives du disque solaire est faite, visuellement, grâce à un système de prismes tournants, de telle sorte que le balayage, effectué en moins d'un dixième de seconde, donne à l'œil une vision intégrale, sinon du disque solaire dans sa totalité, du moins de sa zone équatoriale, la plus intéressante au point de vue qui nous occupe.

En 1926, Hale avait mis au point la construction de cet instrument ; frappé de la facilité avec laquelle il permettait de suivre l'évolution des phénomènes chromosphériques, il entreprit la construction de vingt-cinq spectrohéloscopes du même modèle, qu'il mit à la disposition d'observatoires répartis sur toute la surface du globe, afin de permettre en tout temps une observation continue de la chromosphère. Les observations se font généralement à la lumière de

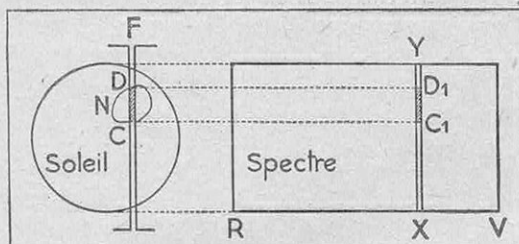


FIG. 1. — SCHÉMA DE PRINCIPE DU SPECTROHÉLIOGRAPHE (D'APRÈS BOSLER)

L'image du soleil projetée sur la fente F d'un spectroscopie donne un spectre RV . Une deuxième fente XY isole une radiation déterminée de ce spectre, la portion C_1D_1 correspondant à la portion CD de l'image du soleil. En déplaçant la fente F et en même temps une plaque photographique derrière XY on obtient une image de l'astre tel qu'il nous apparaîtrait si toutes les autres radiations étaient éliminées. La figure 2 reproduit une photographie obtenue par ce procédé.

la radiation rouge $H\alpha$ de l'hydrogène, de longueur d'onde 6 374 angstroms.

En 1931, la répartition des instruments était faite, et une commission des phénomènes chromosphériques, présidée par M. L. d'Azambuja, astronome à l'Observatoire de Meudon, était chargée de répartir les heures d'observation entre les participants de façon à éviter, autant que possible, les lacunes au cours d'une journée de vingt-quatre heures. En même temps, l'Observatoire de Zurich était chargé de réunir les résultats

dans une publication trimestrielle, où sont consignées d'abord les heures du début et de la fin des éruptions, ensuite leur intensité évaluée suivant une échelle allant de 1 à 3, 1 correspondant aux éruptions faibles, 2 aux modérées, 3 aux plus intenses.

Il serait évidemment souhaitable que cette surveillance fût continue; mais la difficulté d'observer le Soleil loin de sa position zénithale, la présence inopportune des nuages, enfin les obligations imposées aux astronomes par d'autres travaux indispensables n'ont pas permis d'atteindre ce but idéal : depuis le 1^{er} janvier 1937, nous apprend M. d'Azambuja, la durée moyenne de la surveillance quotidienne a été de

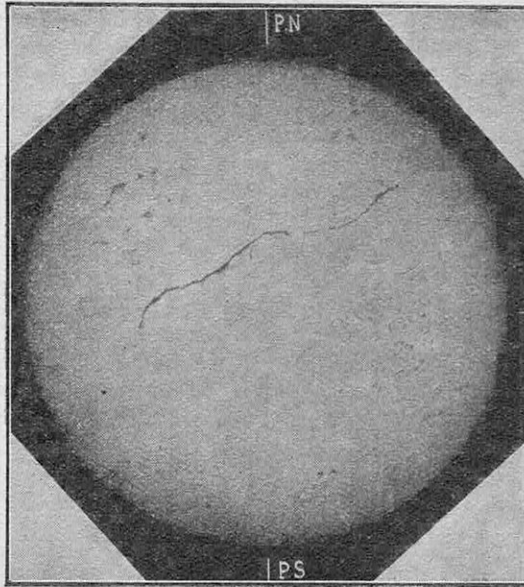


FIG. 2. — PHOTOGRAPHIE DU SOLEIL OBTENUE AU SPECTROHÉLIOGRAPHE ISOLANT LA RADIATION $H\alpha$ DE L'HYDROGÈNE

9 h. 20 m; elle n'atteignait probablement pas une heure au temps où les observations étaient faites par les quelques spectrohéliographes en service régulier.

L'étude systématique poursuivie depuis trois ans a mis en lumière la sensibilité des *plages faculaires*, c'est-à-dire des régions voisines des taches où apparaissent les facules, caractérisées par leur aspect veiné et par leur éclat supérieur à l'éclat général du disque. Normalement, l'éclat des vapeurs chromosphériques qui les occupe est supé-

rieur à celui du fond de l'image; mais il arrive, brusquement, que cet éclat s'exalte, devenant dix ou vingt fois plus grand, comme le montrent les photographies de la figure 3. Cette éruption, dont le début peut être fixé à une ou deux minutes près, va ensuite en s'atténuant; au bout d'un temps variable entre vingt minutes et une heure, cette région du disque a repris son aspect normal. Examiné au voisinage du bord solaire, le phénomène paraît être constitué par des jets de protubérances intenses et relativement courts (30 000 kilomètres environ); un film cinématographique pris par M. Lyot, le 12 juin 1937, à l'Observatoire du Pic du Midi montre nettement cette apparence.

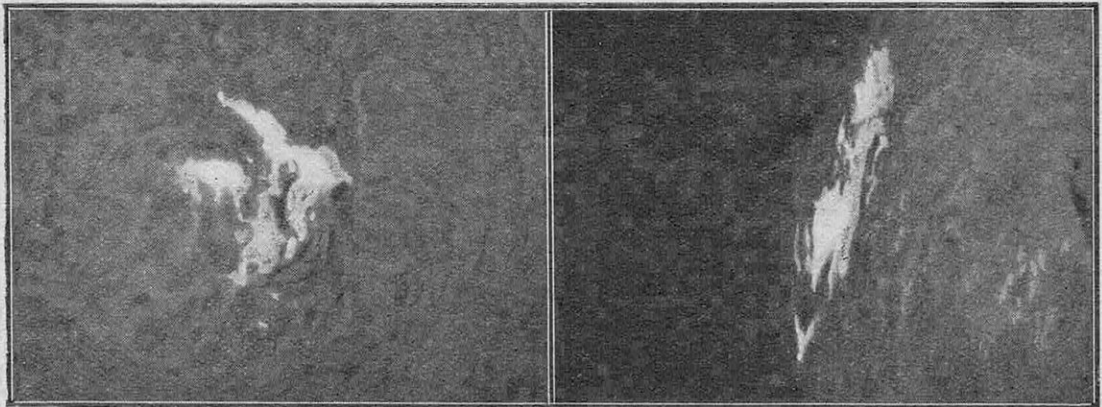


FIG. 3. — DEUX TYPES D'ÉRUPTIONS CHROMOSPHÉRIQUES ENREGISTRÉES AU SPECTROHÉLIOGRAPHE DE L'OBSERVATOIRE DE MEUDON AVEC LA RAIE $H\alpha$ DE L'HYDROGÈNE

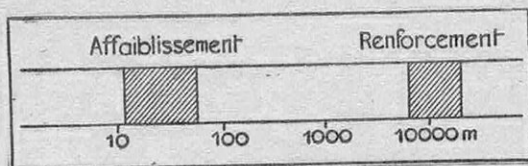


FIG. 4. — ANOMALIES RELEVÉES DANS LA PROPAGATION DES ONDES RADIOÉLECTRIQUES ET PROVOQUÉES PAR LES ÉRUPTIONS SOLAIRES
Ces anomalies consistent en un affaiblissement des émissions sur ondes courtes et un renforcement des émissions sur ondes longues.

Il faut immédiatement remarquer que les éruptions chromosphériques, invisibles en lumière naturelle blanche, ont été généralement observées à la lumière de la seule raie rouge H_{α} ; mais on les a retrouvées, aussi bien, en employant comme source éclairante les raies H et K du calcium ionisé, et même celles du sodium et du magnésium, ce qui prouve bien que c'est là un phénomène général de la chromosphère, agissant sur tous les gaz hautement ionisés qui la constituent.

Notons enfin que ces éruptions sont loin de constituer un phénomène exceptionnel; bien qu'on ne puisse jamais observer qu'une des moitiés, tournée vers nous, de la surface solaire, et que cette observation soit encore intermittente, M. d'Azambuja n'a pas noté moins de 228 éruptions en 21 mois; il a observé que ces éruptions étaient plus fréquentes et plus intenses au voisinage des grandes taches de formation récente, ce qui montre bien que le trouble local manifesté par le spectrohéloscope n'est lui-même que le corollaire d'une perturbation plus profonde.

Perturbations électriques et magnétiques terrestres

Pendant que s'organisaient les études solaires, l'observation des phénomènes atmosphériques se faisait plus serrée. Depuis longtemps, les observatoires géophysiques inscrivent régulièrement les variations magnétiques, les courants telluriques et notent les phénomènes auroraux qui, tous, sont partiellement liés à des perturbations de notre atmosphère, perturbations sur la nature desquelles on discute encore. Mais surtout, l'étude des phénomènes radio-électriques s'est développée, d'abord sur le plan purement scientifique, et en même temps par le développement croissant des radiocommunications; celles qui relient l'Europe aux pays lointains, comme les Amériques et l'Extrême-Orient, se font par

ondes courtes, de 15 à 100 mètres, et à des heures choisies.

Or, en mai 1935, l'attention du Comité français de Radiotélégraphie Scientifique fut attirée par un des opérateurs de ces services commerciaux sur un phénomène inexplicable: « Brusquement, à 12 h 12 mn et en l'espace de 2 secondes, tous les récepteurs sont devenus absolument silencieux. L'opérateur de service recherche un accident possible dans l'alimentation; la vérification des sources prouve qu'il n'en est rien. Enfin, vers 12 h 45 mn, les signaux commencent à réapparaître, ceux de plus grande fréquence les premiers, et à 12 h 50 mn, tous les signaux reprennent leur intensité normale. »

Un phénomène de début aussi brusque et de durée aussi brève se prêtait, mieux que tout autre, à des recherches de coïncidence; aussi le Comité français de Radiotélégraphie Scientifique décida-t-il d'alerter tous les observateurs français et étrangers, de façon à réunir une documentation précise. Les résultats recueillis à ce jour n'ont pas la prétention d'être complets, car ils se rapportent seulement au temps de service des

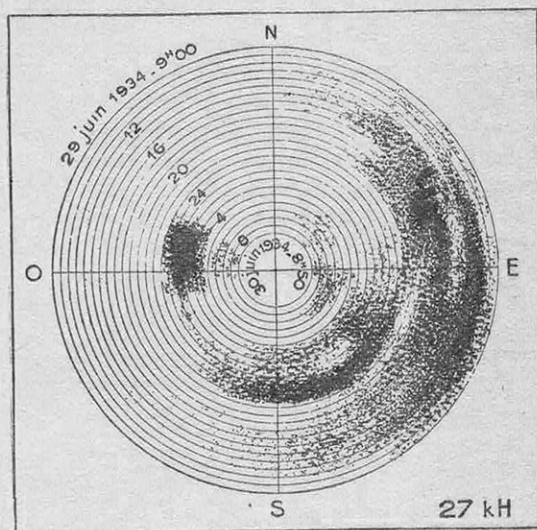


FIG. 5. — ENREGISTREMENT PHOTOGRAPHIQUE DE LA DIRECTION DES PARASITES ATMOSPHÉRIQUES OBSERVÉS AU COURS D'UNE JOURNÉE (D'APRÈS R. BUREAU)

L'heure de la journée correspond à la distance au centre et la direction où l'atmosphérique a pris naissance est repérée par son angle avec le nord géographique. On voit, sur le graphique, qu'on peut distinguer de 23 heures à 5 heures un foyer très localisé à l'ouest, correspondant au continent américain. De 20 h 30 à 4 heures, un foyer plus diffus correspondant au continent africain, et de 10 heures à 21 heures, divers foyers européens correspondant à deux zones orageuses.

communications par ondes courtes, c'est-à-dire à quelques heures par jour. Ils ne sont pas moins d'une haute importance. Ils nous apprennent d'abord que les évanouissements brusques observés en France, très rares jusqu'en 1935 (1 en 1932, 0 en 1933, 2 en 1934), se sont multipliés depuis que le Soleil est entré dans sa période de grande activité : 16 en 1935, 50 en 1936, 76 en 1937, 81 en 1938.

Mais le résultat le plus important résulte

de la comparaison entre les dates d'apparition des crises solaires chromosphériques et des évanouissements d'ondes courtes. En considérant comme coïncidant les phénomènes dont l'horaire d'apparition diffère de moins de 10 minutes, M. d'Azambuja constate que, sur 271 évanouissements retenus, il s'est produit 199 coïncidences, soit 73,4 %, et dix fois plus qu'on ne devrait l'attendre du simple hasard. Ajoutons tout de suite que ces coïncidences ne se produisent que pour les ondes courtes dont le trajet est éclairé par le Soleil, ce qui prouve bien que l'agent transmetteur des perturbations est constitué par des ondes électromagnétiques (peut-être par des radiations ultraviolettes) se transmettant à raison de

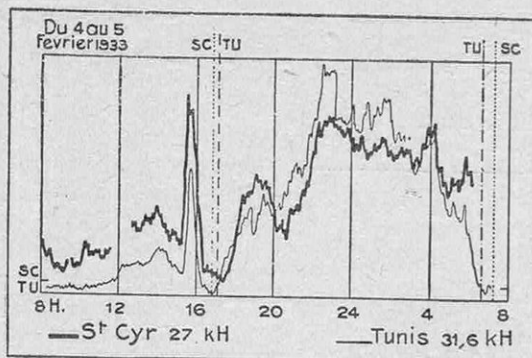


FIG. 6. — COURBES MONTRANT LE RENFORCEMENT A DÉBUT BRUSQUE DU NIVEAU DES PARASITES OBSERVÉS SUR ONDES LONGUES SIMULTANÉMENT A SAINT-CYR ET A TUNIS. *Le renforcement commence vers 15 heures par une montée soudaine et rectiligne de la courbe s'abaissant ensuite plus lentement (d'après R. Bureau).*

A ce premier ordre de faits sont venues s'ajouter d'autres constatations, relatives, celles-là, aux parasites atmosphériques recueillis sur récepteurs à ondes longues, et spécialement sur ceux qui sont accordés au voisinage de 11 000 mètres. Ces parasites ont pour origine des centres orageux souvent très lointains, situés par exemple en Asie orientale, dans l'Inde ou en Amérique, et si chacun d'eux obéit aux lois du hasard, leur étude statistique permet d'obtenir des résultats très concordants, qui ont été présentés récemment à la Société française de Physique par M. R. Bureau.

La plus importante conclusion de cette étude a été formulée comme suit : « Les heures de renforcement d'atmosphériques

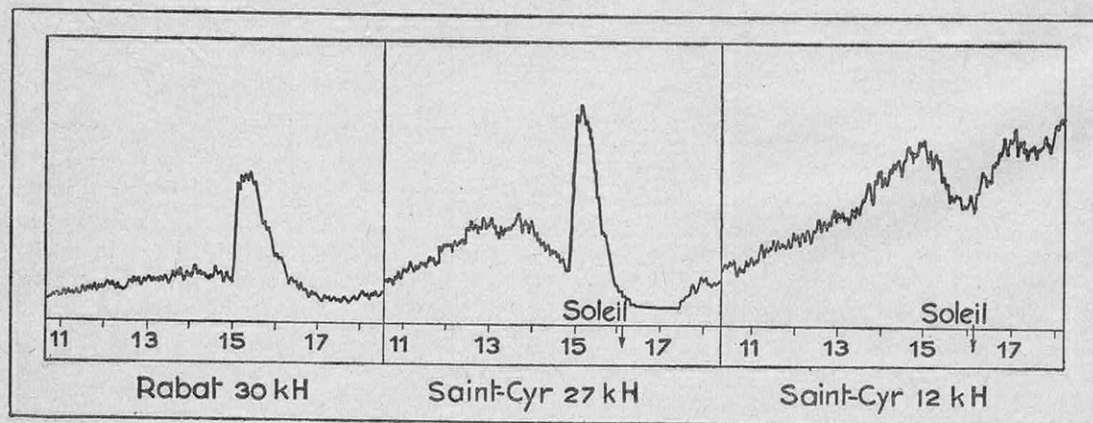


FIG. 7. — EXEMPLE D'UN RENFORCEMENT A DÉBUT BRUSQUE DU NIVEAU DES PARASITES ATMOSPHÉRIQUES OBSERVÉ SIMULTANÉMENT PAR PLUSIEURS STATIONS. *Ce renforcement a été observé à Paris (Saint-Cyr) sur 11 000 mètres (27 kHz) et à Rabat sur 10 000 mètres (30 kHz). Par contre, il n'a pas été décelé à Paris sur 25 000 mètres (12 kHz). Ce qui met en évidence les variations de l'action de l'ionosphère sur la propagation des ondes de diverses longueurs.*

300 000 kilomètres à la seconde. Il convient toutefois d'ajouter qu'un quart, environ, des évanouissements n'a été accompagné d'aucune éruption visible, bien qu'au même moment le spectrohéloscope fût en service, et qu'inversement de nombreuses éruptions n'ont été accompagnées d'aucun trouble dans la propagation des ondes ; mais ces constatations ne diminuent pas l'importance des coïncidences dûment constatées.

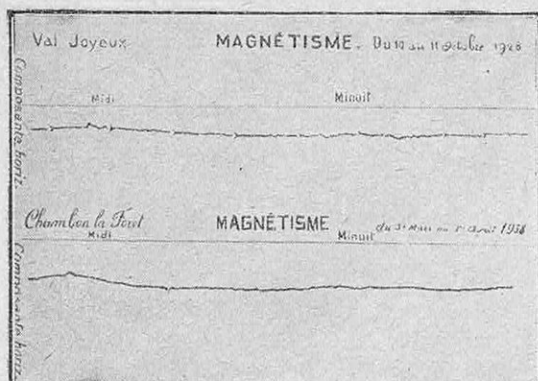


FIG. 8. — ENREGISTREMENT DE LA COMPOSANTE HORIZONTALE DU CHAMP MAGNÉTIQUE TERRESTRE MONTRANT LES « CROCHETS » QU'ACCUSE LA COURBE DU MAGNÉTOGRAPHE

et celles des évanouissements concordent de telle manière qu'il ne fait aucun doute qu'on assiste là à deux manifestations du même événement... la plupart des évanouissements constatés en France coïncident à quelques minutes près (ordre de précision des observations) avec des renforcements d'atmosphériques ; par contre, les renforcements sont nettement plus nombreux que les évanouissements, ce qui peut tenir simplement au fait que la surveillance des renforcements est sans lacunes, mais que celle des évanouissements se limite aux heures de grand trafic radiotélégraphique. » Ajoutons que les parasites renforcés sont toujours (la radiogoniométrie en fait foi) transmis à travers les régions éclairées, et cette constatation confirme la communauté d'origine des deux phénomènes.

Une troisième et dernière constatation est fournie par les enregistrements magnétiques : chaque fois qu'on observe un évanouissement d'ondes courtes, en dépouillant le magnétogramme, on y découvre un petit crochet qui indique une variation brusque des forces magnétiques à la surface du globe ; or, nous avons dit que ces variations elles-mêmes ont une origine atmosphérique.

Ainsi, par des coïncidences trop nombreuses et trop précises pour être contestées, un fait est établi : c'est que, dans un grand nombre de cas, l'éruption solaire chromosphérique s'accompagne, à quelques minutes près, d'un trouble de l'atmosphère terrestre qui se traduit de trois façons différentes. Ce qui fait l'intérêt de cette constatation, c'est que, pour la première fois, nous sommes en présence d'un phénomène assez simple et assez bref pour se prêter à l'étude. Cette

étude est à peine commencée, et il serait prématuré d'en prévoir les conclusions. On est à la période des tâtonnements, et tout ce qu'on peut faire, c'est d'envisager quelques explications : c'est sur ces « hypothèses de travail » que la science devra ensuite se prononcer, soit qu'elle les confirme, ou qu'elle les rejette.

Quelques hypothèses

On peut se demander, d'abord, quel est l'agent transmetteur de l'action exercée par le Soleil sur l'atmosphère terrestre. Etant donné que quelques minutes séparent la cause de l'effet (il faut tenir compte que la lumière des éruptions chromosphériques ne nous parvient elle-même qu'au bout de 8 minutes), on ne saurait mettre en cause que des radiations de nature ondulatoire ; la raie rouge H_{α} , qui nous a apporté la nouvelle de l'éruption, n'exerce pas, à notre connaissance, d'action ionisante sur l'atmosphère, mais d'autres radiations sont émises simultanément, entre autres des raies ultraviolettes dont la figure 9 donne la représentation un peu hypothétique, à côté de la courbe, bien mieux définie, qui correspond au spectre continu de la photosphère. On remarquera, sur ce graphique, l'intensité exceptionnelle des radiations situées entre 1 000 et 2 000 angstroms, donc comprises dans l'ultraviolet extrême, auxquelles on attribue, jusqu'à nouvelle indication, le phénomène qui nous intéresse.

Parvenues en huit minutes jusqu'à l'atmosphère terrestre, où et comment ces radiations agissent-elles pour produire les troubles constatés ? Je rappelle que, d'après les théories admises, les ondes émises au niveau du sol viennent se mirer sur des nuages ionisés, formés principalement d'électrons, dont l'ensemble constitue l'ionosphère, répartis suivant trois couches principales, nommées

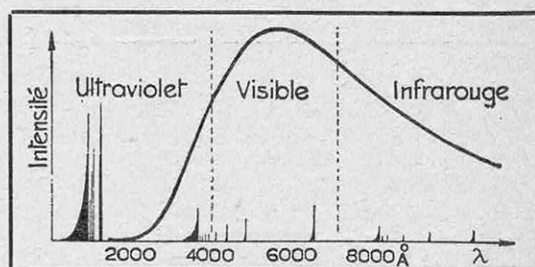


FIG. 9. — RÉPARTITION DE L'ÉNERGIE DANS LE SPECTRE SOLAIRE

La courbe continue correspond à l'ensemble du spectre solaire et la courbe dentelée en trait noir au spectre d'une éruption (d'après Waldmeier).

E , F_1 et F_2 , qui peuvent être caractérisées comme suit :

Couche	Hauteur moyenne	Épaisseur	Nombre d'électrons par cm^3
E	90 km	30 km	150 000
F_1	200 —	60 —	300 000
F_2	350 —	130 —	600 000

Comme le montre la figure 10, la couche E réfléchirait spécialement les ondes longues, F_1 les ondes moyennes et F_2 les brèves.

On peut évidemment se demander laquelle de ces trois couches est affectée par l'éruption chromosphérique ; nous avons là-dessus un renseignement important : à l'instant même où se produisait un évanouissement d'ondes courtes, Berkner a constaté la disparition des réflexions sur la couche E ; il semble, d'après cela, que ce sont les couches basses de l'ionosphère qui sont plus spécialement affectées.

Mais, étant donné l'extraordinaire soudaineté du phénomène, il est difficile d'admettre qu'une radiation ionisante quelconque ait eu le temps de multiplier, ou de raréfier, les électrons de cette couche avec la rapidité voulue ; il faut donc imaginer quelque action brutale, comme serait la rupture d'un équilibre instable, et voici le point de vue, encore très vague, d'Appleton et de ses collaborateurs.

Le phénomène atmosphérique aurait son siège dans la partie basse de la couche E , dans une région située entre 70 et 80 kilomètres d'altitude, parfois dénommée couche D ; dans cette région, les molécules gazeuses sont encore très serrées (plus de 1 000 milliards au centimètre cube) ; un grand nombre de ces molécules sont ionisées, de telle sorte que les propriétés électriques de cette région

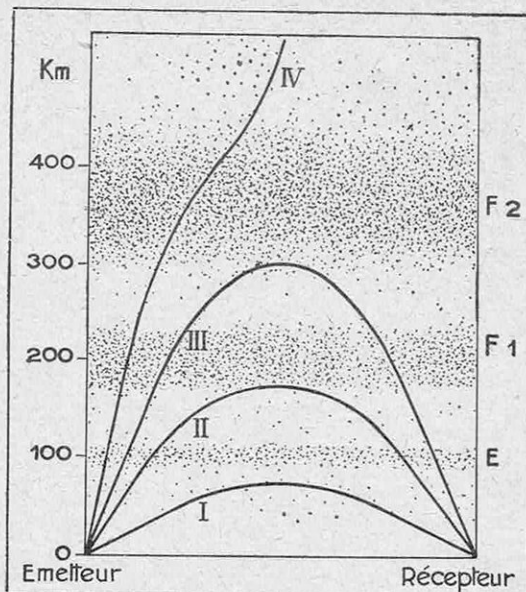


FIG. 10. — REPRÉSENTATION SCHEMATIQUE DES COUCHES IONISÉES DE L'ATMOSPHÈRE ET DE LA TRAJECTOIRE DES ONDES RADIOÉLECTRIQUES A TRAVERS CELLE-CI

I, ondes longues; II, ondes moyennes; III, ondes courtes; IV, ondes ultracourtes (d'après Waldmeier).

seraient déterminées, non seulement par les électrons libres, mais surtout par les atomes ionisés ; c'est la présence de ceux-ci qui pourrait, dans certains cas, rendre la couche D absorbante pour certaines catégories d'ondes, qu'elle éteindrait au lieu de les réfléchir.

Précisant encore ce point de vue, ils admettent (d'ailleurs sans preuves) que la haute atmosphère a juste la transparence voulue pour transmettre une certaine radiation de l'hydrogène, située dans l'ultraviolet extrême (longueur d'onde 1 215 angstroms) qui pourrait alors atteindre la couche D et faire passer les atomes d'oxygène d'un état métastable à un autre. Il paraît inutile de préciser davantage ces hypothèses, dont le développement exigerait des explications d'un caractère technique. Mais, qu'elles soient confirmées ou détruites, les faits subsistent, et ils nous montrent qu'un cas particulier des relations entre le Soleil et la Terre peut maintenant être abordé par des méthodes scientifiques précises ; c'est cela qui est nouveau, et qui importe.

L. HOULLEVIGUE.

Date	Eruption	Renforcement sur les ondes longues	Affaiblissement sur les ondes courtes
1937 VII 8	13 ^h 57—14 ^h 50	14 ^h 00—14 ^h 45	14 ^h 04—14 ^h 30
VII 8	17 ^h 20—18 ^h 25	17 ^h 30—18 ^h 15	17 ^h 27—18 ^h 40
VII 11	19 ^h 12—20 ^h 07	19 ^h 11—20 ^h 00	19 ^h 13—20 ^h 30
VII 29	15 ^h 30—16 ^h 00	15 ^h 30—16 ^h 00	15 ^h 38—16 ^h 05
IX 29	10 ^h 31—11 ^h 50	10 ^h 35—11 ^h 35	10 ^h 57—11 ^h 35
IX 29	16 ^h 30—17 ^h 42	16 ^h 29—17 ^h 00	16 ^h 35—17 ^h 00
X 5	16 ^h 59—17 ^h 44	17 ^h 07—17 ^h 35	17 ^h 07—17 ^h 12
1938 III 15	14 ^h 03—14 ^h 49	14 ^h 00—14 ^h 45	14 ^h 05—14 ^h 30

TABLEAU METTANT EN ÉVIDENCE LA RELATION ÉTROITE DANS LE TEMPS ENTRE LES ÉRUPTIONS SOLAIRES ET LES ANOMALIES DANS LA PROPAGATION DES ONDES RADIOÉLECTRIQUES (D'APRÈS WALDMEIER)

L'AVION SANS PILOTE, GRACE AUX GOUVERNES « AUTOPTÈRES »

Par A. VERDURAND

ANCIEN ÉLÈVE DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE

Plus que tout autre moyen de locomotion, l'avion est à la merci des défaillances soit de la machine, soit du pilote. Aussi est-il inutile de souligner l'intérêt de toute invention qui vient augmenter la sécurité de l'appareil et soulager l'attention de son équipage. Un ingénieur français, M. Gianoli, vient de mettre au point un tel dispositif qui, par sa simplicité, sa robustesse et le prix minime de son installation, paraît appelé à un grand avenir. Il s'agit d'un nouveau système de gouvernes dites « autoptères », perfectionnement du gouvernail auxiliaire de « Flettner » qui servait à obtenir une démultiplication des efforts à exercer sur les commandes de timonerie de l'avion. Les gouvernes autoptères réalisent automatiquement une stabilisation extrêmement souple et efficace de l'appareil et permettent même au pilote d'abandonner pendant un temps très long, même en atmosphère troublée, les commandes de son appareil. Cette stabilisation automatique, qui est la condition du vol sans visibilité, avait déjà été obtenue par l'emploi de dispositifs de pilotage gyroscopiques. Mais, tandis que les « pilotes automatiques » à gyroscope, appareils de haute précision et par conséquent fort chers, constituent par leur poids, leur délicatesse et leur complication une lourde servitude et ne peuvent guère être installés qu'à bord des gros appareils de bombardement ou de transport, les premiers essais des gouvernes autoptères ont montré que tous les avions pourront bientôt profiter des avantages de la stabilisation automatique et pourront se passer de pilote pendant la plus grande partie de leur trajet.

PILOTER un avion dans une atmosphère agitée, où les rafales viennent à chaque instant troubler la marche de l'appareil, exige de la part du pilote une attention constante et des efforts sur les leviers de commande des gouvernes qui le fatiguent rapidement. Depuis longtemps déjà on s'est efforcé de le décharger de ces tâches épuisantes en le relayant par un dispositif de « pilotage automatique » grâce auquel il peut abandonner les commandes pendant très longtemps. Les instruments de pilotage automatique actuellement adoptés font appel aux propriétés du gyroscope. On sait que son axe tend à conserver une direction constante quels que soient les mouvements de l'avion ; lorsque celui-ci s'écarte de sa route, le gyroscope agit sur les commandes pour l'y ramener automatiquement. Le fonctionnement de tels équipements de pilotage automatique est assez satisfaisant, mais ils présentent l'inconvénient d'être assez lourds (une centaine de kilogrammes), relativement compliqués et très onéreux. Un ingénieur français, M. Gianoli a conçu et réalisé un dispositif de stabilisation automatique des avions d'une extrême simplicité et dont le principe est entièrement nouveau. Il semble appelé à un brillant avenir :

c'est le système des gouvernes « autoptères », avec lequel ce n'est plus un pilote (homme ou « robot ») qui veille à ce que l'avion ne s'écarte pas de la ligne de vol correct, mais l'avion lui-même qui assure sa stabilité en corrigeant automatiquement chaque écart provoqué par la turbulence atmosphérique.

Le principe de l'invention consiste à doter chaque gouvernail d'un petit gouvernail auxiliaire articulé sur le bord de fuite du premier, et qui sert, d'une part, à détecter les changements d'« assiette » de l'avion, d'autre part à manœuvrer le gouvernail principal de façon à rétablir automatiquement cette assiette sans que le pilote ait à intervenir.

Le gouvernail auxiliaire de Flettner

Cette idée du gouvernail auxiliaire n'est pas nouvelle ; mais jusqu'ici il était employé pour un autre usage que celui que nous venons de définir. Il était employé uniquement pour soulager l'effort du pilote lorsque celui-ci doit tenir pendant un long moment une gouverne braquée toujours dans le même sens. C'est un Allemand, du nom de Flettner, qui en eut le premier l'idée, si bien que son nom sert maintenant à désigner ce

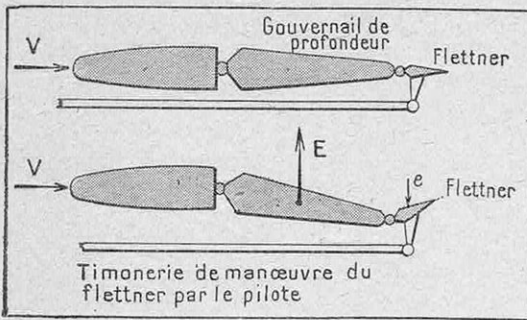


FIG. 1. — SCHÉMA DE PRINCIPE DE LA COMMANDE D'UN GOUVERNAIL D'AVION PAR GOUVERNAIL AUXILIAIRE « FLETTNER »

petit gouvernail auxiliaire. Voyons d'abord comment celui-ci est utilisé pour soulager le pilote. Un avion étant en vol horizontal, imaginons que le pilote veuille le mettre à la descente. Il tournera une petite manivelle placée sur sa planche de bord et qui braquera le « flettner de profondeur » vers le haut. Le courant d'air qui le frappe alors sur sa face supérieure exerce sur le bord de fuite du gouvernail de profondeur un effort e dirigé vers le bas et qui braquera ce gouvernail vers le bas, mettant ainsi l'avion à la descente (voir fig. 1). Mais, à mesure que ce gouvernail s'abaisse, le courant d'air qui le frappe sur la face inférieure exerce sur lui un effort E dirigé vers le haut. Il en résulte que le gouvernail va exercer, sur le point où il est attaché à l'avion, une force dirigée vers le haut (qui tendra à le faire piquer) et qui croît proportionnellement aux angles de braquage des deux gouvernails. On peut ainsi régler à volonté l'angle de descente ou de montée de l'avion, en exerçant sur le « flettner » un effort qui est assez réduit étant donné les faibles dimensions de ce gouvernail. C'est ce même « flettner » qui va être utilisé également pour rétablir l'assiette de l'avion lorsqu'elle est détruite, par exemple par une rafale.

Les gouvernes « autoptères »

Pour cela, le gouvernail auxiliaire est utilisé dans le sens inverse de celui que nous

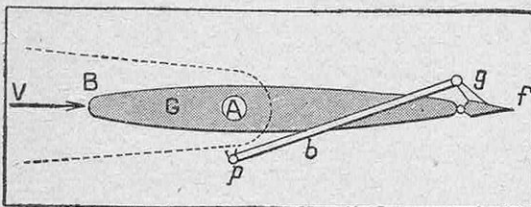


FIG. 2. — SCHÉMA D'UNE GOUVERNE « AUPTÈRE » AU REPOS

venons d'exposer, de telle façon que si une rafale met l'avion en cabré, le « flettner » braque immédiatement le gouvernail de profondeur vers le bas de façon à le redresser. Le dispositif employé pour cela est représenté sur la figure 2. Le gouvernail de profondeur est le plan G articulé autour d'un axe A situé au tiers de sa corde à partir du bord d'attaque B . Le « flettner » f articulé sur le bord de fuite porte un guignol g , qui est lié par une bielle b à un point fixe p du fuselage, situé du côté opposé au guignol. Sur la figure 2, l'avion étant supposé en ligne de vol le vent relatif V est parallèle à la corde du gouvernail de profondeur.

Supposons que l'avion se cabre brusquement d'un angle i (fig. 3). Le vent relatif V fera un angle i avec la direction primitive de la corde de ce gouvernail. Il exercera sur

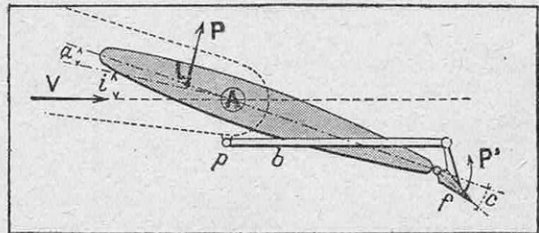


FIG. 3. — COMMENT AGIT UNE GOUVERNE « AUPTÈRE » POUR REMETTRE, APRÈS UNE RAFALE, L'AVION EN LIGNE DE VOL

Après un cabré de l'angle i , le bandement automatique du « flettner » f provoque la rotation du gouvernail de profondeur de l'angle supplémentaire a . L'avion tend à piquer pour rattraper l'horizontale.

celui-ci un effort de portance P dont le point d'application L est situé en avant de l'axe A , si bien que le gouvernail va se cabrer d'un angle a qui s'ajoutera à l'angle i pour augmenter l'angle d'attaque du vent relatif V qui devient $i + a$. Mais à ce moment intervient le flettner f que sa bielle b braque vers le bas d'un angle c . Frappé par dessous par le vent relatif V , ce flettner applique au bord de fuite du gouvernail de profondeur un effort de portance P' dirigé vers le haut. Le gouvernail se cale alors à un angle a par rapport à sa position initiale tel que les portances P et P' s'équilibrent. Ainsi calé, ce gouvernail a pour effet de faire piquer l'avion qu'une rafale avait brusquement mis en cabré. A mesure que l'avion pique, la direction du vent relatif V se rapproche de la corde du gouvernail de direction; et à mesure que l'angle i diminue les forces P et P' diminuent, ainsi que l'angle a . En sorte que lorsque l'avion est revenu en vol horizontal, le gouvernail

de profondeur et le « flettner » sont de nouveau parallèles à la direction du vent relatif.

On pourrait craindre que dans ce mouvement de piqué provoqué par le gouvernail de profondeur l'avion ne dépasse vers le bas la position de vol horizontal, si bien qu'il faudrait alors que le gouvernail le mette en cabré, ce qui pourrait amorcer des oscillations autour de la position de vol horizontal. Une telle disposition serait dangereuse, car ces oscillations pourraient avoir tendance à s'amplifier jusqu'à faire passer l'avion en piqué à la verticale. Cet inconvénient a, bien entendu, été prévu et le système a été rendu rigoureusement « aperiodique », c'est-à-dire que lorsque l'avion

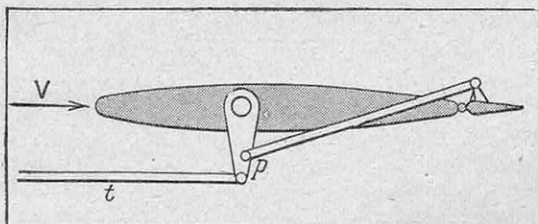


FIG. 4. — SCHÉMA DE LA TIMONERIE POUR LE RÉGLAGE DE L'ANGLE DE MONTÉE OU DE DESCENTE AVEC DES GOUVERNES « AUTOPTÈRES »

est ramené à sa position d'équilibre, il ne la dépasse jamais, ainsi que nous le verrons en exposant les résultats des essais en vol qui avaient naturellement été précédés d'une mise au point au tunnel aérodynamique. Ce résultat a été obtenu en proportionnant convenablement les dimensions des divers éléments de l'ensemble, ainsi qu'en choisissant judicieusement les positions des axes d'articulation.

Bien entendu, le même dispositif peut être adapté au gouvernail de direction, pour maintenir l'avion dans sa ligne de vol.

Le réglage de l'angle de montée ou de descente

Nous devons maintenant apprendre à lui faire exécuter des montées, des descentes, et à le faire virer.

Reportons-nous à la figure 4. Une timonerie t , manœuvrée

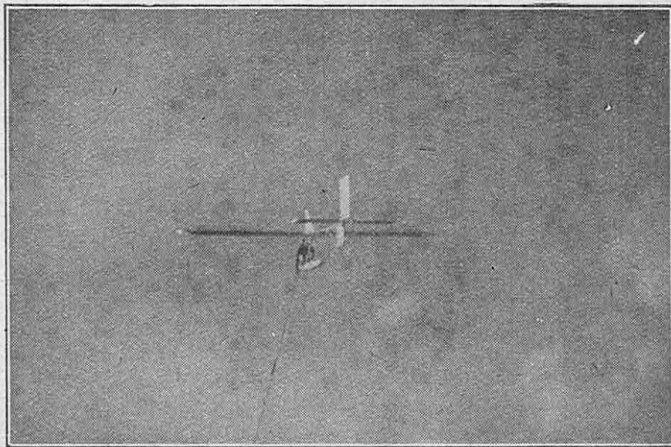


FIG. 5. — MONTÉE AU TREUIL D'UN PLANEUR A COMMANDES « AUTOPTÈRES » SOUSTRAITES A L'ACTION DU PILOTE

au moyen de la manivelle dont nous avons déjà parlé au début de cette étude, permet au pilote de déplacer le point fixe p auquel est attelée la bielle b qui commande le flettner f . On voit sur cette figure qu'en avançant le point p , le pilote braquera le flettner vers le haut et par conséquent le gouvernail de direction vers le bas, ce qui aura pour effet de mettre l'avion à la descente. La manœuvre inverse le mettra à la montée.

Comment vire-t-on sur un avion pourvu de gouvernes autoptères ?

Pour virer, on peut évidemment procéder comme pour monter ou pour descendre : il suffira pour cela d'agir sur le flettner de direction. Mais il y a un moyen beaucoup plus normal de virer : il consiste à incliner



FIG. 6. — L'ÉQUIPEMENT DU PLANEUR A COMMANDES « AUTOPTÈRES » POUR LES VOLS DE DÉMONSTRATION

L'antenne Pitot permet de mesurer et d'enregistrer à chaque instant la vitesse de l'appareil par rapport au vent relatif.

l'avion au moyen des ailerons du côté où l'on veut virer, sans toucher au flettner de direction. Dès que l'avion se met à pencher par exemple à gauche, il dérape du côté opposé. Aussitôt, l'ensemble du gouvernail de direction et de son flettner entre automatiquement en action pour faire disparaître ce dérapage : c'est-à-dire que le gouvernail de direction se braque, par le mécanisme que nous avons étudié dans le cas du gouvernail de profondeur, de façon à faire disparaître ce dérapage, ce qui a pour effet de faire virer l'avion du côté où il penche, et de faire un virage d'autant plus serré qu'il penche davantage : ainsi sur l'avion à gouvernes autopètes, le pilote vire au moyen des ailerons et non pas au moyen du gouvernail de direction dont l'action est entièrement automatique.

Les essais en vol

Les premiers essais en vol ont été effectués sur un planeur de vol à voile représenté sur les figures 5 à 7.

La figure 5 montre en particulier le pla-

neur pendant une montée au treuil, toutes commandes de profondeur et de direction bloquées ; le pilote avait même abandonné le gauchissement, étant donné l'excellente stabilité de l'ensemble.

L'appareil une fois lâché était réglé pour un vol en palier dans un courant ascendant ; commande bloquée, il effectuait ensuite un brusque demi-tour avec les ailerons. Le diagramme III de la figure 8 montre qu'immédiatement après la perturbation apportée par le virage, la vitesse du planeur reprenait sans oscillation une valeur rigoureusement constante.

Le même jour, des essais analogues furent effectués sur le même appareil dont on avait remplacé les gouvernes autopètes par des gouvernes ordinaires. Les deux graphiques I et II se rapportent à deux vols effectués, l'un avec gouvernes bloquées, l'autre avec gouvernes manœuvrées par le pilote qui s'efforçait de maintenir constantes la direction et la vitesse du vol. Dans les deux cas, la vitesse a subi d'importantes variations.

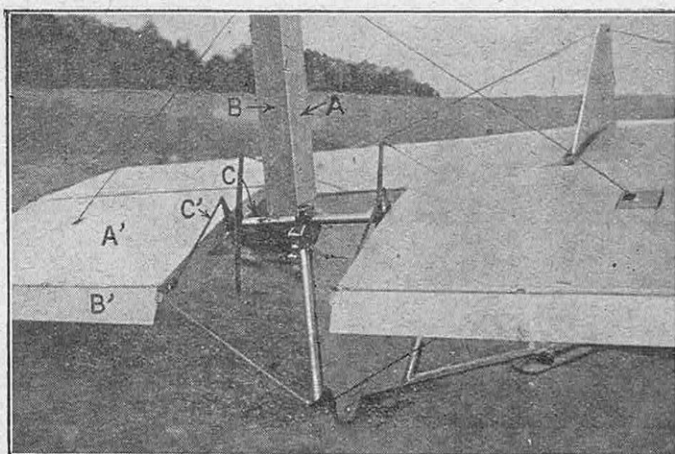


FIG. 7. — MONTAGE DES COMMANDES « AUTOPTÈRES » SUR UN PLANEUR EXPÉRIMENTAL DE VOL A VOILE
A, gouvernail de direction ; B, « flettner » de direction ; C, commande du « flettner » de direction ; A', gouvernail de profondeur ; B', « flettner » de profondeur ; C', commande du « flettner » de profondeur.

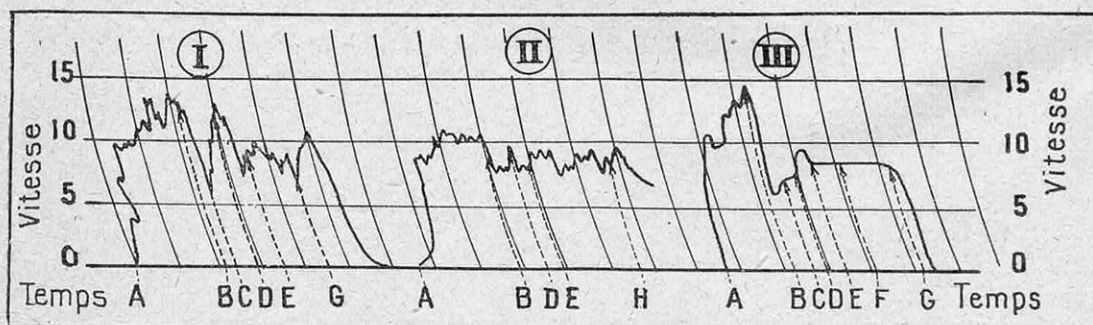


FIG. 8. — GRAPHIQUES DE VOLS EXPÉRIMENTAUX EFFECTUÉS SUCCESSIVEMENT AVEC TOUTES GOUVERNES BLOQUÉES (I), AVEC GOUVERNES MANŒUVRÉES PAR LE PILOTE (II) ET AVEC GOUVERNES « AUTOPTÈRES » (III)

Sur chacun de ces graphiques, A correspond au décollage ; B, au décrochage du câble de lancement, et C, au blocage de la profondeur. Entre D et E, le planeur effectue un virage ; en F, il effectue un vol en « crabe » au-dessus d'une pente ; G, correspond au déblocage de la profondeur pour l'atterrissage.

Les avantages des gouvernes autoptères

Ces essais ont mis en évidence les divers avantages suivants du nouvel ensemble automatique :

Nous avons vu qu'il est facile d'équilibrer ces gouvernes de telle sorte que leurs oscillations propres s'amortissent immédiatement ; et ce caractère apériodique de leurs oscillations, qui est à la base de leur fonction de stabilisation de l'avion, a encore pour effet de supprimer les battements de gouvernes si dangereux pour les appareils qui y sont sujets ; de même elles éliminent les risques de glissades et de mise en vrille par inattention du pilote, car elles veillent constamment à mettre un terme aux fantaisies de l'avion par les manœuvres appropriées.

Mais leur principale supériorité sur les dispositifs gyroscopiques, c'est leur simplicité et la robustesse de construction qui en résulte. Les « pilotes automatiques » à commande gyroscopique sont des merveilles de précision mécanique, et on doit admirer l'ingéniosité qu'il a fallu pour les réaliser. Mais ils sont assez compliqués, et comme tels d'une construction très onéreuse. Ils pèsent assez lourd, ce qui est un grave inconvénient, car ils constituent un poids mort pour l'avion. Comme tous les appareils de précision, ils doivent être surveillés attentivement par des spécialistes

expérimentés, et malgré cela sont exposés à se dérégler. Pour toutes ces raisons, ils n'équipent guère que certains gros appareils de transport et de bombardement à grand rayon d'action.

Au contraire, les gouvernes autoptères, tout en étant d'une efficacité et d'une douceur supérieure à celle des instruments gyroscopiques, sont d'une grande simplicité, et cette simplicité est la meilleure garantie de leur bon fonctionnement.

Dans le pilotage par gouvernes autoptères, le pilote agit non plus directement sur le gouvernail, mais sur le gouvernail auxiliaire de dimensions beaucoup plus réduites. Il en résulte que les efforts auxquels sont soumises les commandes de timonerie sont beaucoup plus faibles que dans le cas où elles agissent directement sur le gouvernail. Ces commandes ont donc moins de chances de se rompre, et, par conséquent, ce système de pilotage est plus robuste que le système classique. Si l'on ajoute qu'elles ne coûtent pratiquement rien, que la surcharge qu'elles constituent pour l'avion est négligeable et qu'elles ne demandent presque aucune surveillance, on voit qu'elles sont appelées à prendre une grande diffusion et — les essais effectués sur planeur le montrent clairement — qu'elles pourront équiper tous les types d'avions.

A. VERDURAND.

D'après une récente estimation officielle, les ressources hydrauliques du Canada permettraient l'installation de turboalternateurs développant au total 44 millions de chevaux. Au 1^{er} janvier dernier, la puissance installée dépassait de peu 8 millions de chevaux, dont 80 % environ dans les provinces industrielles d'Ontario et de Québec, qui sont d'ailleurs dépourvues de tout gisement de charbon. Il n'existe qu'un seul pays, les Etats-Unis, qui disposent d'une puissance totale supérieure, et un seul autre pays, la Norvège, dont la puissance installée par tête d'habitant dépasse le chiffre correspondant du Canada. Il convient de souligner que le Canada possède pratiquement le monopole du nickel, ses mines produisant 90 % du total mondial. Il vient également au premier rang pour la production du platine, au second pour le radium, au troisième pour l'or, le cuivre et le zinc, et au quatrième pour le plomb. Pour ce qui concerne le pétrole, la production du Canada (pétrole brut) est passée de 1 500 000 barils en 1936 à 7 000 000 barils en 1938 (le baril vaut environ 1/7 tonne), ce qui représente 13,8 % de la production totale de l'Empire britannique (contre 7,1 % en 1937). Le Canada vient ainsi, dans l'Empire, au quatrième rang, après Trinidad, Bahrein et Burma (Indes anglaises). C'est dans la province d'Alberta que les campagnes de sondages se sont montrées les plus fructueuses. Le Canada, étant donné l'abondance de ses ressources minérales, et le faible prix de revient de son énergie électrique, va jouer un rôle de plus en plus important parmi les grandes nations productrices, non seulement de matières premières, mais de produits manufacturés de toutes sortes. Rappelons que, depuis 1900, la population canadienne a plus que doublé, et que sa production industrielle et agricole a plus que sextuplé.

LES MESURES DE HAUTE PRECISION DANS LES INDUSTRIES MÉCANIQUES

Par Pierre DEVAUX

ANCIEN ÉLÈVE DE POLYTECHNIQUE

Le magnifique développement industriel de notre époque est caractérisé par une extrême précision des mesures. Un exemple familier à tous est celui de la construction en grande série, qui ne se conçoit point sans une interchangeabilité rigoureuse des pièces, obtenue grâce à des méthodes draconiennes de contrôle. A ce point de vue, on peut dire que la « fabrication à la chaîne », bien loin de conduire à l'économie par une baisse de la qualité, est le plus parfait des moyens techniques que l'on ait imaginés pour unir la qualité au bon marché. Dans le domaine du progrès scientifique et industriel, dans le prestigieux domaine des records, la précision est reine; cette voiture qu'une grande firme envoie à l'autodrome de Montlhéry, cet avion commercial géant qui s'apprête à traverser l'Atlantique, cet avion de chasse dont le foudroyant « piqué » dépasse 800 km/h, ces locomotives de 9 000 ch qui gravissent les rampes du Saint-Gothard en remorquant des trains lourds, autant de réussites de la précision scrupuleuse dans les moindres détails. Assurément, la moisson est vaste : précision mécanique pour les « cotes » de construction et les jeux, où les vieilles méthodes des calibres arrivent à se trouver en défaut et où des méthodes optiques d'« interférences » permettent aujourd'hui de garantir le millième et même le dix-millième de millimètre ! Précision chimique dans la composition des carburants, des liquides réfrigérants (glycols), des matières synthétiques, des isolants et surtout des métaux et alliages : on sait que des traces presque « homéopathiques » (1) de phosphore suffisent à doter le meilleur acier d'une dangereuse fragilité, tandis que tel constituant, introduit à faible dose, permet de donner à un acier, à un alliage d'aluminium ou de magnésium des propriétés nouvelles. Précision électrique, enfin, et ici un vaste chapitre serait nécessaire pour rappeler les progrès éminents apportés à l'électrotechnique par de nouveaux instruments d'analyse et de mesure, tels que le précieux oscillographe cathodique. Le succès, a dit un historien de Napoléon, est la récompense de ceux qui n'abandonnent aucun détail au hasard. Telle pourrait être la devise de notre époque, dont la réussite dans le domaine matériel est un phénomène encore sans exemple dans l'histoire culturelle de l'humanité.

Méthode du « câble »

DANS tout problème de mécanique expérimentale, trois « variables » sont généralement à considérer : les déplacements, les accélérations et les efforts.

Un exemple va préciser ce point de vue. Considérons un wagon de chemin de fer roulant sur une voie quelconque, présentant des défauts qui viennent altérer le tracé théorique. Pour nous faire une idée complète du comportement du véhicule, il faudrait que nous connussions les irrégularités de la voie et du *devers*, ou inclinaison éventuelle de cette voie dans les courbes, les dispositions constructives du véhicule, telles que les distances entre essieux, les charges des essieux, le type de suspension, les liaisons entre les essieux et le châssis, par bogies ou bissels, les modes d'attelage aux véhicules voisins et le comportement desdits véhicules,

sans oublier la totalité des coefficients de frottement mis en jeu, ce qui n'est pas précisément pour simplifier le problème !

Si nous avons affaire à une machine-outil, telle qu'un tour en train d'usiner une pièce métallique, nous aurons besoin de connaître la résistance unitaire du copeau de métal arraché (charge de rupture en kg/mm²), les angles de coupe et de détalonnage de l'outil tranchant, les constantes de l'huile d'arrosage et sa température, la température de la pièce, les proportions constructives du tour, les coefficients de frottement aux divers points frottants, la vitesse et jusqu'aux « caractéristiques » du moteur d'entraînement !

Des notions aussi étendues sont, évidemment, inaccessibles dans la majorité des cas, et l'on est alors ramené aux principes les

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 236, page 116.

plus indiscutables de la méthode expérimentale : *mesurer* ce que la théorie ne permet pas de prévoir par le calcul.

Voilà pourquoi nous assistons actuellement, de divers côtés, au spectacle paradoxal d'ingénieurs effectuant des mesures sur des machines construites de main d'homme : wagons, locomotives, machines d'usines de fonctions variées, comme s'il s'agissait d'engins inconnus tombés d'une autre planète ! Les résultats extrêmement féconds et souvent... inattendus attestent, du reste, l'utilité de la méthode.

M. Mauzin, dont nous avons signalé (1) les remarquables recherches dans le domaine

des chemins de fer, a précisé les procédés *mécaniques* et *électriques* qui permettent d'opérer avec précision : les déplacements peuvent être mesurés depuis des *fractions de micron* (le micron vaut 1/1 000 de mm) avec des variations de « fréquence » aussi élevées qu'on le désire, jusqu'à plusieurs centimètres avec une pulsation de 100 par seconde ; le premier cas correspondrait à des mesures de laboratoires, tandis que le second se rencontre dans de nombreuses machines industrielles. Remarquons que les *vitesses* n'ont pas à être mesurées, car elles se déduisent de la mesure des déplacements, comparée avec celle du *temps*. Les *accélérations* peuvent être mesurées jusqu'à des fréquences de 40 000 vibrations par seconde, correspondant aux premiers *ultrasons*, tandis que les efforts mesurables s'échelonnent depuis une fraction de gramme jusqu'à 50 tonnes.

Voici d'abord un procédé simple : la *méthode du câble*. Un câble en acier, souple, inextensible et convenablement guidé, est fixé par une extrémité à la pièce étudiée, l'autre extrémité étant fixée à un style enregistreur et fortement sollicité par un ressort, afin que le câble demeure bien tendu. Supposons que nous voulions enregistrer le déplacement, par rapport à la « caisse », d'un bogie de chemin de fer ; fixé en un point convenable du bogie, notre

câble viendra passer sur des *galets* de renvoi et entraînera un style mobile dont le bec, garni d'encre glycéinée inséchable, tracera le diagramme du déplacement sur une feuille de papier quadrillée à déroulement. Notons que ce déroulement sera commandé par des engrenages reliés à un essieu, car on désire, dans les problèmes de chemins de fer, être renseigné sur ce qui se passe en chaque point de la voie, alors que dans la majorité des mesures de laboratoire on désire posséder l'enregistrement du phénomène « en fonction du temps » : il suffit alors de confier le déroulement à un mouvement d'horlogerie.

Un problème différentiel

Un problème curieux est le suivant : il arrive que l'on ait besoin de connaître le *déplacement relatif* de deux points *A* et *B*, tels que le longeron d'un bogie et sa *traverse danseuse*. Il ne saurait être question d'aller installer l'opérateur avec ses appareils au milieu des ferrailles du bogie : force est donc de conserver aux enregistreurs leur emplacement habituel dans la caisse, mais en s'arrangeant pour que les déplacements propres de la caisse ne faussent pas les mesures. Le problème serait le même si nous voulions examiner le comportement d'une roue d'automobile au moyen d'appareils installés dans la voiture.

Voici comment il a été résolu (fig. 1). Du point *A* part un premier câble *1* qui passe sur trois galets de renvoi *G*₁, *G*₂, *G*₃ et vient s'attacher à l'extrémité *D* d'un levier *L* ; un ressort maintient le câble tendu. Un second câble *2* part du point *B*, passe sur deux galets *G*₄ et *G*₅ puis s'attache à l'extrémité *E* du même levier ; un ressort *R*₁ le maintient sous tension. Les enregistreurs *F* sont reliés au point *M*, milieu du levier.

Si la caisse *C*, accompagnée des enregistreurs, subit un petit déplacement horizontal, il est aisé de voir que les extrémités *D* et *E* du levier se déplacent de quantités égales en sens inverses, en sorte que le

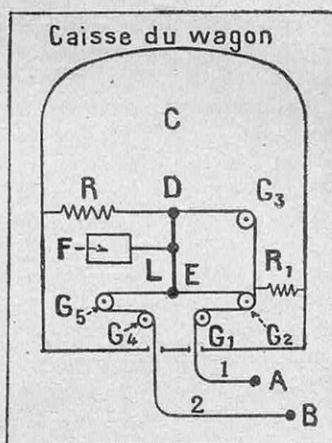


FIG. 1. — DISPOSITIF A CABLES DIFFÉRENTIELS PERMETTANT D'ENREGISTRER LA VARIATION D'ÉCARTEMENT DE DEUX POINTS A ET B DU BOGIE D'UN WAGON ; L'APPAREIL DEMEURE INSENSIBLE AUX DÉPLACEMENTS DE LA « CAISSE » DU VÉHICULE

Le point *A* est relié par le câble *1*, passant sur les galets de renvoi *G*₁, *G*₂, *G*₃, à l'extrémité *D* du levier *L*, et maintenu sous tension par le ressort *R*. Le point *B* est relié de même à l'extrémité *E*, les enregistreurs étant reliés au milieu *M* du levier.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 266, page 118.

milieu *M* demeure immobile par rapport à la caisse ; l'enregistreur reste donc au repos. Si, au contraire, le point *A* se déplace par rapport au point *B*, l'enregistreur fonctionne. C'est un montage *différentiel*.

Un certain scepticismisme s'étant manifesté parmi les ingénieurs sur la précision de ces transmissions par câble, on recourut à l'épreuve de l'*intégration* ; on sait que les intégrateurs sont des appareils qui « somment » non seulement les mesures numériques qu'on les charge d'enregistrer mais les *erreurs*. En faisant fonctionner l'intégrateur durant un temps suffisant, on peut donc juger des erreurs avec une grande précision *par accumulation* ; or, cette épreuve très sensible a révélé que la transmission par câble n'introduit pas une erreur supérieure à quelques millièmes de millimètre !

Il est donc légitime de brancher à l'extrémité du câble les appareils de mesure les plus délicats, tels que des *micromètres à vite d'air* et des *micromètres à capacité* ou à *résistance* dont il nous reste à parler maintenant.

Principe de la « variation de capacité »

Imaginons que l'extrémité du câble transmetteur soit fixée à un curseur mobile qui se déplace sur une résistance électrique ; l'ensemble étant alimenté sous tension constante, l'intensité du courant indiquera très exactement la position du curseur.

Cette intensité, il sera facile de la mesurer

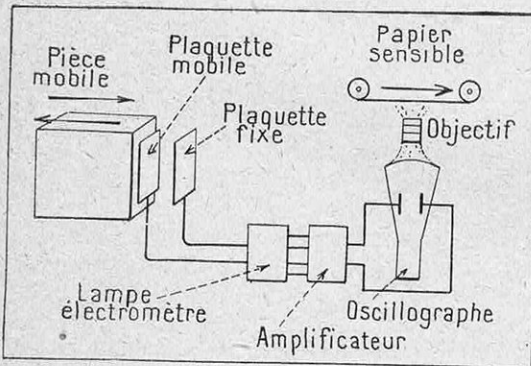


FIG. 2. — MONTAGE « A VARIATION DE CAPACITÉ » POUR L'ENREGISTREMENT DES DÉPLACEMENTS D'UNE PIÈCE MOBILE

Une plaque mobile, fixée sur la pièce, se déplace en face d'une plaque parallèle fixe ; les armatures du condensateur ainsi formé sont reliées à un oscillographe cathodique par l'intermédiaire d'une lampe électromètre et d'un amplificateur ; l'image du « spot » de l'oscillographe, fournie par un objectif, s'enregistre sur une bande de papier photographique à déroulement.

et même de l'enregistrer au moyen d'un *oscillographe cathodique* ; le courant traversant deux bobines placées de part et d'autre du « goulot » où se produit le flux d'électrons, celui-ci se trouvera dévié et l'on pourra enregistrer le déplacement du « spot » lumineux sur le fond de l'oscillographe, au moyen d'un film de papier photographique à déroulement.

Ce dispositif s'est révélé pratique et robuste au point qu'il a été possible, en bien des cas, de supprimer le câble et de placer résistance et curseur dans la machine même à examiner. Ainsi, une règle à curseur peut être placée entre les roues d'une locomotive ou sous le banc d'un tour, pour mesurer les déplacements des pièces en mouvement.

Plus subtil est le phénomène électrostatique sur lequel est basée la mesure des déplacements par *variation de capacité* (fig. 2). Une plaquette métallique, étant fixée sur la pièce mobile, se déplace en face d'une plaquette parallèle immobile, placée à faible distance. Ces deux lames doivent être très fortement isolées, afin que le *condensateur* qu'elles forment n'ait aucune perte ; l'une des plaquettes est mise à la masse, tandis que l'autre est reliée à la grille d'une lampe électronique triode dont la plaque est reliée aux plaquettes d'un oscillographe cathodique ; à titre d'indication, la résistance de fuite formée par la grille représente environ 10 millions de milliards d'ohms : la perte est donc absolument négligeable.

Quand la distance des plaquettes varie, le potentiel de la grille varie en conséquence, et le courant plaque agit sur l'oscillateur pour produire une déviation. Ce montage est d'une extrême *rapidité* : il n'y a aucune *inertie* mécanique et aucune limite à la rapidité des mouvements que l'on peut enregistrer. La *sensibilité* et la *précision* sont également très satisfaisantes : on a pu atteindre le 1/10 000 de mm et suivre les *déformations élastiques* des pièces qui échappent à nos sens mais sont à l'origine de nombreuses perturbations mécaniques.

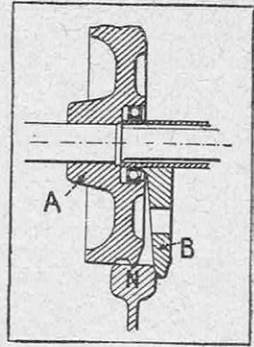


FIG. 3. — « ROULETTE » ET « PÉDALE » POUR L'ENREGISTREMENT CONTINU DES PROFILS DE VOIES FERRÉES

A, roulette prenant appui sur le rail ; B, pédale mobile s'appuyant contre le flanc du rail.

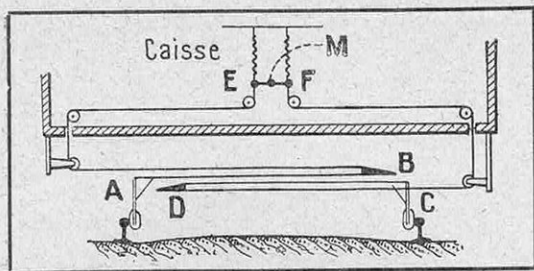


FIG. 4. — ENREGISTREMENT DE L'ÉCARTEMENT DES RAILS

La palette A, portée à l'extrémité du tube coulissant B, entraîne par câble l'extrémité E d'un palonnier EF; la roulette C entraîne de même l'extrémité F; le déplacement du milieu M du palonnier, égal à la moitié de la variation d'écartement de la voie, est enregistré par les appareils.

Etude des déformations de voies ferrées

A titre d'exemple, voici quelques-uns des problèmes les plus typiques qui ont pu être résolus par ces méthodes dans l'étude du matériel de chemin de fer. On s'est, tout d'abord, attaché à l'enregistrement continu de l'écartement de rails, à l'aide de pédales appuyant latéralement contre le rail (fig. 3) et du montage à câbles représenté figure 4, ainsi que de la « distance horizontale d'une pédale à la droite joignant deux autres pédales encadrant la première et s'appuyant contre le même rail »; cette distance n'est autre que la flèche du rail en courbe, et elle indique immédiatement le rayon de courbure.

Le problème le plus ardu fut celui de la mesure du *devers*, autrement dit de l'inclinaison transversale des voies en courbe. Il s'agissait d'enregistrer une différence de niveau entre les deux rails de l'ordre de 1 à 2 mm, avec une précision satisfaisante et à des vitesses de 120 km à l'heure. Insoluble directement, le problème a été tourné en mesurant de façon continue le *gauche* de la voie, c'est-à-dire la hauteur d'une roue d'un bogie au-dessus du plan des trois autres roues : c'est la « pente » de montée ou de descente d'un rail par rapport à l'autre; un *intégrateur* se charge de déduire de cette pente relative la hauteur effective d'un rail au-dessus de l'autre, c'est-à-dire le *devers*.

Quand aux *points bas*, tels que les éclisses de jonction des rails, où une roue s'enfonce par rapport aux autres, ils ont pu être étudiés également; ces « points fai-

bles » de la voie ont été signalés automatiquement par des jets de peinture, en vue d'une consolidation.

50 tonnes... + 10 allumettes!

Pour la mesure des *efforts*, l'électricité nous apporte un procédé remarquablement souple qui est la méthode *piézoélectrique*. On sait qu'une lame de quartz, comprimée dans un sens convenable, donne naissance sur ses faces opposées à des quantités d'électricité statique *proportionnelles à l'effort*; si on relie des armatures métalliques collectrices, fixées sur ses faces, aux bornes d'un condensateur, on aura aux bornes de celui-ci une variation de potentiel que l'on pourra appliquer comme précédemment à un oscillographe après amplification.

Utilisée dans les cas les plus variés et les plus difficiles, notamment pour la transmission et l'enregistrement à distance des efforts qui se produisent dans la partie roulante des véhicules de chemins de fer, la méthode piézoélectrique a révélé des qualités éminentes. Elle est *sensible*, un effort de plusieurs tonnes pouvant être *apprécié* à une fraction de gramme près : ainsi 30 sacs de 100 kg étant suspendus au fléau d'un appareil à quartz, si l'on ajoute à la charge 10 allumettes, la « surcharge » se trouve enregistrée!

D'autre part, la méthode piézoélectrique est *fidèle*, les mesures effectuées fournissant les mêmes chiffres d'un jour à l'autre; elle ne donne lieu à aucune « hystérésis », c'est-à-dire à aucune *inertie*, ce qui ne saurait surprendre si l'on songe que les quartz « entretenus » sont utilisés pour l'étalonnage des fréquences d'émission de T. S. F. Le quartz est pratiquement insensible à la *température* et, moyennant des enveloppes convenables, à l'*humidité*; on cite des quartz montés sur des locomotives, exposés à la vapeur et aux

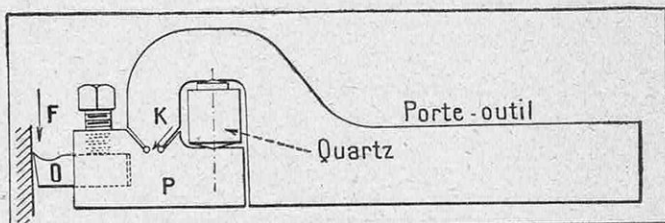


FIG. 5. — LE QUARTZ PIÉZOÉLECTRIQUE PERMET DE MESURER L'EFFORT EXERCÉ PAR UN OUTIL DE TOUR SUR SON PORTE-OUTIL

La pièce se déplace dans le sens de la flèche F; l'effort qu'elle exerce sur l'outil O se transmet au porte-outil P et, par suite, au quartz, le porte-outil ayant été suffisamment assoupli par des entailles en K.

intempéries, et qui n'ont nécessité aucun séchage après un parcours de 5 000 km.

Quant à la solidité des quartz et par suite à la robustesse des montages, elle est proverbiale ; un quartz de quelques centimètres de côté, placé en butée dans une boîte à graisse, peut supporter des efforts latéraux de 40 tonnes lors d'un choc violent de la roue contre le rail.

Dans le domaine des accélérations et des fréquences, les mesures se compliquent du fait que le montage du quartz (châssis, boîtier) possède une période de vibration propre qui vient perturber la vibration à enregistrer. Cette difficulté a été résolue fort élégamment au moyen de *filtres électriques* qui arrêtent, dans le courant global, les oscillations électriques correspondant à la période parasite.

Le quartz piezoélectrique au service des machines-outils

Voici quelques exemples d'applications.

Pour la conduite des essais de *machines-outils*, le quartz piézoélectrique permet un enregistrement continu et précis des efforts de l'outil sur son porte-outil, c'est-à-dire, en définitive, de l'outil sur la pièce. La figure 5 montre comment on monte le quartz dans un porte-outil de *tour*, de *raboteuse* ou d'*étalimeur* ; un montage analogue convient aux

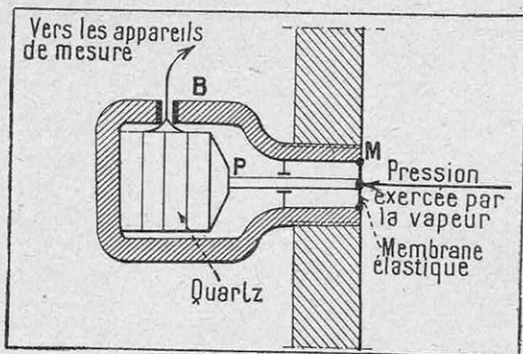


FIG. 6. — MANOMÈTRE A QUARTZ PIÉZOÉLECTRIQUE

La poussée de la vapeur sur la membrane M se transmet au quartz, logé dans le boîtier B et relié électriquement aux appareils d'enregistrement.

mortaiseuses et aux machines à brocher. Pour les machines à outil rotatif, *perceuses* et *fraiseuses*, des montages à quartz multiples permettent d'enregistrer simultanément l'effort de rotation et les diverses réactions de la pièce.

Ces essais ont permis de mettre en évidence des vibrations et des efforts rythmiques qui altèrent le fini du travail, et de préciser les conditions

à réaliser pour les éviter.

Au lieu de *manomètres* métalliques, on peut maintenant utiliser, pour la mesure de la pression de l'air comprimé ou de la vapeur, une « membrane à quartz » du type indiqué figure 6. La pression du « fluide » sur la membrane se trouve transmise au quartz logé dans un boîtier cylindrique, et l'indication de l'effort se traduit sous forme électrique comme dans les cas précédents.

Il n'est pas douteux que l'extrême souplesse de la méthode piézoélectrique ne lui ouvre un vaste champ dans le domaine très particulier et encore mal exploré de la mesure des efforts rapides, notamment dans les moteurs ; des quartz placés sous les paliers ou dans les têtes de bielles autoriseraient des mesures directes considérées jusqu'à maintenant comme impossibles. C'est un champ très vaste qui s'ouvre devant les chercheurs.

PIERRE DEVAUX.

D'après le *Nauticus* allemand pour 1939, le programme de réarmement naval de la Grande-Bretagne comportait l'achèvement de cinq grands cuirassés de 35 000 t, de la classe du *King George V*, prévu pour 1940 et la mise en chantier de deux nouvelles unités encore plus puissantes, qui seront vraisemblablement armées de huit pièces de 406 mm (au lieu de 356 mm sur les *King George V*) et développeront 28 nœuds. D'après le *Temps* et divers journaux britanniques, l'Amirauté envisageait, avant la déclaration de guerre, de construire trois autres bâtiments semblables, ce qui porterait — en 1942 au plus tard — le total de la flotte cuirassée britannique à vingt-cinq unités. Compte tenu des porte-avions (cinq en construction en 1937), des croiseurs (dix-sept en construction en 1937 et huit au budget de 1938), des torpilleurs (trente-huit unités représentant 68 310 t), des sous-marins, etc., la marine anglaise a actuellement en construction, ou autorisées, plus de 630 000 t de navires de guerre. C'est plus que le tonnage de la marine française tout entière et encore ne s'agit-il que des plans de paix, certainement dépassés de beaucoup depuis le début des hostilités.

LA T. S. F. ET LA VIE

Par André LAUGNAC

Circuits oscillateurs pour ondes très courtes

LA production d'ondes hertziennes de longueur voisine de 1 m (fréquence : 300 mégacycles) à l'aide d'une triode à réaction fut considérée longtemps comme impossible et lorsque, pour des recherches scientifiques ou des essais de télécommunications, on désirait produire des ondes aussi courtes avec une puissance de quelques watts, il fallait utiliser, à l'exclusion de tout autre générateur, soit des oscillateurs du type Barkhausen ou Pierret (triode à grille positive et anode négative) soit des magnétrons (diodes placées dans un champ magnétique auxiliaire). Ce n'est que récemment seulement que furent mis au point les procédés permettant de reculer la limite d'oscillation des oscillateurs classiques à triode au-dessous d'un mètre de longueur d'onde. Désormais, les oscillateurs pour ondes de

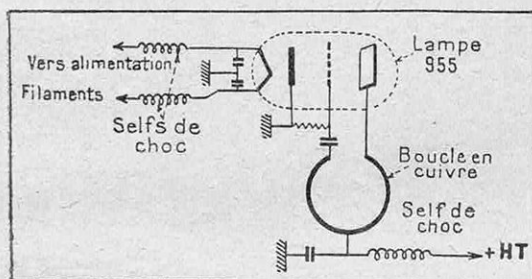


FIG. 1. — SCHÉMA DE PRINCIPE D'UN OSCILLATEUR CLASSIQUE HARTLEY POUR 1 MÈTRE DE LONGUEUR D'ONDE

1 mètre, et même moins, posséderont tous les avantages de stabilité et de simplicité de fonctionnement des oscillateurs utilisés pour les ondes normales de radiodiffusion et de télévision. Cette sûreté de fonctionnement, jointe à la facilité avec laquelle ces ondes peuvent être rayonnées et reçues à l'aide de combinaison d'antennes à pouvoir directif ou de réflecteurs d'encombrement réduit, ne manquera pas d'accroître leur champ d'utilisation pour les liaisons à distance quasi optique.

Nous pouvons classer en deux catégories les perfectionnements qui permettent désormais aux triodes à réaction d'osciller sur ondes très courtes : ceux apportés aux lampes elles-mêmes et ceux apportés aux circuits oscillants auxquels elles sont connectées.

Les caractéristiques de construction que doit posséder une triode pour osciller avec un rendement suffisant en ondes courtes peuvent se résumer ainsi :

Faibles capacités entre électrodes ; faibles longueurs des connexions ; réduction à l'extrême limite possible de l'absorption d'énergie par les diélectriques et les masses métalliques qui entrent dans la construction de

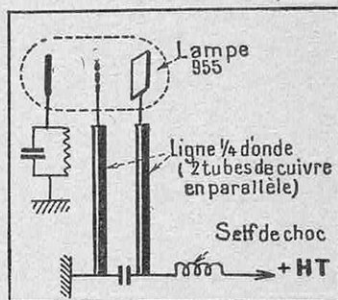


FIG. 2. — PRINCIPE D'UN OSCILLATEUR UTILISANT UNE LIGNE QUART D'ONDE COMME CIRCUIT OSCILLANT

la lampe, et enfin faible distance entre cathode et grille de contrôle, afin que le « temps de transit » des électrons émis par la cathode et se dirigeant vers l'anode soit notablement plus faible que la durée d'une oscillation, soit, pour 1 mètre de longueur d'onde, $1/300\ 000\ 000$ de seconde. Une telle construction exige, d'une part, que les électrodes soient de petites dimensions et fabriquées avec des matériaux pouvant supporter sans détérioration les températures élevées auxquelles leurs petites surfaces les obligent à travailler : tantale, molybdène, graphite, etc., et, d'autre part, la suppression des isolants qui ne sont pas absolument indispensables à une bonne rigidité des électrodes. Les premières en date, et certainement les plus typiques des lampes construites spécialement pour ondes très courtes, sont les petites triodes 955 R C A et similaires dans lesquelles ont été réalisées d'une façon parfaite les conditions que nous venons d'énoncer. Les fabricants de lampes ne se sont pas limités à ce seul type et les techniciens ont à leur disposition de nombreux modèles correspondant à diverses conditions particulières d'utilisation (puissance haute fréquence, tension d'alimentation, etc.).

Les circuits oscillants utilisés en ondes

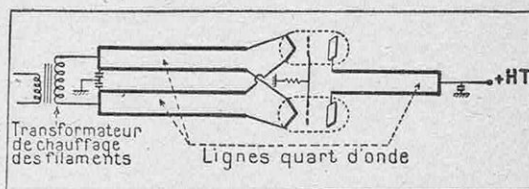


FIG. 3. — OSCILLATEUR UTILISANT DEUX TRIODES A CHAUFFAGE DIRECT AVEC LIGNES ACCORDÉES DANS LES CIRCUITS ANODIQUE ET CATHODIQUE

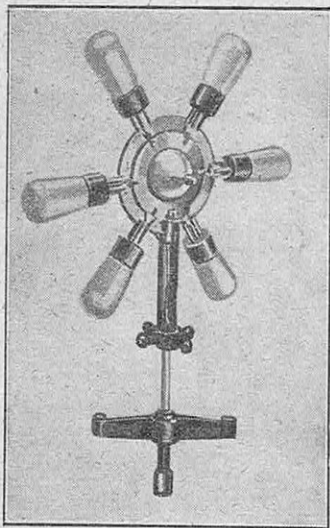


FIG. 4. — OSCILLATEUR POUR ONDES TRÈS COURTES, COMPRENANT UN CIRCUIT OSCILLANT SPHÉRIQUE ET SIX LAMPES.

tre électrodes de la lampe. La tension anodique est appliquée en un point judicieusement choisi de la spire (fig. 1).

On utilise aussi très souvent, au lieu de la spire, un ensemble de deux conducteurs de forte section, placés parallèlement et à une faible distance l'un de l'autre : c'est un excellent circuit oscillant, très sélectif et rayonnant peu. En l'absence de capacités parasites, sa longueur d'onde propre de résonance est d'environ quatre fois la longueur d'un des conducteurs (y compris les connexions internes et externes de la lampe). Un tel

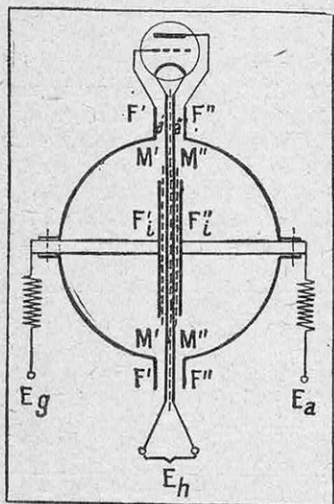


FIG. 5. — SCHÉMA DE PRINCIPE DE L'OSCILLATEUR DE LA FIGURE 4

très courtes sont très variés et parfois très complexes ; leur construction doit être particulièrement soignée afin qu'ils ne rayonnent pas, qu'ils soient peu amortis et sélectifs, que leurs connexions soient courtes. Le plus simple des oscillateurs que l'on puisse utiliser est le circuit « Hartley », composé d'une seule spire et de la capacité entre

deux électrodes de la lampe. La tension anodique est appliquée en un point judicieusement choisi de la spire (fig. 1). On utilise aussi très souvent, au lieu de la spire, un ensemble de deux conducteurs de forte section, placés parallèlement et à une faible distance l'un de l'autre : c'est un excellent circuit oscillant, très sélectif et rayonnant peu. En l'absence de capacités parasites, sa longueur d'onde propre de résonance est d'environ quatre fois la longueur d'un des conducteurs (y compris les connexions internes et externes de la lampe). Un tel circuit est souvent désigné sous le nom de « ligne quart d'onde » (fig. 2).

Quand la capacité entre électrodes est gênante, on recourt aux circuits symétriques (push-pull) qui ont pour principal avantage, en plus de la puissance double que l'on peut en tirer, de réduire de moitié les effets gênants des

capacités parasites de la lampe. Lorsque ce sont les connexions trop longues de certaines électrodes qui offrent une trop forte impédance aux courants haute fréquence, on peut, dans de nombreux cas, en éliminer les effets néfastes pour le rendement de l'oscillateur en réalisant ces connexions à l'aide de « lignes demi-onde », qui constitueront pour l'onde sur laquelle elles seront accordées un véritable court-circuit.

Signalons enfin un circuit oscillant très curieux connu sous le nom de « circuit sphérique de Kolsta ». Il comporte, en principe, un tube central supportant deux coquilles semi-hémisphériques terminées par deux plateaux annulaires. Le tube central constitue à peu près la totalité de la self inductance, tandis que les plateaux annulaires forment capacité (fig. 4 et 5).

Un tel circuit possède un amortissement très faible, rayonne très peu et ses emplois dans les oscillateurs en ondes très courtes sont très variés. M. H.-E. Hollman a publié récemment la description d'un circuit oscillateur très curieux dans lequel trois petites lampes 955 RCA sont placées à l'intérieur des hémisphères et constituent un « Hartley » des plus réussis. En prolongeant le tube central d'un côté, on peut constituer ainsi une antenne demi-onde qui rayonnera l'énergie haute fréquence. Lorsque les dimensions d'encombrement des lampes ne permettent pas de les placer à l'intérieur des hémisphères, elles peuvent être connectées à l'extérieur comme l'indique la photographie (fig. 4).



FIG. 6. — PETIT ÉMETTEUR POUR ONDES TRÈS COURTES COMPRENANT UN CIRCUIT OSCILLANT SPHÉRIQUE SURMONTÉ D'UNE ANTENNE

Trois lampes miniatures 955 R. C. A. sont placées à l'intérieur du circuit oscillant.

LES A COTÉ DE LA SCIENCE

INVENTIONS, DÉCOUVERTES ET CURIOSITÉS

Par V. RUBOR

Le carillon à induction électromagnétique

Les lourdes cloches, qui ne peuvent trouver asile que dans des clochers extrêmement solides, vont-elles céder la place à un dispositif électromagnétique simple, peu encombrant, dont les essais ont montré récemment toutes les possibilités?

Il s'agit de cloches à induction électromagnétique, dont l'installation comprend trois parties : la source de vibrations sonores, le dispositif amplificateur des sons, l'ensemble du système de diffusion du son par haut-parleurs.

La source de vibrations sonores est essentiellement constituée par des « tiges de sonorité » en alliages spéciaux, généralement à base d'argent, que l'on fait vibrer en les frappant au moyen d'un marteau. Les tiges sont disposées entre les pôles d'électroaimants (ou d'aimants permanents) et, par conséquent, vibrent dans un champ magnétique constant. Elles sont donc le siège de forces électromotrices d'induction de même fréquence que leurs vibrations mécaniques propres. Recueillies aux extrémités des tiges, ces forces électromotrices sont appliquées aux bornes des enroulements primaires de transformateurs dont les enroulements secondaires sont reliés à l'entrée de l'amplificateur.

Le faible volume des tiges permettant d'utiliser un métal d'une grande homogénéité, leurs

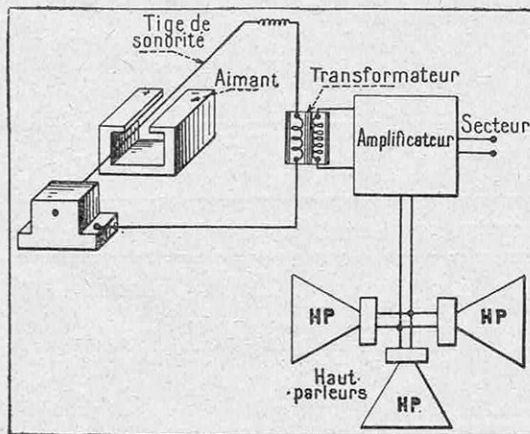


FIG. 1. — SCHEMA DE MONTAGE D'UNE CLOCHE A INDUCTION ELECTROMAGNETIQUE

La tige, frappée par un marteau, vibre dans le champ magnétique constant de l'aimant. Elle est le siège d'une force électromotrice induite variable qui, par l'intermédiaire d'un transformateur, est appliquée à un amplificateur. Celui-ci alimente à son tour de puissants haut-parleurs.

vibrations sont très régulières. Il faut donc s'attacher à respecter cette régularité pour obtenir des sons d'une extrême pureté. Aussi l'amplificateur à lampes thermoioniques est-il spécialement étudié dans ce but et ne provoque aucune distorsion dans une gamme de fréquences très étendue, allant de 30 à 12 000 périodes par seconde. Des dispositifs de réglage permettent de faire varier l'amplification des diverses fréquences les

unes par rapport aux autres et de mettre en relief, dans un carillon formé de telles cloches, les sons désirés.

Enfin, les vibrations électriques amplifiées sont à nouveau transformées en vibrations sonores au moyen de haut-parleurs portant à plusieurs kilomètres.

Seuls les haut-parleurs sont disposés dans le clocher, le reste de l'installation étant au sol.

Ainsi, sans l'intermédiaire de microphones ou de pick-up, les vibrations mécaniques des tiges sont transformées en vibrations sonores. Signalons que les marteaux peuvent être actionnés, soit à la main, au moyen d'un clavier, soit par un mouvement d'horlogerie.

L'enseignement de la chirurgie et la télévision

L'ENSEIGNEMENT pratique de la chirurgie se heurte, on le sait, à la difficulté de faire assister un nombre élevé d'étudiants aux interventions des professeurs sur l'organisme humain. Or, s'il est des opérations qui se renouvellent assez fréquemment pour que les élèves soient assurés de pouvoir suivre avec fruit les leçons du maître, il en est d'autres — et bien entendu les plus intéressantes — dont la rareté exige qu'elles soient suivies du nombre maximum d'étudiants.

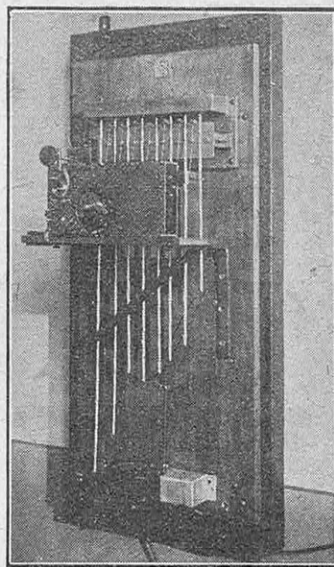


FIG. 2. — TOUT UN CARILLON EST REPRÉSENTÉ ICI PAR QUELQUES TIGES VIBRANTES

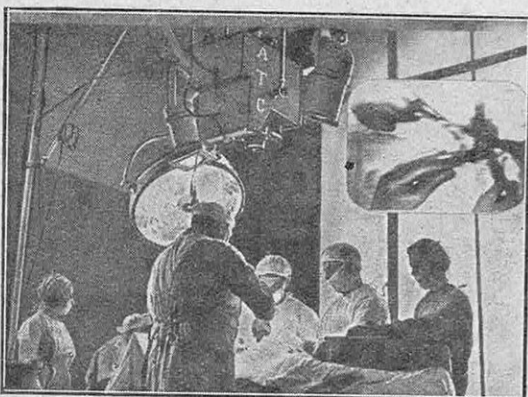


FIG. 3. — UNE OPÉRATION CHIRURGICALE
TÉLÉVISÉE

En haut, l'iconoscope. A droite, fragment de
l'image projetée sur l'écran.

On sait que certaines salles d'opérations ont été aménagées à cet effet, et le Palais de la Découverte de Paris nous en a offert un exemple. Les étudiants, disposés sur un balcon, peuvent voir, à travers des glaces, toutes les phases de l'opération (1). Il paraît difficile cependant d'éviter que le professeur ou ses aides ne se trouvent pas souvent dans le champ visuel des élèves.

Ainsi, à l'hôpital « Israël Zion » de New York City, a-t-on installé, exactement au-dessus de la table d'opération, un iconoscope qui permet, par télévision, de projeter sur des écrans une image agrandie suffisamment pour que 100 spectateurs puissent suivre l'intervention, en même temps que des haut-parleurs font entendre les commentaires du chirurgien dans sa manière de procéder. Les six écrans, disposés dans une grande salle, permettent chacun à une trentaine de personnes, d'observer l'intervention chirurgicale. Ainsi se complète utilement l'enseignement par les livres et les tableaux.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 246, page 420.

TARIF DES ABONNEMENTS A « LA SCIENCE ET LA VIE »

FRANCE ET COLONIES

Envois simplement affran-	{ 1 an.... 55 fr.	Envois recommandés....	{ 1 an.... 65 fr.
chis.....	{ 6 mois... 28 fr.		{ 6 mois... 33 fr.

BELGIQUE

Envois simplement affran-	{ 1 an... 75 f. (français)	Envois recommandés....	{ 1 an... 96 f. (français)
chis.....	{ 6 mois. 40 f. —		{ 6 mois. 50 f. —

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.	Envois recommandés....	{ 1 an.... 120 fr.
chis.....	{ 6 mois.. 52 fr.		{ 6 mois.. 65 fr.

Pour les autres pays :

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

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

« LA SCIENCE ET LA VIE » — Rédaction et Administration : 13, rue d'Enghien, Paris-X^e
CHÈQUES POSTAUX : 91-07 PARIS

POMPES DAUBRON

57, avenue de la République, PARIS

ÉLECTRO-POMPES DOMESTIQUES

pour villas, fermes, arrosage, incendies

FONCTIONNEMENT AUTOMATIQUE

Distribution d'eau sous pression
par les groupes

DAUBRON

POMPES INDUSTRIELLES

tous débits, toutes pressions, tous usages

INVENTEURS

POUR VOS

BREVETS

L. DENÈS

INGÉNIEUR-CONSEIL

35, Rue de la Lune, PARIS 2^e

DEMANDEZ LA BROCHURE GRATUITE "S"

LA SCIENCE ET LA VIE

est le seul Magazine de Vulgarisation
Scientifique et Industrielle

LES VERRES à DOUBLE Foyer



DIACHROM



PERMETTENT AVEC UNE SEULE LUNETTE
DE VOIR AUSSI BIEN DE PRÈS QUE DE LOIN

Production de la SOCIÉTÉ DES LUNETIERS, dont la marque bien connue
est une garantie de fabrication scientifique parfaite.

Ils sont en vente chez les Opticiens Spécialistes (Prix imposé).

La Société des Lunetiers, 6, rue Pastourelle, Paris, ne vend pas aux particuliers.

Depuis

25 ans

... les clichés de
"LA SCIENCE
ET LA VIE"
sont exécutés dans
les ateliers de
Photogravure des
Établissements...

LAUREYS F^{res}

17 RUE D'ENGHEN - PARIS-10^e

TÉLÉPH. :
PRO. 99.37

PHOTOGRAVURE
OFFSET - TYPONS
CLICHERIE
GALVANOPLASTIE

LA RADIESTHÉSIE

scientifiquement expliquée
par la théorie de la

RADIO - DÉSINTÉGRATION

Résultats précis et applications pratiques grâce
à la méthode et aux appareils sélectifs de

M. L. TURENNE

Ingénieur E. C. P., ancien professeur de T. S. F.
à l'École d'artillerie de Fontainebleau.

19, rue de Chazelles, PARIS (17^e) Téléphone :
Wagram 42-29

Étude de toutes les ondes : leur origine, leur
nature, leur influence sur notre organisme.
Ondes favorables. Ondes nuisibles. Le moyen
de nous en protéger.

Notices, Livres, Leçons particulières et
COURS PAR CORRESPONDANCE

Envoi franco de notices explicatives

RECHERCHE D'EAU, DE MÉTAUX, etc.
Études sur plans. — Installations d'eau
POMPES — ÉLECTRICITÉ — CHAUFFAGE

LA PUBLICITÉ de la LA SCIENCE ET LA VIE

est reçue par

EXCELSIOR-PUBLICATIONS, 20, rue d'Enghien, PARIS-X^e

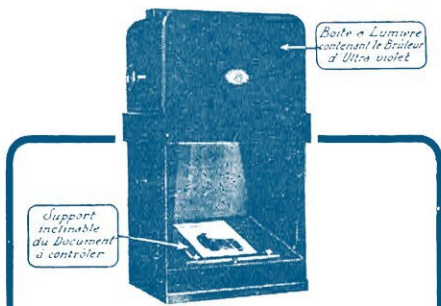
PROV. 15-22 et la suite

ÉVITEZ LES ÉPIDÉMIES

◀ FILTRE ▶

DANS TOUTES BONNES MAISONS
155, faubourg Poissonnière, Paris

MALLIÉ



Une nouvelle Lanterne de Contrôle à la Lumière de Wood

La nouvelle Lanterne de Contrôle à la Lumière de Wood, figurée ci-dessus, a été plus spécialement étudiée pour l'analyse et l'examen par fluorescence des Matières premières, Documents et Echantillons de toutes sortes. De forme et de dimension est munie d'une Plaque supportant les objets à examiner absolument étanche. Grâce à la puissance de son elle peut être utilisée de Lumière Ultra-Violette.

Pour tout ce qui demande renseignement

**LA VERRERIE
12. AV. DU MAINE. PA**

Des catalogues abondamment illustrés seront adressés franco, sur demande, aux lecteurs qui voudront bien nous signaler celles de nos fabrications qui les intéressent.

**AUTRES
FABRICATIONS**

- Ultra-violet
- Lampes à vapeur de mercure
- Rupteurs à mercure
- Redresseurs de courant
-
- Appareils Electro-médicaux
-

**MACHINES À TIRER LES BLEUS
À TIRAGE CONTINU**



L'ÉLECTROGRAPHE REX
s'est imposé dans le Monde entier par ses qualités exceptionnelles. Il donne dans le minimum de temps et avec le minimum de dépense des reproductions d'une netteté incomparable

**LA VERRERIE SCIENTIFIQUE
12. AV. DU MAINE. PARIS. XV^e T. Littré 90-13**