

Conditions d'utilisation des contenus du Conservatoire numérique

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

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

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

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

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

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

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

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

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

NOTICE BIBLIOGRAPHIQUE

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

Notice du Volume	
Auteur(s) volume	[s.n.]
Titre	La science et la vie
Volume	Tome 54. n. 256. Octobre 1938
Adresse	Paris : La Science et la Vie, 1938
Collation	1 vol. (XXXIV p. - p. [253]-331) : ill., couv. ill. en coul. ; 24 cm
Cote	SCI. VIE 256
Sujet(s)	Sciences -- Vulgarisation Culture scientifique et technique Presse scientifique
Thématique(s)	Généralités scientifiques et vulgarisation
Typologie	Revue
Note	Il manque la page XXIII.
Langue	Français
Date de mise en ligne	10/12/2019
Date de génération du PDF	05/12/2019
Permalien	http://cnum.cnam.fr/redir?SCVIE.256

France et Colonies : 5 fr.

N° 256 - Octobre 1938

LA SCIENCE ET LA VIE



LE SALON DE L'AUTOMOBILE
DE 1938



Deux inconciliables!
 Pour la première fois dans une même voiture
 rapidité et sobriété réunies:

+ de 110 kms à l'heure
— de 9 litres aux 100

Certaines voitures atteignent le 110. D'autres ne consomment que 9 litres aux 100. Mais une seule voiture au monde réalise ces deux performances: la **SIMCA 8**.

Parachevée dans ses moindres détails, munie de tous les perfectionnements même les plus coûteux pour le constructeur, la SIMCA 8, aux accélérations fulgurantes, à la suspension miraculeuse, est

UNE VOITURE DE GRANDE CLASSE

Essayez-la, vous en descendrez enthousiasmé

TOUS LES PERFECTIONNEMENTS RÉUNIS DANS LA MÊME VOITURE

- Soupapes en tête et culbuteurs.
- Vilebrequin sur 3 paliers.
- Bloc moteur suspendu en 3 points.
- Culasse aluminium.
- Sièges de soupapes rapportés.
- Carburateur inversé.
- 4 vitesses, 3^{me} silencieuse et synchronisée.
- 4 freins hydrauliques.
- Tambours de frein en alliage d'aluminium.
- Frein à main indépendant sur la transmission.
- 4 amortisseurs hydrauliques.
- Suspension AV par roues AV indépendantes et ressorts verticaux à bain d'huile.
- Stabilisateur "anti-déportant".
- Direction à vis et secteur hélicoïdal avec commande indépendante sur les 2 roues.
- Carrosserie aérodynamique monocoque tout acier.
- Équipement électrique sous 12 volts, comportant une dynamo à double débit.



Simca 8
Simcavite

PLUS DE 110 — MOINS DE 9

BON POUR L'ESSAI GRATUIT D'UNE SIMCA 8

Remplissez ce bon et adressez-le à Simca, à Nanterre, qui fera le nécessaire aussitôt.

NOM _____

ADRESSE _____

PUBL. C. BLOCH

110

MARINE - AVIATION - T.S.F.**LES PLUS BELLES
CARRIÈRES****L'ÉCOLE
DE NAVIGATION
MARITIME & AÉRIENNE**

(Placée sous le haut patronage de l'Etat)

152, av. de Wagram, PARIS (17°)VOUS PRÉPARERA A L'ÉCOLE MÊME
OU PAR CORRESPONDANCE**T. S. F.****ARMÉE, MARINE, AVIATION****MARINE MILITAIRE**

Aux Ecoles des Mécaniciens de Lorient et Toulon ; aux Ecoles de Maistrance (sous-officiers) : de Brest (Pont, Aviation, Electriciens et T. S. F.) et de Toulon (Mécaniciens de la Marine et de l'Aviation Maritime) ; à l'Ecole des Elèves-Officiers, à l'Ecole des Elèves-Ingénieurs Mécaniciens, de Brest.

MARINE MARCHANDEAux Brevets d'Elève-Officier, Lieutenant au long cours ; aux Brevets d'Elève-Officier Mécanicien et d'Officiers Mécaniciens de 3^e, 2^e et 1^{re} classe ; au Brevet d'Officier Radio de la Marine Marchande.**AVIATION MILITAIRE**

Aux Bourses de pilotage de l'aviation populaire ; à l'Ecole des Sous-Officiers Pilotes d'Istres ; à l'Ecole des Mécaniciens de Rochefort ; à l'Ecole Militaire de l'Armée de l'Air ; à l'Ecole des Officiers Mécaniciens de l'Air.

AVIATION MARITIME

A l'Ecole des Mécaniciens de l'Aviation Maritime à Rochefort ; aux Ecoles de Sous-Officiers Pilotes et Mécaniciens

AVIATION CIVILE

Aux Brevets Elémentaire et Supérieur de Navigateur aérien ; aux emplois administratifs d'Agent technique et d'Ingénieur adjoint de l'aéronautique.

MÊME ÉCOLE A NICE, placée sous le haut patronage de la Ville de Nice
56, boulevard Impératrice-de-Russie

PUBL. C. BLOCH

HENCHER

Le Salon de 1938 sous le signe de la légèreté

LA GALERIE
DE L'

ALUMINIUM

comprend :
L'ALUMINIUM FRANÇAIS
FONDERIES ET FORGES DE CRANS
FONDERIES DEBARD
SOCIÉTÉ DU DURALUMIN
COMPAGNIE FRANÇAISE DES MÉTAUX
FONDERIES MONTUPET
TRÉFILIERIES
ET LAMINOIRS DU HAVRE, ETC...

représentant **30 Usines**
qui fournissent les alliages d'aluminium
et les pièces servant à la fabrication de la

VOITURE LÉGÈRE DE TOURISME

CULASSES - PISTONS - CARTERS
BLOCS-CYLINDRES - CARROSSERIES
PIÈCES DE DÉCORATION, ETC...



Veuillez m'adresser gracieusement votre brochure de documentation sur :
Carrosseries Tourisme, Carrosseries Industrielles, Culasses. (Rayer les mentions inutiles.)

Nom..... Profession.....

Adresse.....

BON A ADRESSER A : L'ALUMINIUM FRANÇAIS, 23 bis, Rue Balzac, PARIS S.V.

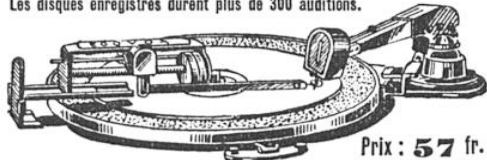
ENREGISTREZ VOUS-MÊMES...

les émissions que vous transmettent des mondes lointains vos postes favoris. Enregistrez votre voix, corrigez les défauts de votre diction dans la prononciation des langues étrangères. Enregistrez la voix de ceux qui vous sont chers, en adaptant sur votre phono ou sur le pick-up de votre récepteur

EGOVOX

L'ENREGISTREUR DU SON

LA SIMPLICITÉ MÊME caractérise le fonctionnement de l'Egovox, ce qui n'est pas une des moindres raisons de son succès mondial. Les disques enregistrés durent plus de 300 auditions.



Prix : 57 fr.

CATALOGUE FRANCO SUR DEMANDE

Soc. REMO-EGOVAX, 1 r. Lincoln, Paris

Concessionnaire pour la BELGIQUE :
Anc. Etab. E. DEBRAY, 12, place du Béguinage
ERQUELINES (Hainaut)

PUBL. C. BLOCH



Cesera votre 'brassard lumineux' (breveté) équipé d'une **PILE HYDRA**, avec lequel vous pourrez circuler de nuit en toute sécurité.

Léger, économique, sûr... et très visible, c'est la solution idéale de l'éclairage du piéton.

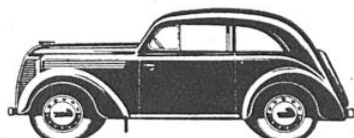
celle qui ne "flauche" pas

Pub R. I. Dupuy



Les nouvelles 4 Cylindres RENAULT 1939

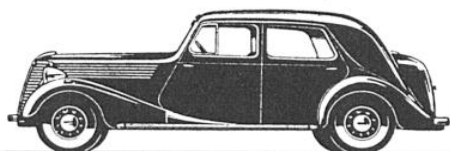
Une gamme rationnelle et complète de voitures économiques et racées..



LA JUVAQUATRE

4 PLACES - ASSURANCE 6 CV.
100 A L'HEURE - 7 LITRES AUX 100
- Roues avant indépendantes.
- Vaste emplacement arrière.

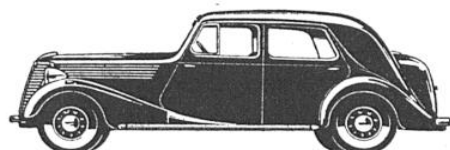
La voiture de votre travail en semaine et de vos loisirs en famille !



LA NOVAQUATRE

5 PLACES - ASSURANCE 11 CV.
105 A L'HEURE - 10 LITRES AUX 100
- Moteur "85".
- Servo-frein mécanique.

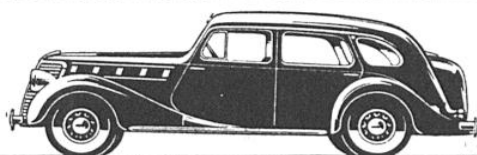
La voiture qui vous apporte la puissance sans la dépense !



LA PRIMAQUATRE

5 PLACES - ASSURANCE 11 CV.
125 A L'HEURE - 11 LITRES AUX 100
- Moteur "85" à haut rendement.
- Servo-frein mécanique.

La 4 cylindres imbattable en vitesse et en brio !



LA VIVAQUATRE

6 ou 8 PLACES - ASSURANCE 11 CV.
110 A L'HEURE - 12 LITRES AUX 100
- Moteur "85"
- Servo-frein mécanique.

Economique et confortable, voiture des grandes familles !

Toutes ces voitures ont des caractéristiques communes : Elles accélèrent et reprennent vigoureusement. - Elles montent les côtes avec fougue. - Elles sont très agréables à conduire (directions douces). - Elles sont très plaisantes à habiter (aération par glaces pivotantes) - Elles offrent une sécurité totale (tenue de route admirable par l'heureuse répartition des poids - directions sûres et précises - réservoir d'essence à l'arrière - freinage puissant (servo-frein à partir de la NOVAQUATRE) - Elles sont, chacune dans sa catégorie, extrêmement économiques.

*Economie, vigueur, agrément, sécurité,
voilà les qualités des nouvelles 4 cylindres Renault*

EXPOSITION ET RENSEIGNEMENTS POUR ESSAIS AU SALON DE L'AUTOMOBILE AU GRAND PALAIS, A NOTRE MAGASIN DES CHAMPS-ELYSEES, 51-53, AVENUE DES CHAMPS-ELYSEES, A NOS USINES DE BILLANCOURT ET CHEZ TOUTS NOS CONCESSIONNAIRES. VENTE A CREDIT GRACE A L'INTERVENTION DE LA D.I.A.C. 47 BIS, AVENUE HOCHÉ, PARIS



encore une erreur...!

... le jour où vous l'avez faite vous étiez pressé, mais le résultat est là ! Des chiffres fastidieux à reprendre, un client mal renseigné, du temps perdu, une contraignante impression qui reste...

Est-ce bien la méthode pour arriver ? Une règle à calculs eût pu vous éviter bien des ennuis, son emploi est si simple, si facile. Employez la désormais pour vous décharger de vos calculs, faire la preuve de vos opérations.

Calculs horaires, de vitesse, électriques, débits, décomptes, taxes, fractions, intérêts, pourcentages, poids, volumes, surfaces, densités, racines cubiques, carrées, etc. Autant d'opérations utilitaires que vous réaliserez.

LES RÈGLES À CALCUL DE POCHES

"MARC"

sont françaises, d'un fini irréprochable, très lisibles, précises, ne tenant pas de place, indéformables, leurs prix enfin vous décideront.

SCOLAIRE 38 Fr. — MANNHEIM 42 Fr.
BÉGHIN 42 Fr. — SINUS ET TANGENTE 46 Fr.
ELECTRICIEN 48 Fr. — RIETZ 48 Fr.

EN VENTE : PAPETIERS, LIBRAIRES
OPTICIENS
INSTRUMENTS DE PRÉCISION.

Notice
envoyée gratuitement.

RÈGLES "MARC"
24, R. de Dunkerque - Paris-X

REMPLEZ CE COUPON
pour recevoir gratis et sans engagement
de votre part, la Notice qui vous renseignera
sur l'emploi des règles à calculer.

Nom _____

Adresse _____

A _____

Une **INVENTION NOUVELLE**

est souvent une source de profits pour son auteur.

Un **BREVET d'INVENTION**

bien étudié permet seul d'en tirer parti.

**POUR AVOIR
UNE BONNE
PROTECTION**

**UTILISEZ LES
SPÉCIALISTES**

DE

LA SCIENCE ET LA VIE



RENSEIGNEMENTS
GRATUITS SUR PLACE
ET PAR ÉCRIT AU

**SERVICE SPÉCIAL DES
INVENTIONS NOUVELLES**

DE

LA SCIENCE ET LA VIE



**23, RUE LA BOÉTIE
PARIS (VIII^e)**

PUBL. C. BLOCH

ENSEIGNEMENT TECHNIQUE

ÉCOLE FRANÇAISE DE RADIOÉLECTRICITÉ

10, RUE AMYOT - PARIS - 5°

(ANGLE RUE LHOMOND, PRÈS PANTHÉON)

TÉLÉPHONE : PORT-ROYAL 05-95

Chèques Postaux : PARIS 1403.53

ÉCOLE T. S. F. DE ROUEN

27, Rue Dutronché (Même Direction)

PARIS, le 25 Septembre 1938

Monsieur,

A la suite de nombreuses demandes qui nous ont été adressées, nous devons préciser que "L'ÉCOLE FRANÇAISE DE RADIO-ELECTRICITE" ne peut, en aucun cas, accorder de réduction sur les prix établis.

Nous rappelons que notre Enseignement se fait par Classes limitées et que le nombre d'Elèves que nous recevons est lui même limité.

En revanche, et sans que nous en ayons jamais fait état dans notre publicité volontairement sobre et sélectionnée, nos Elèves bénéficient d'heures d'Etudes Complémentaires, pouvant aller jusqu'à NEUF HEURES par SEMAINE et portant sur l'instruction générale sans aucun supplément de prix.

Nous ne saurions trop répéter que notre souci constant est de maintenir la bonne renommée de l'Ecole, et que cela nous crée des devoirs et nous impose une ligne de conduite dont nous ne saurions nous départir, et qui sont d'ailleurs la sauvegarde de la confiance que nous vous demandons de nous accorder.

Nous rappelons que l'année scolaire commence le Lundi 3 Octobre à 9 heures du matin.

Cette entrée est volontairement retardée pour ceux de nos Elèves qui passent les examens universitaires (Brevet et Baccalauréat).

Les Elèves de cette catégorie, même non reçus, peuvent entrer directement en 2e année après examen de contrôle portant sur le Français et les mathématiques jusqu'au 1er degré d'Algèbre.

Enfin, nous conseillons à nos correspondants de ne pas attendre le dernier moment pour assurer leur inscription.

Ceux qui l'ont décidée en principe sont priés de nous en faire part, les modalités pouvant être reportées à la date d'ouverture.

Veuillez agréer, Monsieur, l'assurance de nos sentiments distingués.

LE DIRECTEUR :



PUBL. C. BLOCH

Documentation complète sur simple demande en mentionnant La Science et la Vie.

ÉTUDES CHEZ SOI

Vous pouvez faire **CHEZ VOUS, QUELLE QUE SOIT VOTRE RÉSIDENCE**, sans déplacement, sans abandonner votre situation, en utilisant simplement vos heures de loisirs, avec le **MINIMUM DE DÉPENSES**, dans le **MINIMUM DE TEMPS**, avec le **MAXIMUM DE PROFIT**, quels que soient votre degré d'instruction et votre âge, en toute discrétion si vous le désirez, dans tous les ordres et à tous les degrés du savoir, toutes les études que vous jugerez utiles pour compléter votre culture, pour obtenir un diplôme universitaire, pour vous faire une situation dans un ordre quelconque d'activité, pour améliorer la situation que vous pouvez déjà occuper, ou pour changer totalement d'orientation.

Le moyen vous en est fourni par les **COURS PAR CORRESPONDANCE** de

L'ÉCOLE UNIVERSELLE,

placée sous le haut patronage de plusieurs Ministères et Sous-Secrétariats d'Etat,
LA PLUS IMPORTANTE DU MONDE.

L'efficacité des méthodes de l'Ecole Universelle, méthodes qui sont, depuis 31 ans, l'objet de perfectionnements constants, est prouvée par

LES MILLIERS DE SUCCÈS

que remportent, chaque année, ses élèves aux examens et concours publics, ainsi que par les **milliers de lettres d'éloges** qu'elle reçoit de ses élèves et dont quelques-unes sont publiées dans ses brochures-programmes.

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 **votre adresse** et le **numéro de la brochure** qui vous intéresse, parmi celles qui sont énumérées ci-après. Vous la recevrez par retour du 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° 36.002, concernant les *classes complètes de l'Enseignement primaire et primaire supérieur* jusqu'aux 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*, au *Certificat d'études P. C. B.* et à l'*examen d'herboriste*.

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

BROCHURE N° 36.006, concernant toutes les *classes complètes de l'Enseignement secondaire* officiel depuis la onzième jusqu'au *Baccalauréat* inclusivement — 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° 36.014, 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, etc.

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

BROCHURE N° 36.016, concernant la préparation aux concours d'admission dans *toutes les grandes Ecoles spéciales* : Agriculture, Industrie, Travaux Publics, Mines, Commerce, Armée et Marine, Enseignement, Beaux-Arts, Colonies, etc.

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

BROCHURE N° 36.020, 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° 36.027, concernant la préparation à tous les brevets et diplômes de la **Marine marchande** : Officier de pont, Officier mécanicien, Commissaire, T. S. F., etc.
(Enseignement donné par des officiers de pont, Ingénieurs, Officiers mécaniciens, Commissaires, Professeurs de l'Université, etc.)

BROCHURE N° 36.032 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° 36.035, concernant la préparation à toutes les carrières de l'**Agriculture**, des **Industries agricoles** et du **Génie rural**, dans la Métropole et aux Colonies. — **Radiesthésie**.
(Enseignement donné par des Professeurs des Grandes Ecoles, Ingénieurs agronomes, Ingénieurs du Génie rural, etc.)

BROCHURE N° 36.042, 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 **Bourse** 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° 36.046, 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° 36.050, concernant la préparation aux carrières du **Cinéma** : Carrières artistiques, techniques et administratives.

(Enseignement donné par des Techniciens spécialistes.)

BROCHURE N° 36.055, concernant la préparation aux carrières du **Journalisme** : Rédacteur, Secrétaire de Rédaction, Administrateur-Directeur, etc.

(Enseignement donné par des Professeurs spécialistes.)

BROCHURE N° 36.064, 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° 36.069, 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° 36.072, 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° 36.076, 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 les Grands Prix de Rome, Professeurs membres du jury et Lauréats du Conservatoire national de Paris.)

BROCHURE N° 36.080, 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° 36.084, concernant l'**Art d'écrire** (Rédaction littéraire, Versification) et l'**Art de parler en public** (*Eloquence usuelle, Diction*).

BROCHURE N° 36.089, concernant l'**enseignement** pour les **enfants débiles** ou **retardés**.

BROCHURE N° 36.094, concernant les **carrières féminines** dans tous les ordres d'activité.

BROCHURE N° 36.097, **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°)

LES VERRES PONCTUELS

STIGMAL

CORRIGENT ET PROTÈGENT PARFAITEMENT LA VUE

Ils sont fabriqués en plus de 1500 combinaisons différentes
pour correspondre à toutes les imperfections des yeux.

En vente chez les Opticiens Spécialistes (Prix imposé)
La Société des Lunetiers, 6, rue Pastourelle, Paris, ne vend pas aux particuliers.

Quelle que soit votre fabrication,
économisez **TEMPS** et **ARGENT**
en supprimant vos étiquettes.

LA
POLYCHROME
DUBUIT



NOMBREUSES RÉFÉRENCES DANS
TOUTES LES BRANCHES DE L'INDUSTRIE

**imprime en une, deux ou trois
couleurs sur tous objets.**

PRÉSENTATION MODERNE

4 fois moins chère que l'étiquette

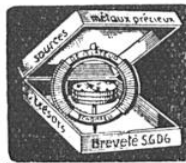
(VOIR ARTICLE DANS LE N° 227, PAGE 429)

MACHINES DUBUIT
62 bis, rue Saint-Blaise

PARIS
Rég. : 19-31

INVENTEURS

POUR VOS
BREVETS WINTHER-HANSEN
L. DENES Ing. Cons.
35, Rue de la Lune, PARIS 2^e
DEMANDEZ LA BROCHURE GRATUITE "S".



RICHESSSES CACHÉES, TRÉSORS

sources et nappes d'eau souterraines,
gisements de houille, pétrole, minerais
divers, métaux précieux, une seule pièce
d'or ou d'argent, etc., sont trouvés par
le « Révélateur Schumell »
breveté S. G. D. G. Garanti, milliers d'attesta-
tions. Notice gratuite. **Le Progrès**
Scientifique n° 111, VOIRON (Isère).

ÉVITEZ LES ÉPIDÉMIES

◀ **FILTRE** ▶

DANS TOUTES BONNES MAISONS
et 155, faubourg Poissonnière, Paris

MALLIÉ

L'OUTILERVÉ

Que de travaux attrayants et utiles n'exécuterait-on pas si l'on possédait l'outillage nécessaire ? Mais on recule devant les frais d'une installation coûteuse et toujours encombrante.

L'OUTILERVÉ
remplace tout un atelier.

Robuste et précis, il est susceptible d'exécuter les travaux les plus divers, grâce à la disposition judicieuse de tous ses accessoires. Son maniement est simple et commode. Pas d'installation; il se branche sur n'importe quelle prise de courant.

L'OUTILERVÉ
est un collaborateur précieux
et un ami sûr et dévoué.

Son prix, extrêmement bas, le met à la portée de toutes les bourses.
Il est livré en un élégant coffret, avec tous ses accessoires.

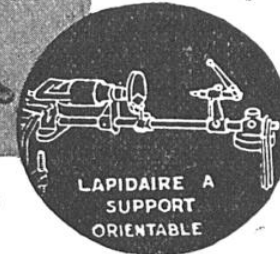
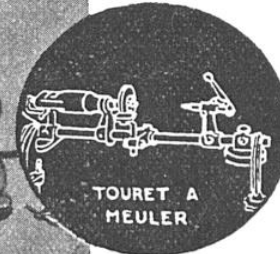
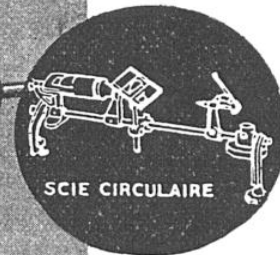
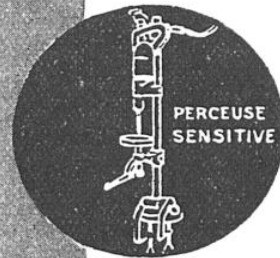
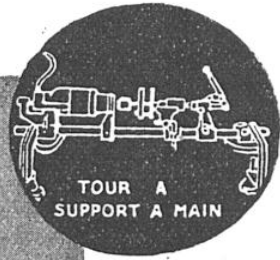
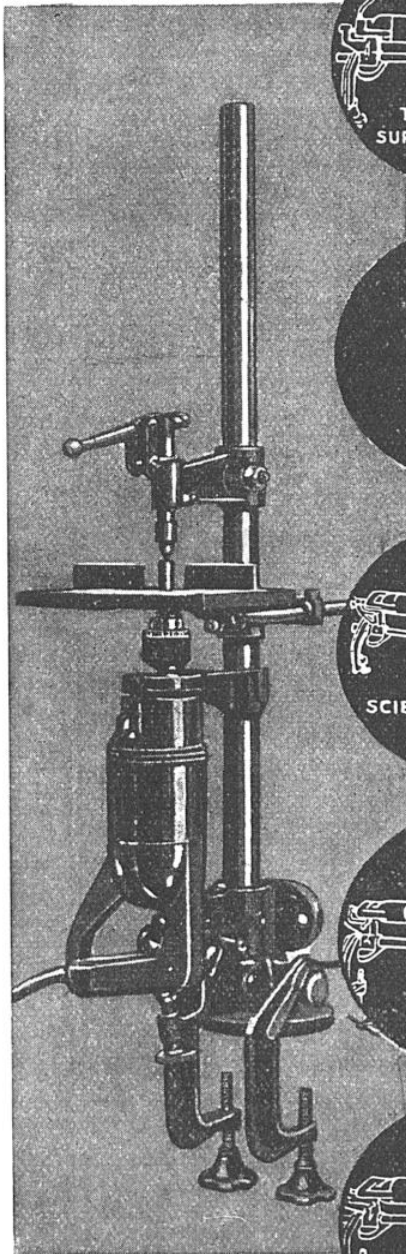


Succ^{rs} de la S. A. RENÉ VOLET

Demander notices et tous renseignements à la

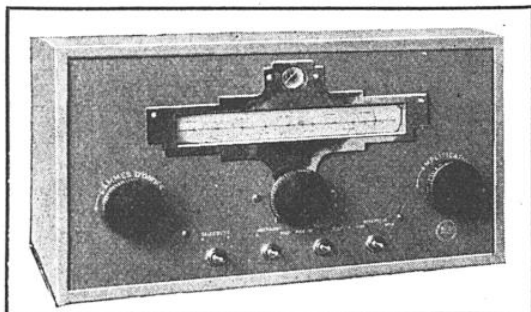
**SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE D'APPAREILLAGES
MÉCANIQUES ET ÉLECTRIQUES**

74, rue Saint-Maur, PARIS-XI' — Téléphone : Roquette 96-50 (2 lignes groupées)



PUBL. C. BLOCH

Un Super Colonial moderne



NOTICE DÉTAILLÉE ET TARIF
sur simple demande mentionnant *La Science et la Vie*

Établissements GAILLARD
5, rue Charles-Lecoq, 5
PARIS-15^e

PUBL. C. BLOCH

Désireux de donner satisfaction à de nombreuses demandes de leurs clients, les *Etablissements GAILLARD*, 5, rue Charles-Lecoq, Paris-15^e, ont créé un poste colonial couvrant sans trou la gamme de 10 à 120 mètres. Ce poste supporte avantageusement la comparaison avec tous les appareils existant actuellement sur le marché, sous tous les rapports : présentation, technique, sécurité, et surtout prix.

● ● ●

Ce montage comporte :
Cinq gammes d'ondes (10 à 120 m. sans trou) ;
Haute fréquence accordée ;
Bobinages imprégnés, montés sur contacteur tournant ;
Cadran de grande précision à deux vitesses ;
aiguille trotteuse ;
Sélectivité variable ;
Interrupteur d'antifading ;
Commande d'hétérodyne de recherche, etc...

DITES BIENTOT : "Moi aussi, je sais dessiner"

DÈS la première leçon, même si vous n'avez jamais tenu un crayon, le dessin deviendra pour vous une distraction passionnante, et vos tâtonnements timides, des croquis vivants.

Pouvez-vous vous imaginer un passe-temps plus fascinant que de suivre vos progrès constants dans cette branche de l'activité humaine qu'est l'art de dessiner ?

Des résultats immédiats...

C'est dans les étonnants progrès du débutant que réside le secret de la réussite de la Méthode A. B. C. C'est par cette méthode que des milliers d'hommes et de femmes, comme vous, ont appris à enlever d'un coup de crayon un coin pittoresque, un geste harmonieux, l'allure élégante d'une silhouette entrevue.

Vous n'avez plus le droit aujourd'hui de vous priver encore de la joie de créer, d'augmenter votre culture, d'acquérir une nouvelle valeur sociale.



Voyez comme R. GAILLOT, élève de l'Ecole A. B. C., a su enlever ce croquis. Vous pourrez bientôt en faire autant.

Et vos enfants ?

Pensez à tous les services que vous eût rendus le dessin ? L'Ecole A. B. C. a créé un cours spécial adapté aux possibilités des enfants.

C'est si facile maintenant d'apprendre à dessiner...

C'est aussi facile que d'écrire. Que faut-il ? Du goût et des idées ? Vous en avez. Ce qui vous manque, le métier, la technique, le coup de crayon, l'Ecole A. B. C. vous l'apporte.

★ Une véritable leçon gratuite

Réclamez notre brochure illustrée par les élèves, c'est un ouvrage captivant, qui forme à lui seul une véritable leçon de dessin. Il vous documentera sur l'activité de l'Ecole A. B. C., sa méthode particulière, et sur le programme général du cours. Aucun engagement, aucun frais.

Postez ce bon de suite

ÉCOLE A. B. C. DE DESSIN
12, rue Lincoln, PARIS (8^e)
Tél. : ÉLYSÉES 30-74

Monsieur le Directeur,
Veuillez me faire parvenir gratuitement et sans engagement pour moi, votre bel album illustré.

Nom

Profession Age

Adresse

B. 5

PUYBELLE 434

*Économisez
l'huile
de votre moteur...*



...en utilisant
LES RACLEURS 3 E.

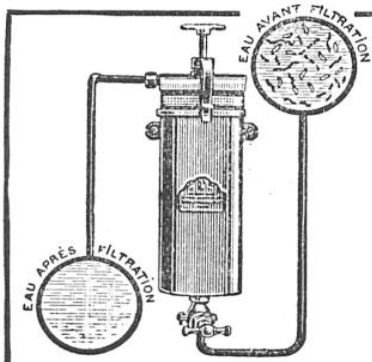
BREVET 399.204

Les éléments 3 E. sont en fonte ; leur pression est comparable à celle des segments ordinaires ; ils fonctionnent à frottement doux, sans être serrés dans la gorge ; ils économisent à peu près toute l'huile du moteur.

les segments
Amédée Bollée

SEGMENTS TRAITÉS DE PRÉCISION

Demandez la documentation au
SALON DE L'AUTO, BALCON A, STAND 108



FILTRE CHAMBERLAND SYSTÈME PASTEUR

sans emploi d'agents chimiques

donne l'eau vivante et pure avec tous ses sels digestifs et nutritifs.

FILTRES A PRESSION FILTRES DE VOYAGE
ET SANS PRESSION ET COLONIAL

BOUGIES DE DIVERSES POROSITÉS POUR LABORATOIRES

80 bis, rue Dutot, PARIS - Tél. : Vaugirard 26-53

PUBL. C. BLOCH

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'Ecole d'artillerie de Fontainebleau.

19, rue de Chazelles, PARIS (17^e) Téléphone : Wagram 42-29

Etude 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.
Etudes sur plans. — Installations d'eau
POMPES — ÉLECTRICITÉ — CHAUFFAGE



- De la Pâte Regnaudet !... Ah bon Docteur
vous êtes un chic médecin !

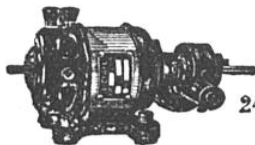
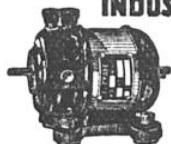
La MAISON FRÈRE
19, rue Jacob, Paris

envoie, à titre gracieux et franco par
la poste, une boîte échantillon de
PÂTE REGNAUD

à toute personne qui lui en fait la
demande de la part de "La Science
et la Vie".

PUBL. C. BLOCH

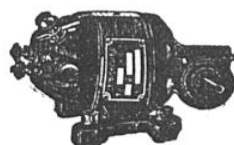
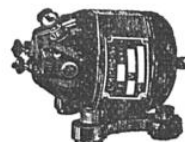
PETITS MOTEURS
INDUSTRIELS



240⁰⁰ B-JEAN-JAURES
BILLANCOURT

TELEPHONE
MOLITOR 12.39

L. DRAKE CONSTRUCTEUR



PUBL. C. BLOCH

D'ici Noël, vous saurez parler Anglais...

ou n'importe quelle autre langue !



PH. G.-L. MANUEL

M. Jean AJALBERT,
de l'Académie Goncourt :

« Ah ! si j'avais eu le Linguaphone comme maître ! Le problème des Etats-Unis de l'Univers sera résolu quand on pourra parler avec le voisin dans sa langue. »

En quelques heures...

Plus de leçons assommantes à étudier, plus de dérangements dans vos occupations habituelles. Vous passerez des soirées d'un intérêt passionnant en apprenant par l'oreille la langue que vous désirez. — Ne dites plus : « Je n'ai pas le don des langues. » Par la méthode Linguaphone, vous apprenez une langue nouvelle, naturellement. — Ne dites plus : « Je n'ai pas le temps », car, après 60 heures d'attrayantes études, vous saurez converser aisément. — Ne dites plus : « Je suis trop vieux. » De récentes statistiques pédagogiques ont prouvé qu'on apprend aussi facilement à 60 ans qu'à 35. La supériorité de ceux qui connaissent au moins une langue est indiscutable. Cette supériorité, Linguaphone vous permet de l'acquérir, facilement et rapidement.

LINGUAPHONE
APPORTE DU NOUVEAU
Un moyen moderne et vivant
d'apprendre les langues

Cette méthode originale et amusante a été mise au point par l'Institut LINGUAPHONE après des années d'études et

EPROUVEZ enfin la satisfaction profonde de comprendre une langue nouvelle ! Armez-vous pour saisir les plus belles occasions qui se présentent seulement à ceux qui connaissent les langues étrangères. Marquez d'une pierre blanche ce trimestre à venir en parlant facilement et naturellement l'Anglais, l'Allemand, l'Italien ou l'Espagnol. Avec LINGUAPHONE, vous pouvez le faire chez vous, tranquillement, sans effort.

LINGUAPHONE
existe
en 23 langues

Anglais,
Allemand,
Italien,
Espagnol,
Tchèque,
Russe,
Chinois, etc.

d'observation. Plus de 250.000 personnes l'ont déjà employée. Vous-même, vous pouvez donc apprendre une ou plusieurs des 23 langues enseignées, au cours du prochain trimestre. Mais si vous n'avez jamais entendu Linguaphone, vous ne pouvez savoir ce que c'est...

★ Faites un essai gratuit de 8 jours « chez vous ».

Venez ENTENDRE une de nos leçons. Sinon, téléphonez à Elysées 30-74 ou retournez-nous ce bon aujourd'hui même. Nous vous adresserons notre luxueuse brochure illustrée contenant toutes précisions sur notre offre d'essai gratuit. Aucun engagement. Aucun frais.

POSTEZ CE BON DE SUITE

INSTITUT LINGUAPHONE
12, rue Lincoln, PARIS (8^e)
— Téléphone : Elysées 30-74 —

Monsieur le Directeur,
Veuillez m'envoyer gratuitement
et sans engagement pour moi la
documentation Linguaphone.

LANGUE CHOISIE :

NOM :

PROFESSION :

ADRESSE :

B 6

Cuisinière-Bufferet CINEY

CRÉATION

DEUX APPAREILS
EN UN SEUL

à GIVET
(Ardennes)

La cuisinière-bufferet "Ciney" cuit les aliments d'une façon parfaite, chauffe économiquement un appartement de 200 mètres cubes, brûle de la braisette d'anthracite 10/20 tout en faisant le feu vraiment continu.



Cet appareil a été réalisé suivant le principe du brevet "Ciney" à récupération des gaz par admission d'air secondaire au moyen d'un clapet automatique.

Album chauffage sur demande à GIVET ou à PARIS, 7, boulevard du Temple

LANGUES VIVANTES



IL EST
PLUS FACILE
d'apprendre seul
L'ANGLAIS
L'ALLEMAND
L'ITALIEN
L'ESPAGNOL
avec

ASSIMIL

" LA MÉTHODE FACILE "

que par n'importe quel autre moyen.

LA PLUS FORTE VENTE EN FRANCE

Grosse économie de temps et d'argent.
7 leçons d'essai et documentation complète
contre 2 fr. en timbres ou coupons-réponses
pour chaque langue.

ASSIMIL, 15^{bis}, rue de Marignan, Paris (8^e)
(SERVICE S. C.)

un ensemble unique...

PHOTOGRAVURE
OFFSET - TYPONS
GALVANOPLASTIE
CLICHERIE
PHOTOS
RETOUCHES

pour
illustrer vos
Publicités

Établissements

Laureys Frères

17, rue d'Enghien, Paris

BULLETIN A DÉTACHER
POUR COMMANDER LE GUIDE COMPLET
DES CARRIÈRES DE L'ÉTAT
A L'ÉCOLE SPÉCIALE D'ADMINISTRATION

28, Boulevard des Invalides, 28, PARIS (7^e)

En me recommandant de « La Science et la Vie », je vous prie d'envoyer le guide sus visé de 96 pages, in-8 coq., indiquant les Carrières masculines et féminines en France et aux Colonies, les traitements, les limites d'âge, les diplômes, les épreuves à subir, les suppléments, les différentes lois concernant les fonctionnaires, à l'adresse suivante :

Nom et prénoms.....

Rue et n°.....

Ville et Département.....

Date de naissance (1).....

Diplômes le cas échéant (1)

Lieu et date de nomination (1).....

Traitement désiré (1).....

(Cet envoi sera fait gratuitement et sans engagement pour moi.)

(1) Ces renseignements ont pour but d'obtenir des conseils plus précis.

FINIES LES VACANCES,
MAIS NON LA VIE
AU GRAND AIR...

OZONAIR

SOURCE DE SANTÉ

permet de retrouver à domicile cet air vivifiant que vous avez respiré avidement durant les mois de vacances et d'en prolonger l'effet bienfaisant.



OZONAIR

ÉLÉMENT DE CONFORT

Neutralise électriquement odeurs de cuisine, tabac, w.-c., etc.
Procure l'euphorie bienfaisante et la détente après le travail.

NOTICE ET RÉFÉRENCES FRANCO — ESSAI GRATUIT

PROCÉDÉS OZONAIR, 61, rue de Lancry, PARIS-X^e — Téléphone : BOTZARIS 24-10 et 11

PUBL. C. BLOCH

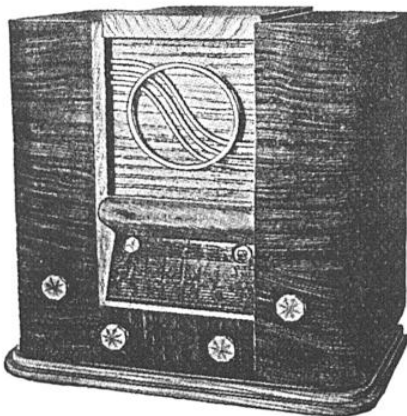
UNIQUE EN FRANCE !!!

L'application nouvelle de notre **GARANTIE STANDARD DE 3 ANS**
SERVICE D'ENTRETIEN et 3 vérifications gratuites par AN • ÉCHANGE INSTANTANÉ de tous châssis ou postes, quelle que soit la cause de l'arrêt

Notre dernière, Salon 1938

L'ULTRAMERIC IX

TOUTES ONDES
PUSH-PULL



Récepteur moderne 9 lampes à grande sensibilité par emploi de la nouvelle lampe 6 TH 8 TUNGSRAM. Haute fidélité et relief sonore par push-pull et contre-réaction B.F.

9 lampes nouvelles à culot octal. — Toutes ondes 17-2.000 m. — Accord 472 kc. — Sélectivité 8 kc. — Push pull penthode avec contre-réaction appropriée. — Réglage visuel par trèfle cathodique. — Antifading 100 % amplifié. — Contrôle de tonalité. — Bobinages à noyau de fer. — Prise pick-up. — Cadran verre photogravé, éclairage indirect et 4 jeux de signalisation. — Commutateur rotatif à grains d'argent. — Dynamique grand modèle exponentiel 25 cm. — Secteur alternatif 110-240 volts.

Plus de 130 stations, ainsi que les ondes courtes sur antenne de fortune

PRIX DE RECLAME NET 1.395.» au lieu de **2.800.»** du poste complet..

Demandez la DOCUMENTATION ILLUSTRÉE très détaillée, avec schéma et conditions de remise aux lecteurs (Référence 901)

RADIO-SÉBASTOPOL, 100, boul. de Sébastopol, PARIS Téléphone : TURBIGO 98-70

Fournisseur des grandes Administrations — Chemins de fer — Anciens combattants — Mutilés de guerre, etc.

MAISON DE CONFIANCE

PUBL. C. BLOCH

UN BON MÉTIER... ...CHEZ SOI!

Nous vous l'apprendrons

Vous vendrez votre production

Nos adhérents se font une situation agréable, indépendante, bien rémunérée. Suivez leur exemple !

LES ATELIERS D'ART CHEZ SOI (Société S. A. D. A. C. S.)

MÉDAILLE D'OR EXPOSITION 1937

La SADACS, puissante organisation de formation artisanale, dispose d'un remarquable service de vente qui a de vastes débouchés dans les magasins, les grandes firmes et dans la clientèle particulière, en France et dans les pays de langue française.

Pour répondre à cette importante demande, il nous faut de nouveaux adhérents producteurs que la SADACS se charge de former rapidement aux techniques modernes des arts appliqués.

Nul besoin d'aptitudes particulières : en quelques semaines, la SADACS fera de vous, hommes ou femmes de tous âges, des artisans spécialisés dans les arts décoratifs les plus passionnants.

Non seulement elle consentira des conditions tout à fait spéciales et avantageuses aux lecteurs de ce journal, mais encore elle vous fournira gratuitement le matériel et

l'outillage (cinq grands coffrets complets).

Elle vous aidera rapidement à écouler votre production dans d'excellentes conditions (pas d'intermédiaires !).

Votre facile apprentissage vous mettra à même de gagner de l'argent dès le début. Bientôt, vous deviendrez un véritable artisan d'art et vous pourrez trouver dans l'exercice de ce métier une situation complète, stable et lucrative.

Que vous habitiez Paris ou la plus lointaine province, peu importe : vous réussirez !

(Notre formation est aussi très vivement conseillée pour les personnes qui désirent apprendre les arts appliqués par plaisir, ou pour faire des cadeaux originaux et de valeur, et aussi pour les jeunes gens et les enfants qui ont intérêt à acquérir une grande habileté manuelle et le sens de la parfaite finition.)

Vous trouverez la marche à suivre et tous renseignements utiles dans l'ouvrage Les Travaux d'Art Chez Soi, édité par la SADACS, qui vous sera adressé GRATUITEMENT sur simple demande (bon ci-contre).

BON A DÉCOUPER OU A RECOPIER

et à adresser à la **Société SADACS (Cours B 43), 25, rue d'Astorg, à Paris (8^e).**

Veuillez m'envoyer gratuitement, sans engagement de ma part, votre plaquette illustrée : LES TRAVAUX D'ART CHEZ SOI, ainsi que tous les renseignements sur l'offre spéciale de matériel gratuit que vous faites. (Inclus 2 francs en timbres-poste pour frais d'envoi.)

NOM

ADRESSE





*de vraies
Besançon*

expédiées directement par le fabricant, avec garantie de provenance...

Choisissez la montre à votre goût dans une qualité sûre et durable parmi les 600 modèles pour DAMES et MESSIEURS présentés sur le nouvel Album MONTRES N° 39.65, envoyé gratuitement sur demande par les Etablissements SARDA, les réputés horlogers installés à BESANÇON depuis 1893.

Echanges et reprises de montres anciennes.

SARDA
BESANÇON
FABRIQUE D'HORLOGERIE DE PRÉCISION

CONDITIONS spéciales aux lecteurs de "La Science et la Vie".

ON PEUT

aimer les sciences pures, se passionner pour les techniques industrielles, cela n'empêche pas de se détendre l'esprit de temps à autre en lisant un livre gai. Ce livre, c'est

L'ALMANACH ILLUSTRÉ

du journal

Le Petit Parisien

LE REVUE DES JOURNAUX DU MONDE ENTIER

pour 1939

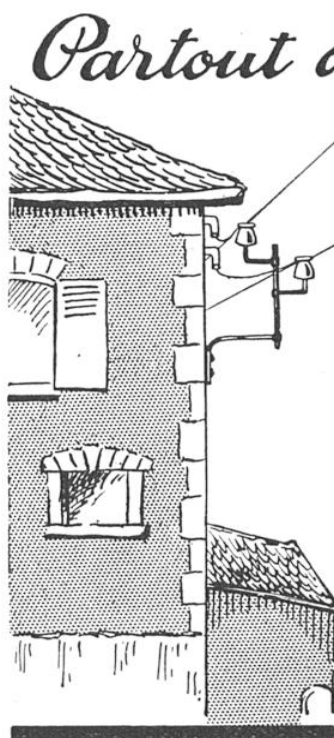
C'est une belle publication où tous les textes sont abondamment illustrés et qui offre aux lecteurs une profusion de dessins humoristiques dus aux maîtres du crayon.

Le volume, de 424 pages, est habillé d'une jolie couverture

Vous le trouverez bientôt partout

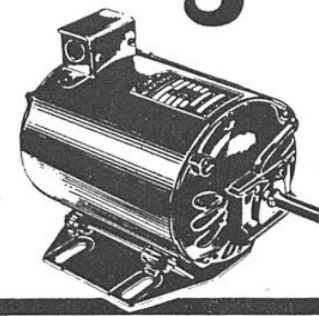
Chez tous les libraires
et 18, rue d'Enghien, Paris (10^e)

7 fr. l'exemplaire ; franco par la poste : 9 fr.



Partout où passe
le courant lumière
...ET SANS INSTALLER
LA FORCE!..
vous pouvez brancher un

Ragonot-Delco



ETS RAGONOT
15, Rue de Milan - PARIS-IX^e
Téléphone: Trinité 17-60 et 61

Pub. R.-L. Dupuy



DRANZY

CIGARETTES

noija

TABAC D'ORIENT

RÉGIE FRANÇAISE

CAISSE AUTONOME D'AMORTISSEMENT

ET^{ME} DE LA VASSELAUS "TABAC" 36 Rue de CHATEAUDUN, PARIS

DIMANCHE ILLUSTRÉ

a grandi !

Mais, avec ses lectures passionnantes,
ses dessins des meilleurs humoristes, ses
renseignements précieux, ses contes,
ses romans, ses photos curieuses, ses
enquêtes, ses reportages, il reste

LE VRAI MAGAZINE DE LA FAMILLE

ET IL NE
COUTE QUE **75** CENTIMES

Désirez-vous édifier **RAPIDEMENT** un bâtiment **ÉCONOMIQUE** ?

Seule, la **SÉRIE 39**

de mes constructions en acier pourra vous permettre de réaliser votre projet **VIVEMENT ET A BON COMPTE**

Nous les
fabriquons
dans notre
usine à
Petit-Quevilly
lez-Rouen



**LES HANGARS
EN ACIER
DE LA
SÉRIE 39**

**SONT INDISCUTABLEMENT
LES MEILLEURS et le MEILLEUR MARCHÉ**

Ecrivez
aujourd'hui
pour la
Brochure 144
franco 7
demande

La **Série 39** de mes constructions métalliques se prête à **tous** les besoins de la culture et de l'industrie.

Je la fabrique en cinquante-trois grandeurs distinctes. Les fermes vont de **5 à 15 mètres** de portée et il y a de quatre à cinq hauteurs pour chaque ferme.

La **Série 39** s'emploie comme hangar agricole, avec ou sans auvent. Comme atelier, entrepôt, garage, salle paroissiale, grange, elle est le bâtiment **pratique** et **vivement posé**. Elle accepte toute toiture et toute clôture en tôles ou en briques.

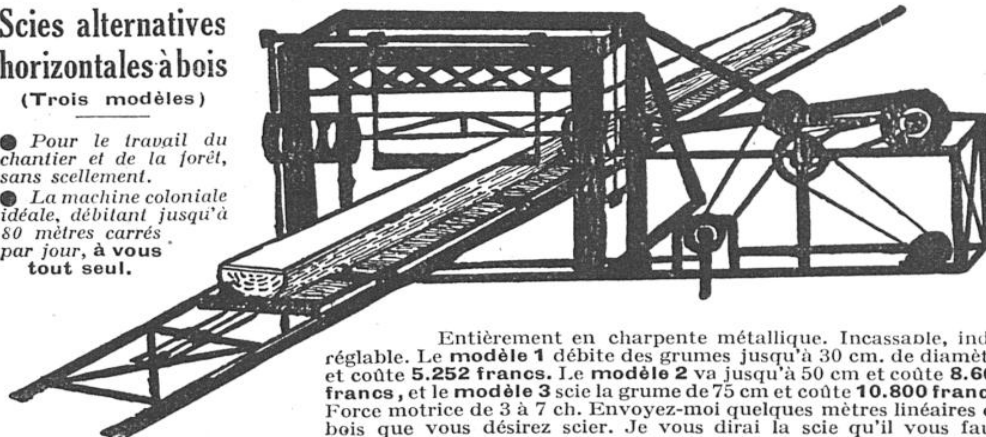
Les demi-fermes de la **Série 39** font des appentis de scellement muraux ou à poteaux. Aucune combinaison ne manque. A la colonie, on prend quelques fermes de la **Série 39**, on les ferme en agglomérés — que l'on fait soi-même avec la machine que je fabrique également, et, dans un rien de temps, on a sa maison d'habitation.

Utilisez les fermes de la **Série 39** pour toutes vos constructions. Elle est **économique**. Il est de votre intérêt de l'employer partout. Demandez la notice explicative.

Scies alternatives horizontales à bois

(Trois modèles)

- Pour le travail du chantier et de la forêt, sans scellement.
- La machine coloniale idéale, débitant jusqu'à 80 mètres carrés par jour, à vous tout seul.



Entièrement en charpente métallique. Incassable, indé-
réglable. Le **modèle 1** débite des grumes jusqu'à 30 cm. de diamètre
et coûte **5.252 francs**. Le **modèle 2** va jusqu'à 50 cm et coûte **8.600**
francs, et le **modèle 3** scie la grume de 75 cm et coûte **10.800 francs**.
Force motrice de 3 à 7 ch. Envoyez-moi quelques mètres linéaires du
bois que vous désirez scier. Je vous dirai la scie qu'il vous faut.

NOTA. — Presque tout constructeur a deux rayons. Mon premier est le bâtiment métallique que je fabrique et que je pose. Mon deuxième est la fabrication de scies alternatives et circulaires pour travailler le bois.

JOHN REID, Ingénieur-Constructeur

6 bis, rue de Couronne, PETIT-QUEVILLY-LEZ-ROUEN (Seine-Inf.) — Tél. : 960-35 PETIT-QUEVILLY

ECOLE CENTRALE DE T.S.F.

12, RUE DE LA LUNE, PARIS, 2^e



Fondée en 1919
Médaille d'or 1920 Médaille d'or 1931

PRÉPARATION AUX SITUATIONS

Ingénieur, sous-ingénieur, chef monteur, dépanneur radio. Officier radio de la marine marchande. Opérateur radio d'aviation, radiotélégraphiste des ministères, breveté supérieur de navigation aérienne, vérificateur des installations électromécaniques des P.T.T.

Service Militaire - T. S. F.

Génie — Marine — Aviation

Cours du Jour, du Soir et par Correspondance

Le placement et l'incorporation

sont assurés par l'École
et l'Amicale des Anciens Elèves

Depuis sa fondation l'ÉCOLE CENTRALE DE T. S. F. a préparé plus de 15.000 Elèves qui ont tous obtenu satisfaction. Elle est sans conteste :

La grande Ecole française de la Radio

Demander renseignements pour
session Octobre.



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 : Élysées 65-94 à 98

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

Copyright by La Science et la Vie, Octobre 1938 « R. C. Seine 116.544 »

Tome LIV

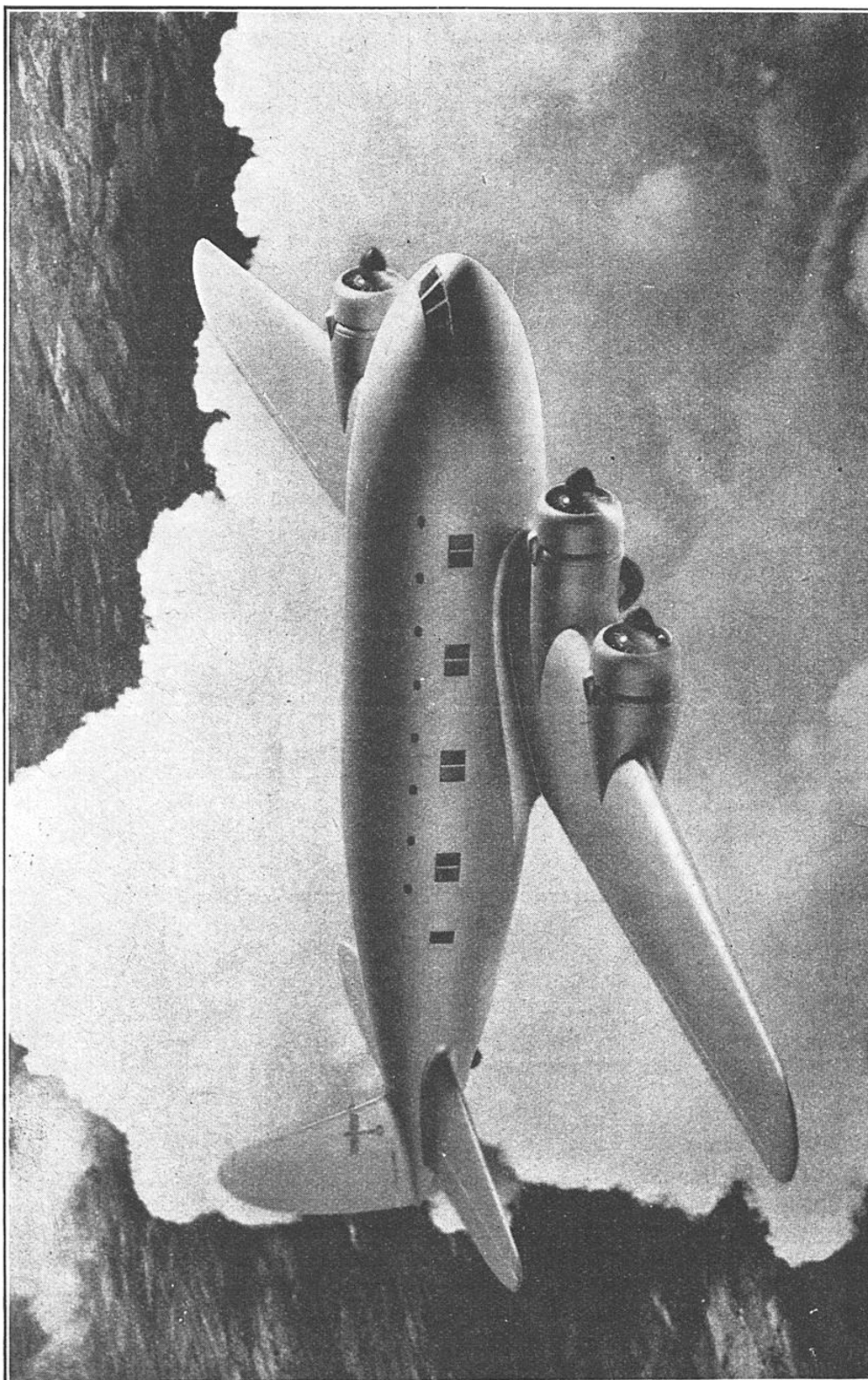
Octobre 1938

Numéro 256

SOMMAIRE

L'avion de transport à cabine étanche pour hautes altitudes va être mis en service en Amérique	A. Verdurand 255
Vitesse plus élevée, sécurité plus grande, tels sont les avantages reconnus aux vols à des altitudes voisines de la stratosphère. Aux Etats-Unis, la cabine étanche est dès maintenant au point et va équiper de nombreux appareils de transport aérien.	
La lutte pour la vie se laisse-t-elle mettre en équations?	L. Houllevigue. 266
Il eût paru paradoxal, il y a quelques années, de vouloir faire des mathématiques un instrument de recherches biologiques. Elles conquièrent aujourd'hui ce nouveau domaine comme elles ont déjà envahi celui des sciences physico-chimiques.	
L'industrie automobile française et le Salon de 1938.	Henri Petit 273
La réglementation fiscale oriente la technique française vers la voiture de consommation minimum. Légèreté, aérodynamisme, moteur rapide de puissance spécifique élevée, telles sont les caractéristiques de la voiture de 1939.	
Que savons-nous de la « vrille »? Souffleries verticales et laboratoires aérodynamiques	Charles Brachet 282
La « vrille » compte parmi les phénomènes les plus complexes de toute l'aérotechnique. Dans de nombreux pays, — et depuis peu en France, — des souffleries spéciales sont consacrées à son étude.	
La reproduction musicale de haute fidélité : disque et film sonore. Grâce aux progrès de l'enregistrement des sons sur disques et sur film, et au perfectionnement des « pick-up », amplificateurs et haut-parleurs, on sait aujourd'hui reproduire, avec leurs timbres caractéristiques et leurs intensités relatives, tous les instruments d'un orchestre.	E.-N. Batlouni. 291
Ingénieur E. S. E. Licencié ès sciences.	
Notre poste d'écoute	S. et V. 296
Les nouveaux horizons scientifiques du problème du cancer.	Jean Labadié 303
Le cancer est-il provoqué par un virus « chimique » (apparenté aux vitamines et aux hormones), élaboré par les cellules vivantes elles-mêmes? C'est dans cette voie que s'orientent les recherches qui doivent permettre une lutte rationnelle contre ce fléau social.	
Les courses de vitesse et la mécanique automobile.	P. Chap. 311
La course de vitesse et d'endurance a toujours constitué le banc d'essai des solutions nouvelles appliquées à la mécanique automobile. La formule actuelle peut-elle contribuer au progrès de la voiture de série en orientant utilement son évolution?	
La technique frigorifique au service des transports par mer.	H. Le Masson. 319
Le froid, qui arrête le développement des cultures microbiennes et évite les phénomènes de fermentation, est devenu l'auxiliaire indispensable des transports commerciaux transocéaniques.	
La T. S. F. et la Vie	André Laugnac 329

Une nouvelle formule internationale est entrée en vigueur en 1938 pour les courses de vitesse en automobile. Elle laisse pratiquement aux constructeurs le choix entre deux volumes de cylindrée : 4,5 litres pour les moteurs à alimentation libre et 3 litres pour les moteurs suralimentés. Parmi les voitures de course réalisées sur ces données, la « Delahaye 12 cylindres », que représente la couverture de ce numéro, est une des rares qui ne fasse pas appel à un surcompresseur. De ce fait, la puissance qu'elle développe est nettement inférieure à celle des voitures étrangères qui ont triomphé cette année dans les compétitions internationales. Cependant, grâce à l'étude très minutieuse de la distribution (par culbuteurs), de la carburation (six carburateurs à deux flotteurs), du châssis (tubulaire extra-rigide), de la suspension (roues motrices indépendantes), de la carrosserie aérodynamique (monoplace), elle jouit d'une très large marge de sécurité. Parmi toutes les réalisations actuelles, c'est ce type de voiture de compétition qui s'éloigne le moins de la voiture utilitaire dont l'endurance et l'économie doivent demeurer les qualités maîtresses. (Voir l'article, page 311 de ce numéro.)



VOICI LE NOUVEL AVION GÉANT SUBSTRATOSPHERIQUE QUE CONSTRUIT ACTUELLEMENT LA FIRMÉ AMÉRICAINE BOEING ET QUI A ÉTÉ BAPTISÉ « STRATOLINER ». CE QUADRIMOTEUR, ÉQUIPÉ D'UNE CABINE ÉTANCHE SOUS PRESSION, EST PRÉVU POUR ACCOMPLIR DES VOYAGES AÉRIENS VERS 4 500 M D'ALTITUDE EN EMPORTANT 33 PASSAGERS DE JOUR ET 25 DE NUIT DONT 16 EN COUCHETTES DE LUXE

L'AVION DE TRANSPORT A CABINE ÉTANCHE POUR HAUTES ALTITUDES VA ÊTRE MIS EN SERVICE EN AMERIQUE

Par A. VERDURAND

ANCIEN ÉLÈVE DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE

Le vol dans la haute atmosphère, où, par suite de la faible densité de l'air, la résistance à l'avancement est notablement moindre qu'aux altitudes usuelles, mais où, par contre, les courants aériens atteignent souvent des vitesses considérables, doit permettre d'accroître, à la fois, la vitesse des transports aériens (à puissance motrice égale) et leur sécurité, la navigation s'effectuant en grande partie au-dessus des perturbations atmosphériques et des zones de givrage. Mais de telles liaisons substratosphériques soulèvent de nombreux problèmes techniques, en particulier celui de la suralimentation et du fonctionnement des groupes motopropulseurs dans l'air raréfié et celui de la cabine étanche sous pression sans laquelle le transport des passagers ne peut se concevoir. Pendant l'été 1937, les Américains ont expérimenté avec succès un avion à cabine étanche sous pression du type Lockheed-14 (Howard Hughes vient de faire le tour du monde dans un temps record sur un appareil du même type). Les résultats de ces premiers vols furent tellement probants que, dès maintenant, deux autres grands constructeurs américains, Douglas et Boeing, construisent chacun, pour le compte des grandes compagnies de transports aériens des États-Unis, un avion quadrimoteur à cabine étanche, le Douglas pour 40 passagers, le Boeing dit Stratoliner, pour 33. Ce dernier appareil doit entrer en service dès avant la fin de cette année.

On sait que les vols à haute altitude (1) permettent d'augmenter la vitesse et le rayon d'action des avions, car, la résistance de l'air y étant plus faible qu'aux basses altitudes, on peut atteindre des vitesses plus élevées avec la même puissance motrice. Ce résultat est déjà intéressant, car, sur les parcours moyens, il permet d'augmenter la charge payante et, sur les grands parcours comme Paris-New York, il permet d'augmenter l'autonomie de vol. Cependant, en l'état actuel de la technique, les résultats à attendre de ce côté sont moins importants qu'on ne le croit communément, car il faut déduire du supplément de charge utile ou de combustible le poids des équipements spéciaux pour le vol à haute altitude ; d'autre part, les vitesses des vents sont plus élevées aux grandes altitudes que près du sol, en sorte que, lorsqu'on rencontre des vents contraires, comme c'est généralement le cas lorsqu'on va d'Europe aux États-Unis, le supplément de vitesse de l'avion risque d'être annulé par le supplément de vitesse du vent (2).

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 241, page 19.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 250, page 243.

Aussi ce ne sont pas tellement ces avantages que les Américains attendent du vol aux grandes altitudes qu'une augmentation de la sécurité.

Ils espèrent qu'en cas de mauvais temps, les avions à cabine étanche et à compresseurs permettront de passer au-dessus des orages, des grains et des zones de givrage. Même à ce point de vue, les avions à cabine étanche qui seront prochainement mis en service n'apporteront pas en toutes circonstances ce supplément de sécurité, car les voyages d'expérience effectués jusqu'à 11 000 m d'altitude ont révélé l'existence de masses nuageuses atteignant jusqu'à 12 000 m de hauteur. Toutefois, ce cas est exceptionnel. Généralement, les systèmes nuageux ne présentent au-dessus de 6 000 m que des excroissances faciles à contourner en se déroulant de quelques dizaines de kilomètres. Toutes les fois que les voyages aériens pourront s'effectuer dans de telles conditions, leur sécurité sera plus grande qu'elle ne l'est actuellement, car l'avion est souvent obligé de naviguer à l'aveugle pendant plusieurs heures de suite à l'intérieur de masses nuageuses où il se trouve exposé

à traverser des grains et des zones de givrage particulièrement redoutables.

Le vol à grande altitude, sans apporter en toutes circonstances la sécurité totale, permettra au commandant de bord une plus grande liberté de manœuvre par rapport aux zones dangereuses. A ce titre, il mérite donc de retenir l'attention de tous ceux qui s'intéressent à la navigation aérienne.

Les problèmes techniques posés par la navigation substratosphérique sont de deux ordres différents : les uns concernent la suralimentation et le fonctionnement des groupes motopropulseurs, et les autres concernent la cabine étanche sous pression. Nous allons indiquer les solutions expérimentées par les Américains pour chacun d'eux.

La suralimentation des moteurs par le turbo-compresseur entraîné par les gaz d'échappement

La figure 1 représente schématiquement le turbo-compresseur, le circuit d'admission, le circuit d'échappement, le régulateur automatique d'admission à la turbine et le circuit d'alimentation en combustible tels qu'ils étaient installés sur le *Lockheed-14* substratosphérique.

On remarque que le turbo-compresseur comporte deux compresseurs, l'un pour le moteur, l'autre, le plus petit, pour la cabine. Entre le premier compresseur et le carburateur est intercalé un radiateur destiné à refroidir l'air qui sort du compresseur. Ce radiateur comporte des volets manœuvrés par le pilote pour lui permettre de régler la température à l'admission.

La turbine est actionnée par les gaz d'échappement. L'admission à la turbine est réglée par un volet que le pilote ferme

lorsqu'il veut diriger les gaz d'échappement vers la turbine au lieu de les laisser s'évacuer à l'air libre. En réalité, ce volet est manœuvré par un régulateur dont l'organe essentiel est une capsule barométrique qui mesure la pression au carburateur. Cette capsule commande le distributeur d'un servo-moteur actionné par l'huile sous pression du moteur. C'est ce servo-moteur qui manœuvre le volet. On remarque à l'intérieur de la capsule barométrique un

ressort réglable qui équilibre la pression dans la capsule. Sa tension est réglée par le pilote qui, du même coup, règle la pression d'admission au carburateur. Jusqu'à l'altitude de 4 000 mètres, le pilote conserve l'échappement à l'air libre et, pour maintenir la puissance du moteur, il ouvre progressivement le boisseau d'admission (1). A 4 000 m, le boisseau étant ouvert en grand, le pilote ferme partiellement le volet

d'échappement en agissant sur le ressort du régulateur. Il règle ainsi la pression à l'admission, de façon à maintenir toujours constante la puissance du moteur. Le turbo-compresseur lui permet de régler la pression d'admission entre 50 et 76 mm de mercure. Bien entendu, le pilote règle, en outre, la proportion d'essence d'après les indications de l'analyseur Cambridge de gaz d'échappement qui lui indique le dosage pour lequel est réalisée la combustion complète sans excès d'air (2). Ce réglage permet de

(1) Bien entendu, les moteurs du *Lockheed-14* comportent des compresseurs mécaniques rétablissant la puissance jusqu'à 4 000 m. Les turbo-compresseurs sont utilisés pour établir la puissance au-dessus de 4 000 m.

(2) L'analyseur « Cambridge » se compose essentiellement d'un fil métallique fin parcouru par un

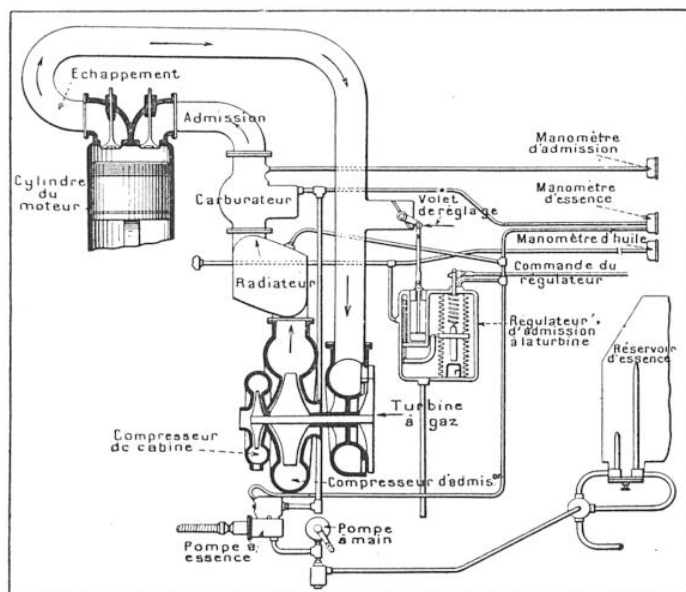


FIG. 1. - INSTALLATION TYPE D'UN TURBO-COMPRESSEUR ACTIONNÉ PAR LES GAZ D'ÉCHAPPEMENT A BORD DE L'AVION SUBSTRATOSPHERIQUE EXPÉRIMENTÉ AUX ÉTATS-UNIS. Ce compresseur a une double fonction : alimenter le moteur de l'appareil et maintenir la pression dans la cabine où sont logés le pilote et les passagers pendant le voyage à haute altitude.

réduire au minimum la consommation d'essence qui peut ainsi être ramenée aux environs de 200 g par ch. h sur les moteurs à forte compression utilisant l'essence à 87 d'indice d'octane.

Nous ne nous étendrons pas sur les autres problèmes techniques qui durent être résolus pour assurer le fonctionnement des groupes motopropulseurs aux grandes altitudes. Indi-

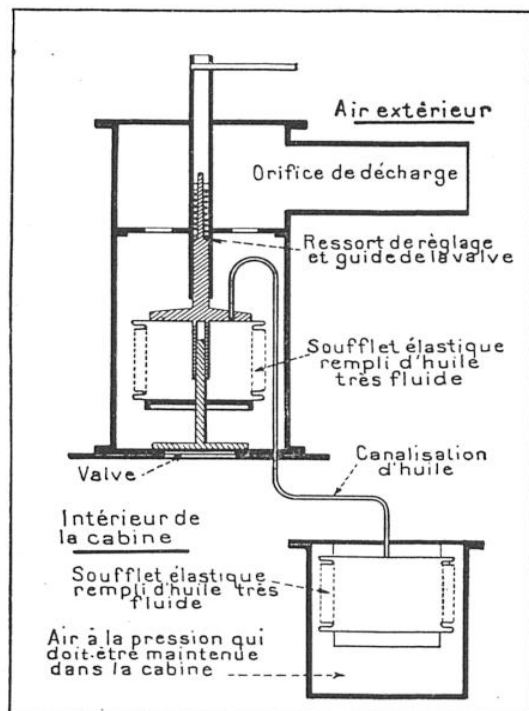


FIG. 2. — VALVE AUTOMATIQUE DE RÉGLAGE DE PRESSION DANS LA CABINE ÉTANCHE COMMANDÉE PAR LA PRESSION ATMOSPHERIQUE. La valve laisse échapper l'air intérieur lorsque la pression extérieure baisse. Quand la pression voulue est atteinte, le soufflet élastique applique la valve sur son siège et empêche son mouvement.

quons seulement qu'ils concernent le circuit d'essence dans lequel risquent de se former aux basses pressions des bulles de vapeur qui désarmorcraient les pompes ; le circuit d'huile dans lequel l'huile risque de figer lorsque les moteurs sont au ralenti

courant électrique et porté par suite à une température élevée. Ce fil fin est placé sur le trajet des gaz d'échappement qui le refroidissent. La conductibilité thermique de ces gaz varie avec leur composition, en particulier avec leur teneur en oxyde de carbone. Lorsque la quantité d'oxyde de carbone varie, la température du fil varie également et, par suite, la valeur de sa résistance électrique que l'on mesure d'une manière continue. On mesure donc ainsi indirectement la composition des gaz d'échappement.

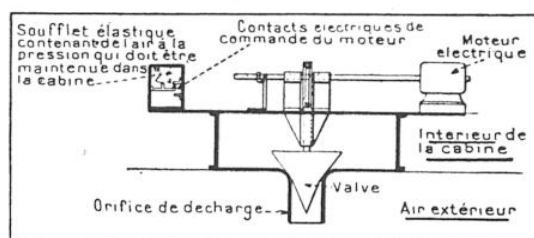


FIG. 3. — VALVE AUTOMATIQUE DE RÉGLAGE DE PRESSION COMMANDÉE ÉLECTRIQUEMENT. Lorsque la pression extérieure baisse, par suite de la montée de l'avion, les contacts électriques se ferment et le moteur ouvre la valve jusqu'à ce que la pression fixée soit atteinte dans la cabine.

pendant la descente ; les bougies et magnétos dans lesquelles risquent de se produire aux basses pressions des arcs de courts-circuits ; le carburateur qui risque de givrer pendant la descente durant laquelle le moteur marche au ralenti, etc.

La cabine étanche de l'avion substratosphérique

La construction de la cabine étanche réalisée à titre d'expérience sur le *Lockheed-14* présente peu de difficultés, car la forme du fuselage de l'avion est voisine de celle qui est le plus favorable à la résistance aux pressions internes. D'autre part, la pression interne n'est pas très élevée, puisqu'on se contente de rétablir la pression correspondant à l'altitude de 3 000 m, pour voler entre 6 000 m et 10 000 m. La forme de la cabine étanche est donc celle d'un œuf très allongé. Toutefois, à l'arrière, on emploie comme cloison un cône pour simplifier la construc-

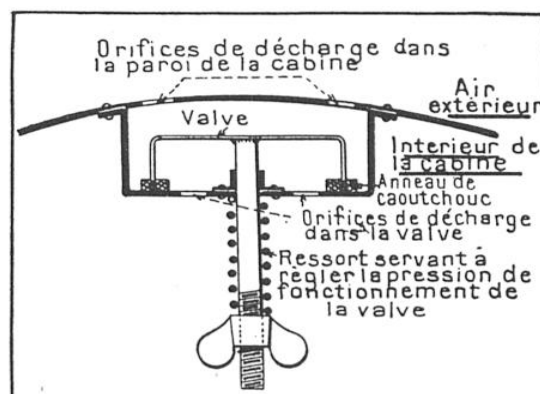


FIG. 4. — VALVE DE SÉCURITÉ ENTRANT EN FONCTIONNEMENT EN CAS D'AVARIE DES VALVES AUTOMATIQUES PRÉCÉDENTES

On règle à la main la tension du ressort de fermeture de la valve d'après la pression à maintenir.

tion de cette cabine expérimentale (1).

L'étanchéité entre les feuilles rivées de duralumin est réalisée par l'augmentation du nombre des rivets et par l'interposition de bandes de toile enduites de substances résineuses. Les fenêtres du poste de pilotage sont des glaces en verre laminé de 2 cm d'épaisseur serrées dans leurs cadres entre deux lames de caoutchouc. Les portes s'ouvrent vers l'intérieur, de façon à ce que la pression interne assure leur étanchéité en les pressant sur un joint en caoutchouc.

Pour limiter les conséquences d'une déchirure de la paroi, on rive celle-ci sur des lisses et des couples assez rapprochés pour que la paroi soit divisée en une multitude de petits rectangles. Une déchirure survenant à l'un d'eux s'arrêterait ainsi au cadre qui le limite; avec cette disposition, tout danger d'explosion est éliminé.

Quant à la brusque chute de pression qui surviendrait alors dans la cabine, les expériences faites au caisson pneumatique ont montré qu'elles n'auraient pas de conséquences graves pour les passagers, car les malaises provoqués par le séjour en atmosphère raréfiée ne se produisent pas instantanément; et, en piquant immédiatement, le pilote aurait ramené l'avion à 4 000 m avant que les passagers n'eussent été incommodés par la chute de pression dans la cabine. Au surplus, ceci n'est qu'un cas extrême qui se produira sans doute très rarement. Dans le cas plus vraisemblable où viendrait à se produire une fuite d'air et non pas une déchirure de la paroi, le pilote dispose de bouteilles d'oxygène comprimé, grâce auxquelles il pourrait enrichir la teneur en oxygène de l'atmosphère de la cabine pendant tout le temps nécessaire. Ce dispositif de secours n'a jamais eu à fonctionner au cours des voyages d'étude du *Lockheed-14* qui ont été poussés jusqu'à 11 000 m.

Comment on règle la pression dans la cabine

Chacun des compresseurs de cabine des deux moteurs est suffisant à lui seul pour maintenir dans celle-ci une pression correspondant à l'altitude de 3 500 m, lorsque l'avion vole à 7 500 m, en débitant de 4 à 7 m³ par minute. Lorsque l'avion est obligé de dépasser l'altitude de 7 500 m, on met les deux compresseurs en série; ils peuvent, alors, maintenir, dans la cabine,

(1) L'augmentation de poids du fuselage rendu étanche est inférieure au centième du poids total du fuselage ordinaire.

une pression correspondant à 3 500 m lorsque l'avion vole à 9 500 m.

Sur les futurs avions à cabine étanche, on renoncera à faire conduire le compresseur de cabine par la turbine à gaz d'échappement. Ce dispositif présente, en effet, un inconvénient sérieux: lorsque le pilote met l'avion en descente, il ne peut pas réduire les gaz à fond, sous peine d'arrêter les compresseurs et de voir tomber la pression à l'intérieur de la cabine. Ceci l'oblige donc à laisser les moteurs fonctionner, par exemple, à 40 % de leur puissance, ce qui l'empêche de descendre rapidement.

Cet inconvénient disparaîtra lorsqu'on fera conduire, par le moteur, le compresseur de cabine. Le moteur, étant équipé d'une hélice à pas réglable en vol, peut tourner à vitesse constante à tous les régimes. Le pilote peut donc réduire presque complètement les gaz sans diminuer la vitesse du moteur, tout en annulant l'effort de traction de l'hélice. D'autre part, on emploiera comme compresseurs de cabine des compresseurs volumétriques du système Roots, qui ont l'avantage d'être moins lourds que les compresseurs centrifuges et qui, à vitesse constante, débitent par minute un volume rigoureusement constant.

Sur l'avion d'expérience, on a essayé deux soupapes d'échappement de l'air de la cabine à réglage automatique. Ces soupapes ont pour objet de régler l'évacuation de l'air vicié, de façon à maintenir constante la pression dans la cabine. Elles sont représentées schématiquement sur les figures 2 et 3 qui expliquent leur fonctionnement.

La figure 4 représente une valve de secours qui est utilisée en cas d'avarie aux valves automatiques. Elle permet de contrôler la pression, en réglant, au moyen d'une vis à oreille, la tension du ressort qui l'équilibre.

Enfin, pour éviter que le fuselage ne risque d'être écrasé par une pression extérieure supérieure à la pression intérieure en cas de descente rapide, on a disposé, dans la cabine, une valve de sécurité très simple, constituée par un rideau de caoutchouc mousse que la pression intérieure tient appliqué contre des trous percés dans la paroi. Si la pression intérieure tombe au-dessous de la pression extérieure, celle-ci soulève le rideau et l'air pénètre dans la cabine par les trous.

Comment on protège la cabine contre le givrage

L'humidité de la cabine vient se congeler sur la paroi de duralumin, dans le cas où

le moindre intervalle subsiste entre cette paroi et la couche de feutre qui la tapisse intérieurement. Il importe donc que ce feutre soit collé très fortement au moyen d'un produit qui ne risque pas de se craqueler ou de se détacher de la paroi aux températures de l'ordre de -50°C qu'on rencontre à 10 000 m.

Pour empêcher le dépôt de glace sur la face interne des fenêtres, on dirige contre celles-ci une partie de l'air chaud que le compresseur envoie dans la cabine. Malheureusement, ce réchauffage est insuffisant pour empêcher le dépôt de givre sur la face externe de la fenêtre qui est trop épaisse pour être réchauffée dans toute son épaisseur par le courant d'air chaud intérieur.

Pour éviter cet inconvénient, on sera sans doute contraint d'utiliser une double paroi, l'air chaud circulant entre deux glaces, l'une épaisse, ce sera la glace intérieure, l'autre mince, ce sera la glace extérieure.

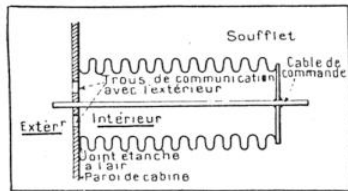


FIG. 5. — TRANSMISSION A SOUFFLET ÉTANCHE A L'AIR POUR LE PASSAGE DES COMMANDES HORS DE LA CABINE ÉTANCHE

Il faut d'ailleurs remarquer que cet inconvénient est minime, car, lorsque l'avion voyage à grande altitude, le pilotage s'effectue aux instruments. Et lorsque l'avion descend, le givre qui recouvre les fenêtres fond et le courant d'air extérieur chasse l'eau provenant de cette fusion. A basse altitude, on peut d'ailleurs ouvrir les fenêtres pour essayer leur face externe.

Quelques autres détails importants

Le passage des commandes à travers les parois de la cabine doit être étanche. Les figures 5, 6 et 7 représentent les dispositifs qui répondent à cette condition. Toutefois, le dispositif à soufflet (fig. 5) est, plus que les autres, sujet à avarie, le soufflet risquant de se fissurer et de provoquer ainsi une fuite.

On sait, en outre, que les appareils de navigation, tels que l'horizon artificiel, l'indicateur de virage, le « directionnel gyro », le pilote automatique, etc., comportent des gyroscopes qui sont actionnés par un jet d'air aspiré à l'intérieur de leur boîtier par l'une des pompes à vide montées sur les moteurs. Lorsqu'on arrive aux altitudes

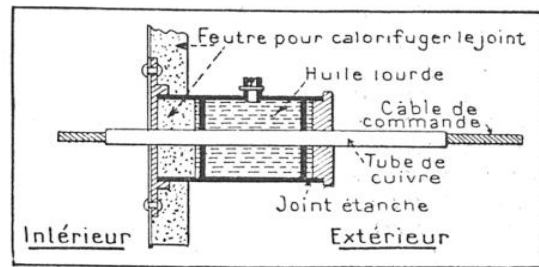


FIG. 6. — TRANSMISSION DES COMMANDES PAR TRANSLATION ÉTANCHE A L'AIR

élevées, ce jet d'air raréfié est trop peu dense pour entretenir le mouvement des gyroscopes à la vitesse prévue. Il faudra donc prévoir, pour ces appareils, un réservoir d'air maintenu à une pression suffisante, ou mieux, les actionner par moteurs électriques.

Pour vérifier le fonctionnement parfait de tous les équipements de vol de la cabine étanche, la division du matériel de l'*Air Corps*, à Dayton (Wright Field), a établi une chambre réfrigérée et en dépression dans laquelle on peut essayer, soit les moteurs à compresseurs munis de carburateurs protégés contre le givrage, soit la cabine étanche munie de tout son équipement. La figure 8 représente la cabine étanche installée dans la chambre de dépression. Les indications qui y sont portées suffisent pour expliquer comment se pratiquent les essais de contrôle de l'équipement.

Les résultats des voyages d'étude

Les voyages d'étude aux grandes altitudes furent exécutés d'une part par le chef pilote Tomlinson, des *Transcontinental and Western Airlines*, en utilisant un *Northrop Gamma* de chasse prêté à cette compagnie par l'*Army Air Corps*, et, d'autre part, par des officiers et ingénieurs de l'*Air Corps* accompagnés d'agents des constructeurs

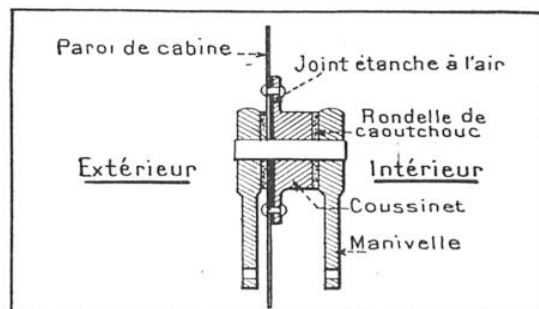


FIG. 7. — TRANSMISSION DES COMMANDES PAR ROTATION ÉTANCHE A L'AIR

sur un *Lockheed-14* à cabine étanche, commandé par l'Etat en vue de ces essais.

Les voyages de Tomlinson avaient surtout pour but de contrôler le fonctionnement du compresseur mécanique et du turbo-compresseur montés en série, en vue de vols à très hautes altitudes, et d'étudier les conditions météorologiques à plus de 7 000 m. Ces essais démontrèrent l'existence de masses nuageuses dont les cimes atteignaient jusqu'à 12 000 m d'altitude.

Ils mirent en évidence la nécessité d'organiser l'exploration méthodique de la haute atmosphère au moyen de sondages effectués

directeur du laboratoire des recherches physiologiques de l'*Air Corps*. Les voyages d'essais furent effectués sous la direction du capitaine Alfred-H. Johnson, de la division du matériel de l'*Air Corps*. A l'intérieur de la cabine se trouvaient plus de cent cadrans d'instruments de contrôle. Le capitaine Johnson était aidé, en plus du pilote, par quatre spécialistes ayant chacun la charge d'une partie de l'équipement pendant les vols.

Ces voyages démontrèrent que la navigation en cabine étanche à plus de 6 000 m d'altitude est, dès à présent, réalisable dans

la pratique. Au cours de ces voyages, l'équipage resta en bras de chemise et sans inhalateurs d'oxygène pendant plusieurs heures consécutives à des altitudes de 6 000 à 10 000 m où régnaient des températures et des pressions très basses. Ils eurent constamment l'impression d'y vivre dans les mêmes conditions qu'au voisinage du sol. Certes, il reste encore bien des détails à mettre au point. Mais les problèmes fondamentaux tels que ceux

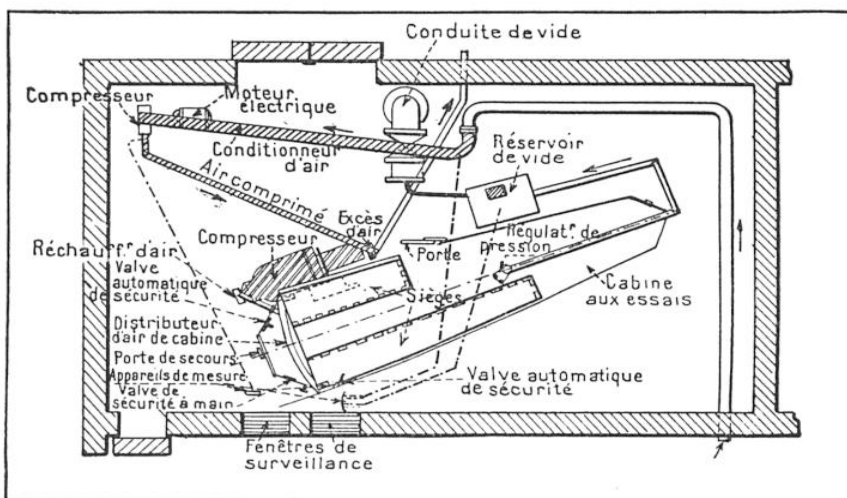


FIG. 8. — PLAN DE LA CABINE ÉTANCHE D'ÉTUDE ET DE SON INSTALLATION DANS LA CHAMBRE RÉFRIGÉRÉE DE LA DIVISION DU MATÉRIEL DE L'« AIR CORPS », A WRIGHT FIELD, AUX ÉTATS-UNIS

soit par avions, soit par radiosondes (1). Tomlinson est même d'avis que l'Etat organise une ligne postale entre New York et San Francisco, exploitée à grande altitude avec une seule étape intermédiaire, en utilisant les cinquante *Northrop-Gamma* à turbo-compresseurs qui vont prochainement être remplacés dans les escadrilles de l'*Air Corps* par des avions de chasse plus modernes.

Les voyages d'essais, effectués par la division du matériel de l'*Air Corps*, en utilisant le bi-moteur *Lockheed-14*, avaient surtout pour objet de vérifier et de mettre au point l'équipement de la cabine étanche. Cet équipement a été mis à l'étude en 1935 par le professeur John-E. Younger, de l'Université de Californie, aidé par huit techniciens spécialistes. Les éléments du problème physiologique à résoudre furent déterminés par le docteur J.-W. Heim,

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 254, page 90.

qui concernent l'étanchéité et la résistance mécanique de la cabine, son alimentation en air comprimé et conditionné, le réglage de la pression intérieure, peuvent être considérés comme résolus. Ces résultats sont évidemment de la plus haute importance, spécialement pour ce qui concerne les voyages transocéaniques, car la possibilité de choisir l'altitude la plus favorable entre 0 et 9 000 ou 10 000 m apportera au commandant de bord un moyen nouveau d'accroître la sécurité de ces traversées. En même temps, le confort du voyage s'en trouvera accru, car il sera plus facile d'éviter les régions perturbées dans lesquelles l'avion serait secoué par de violents remous. La supériorité de la cabine étanche sur l'inhalateur d'oxygène a été mise en évidence par les voyages du chef pilote Tomlinson, qui a constaté l'insuffisance de l'inhalateur pour les voyages effectués à plus de 9 000 m. L'inhalateur suffit

pour maintenir les fonctions vitales, mais le moindre effort devient vite épuisant s'il se prolonge, et il conduirait bientôt à la syncope pour peu que l'arrivée d'oxygène subisse une légère diminution. Peu à peu, les fonctions mentales se ralentissent, et après un vol prolongé dans de telles conditions, le pilote se trouve en danger sérieux s'il est obligé d'effectuer la descente dans des conditions météorologiques difficiles qui néces-

peuvent provoquer des coliques de gaz ; les bulles de gaz qui se dégagent du liquide céphalo-rachidien peuvent venir comprimer le cerveau. D'autre part, à mesure que l'on atteint des altitudes plus élevées, la température du corps se rapproche de celle où l'eau entre en ébullition. Si l'on montait à 19 000 m sans être enfermé dans une cabine sous pression, les liquides contenus dans le corps entreraient en ébullition à cette alti-

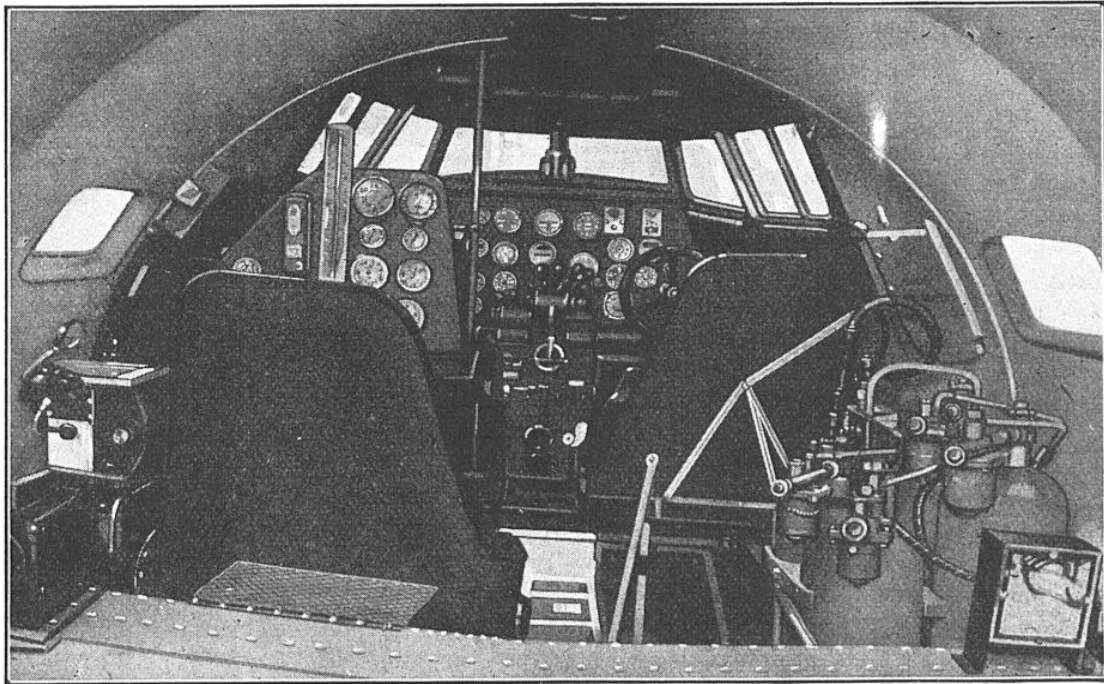


FIG. 9. — LA CABINE ÉTANCHE DE L'AVION AMÉRICAIN « LOCKHEED » SUBSTRATOSPHERIQUE. On remarque à droite les tubes d'oxygène en réserve pour alimenter les passagers en cas de panne du compresseur maintenant la pression à l'intérieur de la cabine. Ils sont munis de leurs détendeurs, manomètres et régulateurs automatiques de détente. A gauche sont installés les appareils de conditionnement de l'air, maintenant la température aux environs de 10°, et le régulateur d'humidité de l'air. Comme il s'agit d'un avion d'expérience, de nombreux appareils permettent de contrôler le débit d'air frais du compresseur, ainsi que les températures et les pressions à l'intérieur et à l'extérieur de la cabine.

siteraient toute sa vivacité d'esprit. Aucun de ces inconvénients ne se produit dans la cabine étanche : ceci tient à ce que tout le corps baigne alors dans une atmosphère suffisamment dense pour que ne se produisent pas à travers les pores de l'épiderme les fuites d'oxygène qui, en atmosphère raréfiée, provoquent une demi-asphyxie malgré l'emploi d'un inhalateur d'oxygène. Il faut ajouter que la diminution de la pression extérieure peut provoquer une dilatation des gaz contenus dans le tube digestif : les gaz de l'estomac peuvent provoquer une pression sur le cœur ; ceux de l'intestin

tude. Pour toutes ces raisons, l'enrichissement en oxygène de l'atmosphère de la cabine sans augmentation de pression ne saurait, à lui seul, constituer une solution du problème des voyages à grande altitude. Il faut nécessairement en arriver à la cabine étanche sous pression.

Il faut avoir soin d'empêcher la présence des moindres traces d'oxyde de carbone dans la cabine étanche, car ce gaz, déjà très nocif dans les conditions normales, est encore plus dangereux en atmosphère raréfiée.

Par contre, un léger enrichissement de l'atmosphère de la cabine en gaz carbonique

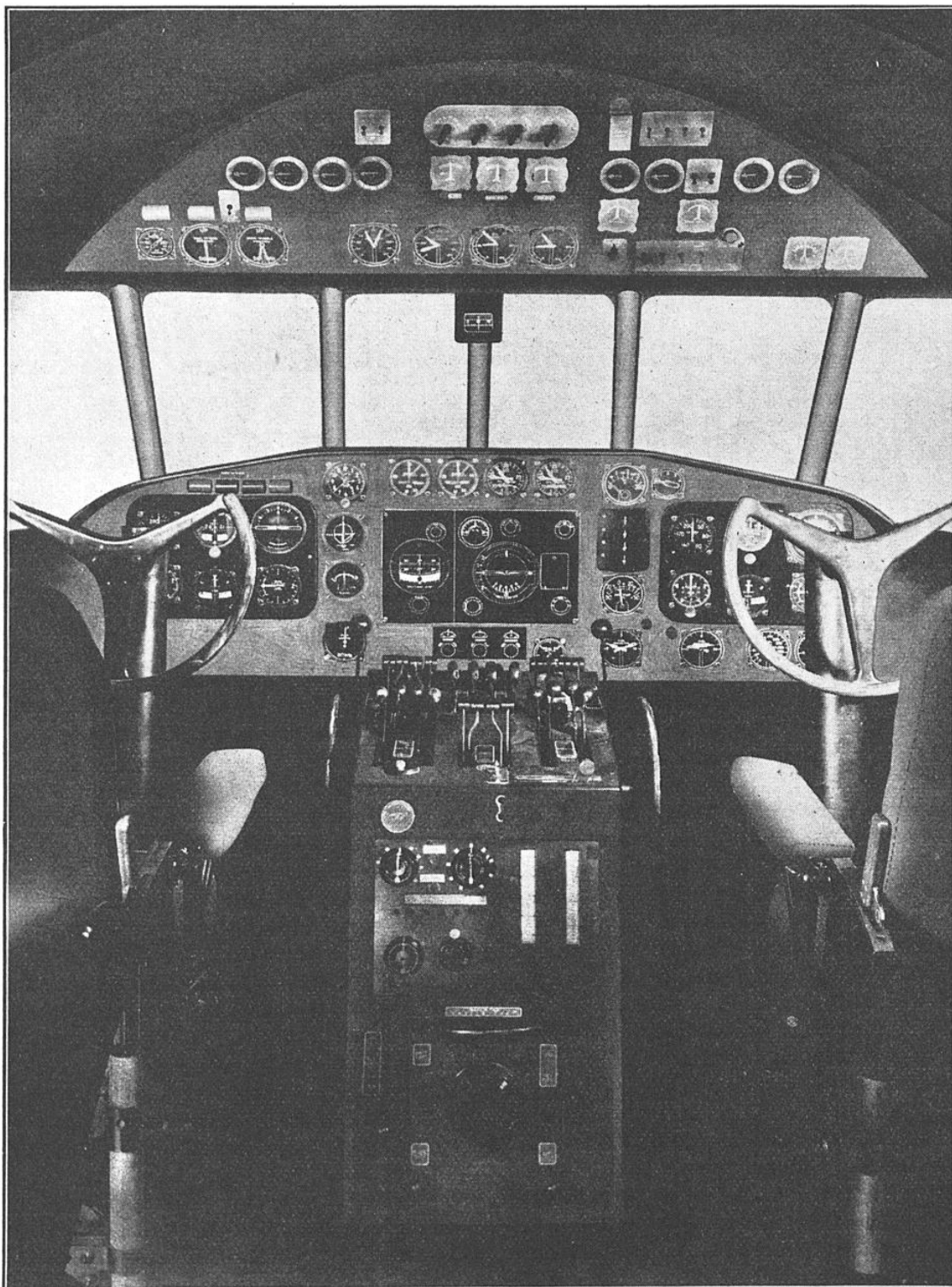


FIG. 10. — LE POSTE DE PILOTAGE DE L'AVION GÉANT « BOEING-307 » SUBSTRATOSPHERIQUE
DIT « STRATOLINER » (VOIR LE DÉTAIL A LA PAGE CI-CONTRE)

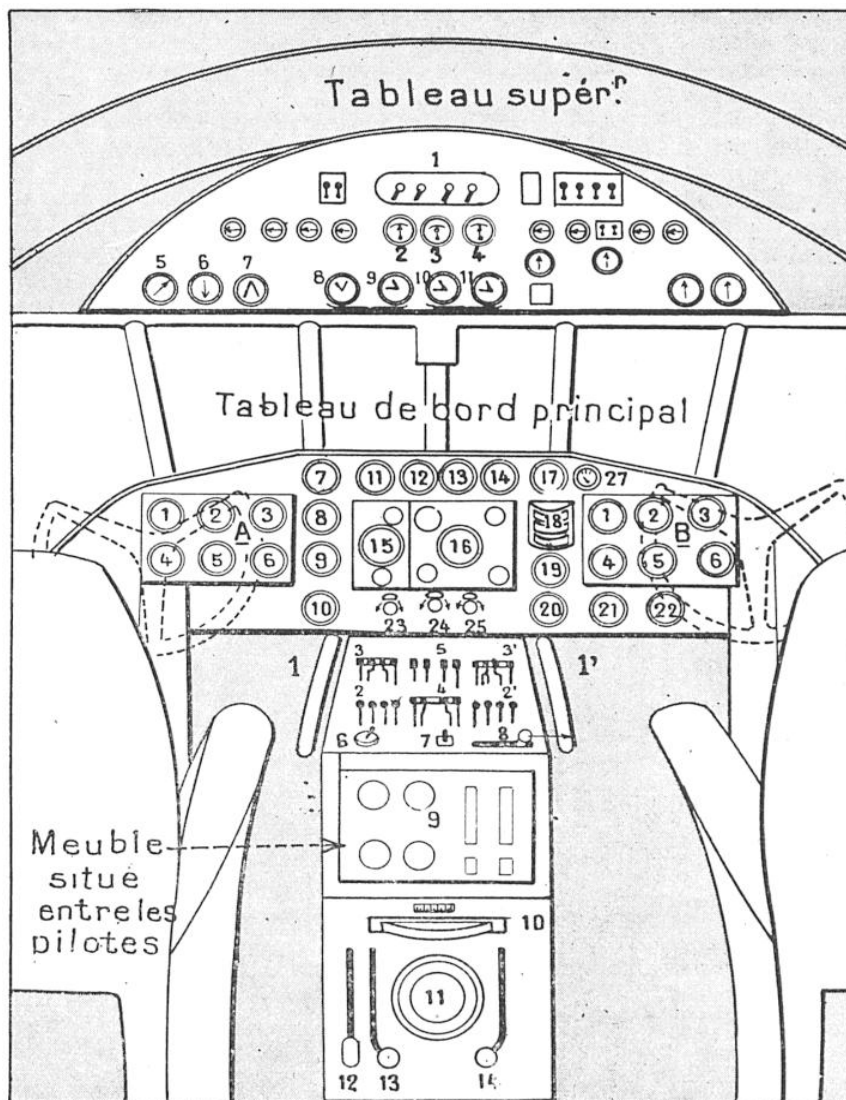


FIG. 11. — VOICI LA NATURE ET LA FONCTION DES DIFFÉRENTS APPAREILS FIGURANT SUR LES TABLEAUX DE BORD DU « STRATOLINER »

Sur le tableau supérieur : 1, contacts d'allumage des moteurs ; 2, contrôleur de synchronisation des moteurs 1 et 2 ; 3, contrôleur de synchronisation des moteurs 2 et 3 ; 4, contrôleur de synchronisation des moteurs 3 et 4 ; 5, manomètre de pression d'air pour la manœuvre du train ; 6, indicateur de position de la roue de queue ; 7, indicateur de position des deux roues du train d'atterrissage ; 8, thermomètre d'huile moteurs 1 et 2 ; 9, thermomètre d'huile moteurs 3 et 4 ; 10, manomètre d'huile moteurs 1 et 2 ; 11, manomètre d'huile moteurs 3 et 4. Sur le tableau de bord principal : 1, indicateur de vitesse ; 2, compas magnétique ; 3, horizon artificiel ; 4, altimètre ; 5, indicateur de virage ; 6, variomètre (indicateur de vitesse verticale de montée ou de descente). Ces six premiers appareils constituent

l'équipement standard d'une planche de bord pour pilotage sans visibilité ; 7, montre ; 8, indicateur de pente et de direction pour atterrissage guidé par radiophare Lorenz ; 9, cadran du radiocompas ; 10, indicateur de position des volets de courbure des ailes ; 11, manomètre d'admission moteurs 1 et 2 ; 12, manomètre d'admission moteurs 3 et 4 ; 13, compte-tours des moteurs 1 et 2 ; 14, compte-tours des moteurs 3 et 4 ; 15, compas gyroscopique de tenue de cap ; 16, horizon artificiel ; 17, thermomètre (température des culasses) ; 18, contrôleur de température des culasses (le déplacement d'une flèche signale une élévation de température du moteur correspondant ; le pilote règle en conséquence le volet d'air) ; 19, thermomètre (température de l'air extérieur) ; 20, manomètre d'essence moteurs 1 et 2 ; 21, manomètre d'essence moteurs 3 et 4 ; 22, jauge des réservoirs d'essence ; 23, contrôle du flettner (direction) ; 24, contrôle du flettner (ailerons) ; 25, contrôle du flettner (profondeur). Le flettner est un petit gouvernail auxiliaire situé à l'extrémité du gouvernail principal, et qui sert à maintenir automatiquement celui-ci à un calage déterminé, sans que le pilote ait à agir constamment sur la commande. Son emploi est particulièrement utile en cas d'arrêt d'un moteur latéral ou bien pour maintenir l'avion en montée ou en descente sous une pente constante. Sur le meuble, entre les pilotes : 1 et 1', commandes du flettner de profondeur ; 2 et 2', commandes d'admission ; 3 et 3', extincteurs des moteurs ; 4 et 5, réglage des carburateurs (air additionnel) au décollage et en croisière ; 6, relevage de la roue de queue ; 7, commande des volets de courbure d'ailes pour atterrissage et décollage ; 8, relevage du train d'atterrissage ; 9, poste de radiophonie ; 10, flettner de direction ; 11, flettner d'ailerons ; 12, relevage de la roue de queue ; 13, branchement du circuit de l'avion sur sa batterie (en vol) et sur la batterie du terrain (aux escales) ; 14, dégivreurs d'ailes.

peut avoir un effet bienfaisant. L'expérience a montré, en effet, que le gaz carbonique joue le rôle de régulateur du rythme de la respiration. Dès que la proportion de gaz carbonique augmente dans les poumons, le rythme de la respiration s'accélère. Si donc on augmente un peu la proportion de ce gaz dans la cabine étanche, on suppléera automatiquement à l'insuffisance de la pression par une accélération des

à grande altitude est un de ceux qui conditionnent la réussite des futures traversées commerciales transatlantiques en toutes saisons (1).

A la suite des essais effectués sur le *Lockheed XC-35* à cabine étanche, l'*Army Air Corps* a commandé à la Société Lockheed un nouvel avion spécialement dessiné et étudié pour les voyages au long cours aux altitudes de 7 000 à 11 000 m. Cet avion

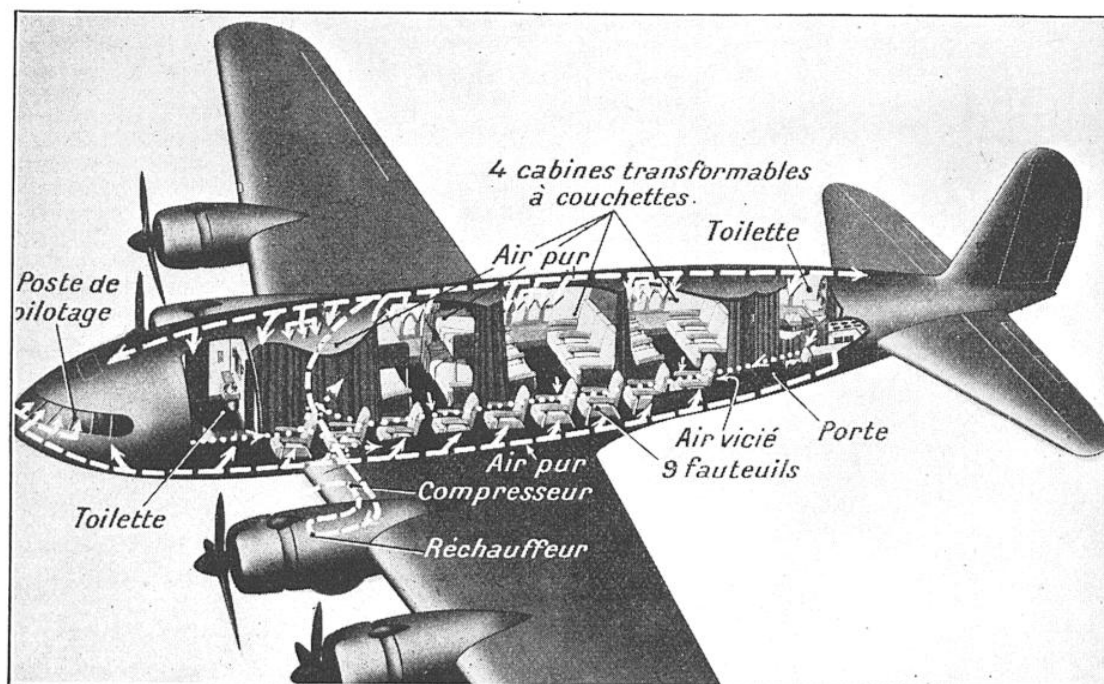


FIG. 12. — SCHÉMA DE LA CIRCULATION DE L'AIR (AIR PUR, AIR VICIÉ, AIR DE RÉCHAUFFAGE DE LA GLACE DE CABINE) DANS LA CABINE ÉTANCHE DU « STRATOLINER BOEING-307 » Cette cabine peut recevoir 33 passagers de jour et 25 passagers de nuit. L'air aspiré par le bord d'attaque de chaque aile est comprimé et réchauffé par une chaudière à vapeur et distribué comme l'indique le diagramme, le trait interrompu correspondant à l'air pur et le trait pointillé correspondant à l'air vicié.

mouvements d'inspiration et d'expiration.

Les essais effectués aux Etats-Unis ont été entrepris dans un but essentiellement pratique et pour cela ils ont été limités à un problème immédiatement réalisable par les moyens actuels de la technique : celui du vol entre 6 000 et 10 000 m d'altitude. Cette limitation des résultats recherchés, combinée avec la mise en œuvre de moyens très complets et avec l'utilisation d'une nombreuse équipe de spécialistes travaillant en étroite collaboration, a permis d'aboutir très rapidement à des résultats décisifs.

Cet ensemble de faits comporte une leçon d'ordre pratique qui ne doit pas être perdue pour nous, car le problème de la navigation

sera équipé de deux moteurs Allison à 24 cylindres à refroidissement par liquide développant 2 000 ch au décollage et 1 500 ch au régime de croisière. Son plafond sera de 13 500 m, sa vitesse maximum à 7 000 m sera de 770 km/h et sa vitesse de croisière

(1) Rappelons, à propos des turbo-compresseurs qui ont été utilisés aussi bien sur le *Lockheed-14* que sur les *Northrop-Gamma*, que le premier appareil de ce genre qui ait été construit était dû à M. Rateau. Il fut expérimenté avec succès, en 1918, sur un *Bréguet-14* à moteur Renault 300 ch au cours de plusieurs voyages effectués à 5 000 m d'altitude. Le gain de vitesse était déjà de 50 km/h pour un avion qui, près du sol, atteignait la vitesse maximum de 180 km/h. Le 19 mars 1920, le lieutenant J. Weiss fit une tentative pour le record d'altitude sur un *Nieuport Hispano* de 300 ch à turbo-compresseur Rateau

de 580 km/h. Son rayon d'action par vent nul, à la vitesse de croisière, sera de 6 500 km. Cet avion pourra donc être utilisé pour des voyages d'étude aux très hautes altitudes sur l'Atlantique-Nord. A l'heure actuelle, sa construction est très avancée et son premier vol ne saurait tarder.

Les quadrimoteurs « Boeing-307 Stratoliner »

La Société Boeing termine actuellement, pour le compte des *Panamerican Airways* et des *Transcontinental and Western Airlines*, la construction de dix « Boeing-307 », du type dit « Stratoliner » parce que ces appareils à cabine étanche sous pression seront utilisés pour effectuer des voyages à plus de 4 500 m d'altitude. Equipés de quatre moteurs « Wright Cyclone » de 1 100 ch au décollage, leur vitesse de croisière à 3 000 m d'altitude sera de 325 km/h en utilisant 60 % de la puissance. Transportant 33 passagers de jour ou 25 de nuit, dont 16 en couchettes et 9 en chaises longues, leur rayon d'action sera de 1 850 km. Mais, en diminuant la charge payante de 25 %, le rayon d'action atteindra 3 000 km.

Le fuselage de section cylindrique aura une forme ovoïde très allongée, qui est la forme la plus favorable pour résister à la surpression intérieure de 200 grammes par cm². Dans le fuselage on rétablira jusqu'à 4 500 m la même pression qu'à 2 500 m et jusqu'à 6 000 m la même pression qu'à 3 500 m. L'air pur sera aspiré par deux orifices situés dans le bord d'attaque de l'aile entre le moteur et le fuselage. Chacun des moteurs voisin du fuselage actionnera par engrenages un compresseur suffisant à lui seul pour envoyer dans la cabine 11 m³ d'air par minute, ce qui est largement suffisant

qui était capable de monter déjà à 12 000 m. Malheureusement, les inhalateurs d'oxygène étaient alors très rudimentaires, et la tentative fut arrêtée à 8 000 m, faute d'inhalateur permettant de monter plus haut avec une sécurité suffisante. Les turbo-compresseurs utilisés sur moteurs américains sont fabriqués par la *General Electric Co.*

Sur les avions de chasse *Northrop-Gamma* de l'*Army Air Corps*, le gain de vitesse dû à l'emploi du turbo-compresseur a été mesuré au cours des essais du chef-pilote Tomlinson. La vitesse à pleine puissance, qui est de 320 km/h au niveau de la mer, atteint 395 km/h à 8 000 m. La vitesse de croisière à 60 % de la puissance maximum qui est de 265 km/h au niveau de la mer atteint 360 km/h à 8 000 m.

pour 40 personnes. Cet air sera réchauffé par son passage dans des radiateurs chauffés à la vapeur, cette vapeur étant produite dans une chaudière chauffée par les gaz d'échappement d'un moteur. Il sera ensuite distribué par les plafonds des cabines, chaque passager disposant pour son compte d'une arrivée d'air individuelle qu'il réglera à sa guise. L'air vicié sera évacué par une conduite placée sous le plancher. Pendant le séjour de l'avion au sol un appareil de conditionnement d'air porté par un chariot de l'aéroport permettra d'envoyer dans le circuit de ventilation de l'air conditionné à la même température et au même degré d'humidité que pendant le vol.

Les aménagements de l'avion comprendront un office avec fourneau électrique et glacière, un luxueux cabinet de toilette pour les dames, et un autre pour les messieurs, avec eau chaude et eau froide.

Chaque groupe moteur, avec tous ses accessoires, forme un ensemble d'un seul bloc, qui sera essayé au banc avant montage sur l'avion. Le remplacement d'un de ces ensembles par un autre ensemble identique ne demandera pas plus de deux heures. Chacun des instruments du poste de pilotage pourra être remplacé en moins d'une minute par un instrument identique. Les réservoirs d'essence, d'une capacité de 4 800 litres, pourront être remplis en moins de 9 minutes, à raison de 580 litres à la minute.

En résumé, ces appareils constitueront les premiers grands express aériens substratosphériques. Leur entrée en service sur les lignes américaines est prévue pour la fin de cette année. (1) A. VERDURAND.

(1) La Société Curtiss-Wright vient de faire connaître qu'elle a en construction un appareil bimoteur à 30 places pour le service de jour et 20 places pour le service de nuit, dont le fuselage est étudié pour pouvoir être adapté au trafic substratosphérique avec cabine étanche sous pression. Les formes générales de cet appareil sont sensiblement les mêmes que celles du Boeing « Stratoliner », le nombre des moteurs constituant la principale différence. La Société Curtiss-Wright indique qu'elle a donné la préférence au bimoteur parce qu'elle estime que, sur les parcours terrestres, cette formule donne plus de sécurité que le quadrimoteur dont la complication augmente les risques de pannes, tandis que l'emploi de deux moteurs est amplement suffisant pour permettre, en cas d'arrêt d'un moteur, de rejoindre le terrain d'atterrissage le plus proche avec seulement le second moteur en marche.

LA LUTTE POUR LA VIE SE LAISSE-T-ELLE METTRE EN ÉQUATIONS ?

Par Louis HOULLEVIGUE

PROFESSEUR A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MARSEILLE

La science des nombres s'est introduite en biologie avec les premières statistiques portant sur les êtres vivants. Aujourd'hui, le calcul des probabilités, chapitre annexe des mathématiques, gouverne notre activité dans les domaines si divers où interviennent les assurances, et en premier lieu, l'assurance sur la vie, fondée sur les statistiques de la mortalité humaine. D'éminents mathématiciens ont tenté récemment de représenter par des formules l'évolution de phénomènes biologiques plus ou moins compliqués, tels que le développement de certaines espèces aux dépens du milieu extérieur, leur croissance ou leur disparition progressive lorsqu'elles se trouvent en compétition avec d'autres espèces rivales, etc... Les lois auxquelles ils sont parvenus ont pu, pour des êtres unicellulaires, comme les levures, ou des organismes microscopiques, comme les parasites de la farine, se prêter à une vérification expérimentale assez satisfaisante en première approximation. Mais il ne faut pas perdre de vue que l'analyse mathématique ne constitue qu'un outil entre les mains de l'homme de science et que ses conclusions ne peuvent être justes que si les hypothèses qui sont à la base s'accordent avec les faits. Aussi, les écarts constatés entre l'expérience et les résultats du calcul, d'autant plus grands que le phénomène considéré est plus complexe, peuvent-ils révéler aux savants les erreurs commises dans l'interprétation des faits observés et attirer l'attention des expérimentateurs sur des facteurs nouveaux jusque là insoupçonnés. Les combinaisons subtiles et abstraites de l'analyse mathématique guidant la technique expérimentale ont rendu et rendent toujours les plus grands services dans le domaine des sciences physico-chimiques. En biologie, l'extrême complexité des phénomènes étudiés rend leur application infiniment plus difficile, mais d'autant plus désirable.

TOUTE science qui progresse passe nécessairement par les stades suivants :
descriptif qualitatif, descriptif quan-

titatif, analytique et mathématique. Dans ce dernier stade, les faits ne sont plus étudiés séparément ; on établit entre eux des liens dont les plus importants sont ceux qui rattachent les effets aux causes ; et la suprême ambition de la science est d'exprimer ces relations sous la forme mathématique.

Les sciences de la vie ont été les dernières à subir cette ultime transformation ; l'expression mathématique des phénomènes vitaux a rencontré, outre les difficultés du sujet, des résistances indiquées par M. Kostitzin (1) : « Le raisonnement en général n'effraie pas un naturaliste,

mais le raisonnement mathématique le choque parce que le naturaliste a l'habitude de contrôler chaque pas par l'expérience...

Avec le raisonnement mathématique, on brûle les étapes trop vite et on parvient à un résultat qui peut paraître et qui est souvent arbitraire ou faux. La cause en est qu'en établissant une équation biologique, on simplifie le problème en supprimant plusieurs facteurs, et ces sacrifices déforment le résultat ; les hypothèses initiales, inexactes mais acceptables, se transforment en grosses erreurs après quelques tours de manivelle de l'appareil logique. »

Tout le monde admettra donc qu'une représentation mathématique des phénomènes biologiques ne peut être qu'approchée ; cependant, elle est loin d'être inutile, à condition d'être sou-



LE MATHÉMATICIEN ITALIEN
VITO VOLTERRA, AUTEUR DES
PREMIÈRES ÉTUDES PUREMENT
MATHÉMATIQUES SUR
LA LUTTE POUR LA VIE

(1) Voir le petit ouvrage de V.-A. KOSTITZIN : *Biologie mathématique*.

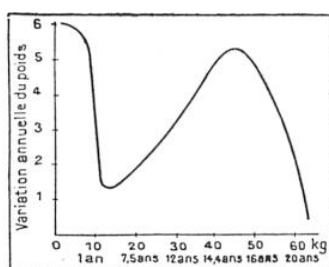


FIG. 1. — GRAPHIQUE DE LA VARIATION ANNUELLE DU POIDS CHEZ L'HOMME ET DIVERS ANIMAUX

Cette courbe est remarquablement semblable chez diverses espèces et on a pu en donner une expression mathématique.

vient suggèrent des expériences auxquelles, sans elles, on n'aurait jamais pensé ; enfin, il n'est pas douteux que l'emploi des mathématiques n'entraîne, en biologie comme ailleurs, des habitudes précieuses de rigueur, et n'oblige le savant à serrer de plus près ses raisonnements et à préciser ses définitions.

Il faut donc rendre hommage à ceux qui ont eu le mérite de s'engager dans cette voie ardue, et parmi eux, au premier rang, au grand savant italien Vito Volterra, dont l'ouvrage, *Leçons sur la théorie mathématique de la lutte pour la vie*, fait justement autorité ; à côté de lui, Lotka aux Etats-Unis, Kostitzin en France, Gauss en Russie ont apporté à la théorie les amendements et les vérifications nécessaires. Ainsi se construit, peu à peu, la biologie mathématique ; sans reproduire ici ses algorithmes, on peut au moins montrer par quelles voies ils sont

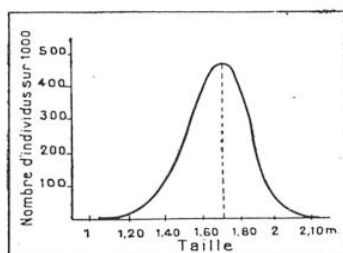


FIG. 2. — GRAPHIQUE CLASSIQUE ILLUSTRANT LA LOI DE GAUSS OU LOI DES ÉCARTS SOUS SA FORME LA PLUS SIMPLE

Dans le cas d'une race pure, le nombre des individus possédant un caractère déterminé (ici la taille) se répartit autour de la valeur moyenne suivant la « courbe en cloche » bien connue.

mis à un contrôle expérimental sévère ; ce contrôle permettra de se prononcer sur l'exactitude ou la fausseté des hypothèses qui ont servi de point de départ, ou sur l'importance de certains facteurs, jugés d'abord accessoires. Les équations auxquelles on par-

vient suggèrent des expériences auxquelles, sans elles, on n'aurait jamais pensé ; enfin, il n'est pas douteux que l'emploi des mathématiques n'entraîne, en biologie comme ailleurs, des habitudes précieuses de rigueur, et n'oblige le savant à serrer de plus près ses raisonnements et à préciser ses définitions. Il faut donc rendre hommage à ceux qui ont eu le mérite de s'engager dans cette voie ardue, et parmi eux, au premier rang, au grand savant italien Vito Volterra, dont l'ouvrage, *Leçons sur la théorie mathématique de la lutte pour la vie*, fait justement autorité ; à côté de lui, Lotka aux Etats-Unis, Kostitzin en France, Gauss en Russie ont apporté à la théorie les amendements et les vérifications nécessaires. Ainsi se construit, peu à peu, la biologie mathématique ; sans reproduire ici ses algorithmes, on peut au moins montrer par quelles voies ils sont obtenus, en représenter par des courbes l'allure générale, indiquer les contrôles expérimentaux qui ont été entrepris souvent avec succès et ainsi permettre au lecteur de prendre une idée de la nouvelle science ; c'est le but du présent article.

Les lois des grands nombres

Le calcul des probabilités semble parfois constituer une branche accessoire des mathématiques. C'est par là, cependant, que la science des nombres s'est introduite en biologie, il est vrai sous forme utilitaire, par l'établissement des statistiques de vie humaine, nécessaires à l'établissement des assurances ; ainsi Quetelet, le fondateur de ces statistiques, peut être considéré comme le créateur de la biologie mathématique. Cette étude s'est étendue ultérieurement à tous les phénomènes de la croissance, par exemple comme le représente la figure 1, à la vitesse relative d'accroissement en poids, tant chez l'homme que chez divers animaux, mettant ainsi en évidence des lois empiriques, dont divers biologistes, entre autres MM. Teissier et Ephrussi, ont cherché l'expression mathématique ; et ce n'est pas là un simple jeu académique, mais un moyen de préciser l'action du régime alimentaire et les lois d'accroissement des tissus.

La statistique apparaît encore dans ses rapports avec la célèbre « loi des écarts », établie par Gauss ; elle s'exprime graphiquement par une courbe en cloche (fig. 2), représentant la fréquence des cas particuliers autour d'une valeur moyenne ; on sait l'importance que cette loi a acquise en mécanique (distribution des projectiles autour du but) et en physique (élargissement des raies spectrales, etc.) ; elle ne représente pas moins exactement la distribution d'un caractère biologique, par exemple la taille ou le poids, pour un grand nombre d'individus appartenant à une même espèce, ou encore à une même race, à un même sexe, à un même âge... Ainsi, elle devient un élément de discrimination dans des cas où les autres méthodes seraient vouées à l'échec. Je puis donner un exemple particulièrement simple de ces opérations : lorsqu'on regarde

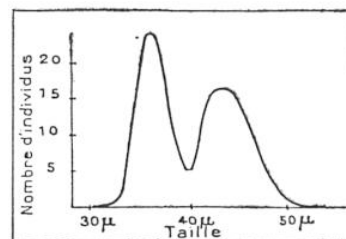


FIG. 3. — COMMENT ON PEUT DÉCELER STATISTIQUEMENT, DANS UNE CULTURE D'INFUSOIRES, LE MÉLANGE DE DEUX ESPÈCES VOISINES
Cette courbe à deux bosses peut être considérée comme la superposition de deux courbes en cloche correspondant chacune à une espèce distincte.

au microscope, avec un faible grossissement, de l'eau dans laquelle a trempé, pendant quelques jours, un bouquet de fleurs, on y distingue un nombre prodigieux d'animalcules, munis de cils vibratiles qui leur communiquent une grande mobilité : ce sont des infusoires, les *paramécies*. Or, le biologiste Jennings, ayant eu la patience de mesurer les dimensions d'un grand nombre de ces animalcules, représenta la fréquence des différentes tailles par la courbe que reproduit la figure 3. On voit immédiatement que cette courbe présente deux pointes distinctes

mous sur divers microorganismes, spores de champignons, levures, infusoires ; les lésions produites par ces photons X sont différentes suivant que le projectile lumineux atteint l'un ou l'autre organe, noyau, centrosome, centre moteur, etc., et peuvent se traduire, soit par la mort instantanée, soit par la mort différée, soit par la suppression ou la diminution de mobilité. MM. Holweck et Lacassagne envisagent ces phénomènes comme un problème de balistique, où le nombre des coups au but dépend à la fois du nombre des projectiles (c'est-à-dire des

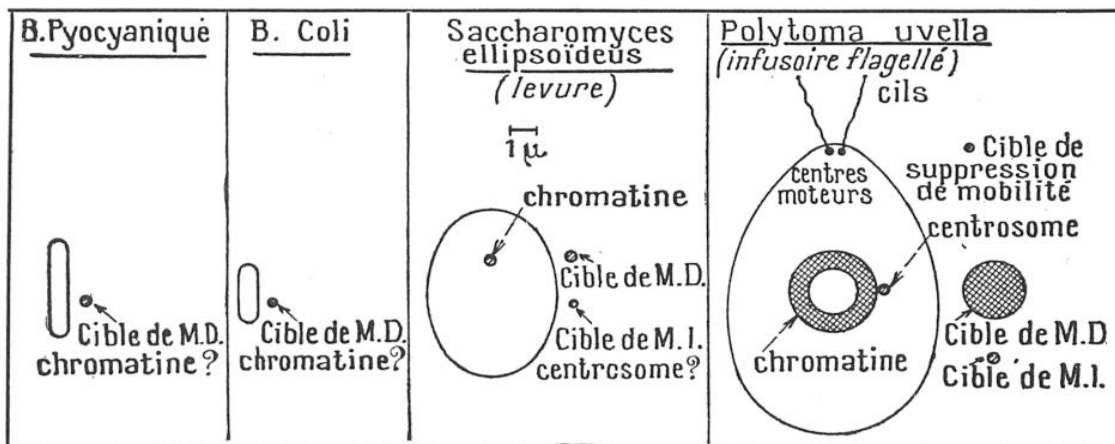


FIG. 4. — UNE INTÉRESSANTE APPLICATION DU CALCUL DES PROBABILITÉS : LE BOMBARDEMENT DES MICROORGANISMES PAR LES RAYONS X « MOUS » (DE GRANDES LONGUEURS D'ONDE) Les photons des rayons X jouent le rôle de projectiles qui viennent frapper, avec une dispersion dont les lois sont connues, les zones sensibles des diverses cellules. Suivant la nature et la gravité de la lésion occasionnée, pour un nombre de projectiles connu, on peut calculer les dimensions de cette zone sensible. C'est ainsi que MM. Holweck et Lacassagne ont identifié la zone de mort immédiate (M. I.), celle de mort différée (M. D.) et, pour l'infusoire flagellé, les zones où paraissent logés les centres moteurs. Aucun de ces centres vitaux ou moteurs n'est mesurable au microscope.

et qu'on peut la considérer comme la juxtaposition de deux courbes en cloche. Il existe, en effet, dans le liquide, deux espèces différentes de paramécies, l'une plus exiguë, *Paramecium aurelia*, qui produit la première, l'autre de plus grande dimension, *Paramecium caudatum*, qui donne la deuxième pointe. Ces deux espèces peuvent donc être distinguées par ce moyen simple, et cette méthode d'analyse a pu être appliquée à de nombreux cas, beaucoup plus complexes.

Mais il me semble que l'application la plus ingénieuse qui ait été faite du calcul des probabilités est due à notre compatriote M. Holweck. *La Science et la Vie* a déjà exposé (1) les études faites par ce physicien, en collaboration avec le docteur Lacassagne, touchant l'action produite par les rayons X

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 237, page 233.

photons X) et de l'étendue des cibles (fig. 4) ; le calcul des probabilités joue alors en plein et permet de prévoir avec une précision remarquable les divers cas qui se produiront ; il permet en outre de déterminer les dimensions des cibles, c'est-à-dire des organes affectés par le choc, dimensions qui échappent à toute mesure directe ; ainsi, l'instrument mathématique, intelligemment manié, se trouve doué d'un pouvoir séparateur supérieur à celui des meilleurs microscopes ; il a permis, par exemple, de déterminer les dimensions, extraordinairement réduites, du centrosome, ou nœud vital, dont l'atteinte produit la mort instantanée.

Plus récemment encore (1), avec la collaboration du docteur Husson, M. Holweck a repris ces études et confirmé ses premiers

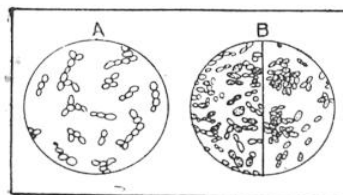
(1) *Société de physique*, séance du 17 juin 1938.

résultats ; il les a ensuite étendus à l'action de la chaleur et de divers poisons (sublimé corrosif et trypan-flavine) ; en solution, les molécules de ces antiseptiques agissent vis-à-vis des microorganismes comme des torpilles flottantes sur un navire, et le nombre de collisions peut être donné par le calcul des probabilités. « Ainsi, concluent-ils, un grand nombre de phénomènes biologiques trouvent une explication quantitative satisfaisante lorsqu'on tient compte de la structure discontinue de la matière et de l'énergie, la cellule étant à l'échelle d'action des photons et des molécules. »

La vie à l'état gazeux

Il est rare qu'en étudiant le développement des êtres multicellulaires ou des tissus vivants, on puisse aboutir à des lois simples ou à des hypothèses acceptables, tant est grande la complication qui résulte de l'interaction des éléments voisins ; je ne vois à citer, dans cet ordre d'idées, que les remarquables travaux de M. Lecomte du Nouy sur la vitesse de cicatrisation des plaies (fig. 5), dont il a été rendu compte dans cette revue (1).

Si on veut simplifier au maximum l'étude des phénomènes biologiques, il faut donc se placer dans le cas où des êtres monocellulaires, comme les levures (fig. 6), sont disséminés dans un milieu nourricier, bouillon



(D'après Costantin et Faideau.)

FIG. 6. — LEVURES VUES AU MICROSCOPE : A, DE BIÈRE (0 MM 008) ; B, DE VIN (0 MM 006)

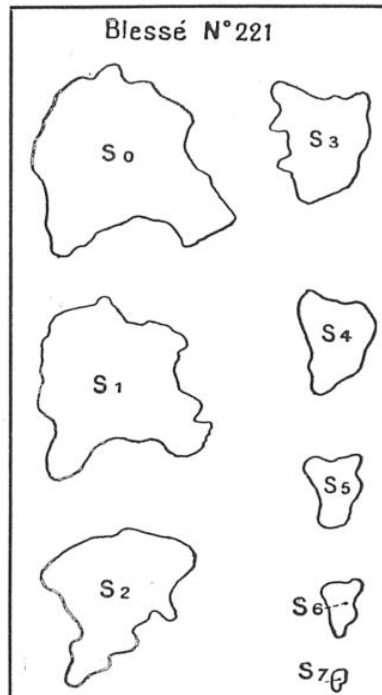


FIG. 5. — LES CONTOURS CIDESSUS, RELEVÉS PAR M. LECOMTE DU NOUY, MONTRENT UNE PLAIE EN VOIE DE GUÉRISON ET DONT LA SUPERFICIE DIMINUE SUIVANT UNE PROGRESSION RIGOREUSEMENT GÉOMÉTRIQUE

La vitesse de cicatrisation de la plaie est, en outre, d'autant plus grande que le blessé est plus jeune.

liquide ou culture sur gélose, la température étant maintenue constante. Alors, chaque cellule évolue indépendam-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 228, page 450.

ment des autres, chacune vit sa vie suivant ses propres lois ; par comparaison avec ce qui se passe dans un gaz, où chaque molécule est indépendante des autres, on peut dire qu'on observe alors la vie à l'état gazeux ; l'indépendance est même plus grande entre les individus cellulaires et les molécules du gaz, car celles-ci réagissent les unes sur les autres par les chocs, tandis que les cellules vivantes ne sont agitées que par un mouvement brownien d'amplitude très restreinte, et leurs collisions ne jouent aucun rôle dans leur développement. Il est certain, pourtant, que dans la culture d'une espèce déterminée, on trouve réunis des individus d'âges différents, et dont l'activité biologique est par suite très inégale ; heureusement, ces différences s'évanouissent lorsqu'on envisage, non les individus, mais les lois statistiques qui régissent les ensembles ; on définit ainsi un « microbe moyen », dont les propriétés réelles s'écartent assez peu de celles de l'élément réel pour qu'on puisse négliger les différen-

ces. Plaçons-nous donc dans ce cas, et cherchons à déterminer, à priori, les lois du développement, en examinant successivement des cas de complexité croissante.

Le plus simple est celui d'une colonie cellulaire diluée dans un milieu alimentaire indéfini ; nous admettrons donc que tous les individus sont identiques et évoluent pareillement ; chacun d'eux, après avoir

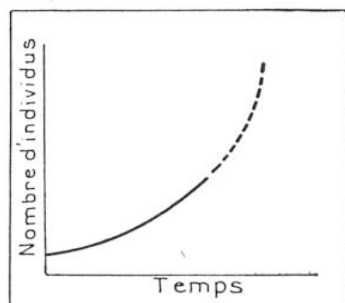


FIG. 7. — COMMENT SE DÉVELOPPE EN THÉORIE UNE POPULATION DISPOSANT DE RESSOURCES ALIMENTAIRES EN QUANTITÉ ILLIMITÉE

grossi jusqu'à un certain point se divise en deux suivant le mécanisme bien connu de la *mitose*, et les nouvelles cellules évoluent à leur tour comme leur génératrice. Dans ces conditions, il est évident que la vitesse de multiplication sera proportionnelle, à chaque instant, au nombre des molécules existantes dans le milieu nourricier. Cette loi de proportionnalité est exactement la même que celle qui régit les désintégrations radioactives; elle s'exprime mathématiquement par une équation différentielle, qui s'intègre immédiatement; finalement, on peut exprimer la population à chaque instant, en fonction du temps, par une équation « exponentielle » dont la courbe de la figure 7 représente l'allure générale.

Dans ces conditions, la multiplication des individus s'accomplit avec une vitesse croissante, et souvent prodigieuse; on explique par là l'extraordinaire pullulement de certains animalcules, lorsqu'ils rencontrent un terrain favorable; le naturaliste américain Howard nous en a donné d'impressionnants exemples dans son curieux ouvrage, *La Menace des Insectes* (1).

Voici maintenant un cas plus compliqué;

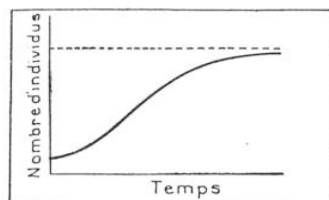


FIG. 8. — COMMENT SE DÉVELOPPE UNE POPULATION DISPOSANT DE RES-SOURCES ALIMENTAIRES EN QUANTITÉ FIXE

On voit qu'elle tend, théoriquement, vers un équilibre stable.

varient entre des limites étroites. Il est évident, *a priori*, que la population ne saurait croître indéfiniment; mais par quel mécanisme se fait la limitation? On admettra qu'à mesure que le nombre des individus s'accroît, la ration alimentaire décroissant, la vitalité varie proportionnellement; la

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 220, page 324.

multiplication sera, du même coup, ralentie jusqu'au moment où il naîtra autant d'individus qu'il en meurt dans le même temps, et alors l'équilibre sera atteint.

Ce problème, mis en équation par Pearl et Verhulst, définit une loi de variation que représente la figure 8; on y voit qu'au début, l'accroissement de population se fait, comme

dans le cas précédent, au régime exponentiel; ce n'est que plus tard que les causes limitatives agissent. Mais il reste à savoir si les choses

se passent bien comme nous l'avons supposé; une expérience de G. Thornton, portant sur le *Bacterium dendroides*, montre que la théorie serre d'assez près la réalité (voir tableau I).

J'examinerai encore un troisième cas, choisi, entre beaucoup d'autres, pour la commodité de son exposé: c'est celui où la *biomasse*, c'est-à-dire le total des réserves alimentaires, a été fournie une fois pour toutes; par exemple, de la levure introduite dans un bocal, avec une réserve donnée de malt, est abandonnée à elle-même à température constante, et on se demande ce qui arrivera. Il est clair que la vie s'arrêtera quand tous les aliments auront été consommés, c'est-à-

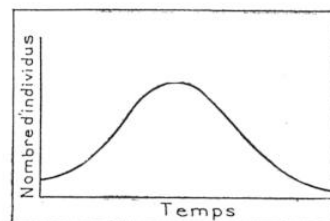


FIG. 9. — COMMENT SE DÉVELOPPE UNE POPULATION DISPOSANT DE RES-SOURCES ALIMENTAIRES NON RENOUVELABLES

Après avoir prospéré, elle est destinée à disparaître.

individus — la diminution de la ration alimentaire attribuée à chacun deux, — enfin, un empoisonnement du milieu par les *excreta*, c'est-à-dire par les produits éliminés au cours de l'action vitale; les deux derniers facteurs donnent eux-mêmes la raison du premier; on admettra qu'ils agissent, les uns et les

Age en jours.....	0	1	2	3	4	5
Nombre { observé...	24	278	1 353	3 630	4 750	4 940
d'individus { calculé...	25	203	1 308	3 705	4 739	4 902

TABLEAU I. — RÉSULTATS NUMÉRIQUES CALCULÉS DANS LE CAS DE LA FIGURE 8, ET OBSERVÉS AU LABORATOIRE AU COURS D'EXPÉRIENCES PORTANT SUR LE « BACTERIUM DENDROIDES ». LA CORRESPONDANCE APPARAÎT SATISFAISANTE

Age en heures	Popul. en millions		Age en heures	Popul. en millions	
	Observée	Calculée		Observée	Calculée
0	0,5	0,5	24	2 178	3 980
2	7,3	4,9	30	3 992	3 992
4	39,8	47,3	48	3 574	3 830
6	380	417	96	2 650	2 354
8	802	2 126	192	354	367

TABLEAU II. — RÉSULTATS NUMÉRIQUES CALCULÉS DANS LE CAS DE LA FIGURE 9 ET OBSERVÉS AU LABORATOIRE AU COURS D'EX-PÉRIENCES PORTANT SUR LE COLIBACILLE

autres, proportionnellement au temps et au nombre total des individus existant dans le récipient ; à la faveur de ces hypothèses, on établit une équation qui permettra de calculer, dans chaque cas, les coefficients de proportionnalité. Une vérification faite par M. J. Régnier sur les colibacilles a donné les résultats qu'indique le tableau II.

La vérification est, on le voit, assez médiocre, et prouve que les hypothèses ne seront pas d'assez près le problème réel ; mais leur discussion a montré dans quel sens il convenait de les modifier, et ainsi, de proche en proche, on parviendra à une représentation mathématique plus correcte.

La lutte pour la vie

Struggle for life est une expression qui a fait fortune depuis Darwin ; elle traduit une réalité profonde et éternelle. Dans l'espèce

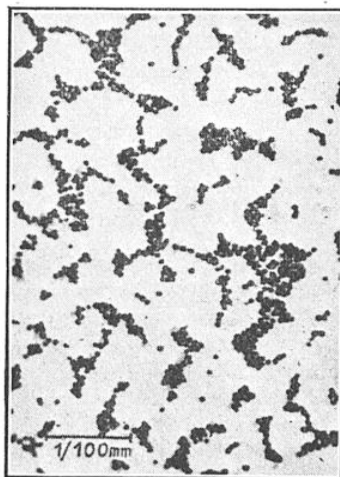


FIG. 10. — CULTURE DE « BACILLUS PYOCYANUS », COLORÉE ET OBSERVÉE AU MICROSCOPE AVEC UN GROSSISSEMENT DE 1 000

humaine, la lutte pour la vie affecte des formes tellement variées, et dépend de si nombreux facteurs, dont beaucoup sont psychologiques, qu'il serait chimérique d'en tenter une expression mathématique. Heureusement, dans les êtres rudimentaires, tous ces facteurs se ramènent à un,

la recherche de l'aliment ; ainsi, l'étude en pourra être menée simultanément sur les plans théorique et expérimental ; nous supposerons encore, pour plus de simplicité, que la concurrence vitale ne s'exerce qu'entre deux espèces. Même ainsi limité, le problème comprend encore un grand nombre de cas particuliers ; j'en examinerai seulement deux, à titre d'exemple.

Dans le premier, on se demande ce qui arrive lorsqu'on met en présence deux espèces se disputant une même nourriture, par exemple, des moutons et des chèvres dans une île déserte. Volterra et Lotka ont écrit les équations qui, partant des hypothèses les plus raisonnables, régissent l'accroissement de la population mixte. Suivant la grandeur de certains coefficients, divers cas peuvent se présenter ; *a priori*, on en peut prévoir quelques résultats : ou bien les deux espèces *A* et *B* continueront à vivre côte à côte, et il s'établira entre elles un état d'équilibre, ou bien *A* éliminera *B*, ou inversement c'est *B* qui supprimera *A*. De la discussion à laquelle ont procédé les biologistes mathématiciens, on peut conclure que le premier cas est le moins fréquent, la probabilité de sa réalisation étant voisine de un quart ; naturellement, la suppression de l'une des espèces par l'autre se produit au profit de la plus vigoureuse et de celle qui compte, au départ, le plus grand nombre de représentants.

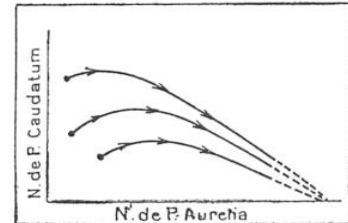


FIG. 11. — LA LUTTE POUR LA VIE, ENTRE DEUX ESPÈCES DE PARAMÉCIES : « P. CAUDATUM » ET « P. AURELIA », SE NOURRISSANT TOUTES DEUX DU « BACILLUS PYOCYANUS » C'est l'espèce la plus agile, *P. Aurelia*, qui finit par subsister seule au bout d'un temps plus ou moins long.

Il serait difficile, pour vérifier ces conclusions, d'expérimenter avec des chèvres, des moutons et une île déserte. Heureusement, les innombrables tribus des microbes fournissent au biologiste, avec un champ expérimental plus restreint, des vérifications plus rapides et plus économiques. Parmi celles-ci, je citerai seulement celles de Gause : il a opéré sur deux espèces voisines de paramecies, déjà citées tout à l'heure, *P. Caudatum* et *P. Aurelia* ; leur aliment commun, maintenu à dose fixe, est un humble microbe,

le *bacillus pyocyaneus* (fig. 10), qui joue dans cette affaire un rôle purement passif ; les courbes de la figure 11 montrent que, dans tous les cas observés avec ces deux espèces, les deux populations s'accroissent simultanément tant que la nourriture est abondante ; la lutte pour la vie commence lorsqu'elle vient à se raréfier, et alors, c'est l'aurelia qui tient le bon bout, et qui finit par subsister seule.

Et voici, pour finir, l'histoire du loup et de l'agneau, transposée à l'échelle du microscope, un drame dans une pincée de farine : c'est le cas de deux espèces, dont l'une *A* se nourrit de l'autre *B* ; il a été traité théoriquement par Volterra, dont les équations suggèrent la possibilité de cas très divers, et en particulier d'une évolution cyclique où les deux espèces, dévoratrice et dévorée, passent alternativement par des maxima et des minima, ceux de *B* étant en quadrature avec ceux de *A*. A première vue, il semblerait que les loups dussent manger les moutons, puis mourir à leur tour faute d'aliments, mais les choses ne sont pas si simples, et la preuve, c'est qu'il existe encore des moutons et des loups.

Pour vérifier ces conséquences mathématiques, Newstead et Duvall, puis Gause se sont adressés à deux parasites acariens de la farine, le *cheyletus eruditus* *A* et son gibier inoffensif *B*, l'*aleuroglyphus agilis* (fig. 12) : « Le cheyletus, dit Gause, est un véritable tigre parmi les paisibles troupeaux d'acariens qui broutent la farine, et ses mouvements décidés et rapides présentent un

contraste marqué avec la hâte sans but ou la traînarderie rampante de ses victimes. »

En introduisant, dans deux décigrammes de farine, un nombre variable de ces deux espèces, on peut suivre, au microscope, le drame et consigner ses effets. Or, ceux-ci sont très variables ; la

meilleure représentation est donnée par la figure 13 où on porte, suivant les deux axes, les nombres d'individus de chaque espèce qui existent simultanément. Telle de ces courbes présente la forme 1 ; elle montre que le gibier et le chasseur commencent par pulluler, mais bientôt le troupeau des victimes est décimé, et finalement anéanti, ce qui entraînerait évidemment, si on poussait l'expérience plus loin, la suppression des dévorateurs. Le cas figuré par la courbe 2 montre que les *aleuroglyphus* ont laissé, avant de mourir, des œufs qui ont assuré la

perpétuité de l'espèce, alors que le dernier cheyletus est mort de faim. Enfin, la courbe 3 fait apparaître les variations cycliques annoncées par Volterra, et le point 0 correspondrait à un équilibre idéal, probablement instable, entre les deux espèces en présence.

On voit d'après ces exemples, pris entre beaucoup d'autres, combien d'aspects insoupçonnés ont été révélés par cette association de l'expérience et de la théorie. C'est une science nouvelle qui s'élabore ; cette revue se devait d'en signaler l'existence.

L. HOULLEVIGUE.

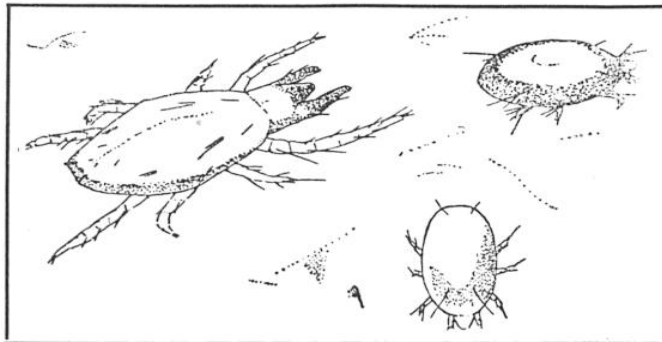


FIG. 12. — DEUX PARASITES ACARIENS DE LA FARINE, LE « CHEYLETUS ERUDITUS » A GAUCHE, ET L'« ALEUROGLYPHUS AGILIS » A DROITE ET EN BAS, QUI EST LA PROIE, PRATIQUEMENT SANS DÉFENSE, DU PREMIER

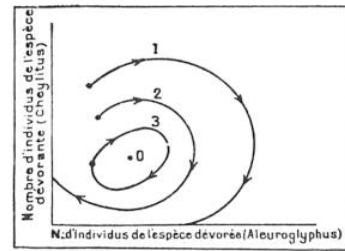


FIG. 13. — LA LUTTE POUR LA VIE ENTRE DEUX ESPÈCES ENNEMIES

On remarquera les variations cycliques correspondant à la courbe fermée. Ces variations avaient été prédites par Volterra d'après l'analyse purement mathématique qu'il avait faite du problème, et ont été observées réellement au cours des expériences de laboratoire portant sur les parasites de la farine de la figure 12.

L'INDUSTRIE AUTOMOBILE FRANÇAISE ET LE SALON DE 1938

Par Henri PETIT

ANCIEN ÉLÈVE DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE

La production française de véhicules routiers à traction mécanique (voitures et camions) a marqué, en 1937, une légère régression sur celle de 1936, avec 206 726 unités contre 209 339. Sans doute faut-il voir là une conséquence directe de l'état économique général du pays, dont on sait l'influence profonde sur l'activité du marché automobile et l'importance numérique des « séries » sorties par les constructeurs. Il faut donc se féliciter de la reprise manifeste qu'accusent les premiers mois de 1938. Le perfectionnement de l'outillage et des méthodes de fabrication a permis aux usines de retrouver en grande partie leur capacité de production malgré la réduction des heures de travail, mais au prix d'une augmentation notable du coût de production, ce qui n'est pas sans nuire aussi bien à nos exportations, sans cesse plus réduites, qu'à la diffusion de l'automobile sur le marché intérieur. Le problème du prix de vente, ainsi que la réglementation fiscale, imposant des droits énormes et périodiquement aggravés sur le carburant, déterminent l'évolution technique de l'automobile française vers la voiture à consommation minimum, c'est-à-dire la voiture légère, de formes aérodynamiques, propulsée par un moteur de vitesse de rotation et puissance spécifique élevées. L'allègement poussé au maximum par l'emploi des aciers spéciaux et des alliages légers d'aluminium permet, d'une part, de réduire l'inertie des pièces en mouvement et de réaliser ainsi des moteurs tournant de plus en plus vite, donc développant à poids égal une puissance supérieure, d'autre part, de diminuer le poids total du véhicule, autorisant ainsi des accélérations plus rapides, donc des « reprises » plus économiques. L'élévation du nombre d'octane de l'essence « tourisme » et l'emploi de supercarburants permettent en outre l'accroissement du taux de compression, qui trouve sa justification dans l'amélioration du rendement thermique qui en résulte. Si la voiture de tourisme parvient ainsi — tant bien que mal — à s'accommoder des lourdes charges fiscales qui pèsent aujourd'hui sur le combustible, il n'en est pas de même du véhicule industriel « poids lourd » dont l'essor a été, peut-on dire, entièrement arrêté voici plusieurs années. Délaissant également par force le moteur Diesel (l'huile lourde, elle aussi, a été fortement taxée), l'industrie du poids lourd s'oriente peu à peu vers le véhicule à gazogène, dont la mise au point et la diffusion, conditionnées par une exploitation rationnelle de la forêt française, intéressent au premier chef notre défense nationale.

L'INDUSTRIE automobile d'un pays dépend essentiellement des conditions économiques, sociales, administratives et fiscales qui régissent ce pays. Il est donc naturel d'examiner sous forme de préambule, dans un article comme celui que nous présentons aujourd'hui à nos lecteurs, quel est l'état de la France du point de vue que nous avons indiqué et quelles répercussions cet état peut avoir et a effectivement sur la construction automobile. Nous en déduirons tout naturellement ensuite l'évolution technique dont bénéficie actuellement notre construction.

Les principaux éléments qui influent sur l'industrie automobile de notre pays sont les suivants : d'abord, du point de vue intensité de la production, nous plaçons en premier lieu l'état économique général du pays.

Vient ensuite, pour la forme et la qualité des voitures, l'état des routes et la densité de la circulation ; les règlements fiscaux ont aussi une influence importante. La crise économique dans laquelle nous nous débattons depuis quelques années déjà, va jouer son rôle du point de vue de l'importance des séries de chaque modèle de voitures. La crise jouera aussi par l'influence des prix actuels du carburant. Enfin, nous devons faire état d'un événement commercial récent, qui aura sa répercussion d'abord sur le marché de la voiture d'occasion et plus tard sur le marché de la voiture neuve : nous voulons parler de l'assainissement du marché.

Examinons chacun de ces points. Nous en tirerons ensuite les conséquences techniques qui vont caractériser l'état actuel de l'automobile en France.

Le malaise économique et l'automobile

Toutes les industries et, d'une façon générale, toute l'activité économique française ont subi depuis deux ans une évolution profonde. Du point de vue qui nous occupe, le point le plus important à retenir c'est, d'une part, la diminution du nombre d'heures de travail dans l'année (la semaine de 40 heures) et l'augmentation corrélative des prix qui en a immédiatement découlé.

Il faut aussi mettre dans ce même chapitre, et à une place tout à fait en vedette, la crainte où vivent actuellement toutes les nations européennes d'une guerre prochaine. Cette crainte du lendemain paralyse en somme la plupart des initiatives.

La diminution des heures de travail a créé un grave malaise dans la plupart des usines qui ont vu baisser subitement leur production. Cette baisse a été plus importante que ne l'indiquerait la brutale règle de trois appliquée à l'ancienne semaine de 48 heures et à la nouvelle de 40. Il est d'ailleurs assez consolant de constater qu'après deux ans de troubles industriels, la technique a repris ses droits et, grâce aux perfectionnements d'outillage et de méthode, certaines usines ont retrouvé en 1938, avec 40 heures par semaine, une capacité de production presque égale à celle qu'elles connaissaient en 1936 avec 48 heures. Seuls, les prix ont sensiblement monté.

Ce malaise social et cette préoccupation du danger ont incité les industriels de l'automobile à vivre un peu au jour le jour du point de vue fabrication. Dans bien des usines, on travaille moins de 40 heures par semaine et, dans bien des usines aussi, la fabrication est en retard sur les commandes, situation en apparence paradoxale. Ne devrait-on pas, au contraire, travailler à force pour arriver à satisfaire immédiate-

ment la clientèle? La crainte de voir diminuer brusquement la demande empêche certainement les industriels d'accroître leurs moyens de production comme ils l'auraient fait sans doute à un autre moment et dans d'autres circonstances.

Une conséquence immédiate de cet état de choses, c'est que si le marché de la voiture neuve s'est quelque peu restreint en 1937, en raison de la diminution de production (production qui est légèrement inférieure à celle de 1936), le marché de la voiture d'occasion s'agrandit de jour en jour. Beaucoup de Français veulent posséder une voi-

ture, mais ne pouvant y mettre un prix suffisant, ils se contentent de voitures usagées en attendant que des circonstances meilleures leur permettent l'acquisition d'une voiture neuve (1).

Le réseau routier français

En France, l'état des routes a repris la qualité qu'il avait toujours possédée depuis le XIX^e siècle et qui n'avait été amoindrie que pendant la période de guerre et d'après-guerre immédiate. Notre réseau routier est le plus beau et le mieux entretenu du monde. C'est aussi le plus étendu, eu égard à la superficie du pays. Les routes françaises sont dignes de leur vieille réputation de routes rapides et les améliorations qu'elles reçoivent chaque année ne font que confirmer cette tendance.

Du point de vue construction des voitures, nous verrons le désir général de produire des voitures rapides ayant une bonne tenue de route aux grandes vitesses et une suspension correcte. La tenue de route, on le sait, a toujours été une des préoccupations principales des constructeurs français.

La densité de la circulation en rase campagne est relativement faible en France :

(1) La production 1938 est en progrès sur celle de 1937. Le minimum semble être franchi.

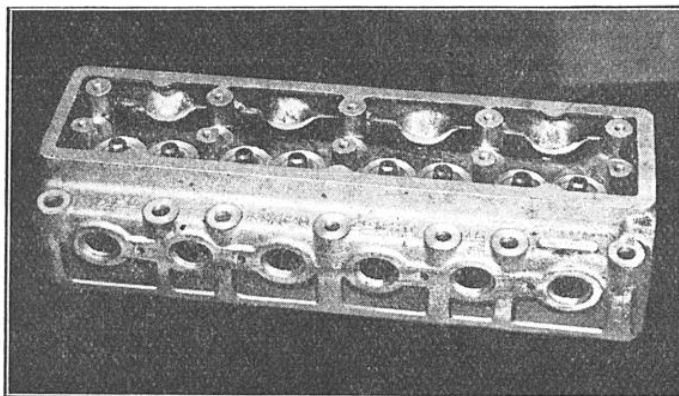


FIG. 1. — CULASSE EN ALLIAGE LÉGER D'ALUMINIUM DU MOTEUR DE LA VOITURE « PEUGEOT-202 »

La culasse du moteur « Peugeot » est entièrement en alliage léger d'aluminium avec sièges de soupapes rapportés. Les soupapes sont en effet disposées dans le fond de la culasse. On peut ainsi utiliser des taux de compression très élevés sans être obligé d'employer des combustibles particulièrement indétonants.

entendez par là qu'en dehors des abords immédiats des grandes villes on n'est jamais gêné pour marcher vite (exception faite de la période des vacances) : autre facteur qui tend vers le résultat que nous venons d'indiquer.

Dans les grandes villes, et en particulier à Paris et dans sa banlieue, la densité de circulation est au contraire élevée et fait souvent souhaiter aux citoyens de pouvoir disposer d'une petite voiture de faible encombrement pour leurs déplacements d'affaires.

D'autres considérations que nous retrouverons plus loin, tendent également vers la petite voiture légère : nous aurons à y revenir tout à l'heure.

Fiscalité et technique automobile

Les règlements fiscaux ont toujours eu et ont encore une grosse influence sur la technique automobile. A l'heure actuelle, les véhicules — au moins les voitures de tourisme — ne paient pas d'impôts directs, mais sont soumis à des droits énormes sur le carburant. Il y a donc dans le public une tendance parfaitement légitime et d'ailleurs bien caractérisée à demander aux constructeurs des voitures consommant fort peu.

Mais les règlements fiscaux se manifestent d'une autre façon avec, d'ailleurs, un résultat analogue : il est souvent très difficile au fisc d'évaluer avec quelque précision les revenus dans certaines professions, libérales, commerciales ou autres.

Aussi se base-t-il sur ce qu'il a appelé *les signes extérieurs de richesse*, parmi lesquels

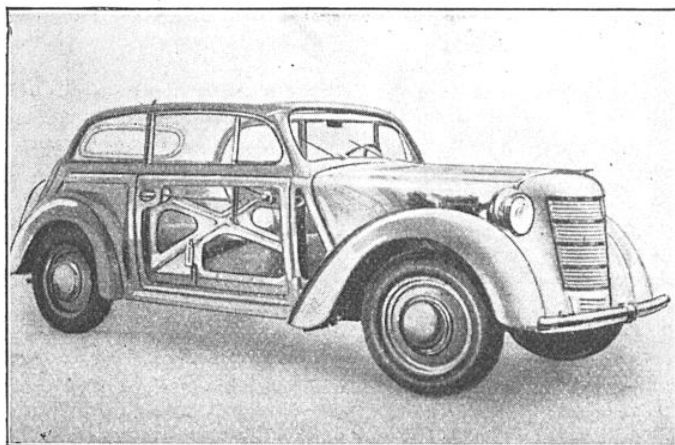


FIG. 2. — CHASSIS-CARROSSERIE DE L'« OPEL-CADET »

La voiture « Opel-Cadet » n'a pas, à proprement parler, de cadre. Châssis et carrosserie forment en effet un ensemble qui est constitué à peu près comme les éléments d'une poutre de pont métallique.

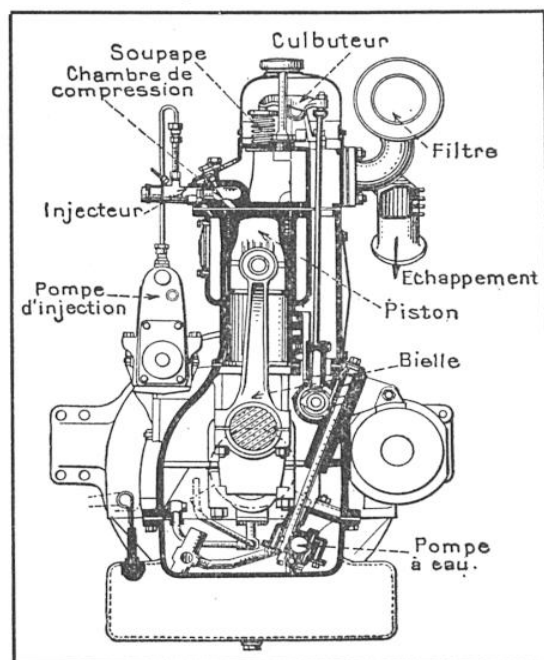


FIG. 3. — COUPE DU MOTEUR DIESEL A TURBULENCE, LICENCE « RICARDO », CONSTRUIT PAR BERLIET

L'air refoulé dans une chambre de turbulence y prend un rapide mouvement tourbillonnaire qui facilite le contact avec le combustible et, par suite, la combustion rapide de celui-ci.

la valeur des automobiles en service, leur puissance et leur nombre tiennent une place de première importance.

C'est pourquoi bien des contribuables français qui pourraient avoir une voiture de grand luxe se contentent d'une voiture moyenne, et d'autres, qui utiliseraient aisément plusieurs voitures, préfèrent n'en avoir qu'une seule. Et cela ne contribue pas peu au marasme actuel de notre industrie.

L'impôt sur le carburant, qui vient encore d'augmenter de 20 francs par hectolitre, a pratiquement tué, ou presque, l'industrie du véhicule de poids lourds ou, tout au moins, a mis cette industrie en veilleuse.

L'augmentation des droits du combustible lourd a fait marquer un temps d'arrêt dans l'industrie du moteur Diesel, temps d'arrêt qui dure toujours. On cherche donc à se passer de ces

combustibles surtaxés et ainsi le véhicule à gazogène (1) a acquis un regain de faveur.

L'assainissement du marché

Un événement important dans le domaine commercial de l'automobile a été ce qu'on a appelé l'assainissement du marché. Jusqu'à maintenant, le marché de l'automobile se ressentait des origines de ce commerce. Comme l'achat d'une voiture neuve s'accompagne presque toujours de la reprise d'une voiture d'occasion, il se déroulait

quelconque dans un grand magasin. Il n'est pas douteux que ces mesures récentes aient une répercussion très importante non seulement sur le marché de la voiture d'occasion, qui commence déjà à en bénéficier, mais aussi sur celui de la voiture neuve.

Approchons-nous de la saturation ?

Il y a en France environ 2 millions et demi de véhicules automobiles, y compris voitures, camions, camionnettes, motocyclettes. On fabrique actuellement environ

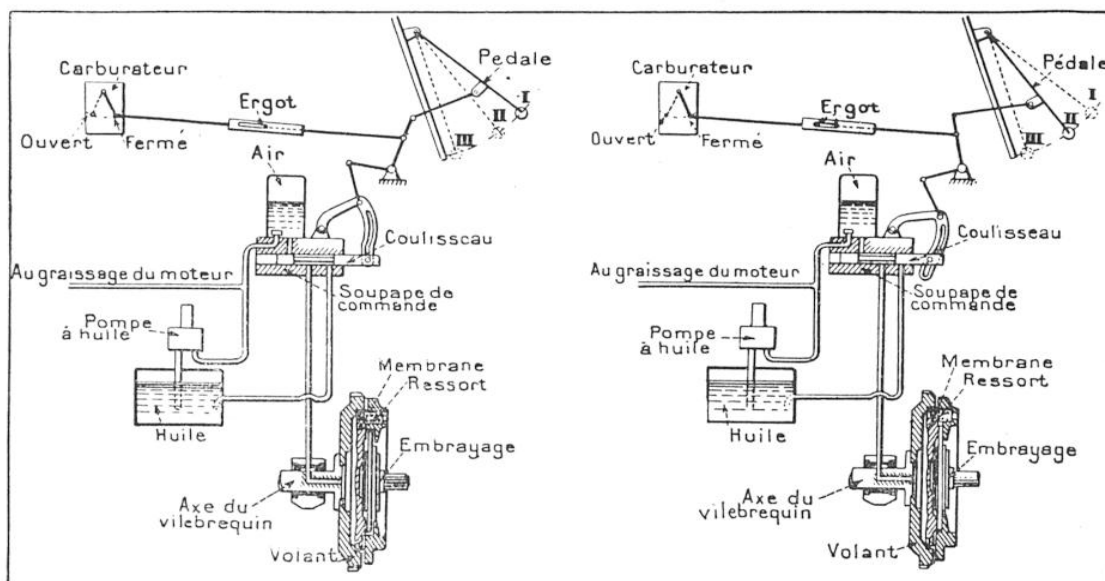


FIG. 4. — SCHÉMA DE COMMANDE DE L'EMBRAYAGE AUTOMATIQUE « HANOMAG »

La commande de l'embrayage est assurée uniquement par la pédale de l'accélérateur, qui entraîne un coulisseau dont la position assure l'envoi d'huile sous pression au disque d'embrayage. A gauche, position de débrayage. A droite, la pédale, enfoncée à la moitié de la course, provoque l'embrayage. Entre les positions II et III le papillon du carburateur est actionné. La position I correspond à la « roue libre ».

entre vendeur et acheteur, un marchandage serré et âpre, tant sur la remise que le vendeur pouvait faire sur le prix de catalogue de la voiture neuve que sur le prix de reprise de la voiture d'occasion. Grâce aux mesures prises sous le nom d'assainissement du marché, les voitures d'occasion sont maintenant taxées à leur valeur réelle déterminée par un barème et contrôlée par des taxateurs, prix qu'aucun agent vendeur de voitures neuves n'a le droit de dépasser.

Parallèlement, tous les agents se sont engagés à vendre les voitures neuves strictement au prix du catalogue, sans aucune ristourne. Et ainsi, le marché de l'automobile est devenu sain, et il est tout aussi facile d'acheter une voiture qu'un objet

180 000 véhicules par an. On peut donc admettre que si chaque véhicule automobile a une vie utile de quatorze ans, la fabrication neuve suffit juste pour assurer l'entretien et le remplacement des véhicules existants. Or, quatorze ans, c'est en effet la durée d'une voiture, ou peu s'en faut. On peut donc en conclure que le marché automobile français se trouve voisin de son point de saturation actuel.

Nous disons bien : *point actuel de saturation*. Cela veut dire que rien n'étant changé dans les conditions économiques d'ensemble, le marché est à peu près saturé. Mais si les conditions économiques s'amélioraient, si l'on mettait sur le marché des voitures d'un prix nettement moins élevé que les voitures actuelles les moins chères, la saturation

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 252, page 437.

disparaîtrait et des perspectives nouvelles s'ouvriraient immédiatement pour la vente des voitures neuves. Nous serions sans doute également assez bien placés du point de vue exportation si notre production était suffisante ; mais les statistiques montrent que l'exportation des voitures françaises est

ment soumise à des accélérations et à des ralentissements et que, par suite, son inertie joue un rôle essentiel dans la consommation du moteur. Il y a, par conséquent, un intérêt puissant à alléger le plus possible tous les organes de la voiture.

Le prix de revient d'un véhicule dépend

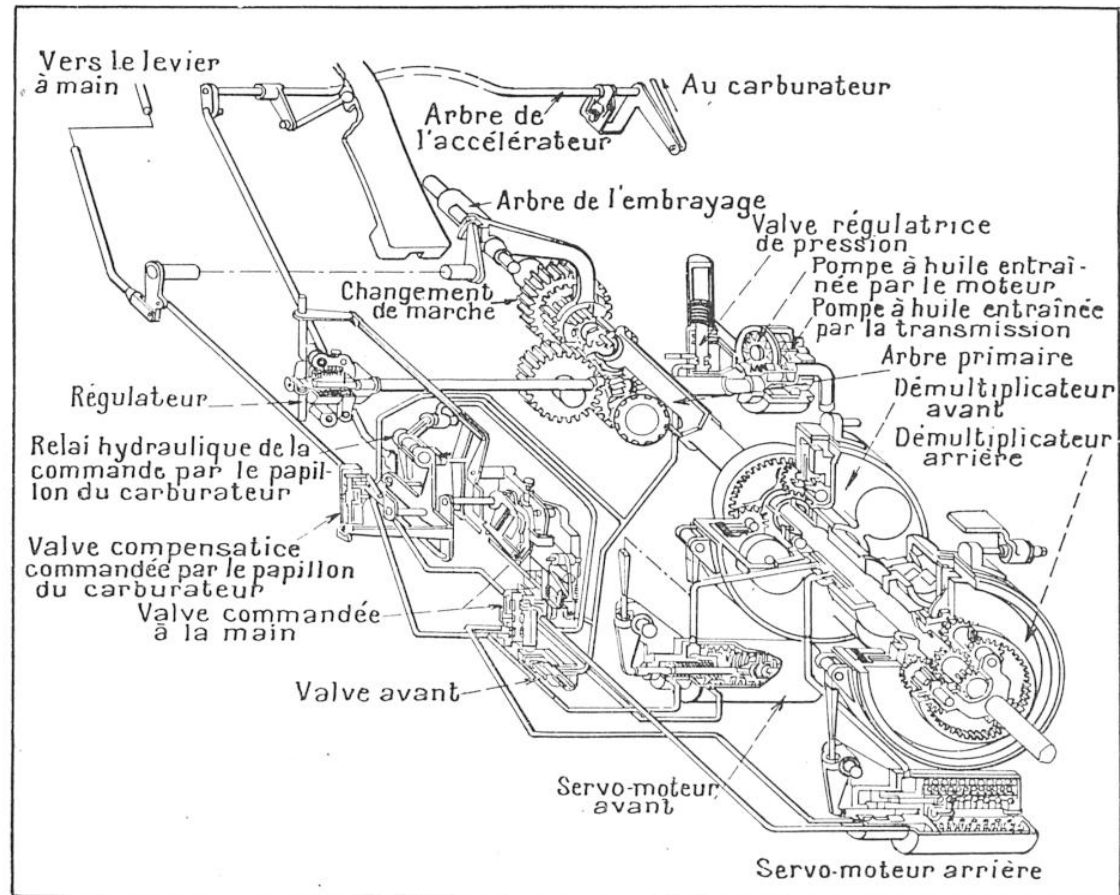


FIG. 5. — SCHÉMA D'ENSEMBLE DU CHANGEMENT DE VITESSE SEMI-AUTOMATIQUE MONTÉ ACTUELLEMENT SUR LES VOITURES « BUICK » ET « OLDSMOBILE »

Les changements de vitesse sont commandés par des servo-moteurs à huile qui sont eux-mêmes mis en mouvement par un régulateur et par la tringlerie du carburateur. Malgré sa grande complication, ce dispositif fonctionne sans que le conducteur ait à accomplir de manœuvres exigeant de l'attention.

en régression constante et, dans l'état actuel des choses, il n'y a guère à espérer d'amélioration substantielle des ventes de ce côté.

Le Salon technique

La recherche de l'allègement

L'effort développé par le moteur d'une voiture a à vaincre, en grande vitesse, principalement la résistance de l'air et, en exploitation courante, l'inertie de la masse du véhicule. Il ne faut pas oublier en effet qu'en exploitation une voiture est constam-

galement du poids, parce que la matière première y entre pour une part importante, à tel point qu'on a pu chiffrer à tant le kilogramme, la fabrication automobile.

En ce qui touche l'allègement, l'effort des constructeurs paraît s'être développé surtout dans la voie de l'utilisation, toujours plus perfectionnée, de l'acier sous forme de tôle emboutie et découpée.

L'aluminium et, en général, les alliages de métaux légers, dont l'utilisation permettrait un allègement certainement beaucoup

plus grand, ne connaissent pas encore le développement qu'ils méritent; sans doute, verrons-nous au Salon la presque totalité des moteurs pourvus de culasses et de pistons en alliages légers. Mais, là, ce n'est pas seulement la différence de poids entre la fonte et l'aluminium qui justifie l'emploi de ce dernier métal, pour ces organes. Grâce aux pistons légers, en effet, on peut faire tourner le moteur plus vite, d'où allègement indirect, puisque, à poids égal, il donne plus de puissance. De même, la culasse en aluminium permet d'employer des taux de compression plus forts, d'où une nouvelle

Les moteurs

D'une façon générale, le moteur à 4 cylindres verticaux est celui qui domine dans la construction de 1938. C'est certainement parce que les cylindrées se tiennent presque toujours en dessous de 2,5 litres et que, pour ces valeurs, l'utilisation de plus de 4 cylindres ne s'impose pas.

Le « 6 cylindres » est réservé aux voitures de luxe : il est en effet un peu plus cher de construction (1). Quant au « 8 cylindres », il a tendance à disparaître sous la forme la plus employée jusqu'à ces dernières années,

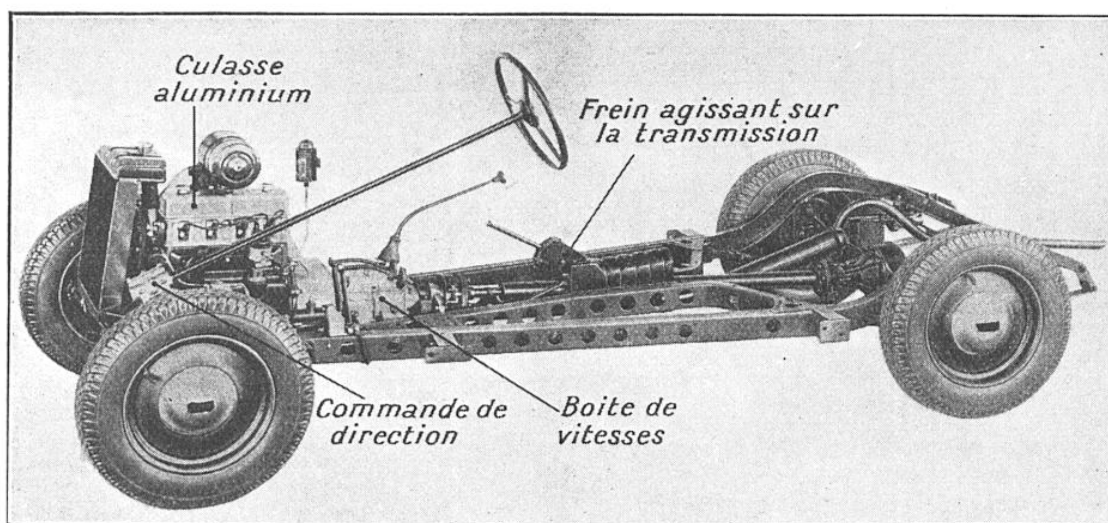


FIG. 6. — VUE D'ENSEMBLE DU CHASSIS DE LA VOITURE LÉGÈRE « SIMCA-8 »

augmentation de puissance et, surtout, la possibilité d'une consommation moindre.

Au Salon dernier, on pouvait voir une étude complètement nouvelle de voiture, effectuée par l'ingénieur Grégoire et réalisée par les Etablissements Hotchkiss, où l'aluminium coulé tenait une très large place : c'est la petite voiture Amilcar, où le châssis et la carrosserie ne font plus qu'un seul ensemble.

Les producteurs d'aluminium font actuellement un effort important pour le développement des métaux légers. Cet effort portera certes ses fruits, mais il ne semble pas que les résultats qu'on est en droit d'en attendre puissent encore être tangibles sur les voitures actuellement sur le marché. Il y aurait cependant beaucoup à attendre de l'emploi de l'aluminium. De récentes applications, faites sur les véhicules industriels, ont montré quel bénéfice on pouvait ainsi réaliser.

de 8 cylindres en ligne. Au contraire, sous la forme de 8 cylindres en V, il continue à jouir d'une faveur méritée pour les grosses cylindrées.

Comme tous les ans, on constate, pour les moteurs, la recherche d'une puissance spécifique élevée qu'on obtient par des régimes de rotation de plus en plus grands et aussi la recherche de l'économie.

Pour l'économie de consommation, le taux de compression joue le rôle principal. Le moteur est donc essentiellement tributaire du combustible dont disposent les usagers ; on sait, en effet, que le taux de compression dépend étroitement de l'indice d'octane du combustible.

(1) Notons, à propos du « 6 cylindres », la mise sur le marché de la voiture 3 litres Citroën, voiture qui constituera très certainement une des grosses attractions du Salon. Elle est conçue sur les mêmes principes généraux que la 11 ch bien connue : moteur à culbuteurs, traction avant, suspension par barres de torsion.

Nous pouvons espérer, de ce point de vue une certaine amélioration. Jusqu'ici, en effet, l'essence dite « tourisme » avait un indice d'octane de 60. Or, cet indice d'octane va être porté très prochainement à 65. Il en découle la possibilité d'utiliser des taux de compression plus forts, d'où meilleur rendement thermique.

Malgré cette élévation de l'indice d'octane de l'essence de tourisme, on maintiendra les supercarburants actuels dont l'indice d'octane sera également augmenté.

Les moteurs modernes ont très généralement des soupapes en fond de culasse, ce qui permet d'avoir une puissance spécifique plus grande avec un meilleur rendement. Pour faciliter la construction, on conserve l'arbre à cames dans le carter et la commande par culbuteurs.

Pour les cylindres, la tendance est très nette vers la généralisation de cylindres à fûts rapportés, généralement du type « mouillé » : la construction est sans doute un peu plus chère, mais le résultat est bien meilleur, du point de vue régularité de la dilatation et de l'usure en particulier. La réparation se trouve également simplifiée.

Tous les moteurs sont actuellement suspendus sur le châssis par des supports déformables en caoutchouc et ressorts d'acier.

Les vibrations ne se transmettent donc plus au châssis et ne sont plus perçues par les occupants de la voiture.

Ce qui paraît actuellement limiter la vitesse de rotation pratique des moteurs, c'est l'éternel problème du piston et le problème, qui

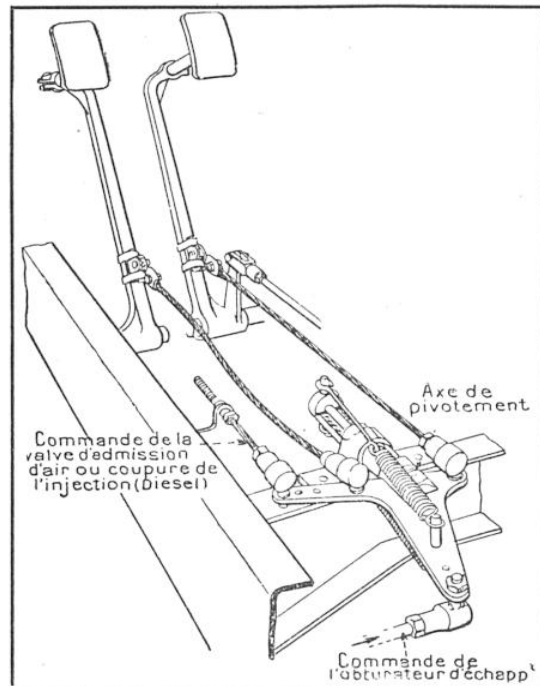


FIG. 8. — DISPOSITIF DE COMMANDE DU FREIN-MOTEUR « WESTINGHOUSE » PAR LES PÉDALES DE FREIN ET DE DÉBRAYAGE

La pédale de frein commande d'abord, dans la première partie de sa course, le frein-moteur seul, le frein mécanique n'agissant que lorsqu'on appuie plus à fond. Si on lâche, le frein moteur continue à fonctionner. Pour faire cesser son action, il suffit d'appuyer très légèrement sur la pédale de débrayage.

revient depuis quelque temps d'actualité, du ressort de rappel des soupapes sur leur siège.

L'embrayage

L'embrayage à disque unique est général partout ; on a tendance, chez certains constructeurs, à employer des embrayages où le disque est relié au moyeu par l'intermédiaire de ressorts, ceci en vue d'atténuer les vibrations de torsion du vilebrequin, qui sont parfois provoquées par des vibrations de la transmission. Tous ces embrayages fonctionnent à sec.

La boîte de vitesses

La bataille continue entre boîtes de vitesses mécaniques du type à baladeur avec « synchromesh » et boîtes de vitesses à trains épicycloïdaux, dont les plus représentatives sont actuellement les boîtes électromécaniques Cotal. Celles-ci conquièrent de nouveaux clients. Rappelons aussi la boîte Wilson, entièrement mécanique, à

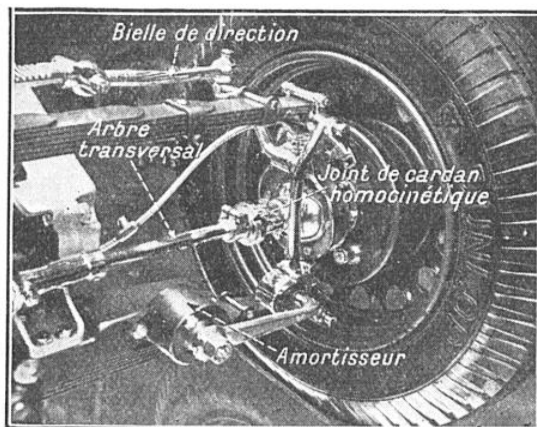


FIG. 7. — ESSIEU AVANT DE LA VOITURE « AMILCAR-COMPOUND »

Cette petite voiture, conçue suivant un principe nouveau, comporte : un châssis-carrosserie en alliage d'aluminium fondu, ce qui lui confère à la fois une grande résistance et une extrême légèreté.

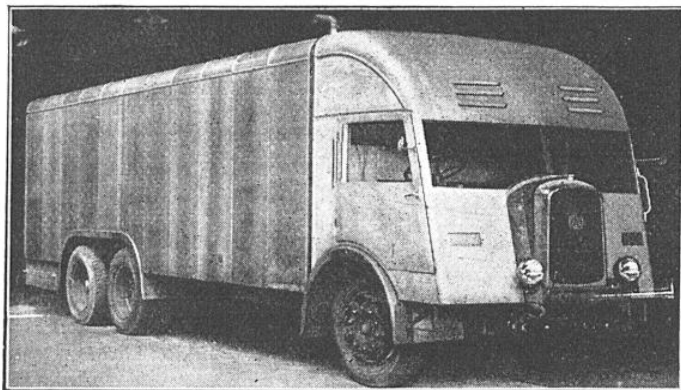


FIG. 9. — UNE VOITURE A CARROSSERIE LÉGÈRE POUR LE TRANSPORT RAPIDE DE LA VIANDE

Grâce à l'emploi de l'aluminium et des alliages légers, le poids « mort » de la carrosserie et de son aménagement a pu être largement diminué (2 100 kg économisés pour une charge utile de 8 tonnes), d'où une augmentation notable (17,6 %) de la capacité de transport utile par rapport à une carrosserie ordinaire.

laquelle Talbot reste fidèle. Peut-être verrons nous au Salon une nouvelle boîte de vitesses à trains épicycloïdaux, due à l'un des ingénieurs d'automobile de la première heure. Nous ne pouvons malheureusement préciser davantage, sous peine d'indiscrétion prématurée.

Dans toutes les boîtes mécaniques, on utilise des pignons à denture hélicoïdale en vue d'atténuer le bruit de fonctionnement. Dans les trains épicycloïdaux, on peut se contenter d'engrenages droits, à condition de pousser la fabrication et la taille des dentures jusqu'à une extrême précision.

Dans les voitures de grande série, on en est toujours à la boîte de trois vitesses, malgré la supériorité indiscutable des quatre vitesses. Mais on paraît considérer que la « trois vitesses » est assez bonne pour le public... Pauvre public !...

Pour les ponts arrière, le renvoi d'angle se fait soit par pignons coniques à denture courbe, soit par vis et roue (Peugeot), soit par pignons hypoïdes à denture courbe. Rappelons que les pignons hypoïdes constituent une solution intermédiaire entre les pignons coniques et la roue tangente. Les axes géométriques du pignon et de la grande couronne ne se rencontrent pas et, par suite, le pignon se trouve en dessous du plan qui contient les axes des pignons

planétaires. Position avantageuse, qui permet d'abaisser l'arbre de transmission et, par suite, de diminuer la hauteur (donc le maître-couple) de la voiture sans nuire au confort des passagers.

La suspension

La suspension par roues indépendantes gagne du terrain d'année en année et, à l'heure actuelle, on peut compter les voitures qui ont encore un essieu avant rigide. Pour l'arrière, on conserve en général le pont traditionnel.

Les systèmes de suspension des roues indépendantes ne paraissent pas s'unifier d'une façon bien nette ; chaque constructeur reste fidèle à ses habitudes, peut-être surtout pour des raisons de fabrication. Cependant, marquons l'avance de la barre de torsion

comme organe élastique de suspension : la 202 Peugeot en comporte, en effet, pour l'avant et la « 6 cylindres » Citroën en est également munie.

La barre de torsion pose, d'une façon particulièrement aigüe, le problème de l'amortisseur, qui a fait, certes des progrès mais à qui il en reste encore à faire.

Dans la grande majorité des voitures, ce sont les roues arrière qui sont motrices. Partout le moteur est placé à l'avant de la voiture, de la façon classique. Nous aurions pu croire, il y a deux ans, que l'évolution serait plus rapide dans cet ordre d'idées.

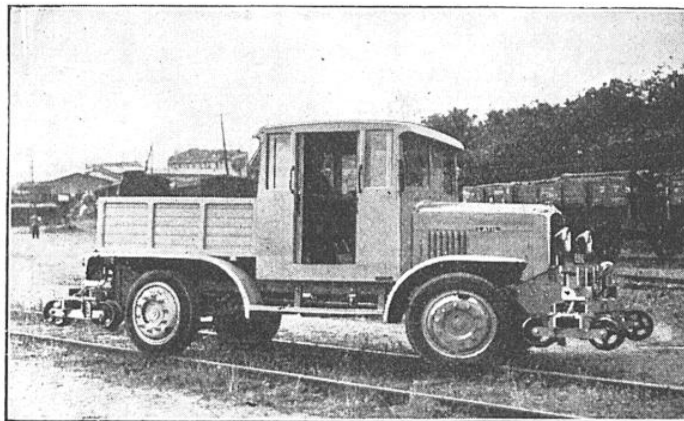


FIG. 10. — LE TRACTEUR « LATIL » RAIL-ROUTE

Ce véhicule, destiné à la manutention de lourdes charges, peut rouler soit sur le sol dur des routes, soit sur les rails des voies des chemins de fer. On l'utilise effectivement pour la manœuvre des wagons dans les gares de triage et de marchandises.

Les formes extérieures

Le poids, avons-nous dit, joue, grâce à l'inertie, un rôle important dans la consommation de la voiture et aussi dans sa maniabilité. Mais quand un véhicule roule à grande vitesse et sans variation d'allure, c'est la résistance de l'air qui se trouve prépondérante parmi les résistances passives. Le progrès vers la voiture réellement aérodynamique est lent, mais néanmoins constant. Le public s'habitue peu à peu aux formes nouvelles imposées par les lois de l'écoulement des fluides. Sans doute, la mode joue-t-elle encore un rôle important dans le dessin des caisses. Mais si l'on compare une carrosserie de 1930 à une carrosserie de 1938, par exemple, on trouve une amélioration qui n'est pas niable.

Le plus grand ennemi du progrès dans les formes extérieures des voitures réside vraisemblablement non pas tant dans l'esprit de routine que dans la difficulté de transformer l'outillage pour la fabrication des caisses. Les carrosseries actuelles, qui sont toujours entièrement métalliques, ont des éléments emboutis à la presse dans des tôles planes. Ces éléments sont ensuite soudés les uns aux autres dans des machines électriques automatiques. Les presses à emboutir, et surtout les coins et matrices, dont la forme détermine celle de chaque panneau, les machines à souder électriques, constituent un outillage extrêmement important comme tonnage et par conséquent comme prix. Quand cet outillage a été constitué, il faut absolument l'amortir sur un grand nombre de pièces fabriquées avant de pouvoir songer à le remplacer. Les carrossiers (et j'entends par là les ateliers de carrosserie, qu'ils soient indépendants ou fassent partie d'une usine de construction), les carrossiers, dis-je, sont donc obligés de conserver, pendant plusieurs années, la même forme de caisse sans pouvoir y apporter la moindre modification. Et c'est là le gros obstacle au progrès des lignes extérieures de nos voitures. En Amérique, où les séries sont beaucoup plus importantes que chez nous, l'outillage de carrosserie peut être amorti dans un temps beaucoup plus court, et c'est pourquoi nous voyons évoluer les formes des voitures américaines beaucoup plus rapidement que celles de nos voitures françaises.

Enfin, il faut reconnaître que le problème de la voiture aérodynamique se complique

terriblement, en raison des contraintes auxquelles le dessinateur se trouve astreint pour loger confortablement les passagers, leur permettre un accès facile dans la voiture et leur donner, une fois qu'ils y sont, un confort suffisant.

Tout cela est fait de compromis, et ce n'est qu'après bien des tâtonnements, bien des accoutumances péniblement acquises, que l'on peut marquer quelques points en avant.

Les poids lourds

Ce n'est pas en quelques lignes que l'on peut juger de l'évolution actuelle des véhicules dits de poids lourds. Aussi, nous contenterons-nous ici d'esquisser très brièvement cette question, qui mérite un examen plus approfondi.

Le poids lourd, qui s'est développé sans contrainte il y a une douzaine d'années, a connu, à cette époque, une période de prospérité exceptionnelle. Effrayé devant l'accroissement des transports routiers et le déficit toujours croissant de l'exploitation des chemins de fer, le gouvernement a pris des mesures successives pour favoriser la voie ferrée au détriment de la route. Il ne nous appartient pas d'examiner si ces mesures ont réussi ou non, dans le but qu'on poursuivait avec elles. Constatons simplement que l'industrie du poids lourd en a été presque supprimée. La hausse de l'essence d'abord, puis les impôts des carburants légers étendus aux carburants lourds, ont amenuisé d'abord l'industrie des camions à essence et plus encore, dans la suite, celle du matériel Diesel. Aujourd'hui, on cherche à développer le véhicule à gazogène dans le but évidemment très louable de tirer parti de combustibles végétaux qui se perdent ou qui n'ont qu'une faible valeur marchande. Les questions de défense nationale se trouvent d'ailleurs étroitement liées à la mise au point des gazogènes, et c'est grâce à cela, sans doute, que nous voyons se multiplier les tentatives faites pour mettre au point le gazogène de traction.

La question de l'emploi du gazogène est fort complexe et on a voulu même — ce qui n'a pas arrangé les choses — en faire une question politique. Ne nous hasardons donc pas sur ce terrain à la fin d'un exposé qui a voulu être purement technique et où les considérations économiques n'ont été développées qu'en raison de leur répercussion inévitable sur la technique elle-même.

HENRI PETIT.

QUE SAVONS-NOUS DE LA « VRILLE » ? SOUFFLERIES VERTICALES ET LABORATOIRES AÉRODYNAMIQUES

Par Charles BRACHET

A plusieurs reprises, La Science et la Vie (1) a montré déjà le rôle capital joué par les souffleries aérodynamiques dans le développement de l'aviation au cours de ces vingt dernières années, tant du point de vue de l'amélioration des performances des appareils toujours plus « fins » que de l'augmentation de la sécurité de vol résultant d'une plus grande stabilité du planeur et d'une efficacité accrue des gouvernes et des dispositifs hypersustentateurs. La multiplicité des problèmes que soulève l'étude systématique du comportement d'un avion dans toutes les circonstances du vol a imposé la construction, dans certains laboratoires aérodynamiques, de souffleries spéciales complétant et précisant les indications fournies par les souffleries classiques, petites et grandes. C'est ainsi que l'on utilise aujourd'hui des souffleries à grande vitesse, engendrant des courants d'air du même ordre de grandeur que ceux avec lesquels l'avion se trouve aux prises quand il pique à 700 km/h ; des souffleries supersoniques où le courant d'air atteint des vitesses supérieures à celle du son (340 m/s), telles que les pales d'hélice en rencontrent dès maintenant à leur périphérie ; des souffleries verticales ou même à tunnel d'obliquité variable, ainsi qu'en a montées le laboratoire américain N. A. C. A. (2), afin d'étudier le phénomène encore obscur de la « mise en vrille » ; des « manèges », emportant les maquettes au-dessus d'« accidents aériens » artificiellement entretenus, rafales, « trous d'air », etc... On trouve en Amérique toute la gamme de ces montages aérotechniques. Les mesures qui en résultent, extrêmement précieuses pour les constructeurs, sont attendues chez nous, dès qu'elles sont publiées (si elles le sont), comme une véritable manne. On voudrait pourtant, au pays d'Eiffel, qui dota la France de la première soufflerie expérimentale encore en service à Issy-les-Moulineaux, quelque chose de plus que la simple lecture des traductions des cahiers d'expériences du N. A. C. A. Malgré la modicité des crédits alloués, l'aérotechnique expérimentale française tend cependant à rattraper son retard. On a déjà installé chez nous une première soufflerie supersonique, et Chalais-Meudon possède une soufflerie géante (3) permettant certaines études en vraie grandeur. De son côté, l'Institut aérotechnique de Lille vient de mettre en service une soufflerie verticale pour l'étude de la « mise en vrille ». Nous nous proposons, à ce propos, de montrer l'intérêt profond de ce problème qui compte parmi les plus complexes et les plus féconds de toute l'aérotechnique.

Les deux espèces de vrilles

TOUT comme l'automobile, plus que l'automobile, l'avion est un véhicule sujet à « dérapage ».

Pour l'auto, le dérapage c'est « l'embar-dée » ; pour l'avion, c'est la « mise en vrille ».

Sur la route, l'embar-dée peut toujours se rattraper par une manœuvre convenable de la direction, conjuguée d'ordinaire avec celle de l'accélérateur. En l'air, la « vrille » tantôt peut se rattraper, tout comme le dérapage de la voiture, et tantôt elle ne le peut pas. Dans ce dernier cas, la vrille

représente un régime permanent : il n'y a rien à faire, qu'à se jeter en parachute. A moins de disposer d'un moyen de modifier la répartition des masses dans l'appareil.

Il y a donc deux sortes de « vrilles », les deux espèces représentant probablement les cas extrêmes du dérapage aérodynamique dont les lois commencent à peine d'être élucidées. L'étude systématique de l'un et de l'autre cas comporte évidemment des conséquences pratiques importantes.

D'autre part, l'école de pilotage a tout intérêt à connaître avec précision les possibilités de la vrille de première espèce qui tend à devenir une manœuvre normale, non seulement en haute école « d'acrobatie », mais encore dans la tactique du combat.

D'ailleurs, ce sont bien les aviateurs de la

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 226, page 263.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 247, page 68.

(3) Voir *La Science et la Vie*, n° 205, page 46.

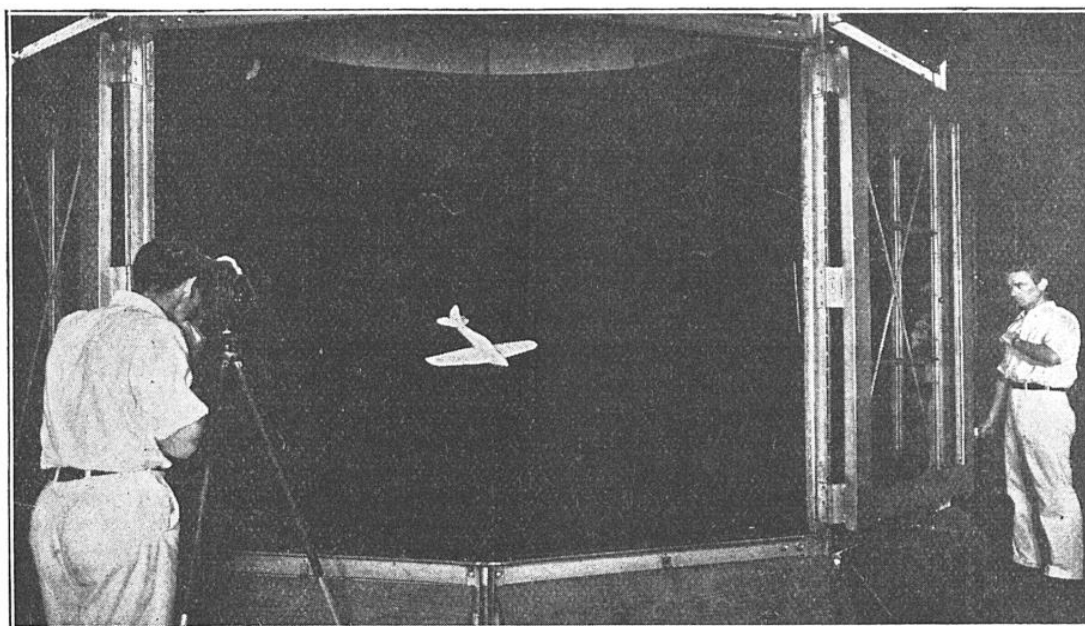


FIG. 1. — UNE PREMIÈRE MÉTHODE POUR L'ÉTUDE DE LA VRILLE : ON CINÉMATOGRAPHIE LES ÉVOLUTIONS D'UNE MAQUETTE LIBRE DANS LA VEINE D'EXPÉRIENCE DE LA SOUFFLERIE Dans le tunnel vertical du N. A. C. A. (National Advisory Committee for Aeronautics), à Langley Field (Etats-Unis), la maquette, géométriquement et dynamiquement semblable à l'avion qu'elle représente, est maintenue par le courant d'air à la hauteur de la chambre d'observation. On peut ainsi déterminer l'influence de la position et du braquage des gouvernes, du centrage et de la répartition des masses dans le fuselage et les ailes de la maquette sur les caractéristiques de vrille de l'avion qui lui correspond.

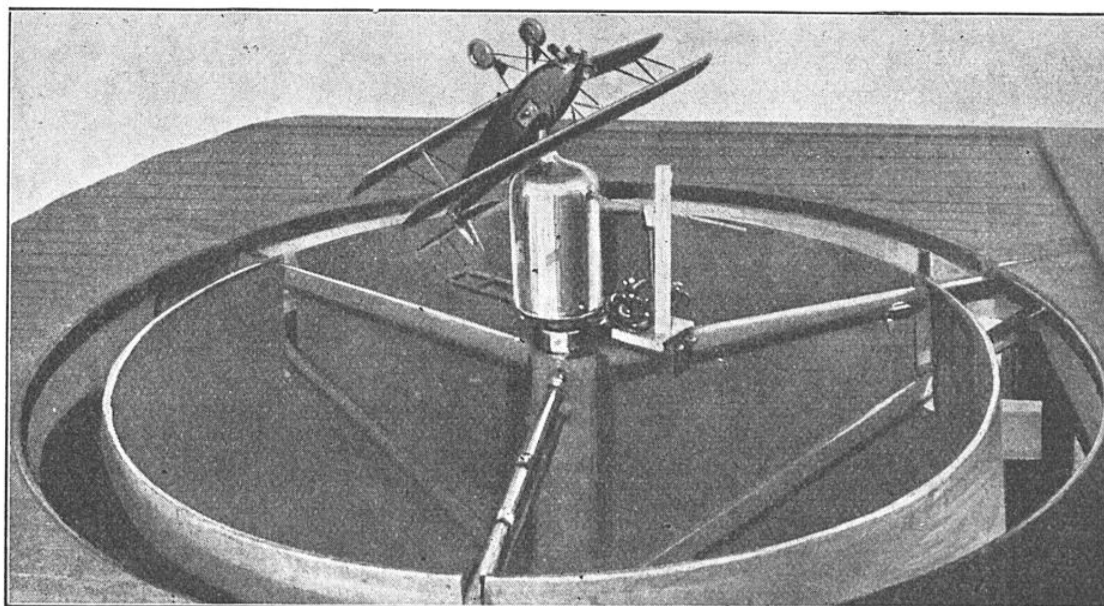


FIG. 2. — UNE DEUXIÈME MÉTHODE POUR L'ÉTUDE DE LA VRILLE : ON MESURE A LA « BALANCE DE VRILLE » LES ACTIONS AÉRODYNAMIQUES QUI S'EXERCENT SUR LA MAQUETTE La maquette est montée en « girouette » sur la « balance de vrille » du N. A. C. A. Elle virevolte librement sur la rotule d'un pivot solidaire d'un carter contenant tout un mécanisme de transmissions hydrauliques.

guerre — plus précisément ceux de 1916 — qui découvrirent la vrille... et la façon de s'en servir. A peu près en même temps, et sans se donner le mot, il va sans dire, les aviateurs des deux camps s'aperçurent que la chute en vrille n'était plus forcément un accident mortel et que certains mouvements des gouvernes, dictés par le seul instinct, étaient capables de l'enrayer. Les premiers pilotes qui surent « comprendre » ce résultat empirique apprirent *ipso facto* à se tirer d'affaire quand ils disposaient d'une altitude suffisante. Ceci compris, la vrille devenait un stratagème pour simuler la chute et s'enfuir. Mais bientôt, le stratagème éventé fit partie de la tactique courante. Elle restait seulement une figure de vol déterminant la limite de stabilité d'un appareil déterminé. Qu'est-ce donc que la vrille ?

Imaginez que l'avion « pique » en tire-bouchon, c'est-à-dire suivant une spirale,

(1) On dit qu'il y a « dérapage » lorsque la vitesse du centre de gravité de l'avion n'est plus dans le plan

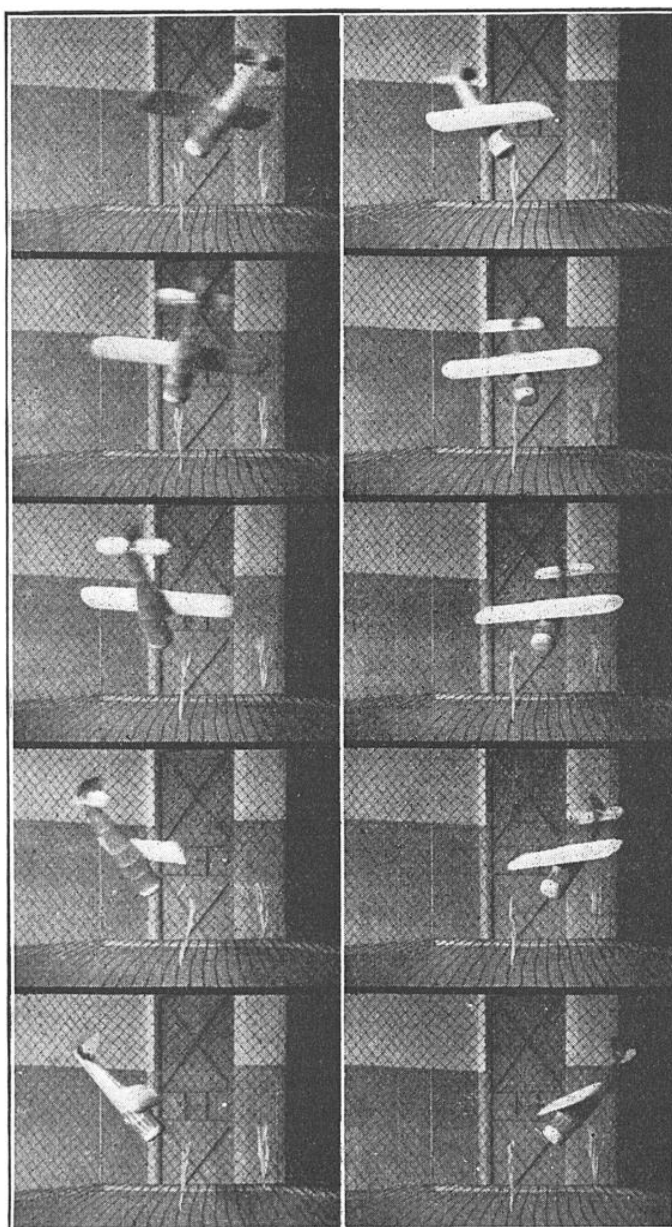


FIG. 3. — FILM CINÉMATOGRAPHIQUE DE LA VRILLE PERMANENTE D'UNE MAQUETTE DE 60 CM D'ENVERGURE, RELEVÉE A LA SOUFFLERIE VERTICALE DE LILLE. A l'intérieur de cette maquette se trouve un déclencheur qui, au bout de 30 secondes, modifie le braquage du gouvernail de direction. La vrille peut ainsi être interrompue ; la maquette amorce alors une glissade et vient cogner contre le filet à larges mailles qui entoure la veine d'expérience de la soufflerie verticale.

la coupe suivant un angle qui le place de guingois relativement au trajet parcouru de symétrie de l'appareil. L'angle de cette vitesse avec ce plan détermine l'« angle de dérapage ».

à pic, très serrée. Cette figure de vol n'est pas encore la vrille, parce que les commandes y continuent de réagir à tout instant (fig. 6). Le pilote garde la maîtrise de son appareil. La trajectoire spiralee parcourue dans le tire-bouchon ne diffère pas, quant aux lois aérodynamiques, de celles du vol normal : l'avion est incliné *latéralement* sur l'axe vertical de la spirale descendante qu'il trace dans l'air, mais vu *longitudinalement*, l'appareil conserve, relativement à cette trajectoire, une incidence qui maintient intacte la portance de ses ailes. L'avion piloté en tire-bouchon n'a pas dérapé (1). Aussi bien, son pilote le redresse dès qu'il lui plaît.

Dans la vrille, au contraire, le pilote n'est plus maître des gouvernes. L'axe longitudinal de l'avion a cessé d'épouser la trajectoire spiralee ; il n'est plus tangent à cette trajectoire, mais

— exactement comme l'auto en dérapage se présente *de travers* sur la direction axiale de la route.

L'importance fondamentale de l'incidence des ailes

Il faut d'abord se rappeler la fonction capitale de l'incidence des ailes sur la trajectoire. C'est de l'angle d'incidence que dépend la sustentation aérodynamique.

De par sa construction mûrement étudiée, l'aile en vol normal est toujours légèrement *inclinée* sur sa trajectoire. Cette « incidence » a pour effet de produire une *raréfaction* de l'air au-dessus de l'aile et une *pression* au-dessous (fig. 7). L'aspiration qui résulte de la raréfaction sur la face alaire supérieure s'ajoute

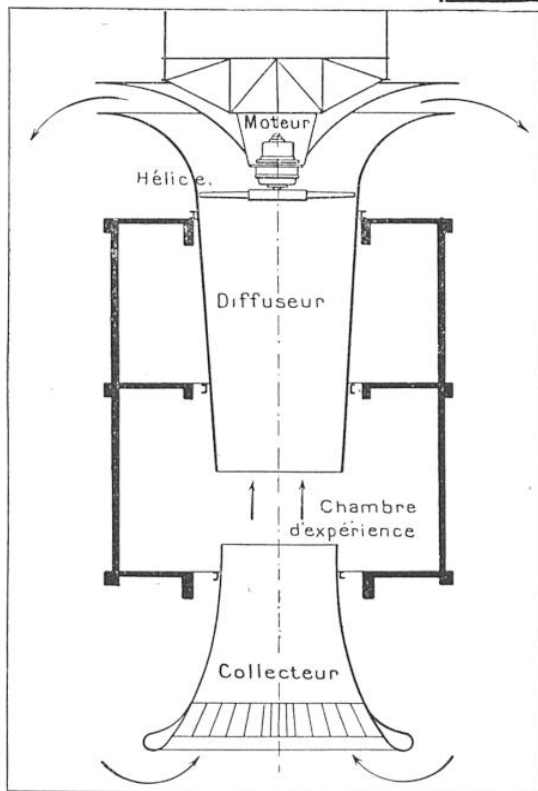


FIG. 4. — SCHÉMA DE LA SOUFFLERIE VERTICALE DE L'INSTITUT DE MÉCANIQUE DES FLUIDES DE LILLE

Dans cette soufflerie, l'air est aspiré par une hélice disposée à la partie supérieure. Le retour de l'air s'effectue par les intervalles existant entre la chambre d'expérience et les parois du hall.

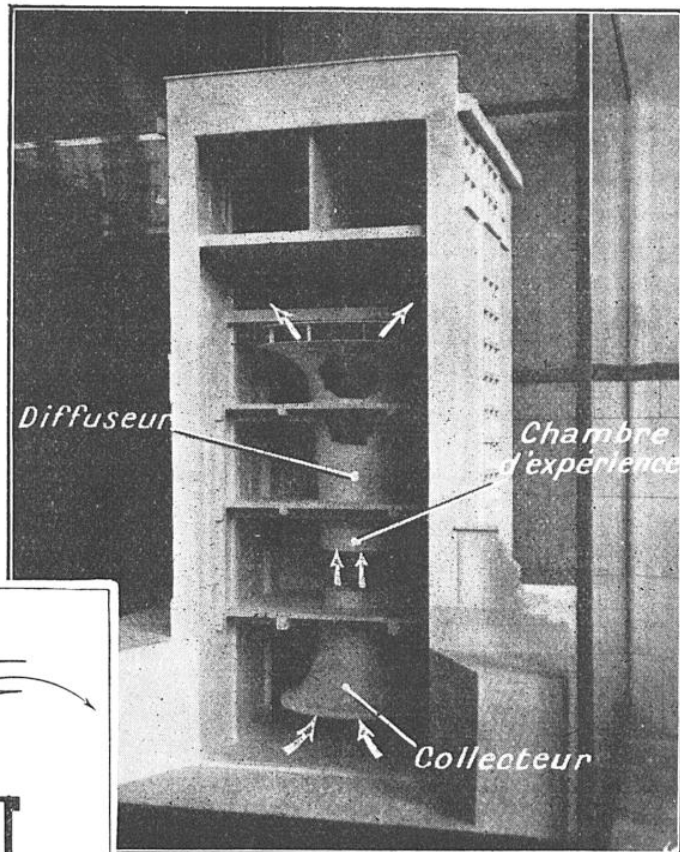


FIG. 5. — MAQUETTE DE LA SOUFFLERIE VERTICALE DE L'INSTITUT DE MÉCANIQUE DES FLUIDES DE LILLE POUR L'ÉTUDE DE LA VRIILLE

La vitesse du courant d'air peut y atteindre 35 m par seconde. Cette soufflerie est installée dans un hall de 16 m de hauteur. La chambre d'expérience mesure 6 m 50 en deux étages et 5 m 50 de largeur.

donc à la sustentation de la pression appliquée à la face inférieure. La manière dont ces deux forces concordantes varient en fonction de l'incidence ressort du graphique de la figure 8. Si l'angle d'incidence dépasse un certain maximum, les effets de *dépression* et de *pression* diminuent et même disparaissent : l'avion tombe.

Le raisonnement précédent est fait dans l'hypothèse où l'avion avance sans virer. Dans un virage, le phénomène se complique. Il suffit de considérer la figure schématique ci-jointe (fig. 9), pour voir que l'aile intérieure au virage avance *moins vite* que l'aile extérieure. Les effets relatifs de pression et de dépression se trouvent alors différemment répartis sur l'une et l'autre ailes.

Dans un virage correct, l'avion s'incline,

comme on sait. La composition des vitesses, *vitesse de roulis* provenant de cette inclinaison de l'avion qui tourne autour de son axe longitudinal, *vitesse de giration* due au virage et enfin *vitesse propre de l'avion* ou plutôt de son centre de gravité, montre que l'incidence de vol de l'aile extérieure diminue, tandis que l'incidence de l'aile intérieure augmente. Si ces variations d'incidence restent dans des limites raisonnables, le pilote peut continuer indéfiniment son virage tout en descendant. C'est le « tire-bouchon » déjà signalé.

Mais si l'aile intérieure (qui s'enfonce, tandis que l'autre se relève) vient à dépasser l'angle limite maximum, sa portance diminue brusquement. Celle de l'aile extérieure, dont l'incidence diminue, est également réduite, mais dans de moindres proportions, ainsi qu'il résulte de la courbe de la figure 8. Les conditions de l'aile intérieure correspondent à peu près au point I et celles de l'aile intérieure au point II.

Sur la courbe relative à la traînée, on voit de même que l'aile intérieure est « freinée » tandis que l'extérieure est « débrayée », pourrait-on dire, ce qui a pour effet d'accroître le mouvement de giration de l'appareil plus que ne le désirerait le pilote.

De plus, comme l'aile intérieure perd sa sustentation *beaucoup plus vite que l'extérieure*, il s'ensuit encore que l'avion penche de plus en plus, tout en tournant sur lui-même de plus en plus vite.

Il tombe alors en tournoyant.

La vrille « à plat » avec prédominance de l'effet d'autorotation

Mais encore, voici une nuance fondamentale.

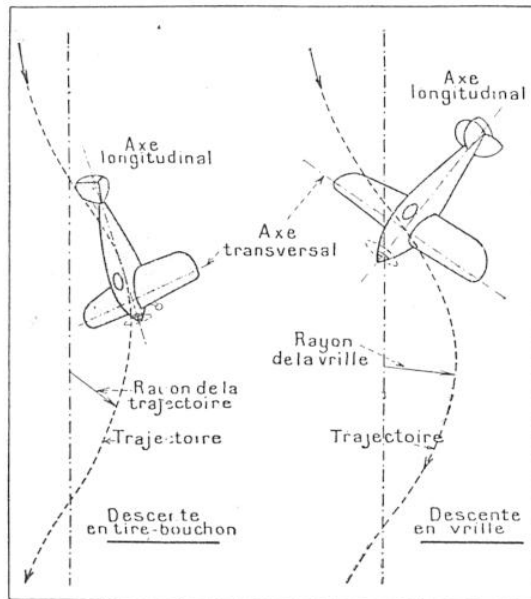
La rotation lente des « ailes tournantes » d'un autogire a pour effet une sustentation utilisable. Mais alors, c'est que la rotation

se fait « à plat », c'est-à-dire dans un plan fort peu incliné sur l'horizontale.

Les feuilles du tilleul, du hêtre et surtout celle du sycomore (accollées à la graine de ces arbres) tombent suivant des vrilles « à plat » d'une rare perfection. Elles constituent chacune une aile tournante dont l'un des côtés, alourdi par la masselote de la graine, assure un pivotement tellement bien réglé que cette « vrille » équivaut à une chute lente, en « parachute ».

Cette chute lente permet à la semence, poussée par le vent, de parcourir le long espace qui assure sa diffusion. Et c'est là précisément le cas-limite de la vrille ; la vrille de seconde espèce, ou vrille à plat.

Quand la vrille à plat s'est amorcée par un concours néfaste des circonstances de vol, l'inertie mécanique demeure maîtresse absolue du phénomène, réduisant le pilote à l'impuissance. Cependant, on a vu des cas où l'effet de parachute a conduit l'appareil jusqu'au sol, sans dommage pour les passagers. L'avion a donc profité, dans ces cas exceptionnels, des lois aérodynamiques que la nature met au service de certaines feuilles grainées.



(D'après K.-B. Krüger.)

FIG. 6. — DIFFÉRENCE ESSENTIELLE ENTRE LA DESCENTE D'UN AVION EN VRILLE ET LA DESCENTE CLASSIQUE EN TIRE-BOUCHON. Dès le mouvement de tire-bouchon, l'axe longitudinal de l'avion reste constamment tangent à l'hélice spiralée de la trajectoire suivie. Dans la vrille, cet axe coupe la trajectoire suivant un angle variable avec les caractéristiques de l'appareil.

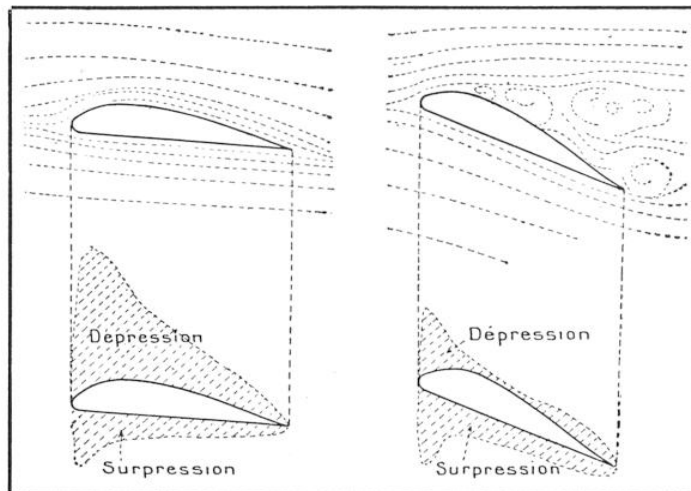
Le problème des gouvernails dans l'avion mis en vrille

Autorotation et chavirement, voilà donc les deux facteurs concomitants qui déterminent le phénomène de la vrille.

Nous avons raisonné à partir d'un « virage » théorique, qu'il résulte d'une bourrasque ou d'une fausse manœuvre du pilote ou des deux ensemble.

D'autre part, nous n'avons encore parlé que des ailes et de leur incidence. Il convient maintenant d'examiner l'effet de la vrille sur les gouvernes : ailerons de profondeur et gouvernail de direction.

Il est évident que si les gouvernes réa-



(D'après K.-B. Krüger.)

FIG. 7. — L'ÉCOULEMENT DE L'AIR AUTOUR D'UN PROFIL D'AILE : LAMINAIRE A PETITE INCIDENCE (A GAUCHE) ET TOURBILLONNAIRE A GRANDE INCIDENCE (A DROITE)

On voit que, pour une forte augmentation de l'angle d'incidence, le courant d'air « décolle » et forme des tourbillons. La portance, qui résulte de la dépression sur le dos ajoutée à la surpression sur le ventre, diminue ainsi brusquement lorsque se trouve dépassée l'incidence critique de portance maximum (voir figure 8).

gissent, le pilote peut rectifier le mouvement de bascule aussi bien que celui de rotation.

En vol piqué sans rotation, celui qui résulte, par exemple, d'une simple « perte de vitesse », l'avion qui tombe se redresse toujours. Il lui suffit de disposer de l'altitude. Dans la chute en vrille, la même accélération verticale peut fournir aux gouvernes une « composante » de vitesse suffisante à la restauration de leur efficacité. Mais on ne saurait s'en remettre à ce seul empirisme, d'autant qu'il est mis en défaut quand la vrille est « plate ».

La vrille a pour effet de bouleverser la figure des forces aérodynamiques appliquées en vol normal.

En outre, à la pesanteur de l'appareil s'ajoutent, dans la vrille, des forces centrifuges qui se composent avec les forces aérodynamiques. L'ensemble peut se trouver en équilibre, et alors la vrille sera « stable ». Au contraire, la rotation accélérée de la vrille met en jeu des forces centrifuges croissantes qui peuvent rompre cet équilibre. L'augmentation de la vitesse peut avoir pour effet de rétablir la réaction aérodynamique des gouvernes.

Il peut arriver, au contraire, que les gouvernes restent « molles ». Et c'est précisément ce qui arrive dans le cas de la vrille « à plat », au point que la pesanteur elle-

même peut, dans ce cas, se trouver mise hors de jeu : les forces centrifuges appliquées à l'aéroplane tournant sur lui-même assurent la stabilisation de l'autorotation de l'appareil sans que les gouvernes puissent la rompre.

Le problème, on le voit, n'est pas simple. Il fait intervenir ce que les mécaniciens appellent le « moment d'inertie » de l'avion, c'est-à-dire la répartition des masses qui le composent autour de son centre de gravité.

Le montage des maquettes « en girouette »

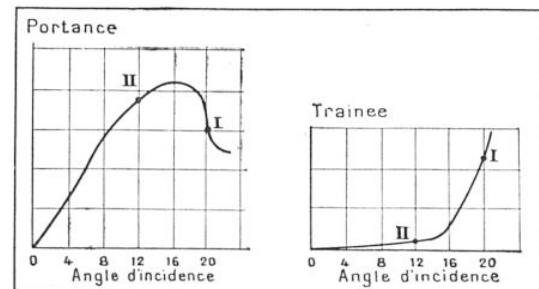
Nous voici donc tenus de considérer *simultanément* deux systèmes de forces : les forces aérodynamiques et les forces d'inertie, en fonction des trois mouvements de rotation que peut prendre théoriquement un appareil librement abandonné dans l'espace aérien.

L'avion possède en effet *trois axes principaux* de rotation : un

axe de « roulis », longitudinal ; un axe de « tangage », transversal ; un axe de « giration », vertical. Les trois axes principaux passent par le centre de gravité de l'appareil.

Comment agencer une maquette dans une soufflerie pour étudier aisément et simultanément les trois « composantes » de chaque système de forces, mécaniques et aérodynamiques ?

C'est ici que l'ingéniosité des expérimentateurs peut et doit se donner libre cours.



(D'après K.-B. Krüger.)

FIG. 8. — COMMENT VARIE, D'UNE MANIÈRE GÉNÉRALE, LA PORTANCE ET LA TRAINÉE (RÉSISTANCE) D'UNE AILE D'AVION AVEC SON ANGLE D'INCIDENCE SUR SA TRAJECTOIRE

La portance augmente avec l'incidence jusqu'à une valeur critique où elle diminue brusquement, en même temps que la « trainée » (résistance à la pénétration dans l'air) s'accroît notablement.

Une première solution, réalisée dès 1931 par le N. A. C. A., consiste à pratiquer sur la réalité un minimum d'amputation — comme c'est toujours inéluctable, au laboratoire. On suppose d'abord que les trois rotations dans lesquelles on peut décomposer une vrille réelle passent comme les axes principaux de l'avion par son centre de gravité. En réalité, rien n'est moins certain : ce n'est même jamais vrai. Ensuite, on sacrifie les mouvements de translation suivant ces trois dimensions de l'espace. Les trois mouvements de rotation sont seuls respectés. A cet effet, on place la maquette renversée au « point fixe » au-dessus d'une soufflerie verticale agencée pour aspirer, ce qui respecte les incidences des plans sur le vent relatif.

Le système d'attache consiste en un appareil fort ingénieux qui, tout en laissant à la maquette la liberté d'une « girouette » capable de tourner suivant ses trois axes principaux, transmet à un appareil de mesure extérieur les efforts (moments) subis par la maquette relativement à chacun de ces axes de rotation (tangage, roulis, giration). La transmission s'effectue par un jeu de pistons hydrauliques le long d'un tube souple, au bout duquel se trouve le manomètre de mesure.

Trois transmissions de ce genre assurent la mesure des trois moments de rotation de l'appareil. Et trois autres sont affectés à la mesure des efforts qu'il subit, du fait de l'immobilité de son centre de gravité, sui-

vant les trois dimensions fixes de l'espace : la verticale et deux horizontales formant ensemble le trièdre de référence terrestre auquel doivent être rapportés tous les mouvements.

Ainsi, toutes les forces mises en jeu dans la vrille se trouvent décomposées en leurs six composantes (trois moments et trois forces).

Quel que soit l'intérêt des mesures ainsi obtenues, il est bien évident que l'expérience est encore trop éloignée de la réalité. Il faut la compléter.

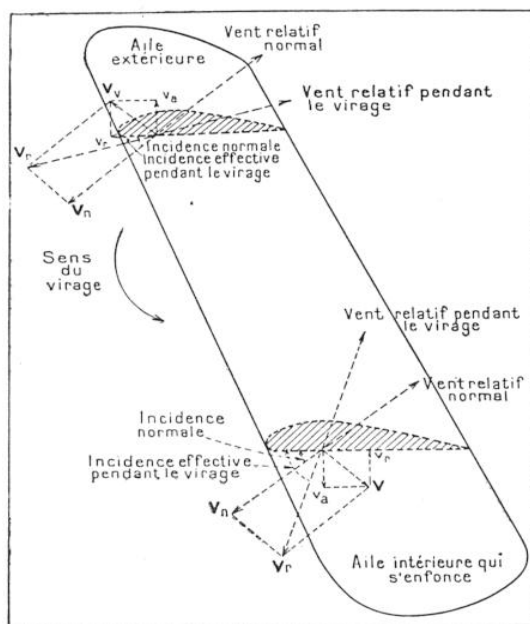
Le support matériel doit être supprimé, afin de restituer à la maquette sa liberté de translation tridimensionnelle. Du même coup, on supprimera la condition tout arbitraire qui astreignait la rotation de l'appareil en vrille à s'effectuer autour de son centre de gravité.

L'étude de la vrille en vol libre

Voici comment on procède pour obtenir cette reconstitution intégrale de la vrille.

La maquette est lâchée, libre, dans le tunnel aérodynamique vertical. La chambre d'expérience du tunnel (section de la veine aérodynamique correspondant au niveau de l'observateur) est entourée d'un filet qui empêche la maquette d'être projetée hors de la

veine. D'autre part, le courant d'air est réglé de manière à faire équilibre au poids de la maquette. Celle-ci se maintient donc à la hauteur de la chambre d'expérience, soutenue en l'air comme un œuf sur un jet d'eau de tir forain. Dans ce cas, la maquette réalise une vrille « permanente ».



(D'après K.-B. Krüger.)

FIG. 9. — COMPOSITION DES VITESSES RELATIVES AUX DEUX EXTRÉMITÉS D'UNE AILE D'AVION AU COURS D'UN VIRAGE ORDINAIRE

Les vitesses qui sont ici composées sont : v_r , vitesse due à la giration (autour d'un axe vertical) et v_a vitesse due au roulis (autour de l'axe longitudinal de l'appareil). On obtient ainsi V_r , vitesse due au virage. Composée avec la vitesse V_n du centre de gravité de l'appareil on obtient en V_r la vitesse résultante pendant le virage. On remarquera que le vent relatif pendant le virage, opposé à cette dernière vitesse, est au-dessous du vent relatif normal pour l'aile extérieure et au-dessus pour l'aile intérieure. Ceci correspond à une diminution d'incidence pour le bord extérieur et à une augmentation sur le bord intérieur. La portance et la traînée seront inégalement modifiées par variations d'incidence, l'avion ayant tendance à accentuer son mouvement tournant. C'est le phénomène d'autorotation qui peut précéder la mise en vrille. Dans la descente en vrille, ce graphique de vitesses est entièrement bouleversé par le déplacement de l'axe de l'avion relativement à la trajectoire correspondant au « dérapage ».

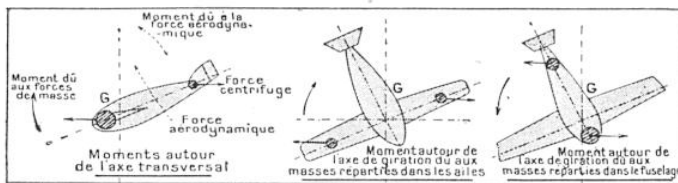


FIG. 10. — LES « MOMENTS » QUI INTERVIENNENT DANS LA VRILLE, PRIS PAR RAPPORT AUX AXES PRINCIPAUX DE L'AVION : TRANSVERSAL DE TANGAGE, NORMAL DE GIRATION

Les forces centrifuges appliquées aux masses réparties dans le fuselage prennent de grandes valeurs pour une rotation rapide. Par rapport à l'axe transversal (à gauche), les moments qui en résultent tendent à redresser l'avion et à combattre l'action des forces aérodynamiques sur l'empennage des gouvernes. Par rapport à l'axe de giration, les moments dus aux masses réparties dans les ailes tendent à diminuer l'angle de « dérapage » (angle que fait le plan de symétrie de l'avion avec la trajectoire du centre de gravité supposée verticale). Les moments dus aux masses réparties dans le fuselage tendent au contraire à augmenter cet angle. A tous ces moments, il faut ajouter les moments dus aux forces aérodynamiques (portances et traînées) des différentes parties de l'avion, empennages et fuselage. La vrille est « stationnaire » quand ils s'équilibrent tous. Pour sortir de la vrille, il convient de rompre cet équilibre.

A l'intérieur de la maquette se trouve un appareil à ressort qui, au bout de trente secondes, modifie le braquage du gouvernail de direction. Cette gouverne concentre, en effet, presque tout l'intérêt relatif aux manœuvres destinées à faire cesser la vrille. Sous le coup de gouvernail, la vrille cesse et la maquette vient buter dans le filet. Si la sortie de vrille ne se fait pas, il faut recommencer en déclenchant un braquage plus accentué.

Quant à la mesure des données expérimentales de la vrille ainsi montée, il est évident qu'elles ne peuvent plus être du type « mécanique », dont nous venons de prendre connaissance avec la « balance » de vrille appliquée aux maquettes montées en girouette et articulées sur un pivot central.

Les mesures de la vrille libre sont confiées

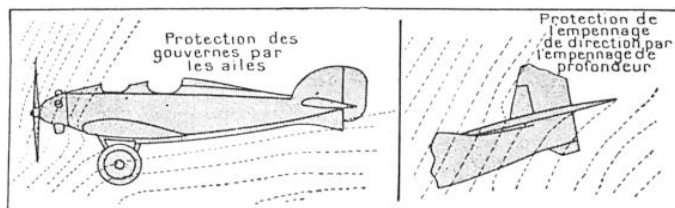


FIG. 11. — LORSQUE LES COMMANDES SONT « MASQUÉES » PAR D'AUTRES ORGANES, ON NE PEUT LES UTILISER POUR ROMPRE L'ÉQUILIBRE DE LA « VRILLE STATIONNAIRE » ET, PAR CE PROCÉDÉ, RÉTABLIR LE VOL NORMAL

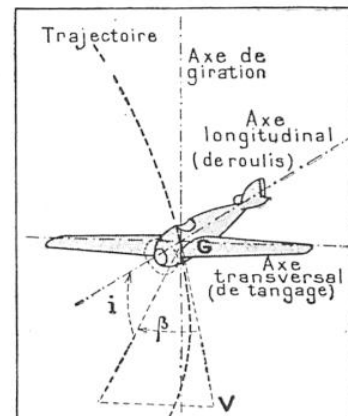
au film cinématographique : le film donne les incidences et toutes les circonstances de vol, avec une précision dans le temps qui n'a pour ainsi dire pas de bornes. La « cinématique » de la vrille vient ainsi compléter les informations que nous donnait la balance.

La soufflerie verticale de Lille

L'Institut de Mécanique des Fluides de Lille, que dirige M. Kampé de Fériet, dispose maintenant d'un tunnel vertical à veine circulaire de 2 m de dia-

FIG. 12. — LA POSITION D'UN AVION EN VRILLE SUR SA TRAJECTOIRE

La vitesse V du centre de gravité G est tangente à sa trajectoire et l'angle de cette vitesse avec le plan de symétrie de l'appareil (c'est-à-dire avec sa projection sur ce plan) est l'angle de dérapage β . L'angle de cette projection avec l'axe longitudinal de l'avion définit l'angle d'incidence de l'aile.



mètre, où la vitesse du vent peut atteindre 35 m par seconde. La chambre d'expérience occupe deux étages et permet l'observation sur 6 m 50 de la veine d'air verticale. Le moteur actionnant l'hélice aspirante de la soufflerie n'est que de 52 ch.

Les deux méthodes de la balance et de la cinématographie en vol libre seront appliquées tour à tour dans cette soufflerie.

La balance de vrille de Lille se décompose en deux appareils distincts qu'il faut appliquer en deux temps successifs. La première balance mesure les 4 composantes (moments et forces) situées dans le plan horizontal. La seconde mesure les 2 composantes (moment de giration et force de sustentation) relatives à la verticale.

Ne doutons pas que ce matériel, manié par nos spécialistes, ne fournisse des résultats intéressants. Notons cependant le luxe

d'instrumentation dont disposent les expérimentateurs américains. Ils disposent, s'il leur plaît, du dispositif suivant, incroyablement ingénieux. Au lieu d'un déclencheur à retard, ce sont des télécommandes électromécaniques qui *braquent* à volonté le gouvernail pour obtenir la « sortie de vrille ». Ces télécommandes passent par un câble très souple, qui suit les mouvements de la maquette sans gêner son vol. Ainsi l'expérimentateur dispose des mêmes facultés que le pilote, dans le cas réel.

Autre perfectionnement coûteux que nous n'aurons pas de sitôt. Les mouvements latéraux de la maquette en chute sont limités dans la soufflerie verticale par le diamètre de la veine. Mais si l'on monte le tunnel aérodynamique de telle manière qu'il puisse prendre l'obliquité convenable, la vrille et la sortie de vrille peuvent être suivies, en inclinant le tunnel d'après la trajectoire de la chute que la veine accompagne.

Les résultats pratiques

Le but pratique de ces études est de connaître les caractéristiques à fournir à un avion : 1° pour qu'il ne se mette pas en vrille ; 2° pour que, s'y étant mis, il en sorte aisément.

Nous n'insisterons pas sur les résultats pratiques obtenus, dès aujourd'hui, dans cette voie par le laboratoire des recherches. Leur examen nous conduirait trop rapidement dans le domaine des spécialistes.

Disons seulement qu'ils se traduisent par des graphiques précis exprimant les « caractéristiques de vrille » d'un appareil donné. Ces graphiques portent, en abscisses, l'angle d'attaque (incidence) variable de l'aile et, en ordonnées, le coefficient correspondant de l'effort (moment) de rotation relatif à l'angle d'attaque considéré.

Entre autres données précises, on détermine ainsi l'angle de dérapage d'un avion. Cet angle se définit comme l'indique notre schéma fig. 12, page 289. C'est l'angle que fait la tangente de la trajectoire de l'avion avec le plan déterminé par l'axe de giration et l'axe de roulis. Cet angle peut être « en dedans », ou « en dehors », suivant qu'il est dirigé vers l'axe de la vrille ou dans le sens

opposé. Le dérapage *en dedans* ou *en dehors* dépend bien du modèle d'avion : les biplans dont les ailes sont décalées positivement (aile supérieure dépassant l'inférieure) dérapent en dedans, ce qui tend à amortir le mouvement de vrille. Les biplans décalés négativement (aile supérieure en retrait) dérapent en dehors.

Quant à la *sortie de vrille*, elle dépend, somme toute, de l'efficacité du gouvernail de direction, dont le plan est tout désigné pour contrarier la giration. Il ne faut pas, en conséquence, que ce plan soit trop petit, ni qu'il soit *masqué* par les ailes ou même par l'empennage de queue au cours de la chute. Grâce au gouvernail de direction, on modifie l'angle de dérapage et on trouble

ainsi l'équilibre des moments qui entretenait la vrille. L'autorotation devenant instable, l'avion pique et il ne reste plus qu'à le redresser.

D'autre part, quand les gouvernes refusent leur service, le jet de ballast, le vidage d'une partie de l'essence, le déploiement d'un parachute arrière ou d'une banderolle accentuant la traînée, le saut en parachute d'un passager constituent autant de moyens de modifier le moment de l'inertie de l'appareil en vol.

La vrille amorcée se trouve ainsi détruite par déséquilibre mécanique.

CHARLES BRACHET.

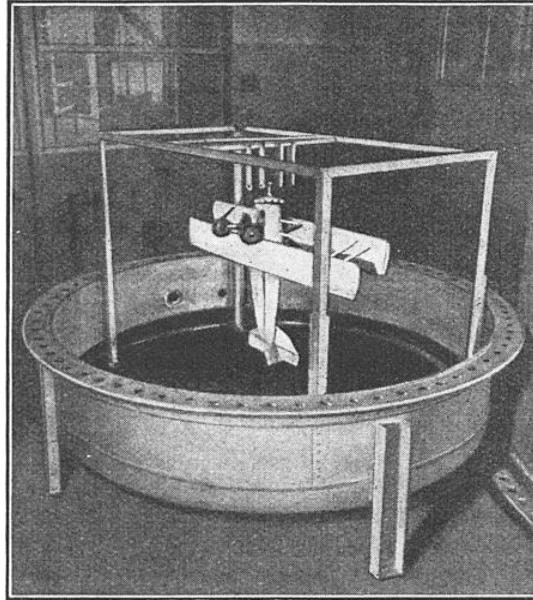


FIG. 13. — COMMENT ON MESURE LE MOMENT D'INERTIE D'UN MODÈLE RÉDUIT DANS UNE CHAMBRE A ATMOSPHÈRE RARÉFIEE (LANGLEY FIELD, ÉTATS-UNIS)

On fait osciller la maquette autour de différents axes et on distribue des masses de plomb dans les ailes et le fuselage jusqu'à ce que soit réalisée la similitude dans la répartition des moments d'inertie qu'exigent les essais aérodynamiques sur modèles réduits en vol libre ou en « girouette ».

LA REPRODUCTION MUSICALE DE HAUTE FIDÉLITÉ : PHONOGRAPHE ET FILM SONORE

Par Emile N. BATLOUNI

INGÉNIEUR DE L'ÉCOLE SUPÉRIEURE D'ÉLECTRICITÉ
LICENCIÉ ÈS SCIENCES

La perfection dans la reproduction de la musique enregistrée, sur disques ou sur films, est atteinte par définition, lorsqu'est restitué avec rigueur l'équilibre naturel entre les intensités sonores correspondant à toutes les fréquences audibles, des plus graves au plus aiguës, en même temps que sont éliminées toutes les vibrations parasites (claquements et bruit de fond). L'équipement reproducteur, pick-up pour les disques, « lecteur » photoélectrique pour les films, complété par les amplificateurs, les filtres et les haut-parleurs, joue à cet égard un rôle capital, car c'est à lui qu'incombe la mission de corriger les défauts inhérents à chaque mode d'enregistrement et, en amplifiant convenablement certaines fréquences « défavorisées » à l'origine, de retrouver avec leurs timbres caractéristiques et leurs intensités relatives tous les instruments de l'orchestre ainsi que les voix des chanteurs. La reproduction et l'amplification sonores de haute fidélité posent des problèmes d'ordres mécanique et électrique extrêmement complexes dont la solution est fonction, en outre, des caractéristiques acoustiques des salles d'exécution. L'oreille humaine, d'autant plus difficile qu'elle est mieux éduquée, ne saurait s'accommoder aujourd'hui chez le véritable amateur de musique mécanique des équipements rudimentaires en usage lors des débuts du phonographe, de la radio ou du cinéma « parlant ».

Pour obtenir une reproduction sonore parfaite de la musique enregistrée, au moyen de procédés mécaniques ou électriques, on a coutume de dire que l'appareil reproducteur doit pouvoir « lire » et transmettre toutes les fréquences audibles en respectant leurs intensités respectives, sans en favoriser aucune. Autrement dit, sa « courbe de réponse » doit être constante dans tout le registre audible.

En réalité, cette condition, imposée sans discernement, peut donner des résultats fort imparfaits. Examinons, en effet, les deux techniques d'enregistrement, sur disque et sur film.

La reproduction des sons enregistrés sur disques

Dans les enregistrements sur disque (1),

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 254, page 101.

à des sons d'intensité égale, mais de hauteur différente, correspondent des amplitudes de sillon inégales. C'est qu'en effet, l'amplitude du sillon creusé dans la cire varie en raison inverse de la fréquence, pour une même intensité sonore.

C'est ainsi que, si l'on attribue à un son pur de 5 000 Hz (1), par exemple, un sillon

dont l'amplitude est, pour fixer les idées, de 1/100 de millimètre (suffisante pour être reproduite convenablement), à un son de 500 Hz devra correspondre un sillon dont l'amplitude sera

(1) Hz, diminutif de Hertz ou période par seconde ; c'est l'unité de fréquence.

(2) Sur les courbes des figures 1, 2, 3, 4, 5 et 6, les ordonnées sont graduées en décibels, dont le nombre mesure l'intensité sonore. Deux puissances sonores différent d'un bel (dont le décibel est le sous-multiple) lorsqu'elles sont dans le rapport 10.

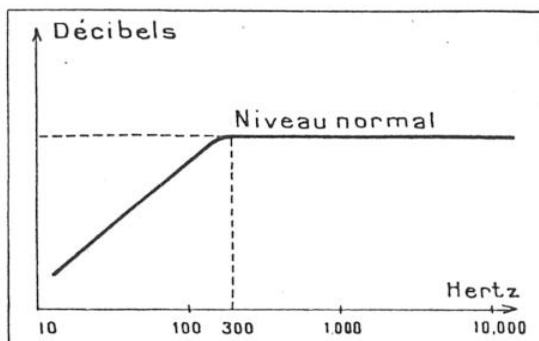


FIG. 1. — COURBE CARACTÉRISANT L'ENREGISTREMENT D'UN DISQUE DE PHONOGRAPHE

Dans l'enregistrement sur disque, effectué à amplitude de sillon variant en raison inverse de la fréquence (pour une même intensité sonore), on est obligé pratiquement d'affaiblir les sons graves, pour éviter l'enchevêtrement des sillons (2).

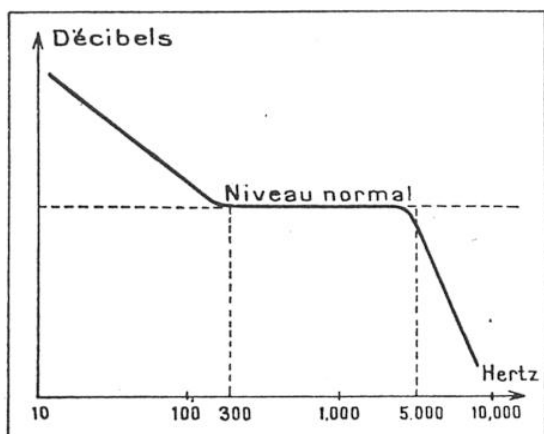


FIG. 2. — COURBE DE RÉPONSE D'UN APPAREIL REPRODUCTEUR POUR DISQUES

A la reproduction d'un disque, il faut relever les sons graves, pour compenser l'affaiblissement qu'ils ont subi à l'enregistrement. De plus, le bruit de fond, composé en grande partie de fréquences supérieures à 5 000 Hz, pourra être considérablement diminué, si on supprime ces fréquences à la reproduction.

de 1/10 de millimètre, si l'on veut qu'il soit reproduit avec la même intensité.

Cette dimension est encore admissible, mais un son de 50 Hz devrait avoir, dans les mêmes conditions, un sillon de 1 mm d'amplitude, ce qui est tout à fait impossible, matériellement, étant donné que, dans les enregistrements normaux, la distance entre deux sillons consécutifs est de l'ordre du quart de millimètre seulement.

On est donc obligé, à l'enregistrement, pour éviter l'enchevêtrement des sillons,

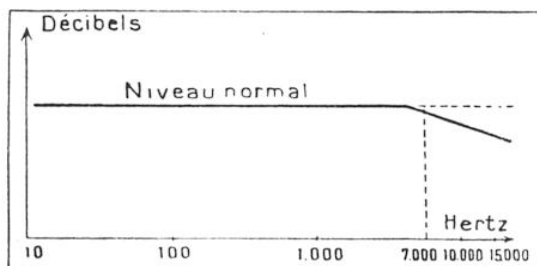


FIG. 3. — COURBE CARACTÉRISTIQUE D'UN APPAREIL ENREGISTREUR DE FILM SONORE

Dans l'enregistrement sur film, la caractéristique de l'appareil enregistreur peut, sans aucun inconvénient, être constante sur tout le registre sonore. Néanmoins, on constate un léger affaiblissement des fréquences très aiguës, causé par la granulation du film dont la finesse est limitée et devient du même ordre de grandeur que la longueur occupée par une période sur la piste sonore du film.

d'affaiblir les sons graves régulièrement, et d'autant plus que leur fréquence est plus basse.

L'appareil d'enregistrement doit avoir une caractéristique de fréquences équivalente à peu près à celle donnée à la figure 1.

L'appareil reproducteur devra par contre être capable de restituer aux fréquences basses leur amplitude primitive et favoriser donc ces fréquences par rapport aux autres.

Un bon reproducteur phonographique aura donc une courbe de réponse s'élevant dans le domaine des fréquences basses (sons graves) et suivant une allure inverse de celle de la courbe caractéristique précédente.

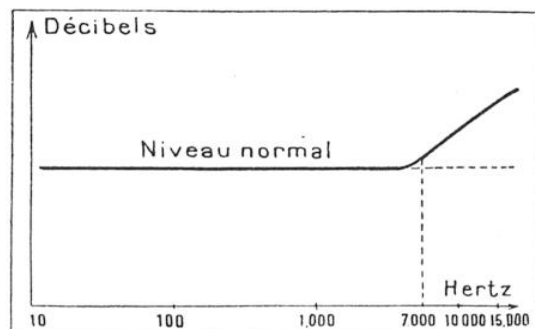


FIG. 4. — COURBE DE RÉPONSE D'UN LECTEUR DE FILM SONORE (HAUTE FIDÉLITÉ)

Pour corriger l'affaiblissement des fréquences très élevées causé aussi bien par la finesse limitée de la granulation du film que par la capacité répartie des différentes lignes (fils reliant les différents appareils), il faut relever légèrement ces fréquences à la reproduction (son dit « haute fidélité » comprenant toutes les fréquences).

D'autre part, le bruit de fond qui accompagne fatalement toute reproduction de disque, et qu'on appelle communément « bruit d'aiguille », est composé en grande partie de fréquences supérieures à 5 000 Hz. On l'atténue donc dans de grandes proportions lorsqu'on supprime ces fréquences ; dans ce but, la courbe de réponse doit alors descendre rapidement à partir de 5 000 Hz environ (fig. 2). Le timbre de la parole et de la musique en est altéré quelque peu, car on supprime ainsi une grande partie des harmoniques ; mais l'oreille préfère toujours une reproduction manquant un peu de fidélité à une reproduction accompagnée d'un bruit de fond important.

La reproduction des sons enregistrés sur film

Toute autre est la caractéristique d'un appareil destiné à la lecture des films

sonores. Que l'enregistrement soit fait à densité fixe ou à densité variable (1), les sons graves peuvent sans aucun inconvénient, être enregistrés dans toute leur ampleur.

En effet, dans le premier procédé, pour être reproduites avec la même intensité, toutes les fréquences doivent avoir une même amplitude sur la piste sonore. Tout à l'heure, nous avons vu que, sur disque, l'amplitude du sillon varie en raison inverse de la fréquence ; ici, l'amplitude est constante en fonction de la fréquence.

Dans le procédé à densité variable, c'est l'opacité de la piste sonore qui est variable ; mais, là aussi, la différence entre l'opacité maximum et l'opacité minimum est, pour une même intensité sonore, constante, quelle que soit la fréquence. Grâce à ces caractéristiques, non seulement les fréquences graves peuvent être enregistrées dans toute leur ampleur et leur reproduction ne nécessite aucun dispositif de correction, mais les fréquences aiguës bénéficient d'avantages qu'elles ne peuvent avoir dans l'enregistrement sur disque.

Nous avons vu que, sur disque, ce qui limite la reproduction des fréquences élevées, c'est le bruit de surface ; cela est fatal, puisque, à mesure que la fréquence augmente, l'amplitude du sillon diminue et finit par devenir du même ordre de

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 123 page 205.

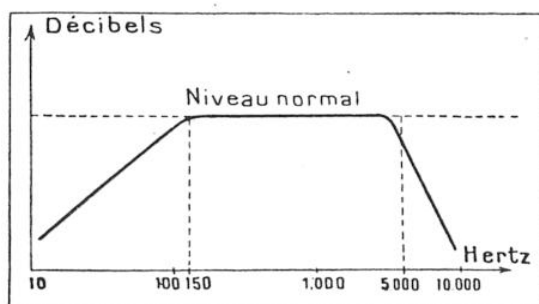


FIG. 5. — COURBE DE RÉPONSE D'UN LECTEUR DE FILM SONORE (SON STANDARD)

Pour les films usés, il est parfois avantageux d'affaiblir graduellement les fréquences très graves, pour atténuer les claquements des collures, et de supprimer les fréquences très aiguës, pour atténuer le bruit de fond, causé par le mauvais état de la piste sonore (son dit « standard » comprenant les seules fréquences entre 100 et 5 000 hertz).

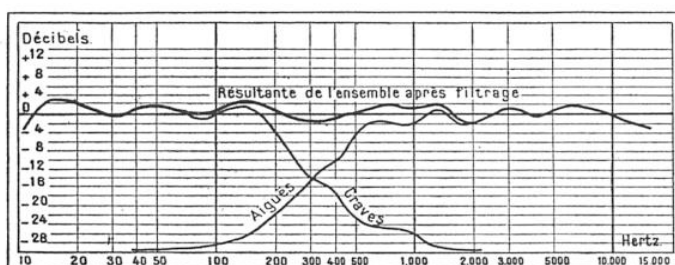


FIG. 6. — COURBE DE RÉPONSE TOTALE D'UN ENSEMBLE « SUPERÉLECTRONIC » RELEVÉE DANS LA SALLE MÊME DU CINÉMA PICARDY OU FUT EFFECTUÉ LE RÉGLAGE DÉFINITIF

Remarquons qu'une différence d'un décibel entre deux sons est à peine perceptible par l'oreille ; la courbe ci-dessus ne dépassant pas, dans les plus grands écarts de sa partie utile, 4 décibels, peut être considérée pratiquement comme constante, et, effectivement, la reproduction est aussi satisfaisante que possible. D'ailleurs les irrégularités causées par les ondes stationnaires, malgré tous les soins apportés pour amortir la salle, restent plus importantes que celles qui affectent la courbe que nous reproduisons et qui est, bien entendu, une moyenne de plusieurs courbes relevées en différents points de la salle.

grandeur que les irrégularités du sillon, irrégularités causées d'abord, à l'enregistrement, par l'arrachement par le burin graveur de la matière dont la finesse du grain est limitée, et ensuite, à la reproduction, par l'usure graduelle du disque par l'aiguille reproductrice.

Signalons aussi que l'« excitation par choc » du système oscillant du pick-up, par ces irrégularités, est une des principales causes du bruit de fond et qu'un pick-up bien amorti donne beaucoup moins de bruit de fond qu'un autre qui ne l'est pas.

Cela est beaucoup moins gênant sur film, puisque les fréquences élevées sont enregistrées avec la même amplitude que les fréquences moyennes ou graves et leur reproduction n'est limitée que par la largeur de la fente du « lecteur » (et de celle de l'enregistreur également, bien entendu) devant laquelle défile ce film, comparée à la longueur d'une période sur la piste sonore et à la finesse limitée de la granulation de l'émulsion photographique portée par le film.

Effectivement, on arrive à enregistrer sur film les fréquences élevées jusqu'à 15 000 Hz, quoique avec un léger affaiblissement graduel à partir de 7 000 ou 8 000 Hz (fig. 3). Mais rien ne s'oppose à ce que l'on corrige, à la reproduction, cet affaiblissement ainsi que la perte de « niveau » sonore causée par la capacité répartie des différentes lignes. On donnera pour cela au système reproducteur une courbe de réponse légèrement montante à partir de 7 000 ou 8 000 Hz (fig. 4).

Un appareil de reproduction ayant une telle courbe de réponse donne des résultats parfaits, à condition, bien entendu, que le film soit aussi parfaitement enregistré et en bon état.

Malheureusement, très souvent, les films ayant servi à un grand nombre de projections finissent par avoir beaucoup de colures et leur piste sonore devient sale et rayée : les colures se traduisent par des claquements très désagréables et le mauvais état de la piste sonore produit un bruit de fond inadmissible. Il est alors avantageux d'affaiblir graduellement les fréquences graves, à partir de 150 Hz environ, pour atténuer les claquements, et de couper énergiquement les fréquences élevées supérieures à 5 000 Hz, pour atténuer le bruit de fond.

La courbe de réponse aura dans ce cas à peu près l'allure donnée par la figure 5. Il est vrai que la qualité de reproduction en sera diminuée, mais les bruits parasites seront très atténués aussi par ce procédé.

Un équipement de cinéma sonore à haute fidélité

Il est à peine besoin de dire que, pour obtenir des courbes de réponse aussi différentes, point n'est besoin d'autant d'appareils à caractéristiques différentes ; un seul ensemble amplificateur avec ses haut-parleurs adaptés suffit dans la majorité

des cas. Un système de filtres appropriés permet de donner à l'ensemble toutes les courbes de réponse que nous venons de voir et cela instantanément par le simple jeu d'un commutateur. Un équipement sonore connu sous le nom de « Superélectronique » a été réalisé récemment sur ces principes et installé dans un cinéma parisien.

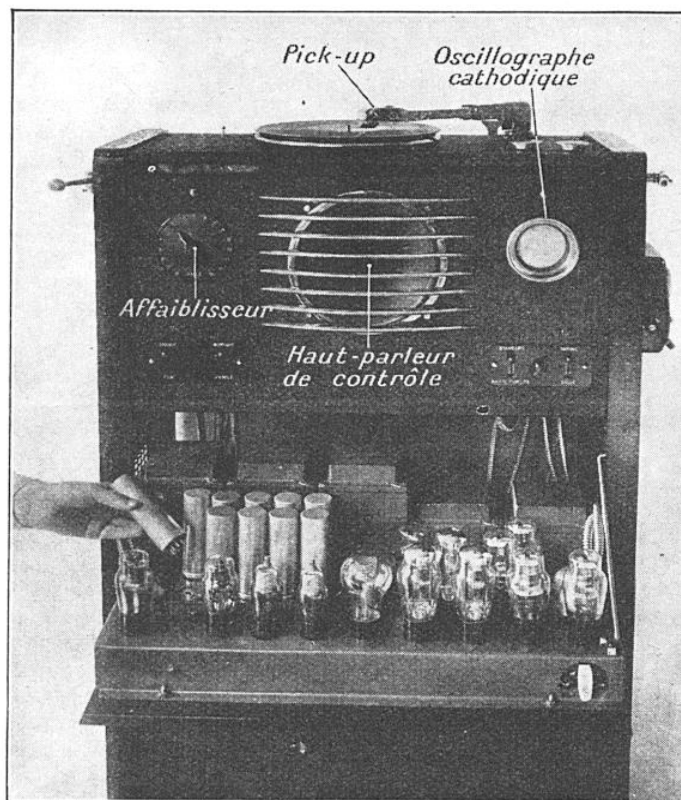
D'ailleurs, un tel système de filtres, qu'on pourrait qualifier de « système nerveux de l'installation », peut remplir aussi d'autres fonctions. C'est ainsi que, dans le *Superélectronique*, les fréquences acoustiques sont partagées, grâce à ce système de filtres, en deux bandes, l'une de 10 à 300 Hz et l'autre de 300 à 15 000 Hz.

Ces deux bandes sont ensuite amplifiées par deux amplificateurs, identiques d'ailleurs, à caractéristique linéaire, et reproduites chacune par un haut-parleur spécialisé.

Cette disposition a été jugée nécessaire, car il est impossible dans

l'état actuel de la technique de reproduire toutes les fréquences du registre sonore, avec le même rendement, à l'aide d'un seul et même haut-parleur.

Cependant, malgré cette spécialisation des haut-parleurs, il arrive que certaines fréquences soient favorisées par rapport à d'autres, soit qu'un haut-parleur ait certaines fréquences propres de résonance, soit que la salle elle-même résonne sur certaines fréquences. Là aussi intervient



(Charlin, constructeur.)

FIG. 7. — RÉALISATION PRATIQUE D'UN ENSEMBLE REPRODUCTEUR DE HAUTE FIDÉLITÉ « SUPERÉLECTRONIC »
On voit, en haut, le pick-up électrodynamique ; ensuite le panneau de commande et de contrôle avec le haut-parleur témoin de contrôle auditif et l'oscillographe cathodique de contrôle visuel, puis les deux amplificateurs de puissance à caractéristique linéaire. Le système de filtres se trouve en général dans la salle même, pour permettre le réglage final sur place.

le système de filtres pour corriger ces résonances par des circuits absorbants. Il est à noter que le réglage final du système de filtres doit se faire dans la salle même, si l'on veut que les défauts inhérents à l'architecture de la salle soient corrigés. Nous donnons (fig. 6) la courbe de réponse totale de l'installation sonore d'une salle parisienne de cinéma, dont les figures 7 et 8 montrent une partie de l'équipement, en particulier l'ensemble des deux haut-parleurs avec leur « baffle ».

Bien entendu, il existe encore d'autres conditions nécessaires pour avoir une reproduction fidèle, mais sur lesquelles nous ne pouvons nous étendre dans cet article.

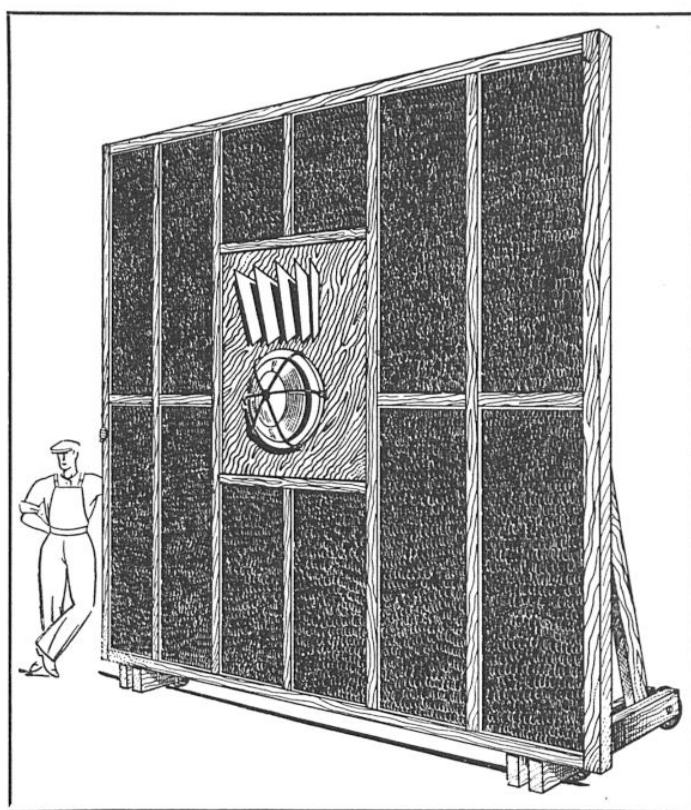


FIG. 8. — ENSEMBLE DE DEUX HAUT-PARLEURS POUR LES FRÉQUENCES AIGUES ET GRAVES MONTÉS SUR LEUR « BAFFLE »
Le haut-parleur du bas reproduit les fréquences comprises entre 10 et 300 Hz et celui du haut celles comprises entre 300 et 15 000 Hz.

Signalons simplement que la lecture, l'amplification et la diffusion de son doivent être exemptes de distorsion non « linéaire »; en d'autres termes, un son enregistré pur, ou en langage technique sinusoïdal, doit rester à la reproduction sinusoïdal, c'est-à-dire exempt d'harmoniques.

Ensuite, les régimes transitoires, c'est-à-dire non périodiques (comme on en rencontre dans les consonnes de la voix parlée, par exemple), doivent conserver leur forme, sans donner naissance à des vibrations parasites (excita-

tions par choc); cela impose bien souvent des conditions assez difficiles à satisfaire complètement et qui exigent une mise au point minutieuse.

EMILE-N. BATLOUNI.

Vingt-cinq années de Sciences et de Techniques

pour le grand public. Cependant, au monde moderne par la science appliquée, on éprouve la nécessité de faire le point et de recenser périodiquement les résultats enregistrés par les efforts conjugués des savants et des praticiens. Tel est le sens général du **NUMÉRO SPÉCIAL EXTRAORDINAIRE** que va éditer **La Science et la Vie** pour marquer les étapes les plus caractéristiques accomplies, au cours du dernier quart de siècle, dans les différents domaines de la science pure et appliquée.

Vous trouverez dans ce numéro extraordinaire, qui constituera aussi le **numéro de NOËL 1938 de La Science et la Vie**, des articles de haute vulgarisation rédigés par d'éminentes personnalités du monde scientifique et industriel. Ce véritable volume de plus de 200 pages abondamment illustrées sera mis en vente le 25 novembre prochain au prix de **7 francs seulement**. Le retenir dès maintenant est une sage précaution malgré l'importance exceptionnelle de son tirage.

LA SCIENCE ET LA VIE

célèbre en 1938 le vingt-cinquième anniversaire de sa fondation. La collection de ses 256 livraisons parues à ce jour forme sans conteste l'encyclopédie la plus complète du savoir et du progrès humains constamment tenue à jour

PRENONS L'ÉCOUTE

LES TRAVERSÉES TRANSATLANTIQUES DU « SHORT-MERCURY », DU « LOCKHEED-14 » ET DU « FOCKE-WULF-200 »

Ces trois remarquables traversées transatlantiques accomplies par des appareils très modernes doivent retenir particulièrement l'attention, en ce qu'elles permettent d'entrevoir ce que seront d'ici peu d'années les services aériens transatlantiques. Il est intéressant de comparer les trois types d'avions utilisés pour ces traversées et de mettre ainsi en évidence les avantages et les inconvénients de chacune de ces formules.

Comparons d'abord le *Focke-Wulf* et le *Short-Mercury* (1) dans les traversées Europe-Etats-Unis. Le *Focke-Wulf* a effectué le parcours Berlin-New York (6 300 km) en 24 h 54 mn, à la vitesse de 254 km/h. Le *Short-Mercury* a effectué le parcours Foynes (Irlande)-Montréal (4 400 km) en 20 h 10 mn à la vitesse de 217 km/h. Le *Short-Mercury* étant plus chargé au m² que le *Focke-Wulf* utilise une puissance moindre par 100 kg de poids total. Malheureusement, il perd une part importante des avantages que lui confère sa voilure très réduite, par le fait qu'il utilise pour l'amérissage deux flotteurs portés par des jambes de force, tandis que le *Focke-Wulf* (avion terrestre) a un train d'atterrissage escamotable en vol. Cela suffit à expliquer la vitesse supérieure de ce dernier appareil. Si le *Short-Mercury* était réalisé en avion terrestre avec train escamotable, sa vitesse serait du même ordre que celle de l'avion allemand et, dès lors, il serait plus économique. Cet avantage de la forte charge au m² est mis en relief d'une façon frappante par la comparaison de l'avion allemand avec le *Lockheed-14* de Howard Hughes (2).

Le premier a effectué le voyage New York-Berlin (6 300 km) en 19 h 58 mn à la vitesse de 317 km/h. Le second a effectué le voyage New York-Paris (5 850 km) en 16 h 35 mn à la vitesse de 352 km/h, et il lui restait assez d'essence pour aller jusqu'à Berlin. Ici, l'avion américain a bénéficié de tous les avantages que lui conférerait sa voilure très réduite, car non seulement il avait — lui aussi — un train d'atterrissage escamotable en vol, mais il avait seulement deux moteurs au lieu de quatre. Or, les capots des moteurs à refroidissement par air constituent de véritables freins qui réduisent très sensiblement la vitesse de l'avion. Il y a donc un avantage très net à concentrer la puissance en deux moteurs au lieu de quatre. Il faut encore remarquer que l'avion américain avait une surcharge très forte, puisque, en exploitation sur les lignes aériennes, son poids total ne dépasse pas 7 900 kg, ce qui correspond à 154 kg/m² et à 25,3 ch par 100 kg de poids total. Mais alors il n'a plus le rayon d'action correspondant à la traversée de l'Atlantique. Il faut bien dire qu'actuellement le décollage du *Lockheed-14*, au poids total de 11 340 kg, constitue une acro-

(1) Ces deux appareils sont des monoplans quadrimoteurs dont voici les caractéristiques pour la traversée transatlantique. *Focke-Wulf-200* : poids total, 18 000 kg ; puissance, 3 740 ch ; poids par m² de surface portante, 150 kg ; puissance par 100 kg de poids total, 19,5 ch. *Short-Mercury* : poids total, 9 300 kg ; puissance, 1 480 ch ; poids total par m² de surface portante, 164 kg ; puissance par 100 kg de poids total, 16 ch.

(2) Voici les caractéristiques de ce dernier appareil pour la traversée transatlantique : poids total, 11 340 kg ; puissance, 2 000 ch ; poids par m² de surface portante, 220 kg ; puissance par 100 kg de poids total, 17,6 ch.

batie véritable qui ne saurait être envisagée pour un service régulier, tandis que l'avion allemand, beaucoup moins chargé au m³, et disposant d'une puissance relativement plus élevée, était plus près des conditions d'une exploitation normale.

L'expérience d'Howard Hughes n'en est pas moins intéressante, car les charges supérieures à 200 kg/m², qui sont inadmissibles pour des avions de 10 t, sont parfaitement admissibles pour des appareils de 80 à 100 t. Or, il sera nécessaire d'atteindre ces tonnages pour les appareils transatlantiques, car des avions comme le *Lockheed-14*, le *Short-Mercury* et le *Focke-Wulf-200* sont trop petits pour emporter d'Europe en Amérique autre chose que quelques centaines de kilogrammes de courrier, tandis que les hydravions de 80 t (1) seront capables de transporter une centaine de passagers de Paris à New York à la même vitesse que le *Lockheed-14* d'Howard Hughes. Si bien qu'en dépit de son caractère un peu acrobatique, le voyage de ce dernier est celui qui se rapproche le plus de ce que sera demain le voyage des appareils transatlantiques utilisés en service régulier.

UNE NOUVELLE VERSION DU « COMPOSITE MAYO » RÉALISÉE AVEC DES AVIONS TERRESTRES

Nous venons de voir que le *Short-Mercury* était fortement handicapé par rapport aux autres appareils, américain et allemand, auxquels nous l'avons comparé, du fait de ses flotteurs et des jambes de force qui les portent. C'est ce que l'on a très bien compris en Angleterre. A la suite de la traversée d'Angleterre au Canada et aux Etats-Unis effectuée par le quadrimoteur *Short-Mercury* (partie supérieure de l'hydravion « composé » *Short-Mayo*), le gouvernement anglais a décidé de mettre en construction un avion terrestre « composé ».

L'avion porteur sera un quadrimoteur de transport Armstrong Whitworth *Ensign*, du type qui va être mis en service sur certaines lignes des *Imperial Airways* (poids total, 21 t ; quatre moteurs de 880 ch ; 40 passagers ; vitesse de croisière de 260 km/h).

L'avion qui sera décollé et catapulté par l'*Ensign* sera identique au *Short-Mercury*, avec cette seule différence que ses flotteurs seront remplacés par un train d'atterrissage escamotable.

Le major Mayo, des *Imperial Airways*, qui est également l'auteur de ce projet, a calculé que la substitution du train rétractable aux flotteurs se traduira par une augmentation de vitesse de 80 km à l'heure, sans qu'il soit nécessaire d'augmenter la puissance. De ce fait, le rayon d'action sera augmenté dans la même proportion que la vitesse sans qu'il soit nécessaire d'accroître l'approvisionnement en combustible. Le rayon d'action, qui est de 4 500 km avec l'hydravion à flotteurs *Short-Mercury*, sera ainsi porté à 6 000 km sans aucune dépense supplémentaire. Le major Mayo estime qu'en faisant voler cet appareil en surcharge (avec un supplément de combustible) il battra facilement le record du monde de distance en ligne droite.

Cet exemple illustre bien l'avantage de l'avion sur les autres moyens de transport : pour l'avion seul, l'augmentation de vitesse est un facteur d'économie.

LES CARBURANTS NATIONAUX

En 1937, la consommation française de combustibles liquides a atteint 3 725 000 t dont 2 250 000 t d'essence. En temps de guerre, elle serait incomparablement plus élevée, sans qu'il soit possible de faire à ce sujet une évaluation qui ait quelque chance de s'accorder — même d'assez loin — avec la réalité. Or, la seule production française est celle de Pételbronn, qui est de l'ordre de 70 000 t d'huile brute dont la teneur en essence est de 9 % seulement. De quels moyens dispose l'économie française pour se libérer des sources étrangères d'hydrocarbures liquides ? C'est un problème que *La Science et la Vie* a déjà évoqué à plusieurs reprises (2).

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 245, page 333. — (2) Voir *La Science et la Vie*, n° 231, page 211.

Récemment, dans une conférence à la Société des Ingénieurs de l'Automobile, M. Bihoreau, directeur des Services techniques de l'Office National des Combustibles Liquides, a passé en revue les sources d'énergie existant sur notre sol et susceptibles de remplacer, dans leurs applications actuelles, les combustibles liquides extraits du pétrole. L'hydrogénation, tout d'abord, qui présente l'inconvénient majeur de faire appel à des combustibles solides dont la production en France est inférieure à la consommation (45 334 000 t extraites en 1937, ne représentant que les deux tiers de la consommation évaluée à 74 214 000 t), se présente comme une solution particulièrement onéreuse puisque, mis à part les investissements très élevés, pour obtenir 1 calorie liquide il faut dépenser 4 à 5 calories solides. Compte tenu du faible rendement des moteurs à explosions (30 % environ), le résultat final apparaît notablement inférieur à celui que donnerait une machine thermique alimentée par de la vapeur produite par combustion directe de la houille ou du lignite. En temps de guerre, l'hydrogénation nécessiterait l'importation d'un tonnage deux fois et demie plus élevé que le raffinage du pétrole pour la production d'une même quantité d'essence. Elle se justifie cependant du fait que la réaction d'hydrogénation convenablement dirigée livre un carburant à haut indice d'octane qui constitue un produit de base pour la fabrication de carburants d'aviation. Les pétroles bruts capables de fournir de telles essences n'existent dans le monde qu'en quantité limitée et ne suffiraient probablement pas pour alimenter, en cas de conflit, les armées des belligérants. Toujours à partir de la houille, mais par *distillation* à haute ou basse température (1 000° dans le premier cas, 600° environ pour le deuxième), il est possible de récupérer, comme sous-produits, nombre de composés intéressants. C'est, tout d'abord, le benzol dont la France produit en moyenne 75 000 t, quantité très faible pour les usages du temps de paix et qui serait entièrement absorbée en temps de guerre par le Service des Poudres. Les goudrons de haute température, susceptibles d'être traités par hydrogénation, mais dont la principale application actuelle est le goudronnage des routes, sont d'une production déficitaire exigeant l'importation annuelle d'environ 200 000 t. Quant au goudron primaire (de basse température), particulièrement intéressant du fait des composés complexes qu'il renferme, une augmentation de sa production est directement liée aux facilités d'écoulement du semi-coke dont le marché pourrait sans doute s'élargir au cours des prochaines années (1).

Si nous laissons de côté, d'une part, la distillation des schistes bitumineux, onéreuse et qui ne peut donner qu'un tonnage limité, d'autre part les huiles végétales, solution essentiellement coloniale, M. Bihoreau parvient à cette conclusion que les seules solutions qui paraissent susceptibles d'un développement immédiat sont l'emploi des combustibles gazeux (gaz d'éclairage principalement), des gazogènes (2) et de l'électricité. Ces trois modes de propulsion pourraient avantageusement se développer parallèlement, le gaz comprimé et l'électricité étant réservés aux véhicules rayonnant autour des centres industriels et urbains et les gazogènes alimentant les véhicules de transport à grande distance.

Cependant, du point de vue économique, la concurrence de ces carburants de remplacement avec l'essence n'est rendue possible que par le traitement de faveur dont ils bénéficient sous forme d'exonération fiscale. Il semble donc que la solution la moins coûteuse serait de découvrir du pétrole sur notre sol ou dans nos colonies. Dans la métropole, les recherches entreprises depuis douze ans par l'Office National des Combustibles Liquides n'ont abouti jusqu'ici qu'à la découverte du petit gisement de Gabian, qui a produit au total une vingtaine de mille tonnes et en donne encore entre 200 et 300 par an. Mais les divers puits exécutés en France (un est actuellement en cours de forage dans la région de Pézenas) n'ont pu, faute de matériel suffisamment puissant, dépasser 1 000 ou 1 500 m, alors qu'en Allemagne les

1) Voir *La Science et la Vie*, n° 209, page 359. — (2) Voir *La Science et la Vie*, n° 252, page 437.

découvertes faites au cours de ces dernières années résultent de sondages profonds. Les recherches se poursuivent en outre au Maroc (où un gisement de faible étendue a été découvert en 1934 au Tselfat) en Tunisie, au Gabon et à Madagascar. Aucun résultat tangible n'a encore été acquis, mais l'espoir de découvrir des gisements exploitables a été confirmé par les études géologiques entreprises à l'occasion de cette prospection.

LE MOTEUR A HUILE LOURDE REMPLACERA-T-IL UN JOUR LE MOTEUR A ESSENCE SUR LES AVIONS ?

Au moment où, des deux côtés de l'Atlantique, on envisage comme très prochaine la réalisation d'un service aérien transocéanique régulier, en présence du record conquis récemment par un avion allemand, — équipé d'un moteur à huile lourde « Juno-205 » (1), — il est particulièrement intéressant de comparer, comme l'a fait récemment M. F. Ricard, ingénieur en chef de l'Aéronautique (2), les qualités respectives des moteurs à carburation (essence) et à combustion (huile lourde). On sait, en effet, comme *La Science et la Vie* l'a montré à plusieurs reprises, que le principal avantage du moteur à huile lourde réside dans l'économie de consommation qu'il permet de réaliser, par suite de son rendement thermique élevé, résultant lui-même du taux de compression volumétrique (3) supérieur de ce type de moteur. Il atteint, en effet, entre 14 et 16 (chiffre nécessaire pour obtenir l'autoinflammation du mélange combustible) contre 7,5 ou 8 au maximum pour les moteurs à explosions alimentés avec des combustibles spéciaux à haut indice d'octane, combustibles dont l'emploi est d'ailleurs onéreux. La consommation en croisière du moteur d'aviation type Diesel, qui était, ces dernières années, de l'ordre de 190 g/ch.h, tend actuellement vers 150 g/ch.h. Celle du moteur à explosions, qui était d'environ 240 g/ch.h, tend vers 190 g/ch.h et demeure donc sensiblement supérieure. Toutefois, il importe de faire entrer en ligne de compte le poids respectif des deux types de moteurs. Actuellement, le poids spécifique du meilleur moteur à explosions est de 390 g/ch et celui du meilleur moteur Diesel de 760 g/ch. On conçoit donc que la durée du voyage joue un rôle prépondérant. On a démontré depuis longtemps que, dans l'état actuel de la technique, le moteur Diesel ne présente d'avantages que sur de longs parcours, où l'économie de combustible rachète le poids accru du groupe motopropulseur. Ainsi, pour les transports continentaux, la supériorité du moteur à essence est établie, tandis que pour les parcours océaniques, beaucoup plus longs, c'est le moteur à huile lourde qui prend l'avantage. Cependant il faut encore porter au passif du moteur Diesel son manque, au moins provisoire, d'endurance pendant les vols de croisière, dû à ce que l'effort maximum d'explosion (qui atteint couramment 80 kg/cm²) est plus élevé et s'exerce plus longtemps qu'avec le moteur à explosions, entraînant une fatigue accrue des cylindres, pistons, segments, paliers, etc. En outre, pendant le décollage et les vols en palier à la vitesse maximum, le groupe motopropulseur doit développer, pendant une durée relativement courte, une puissance maximum, avec un poids total aussi réduit que possible, en sacrifiant au besoin l'économie du combustible utilisé. De ce dernier point de vue (prix, facilités de fabrication, de conservation et de ravitaillement en temps de guerre), le gas oil est supérieur (4) aux mélanges à haut indice d'octane utilisés par le moteur à explosions. Des essais en vol semblent avoir donné des résultats satisfaisants avec des moteurs à explosions alimentés par des combustibles différents au décollage et en croisière, soit qu'on utilise un double circuit d'alimentation avec passage automatique d'un combustible à l'autre pendant le vol, soit que, pendant les surcharges, on fasse appel

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 252, page 448. — (2) *Technique Moderne*, Tome xxx, n° 11.

(3) Le taux de compression volumétrique est le rapport du volume de la cylindrée au volume de la chambre de combustion.

(4) Cinq tonnes de gas oil ne donnent, par cracking, que 3 tonnes d'essence. Ces dernières correspondent à 16 000 ch.h, alors qu'utilisées directement ces 5 tonnes fournissent 33 000 ch.h soit près du double.

à des injections supplémentaires d'alcool, ce qui se traduit par une augmentation sensible de la puissance, de l'ordre de 30 %.

Signalons également la solution des appareils polymoteurs, équipés simultanément de moteurs à explosions et de moteurs Diesel ; la grande puissance massique des premiers (arrêtés pendant le vol en croisière) faciliterait le décollage. Rien n'empêche d'ailleurs de concevoir, comme l'indique M. Ricard, un moteur pourvu à la fois de carburateurs, de bougies et d'injecteurs. Ce moteur mixte, dont le taux de compression volumétrique serait voisin de 10, fonctionnerait au décollage en moteur à explosions développant une puissance élevée et alimenté, bien entendu, avec un combustible fortement antidétonant et, en croisière, en moteur à injection de gas oil, à consommation réduite et économique.

BIOLOGIE ET RADIOACTIVITÉ ARTIFICIELLE : LES APPLICATIONS BIOLOGIQUES DU CYCLOTRON

Notre éminent collaborateur, le professeur Houllévigie, a exposé récemment (1) comment, au cours des recherches physiques actuellement à l'ordre du jour concernant la constitution la plus intime des atomes, il est nécessaire de faire appel, pour « bombarder » avec quelque chance d'efficacité les noyaux atomiques, à des particules électrisées telles que le proton (noyau de l'atome d'hydrogène), le deuton ou dipron (noyau de l'atome d'hydrogène lourd, isotope (2) de l'hydrogène ordinaire) ou la particule alpha (noyau d'hélium), auxquelles on a communiqué artificiellement une vitesse, donc une énergie, très élevée. Des résultats fort intéressants ont déjà été obtenus avec les machines électrostatiques (3) établissant dans un tube à décharge une chute de potentiel très élevée qui sert à accélérer le projectile électrisé. On sait que le Palais de la Découverte renferme une telle machine établissant entre deux sphères métalliques une différence de potentiel de l'ordre de 5 millions de volts ; aux États-Unis des machines analogues ou même plus puissantes sont en construction.

L'emploi de tensions aussi élevées n'est pas sans présenter de grandes difficultés dans la pratique, mais *La Science et la Vie* a déjà montré (4) qu'il est possible d'obtenir à moins de frais des résultats analogues en opérant d'une manière indirecte à l'aide du *cyclotron* imaginé par le professeur américain E.-O. Lawrence, de l'université de Californie. Avec cet appareil, qui met en œuvre des tensions relativement basses de l'ordre de 50 000 V, l'énergie de la particule électrisée est accrue par fractions successives, en lui appliquant à plusieurs reprises la même chute de tension. On a ainsi pu obtenir des projectiles qui possèdent une énergie équivalente à celle que leur aurait communiquée une différence de potentiel de plus de 8 millions de volts. Le professeur Joliot (prix Nobel 1935), à Cachan, a fait construire par la Compagnie Oerlikon un cyclotron dont le poids est de 26 tonnes et dont le prix avec tous ses accessoires, y compris le générateur à haute fréquence et les pompes, dépasserait 1 500 000 f. Le professeur Lawrence utiliserait actuellement un cyclotron pesant plus de 100 tonnes et en ferait construire un de plus de 200 tonnes. Dans le monde entier, il existerait actuellement une trentaine de tels appareils, dont la plupart aux États-Unis, deux en Grande-Bretagne, un en France et un en U. R. S. S.

On sait que par le bombardement des noyaux atomiques, le cyclotron permet de réaliser des transmutations et de créer en quantité appréciable des éléments radioactifs jusqu'ici inconnus. D'après le professeur anglais J. Chadwick, membre de la *Royal Society*, les plus importantes applications de cette radioactivité artificielle

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 247, page 16.

(2) Les éléments, tels qu'on les trouve ordinairement, sont un véritable mélange des éléments simples dont les masses atomiques sont des nombres entiers (en prenant 16 pour l'oxygène, seul l'hydrogène, avec 1,008, fait exception). Les éléments mélangés ont des propriétés chimiques identiques, mais des masses atomiques différentes. On les appelle les isotopes de l'élément en question. Ainsi, le chlore ordinaire (masse atomique 35,46) est un mélange de deux chlores isotopes dont les masses sont 35 et 37.

(3) Voir *La Science et la Vie*, n° 238, page 279. — (4) Voir *La Science et la Vie*, n° 246, page 444.

doivent être du domaine biologique. Ces éléments nouveaux, capables, comme les éléments ordinaires dont ils sont des isotopes instables, d'entrer en combinaisons pour former des corps composés doués de propriétés chimiques en tout semblables aux composés normaux, peuvent, en effet, servir d'indicateurs très sensibles permettant de tracer pas à pas le chemin suivi par des éléments absorbés à travers les organes et les conditions dans lesquels s'effectuent les échanges nutritifs constituant le métabolisme des êtres vivants. Le radiophosphore, par exemple, provenant du bombardement de l'aluminium par des particules alpha, permet de suivre à travers tout le corps humain la circulation et la distribution du phosphore ordinaire. La précision extrême de cette méthode originale d'expérimentation *in vivo* apporte aux recherches biologiques des possibilités d'investigation pratiquement illimitées, sur lesquelles *La Science et la Vie* aura l'occasion de revenir pour en commenter les résultats et en dégager les enseignements.

LES AUTOMOBILISTES POURRONT-ILS BIENTOT CONNAÎTRE A CHAQUE INSTANT LA PUISSANCE DÉVELOPPÉE PAR LEUR MOTEUR ?

Le tableau de bord des véhicules routiers à traction mécanique s'« orne » de multiples cadrans multicolores et souvent lumineux, dont le nombre est d'autant plus grand que le prix d'achat de la voiture est plus élevé. Sans doute donnent-ils d'utiles indications, mais on ne peut manquer de déplorer que le renseignement qui serait incontestablement le plus précieux fasse toujours défaut. Il s'agit de la puissance effectivement développée par le moteur à chaque instant. On sait qu'elle varie dans de très larges limites, suivant la vitesse atteinte, le profil de la route, etc... S'il était possible d'avoir constamment sous les yeux, d'une part, la puissance du moteur, d'autre part, la consommation instantanée de carburant, il serait aisé de déceler immédiatement toute anomalie dans le fonctionnement du moteur entraînant une baisse de rendement. En fait, on peut dire que, sur les millions de véhicules à propulsion mécanique actuellement en fonctionnement dans le monde, il n'y en a pas un sur cent peut-être dont le rendement s'approche de la valeur maximum théorique, leur réglage dépendant généralement du tour de main et de l'appréciation subjective d'un « mécanicien ». C'est qu'en effet il est très difficile, dans l'état actuel de la technique, de mesurer par des procédés simples la puissance mécanique développée par une machine. Alors que, dans le cas d'une puissance électrique, il suffit de brancher un wattmètre pour l'évaluer avec une grande précision et, au besoin, enregistrer ses fluctuations d'une manière continue, on est obligé, pour la puissance mécanique, d'avoir recours aux méthodes classiques et compliquées d'essai au frein dynamométrique ou de relevé des diagrammes de pression. C'est à bord des bâtiments de la marine de commerce, en particulier des « motorships », où la consommation de combustible joue un rôle capital, que les appareils spéciaux mesureurs de couple ont été mis au point. Plus récemment, l'étude du fonctionnement des moteurs d'aviation à très haute altitude a exigé la mesure pendant le vol de la puissance développée et, pour cette application particulière, un technicien anglais, C.-V. Drysdale, a réalisé un wattmètre mécanique qui pourrait aussi bien, n'était son prix encore trop élevé, être installé sur les véhicules routiers.

En voici le principe. Pour connaître la puissance transmise par l'arbre d'un moteur, il est nécessaire de mesurer, d'une part, le couple développé par le moteur, d'autre part, sa vitesse de rotation, et de multiplier ces deux quantités l'une par l'autre. Ces différentes opérations, délicates à réaliser par des moyens purement mécaniques, peuvent l'être assez simplement par des moyens électriques. En effet, si l'on monte sur l'arbre de transmission une petite génératrice à excitation constante ou à aimant permanent, on obtient un courant dont l'intensité est directement proportionnelle

à la vitesse de rotation. Ce courant peut être utilisé pour alimenter un « mesureur de couple électrique à torsion (1) ». Un tel appareil délivre une force électromotrice proportionnelle au couple, lorsqu'il est alimenté à tension constante ; comme cette tension est ici proportionnelle à la vitesse de rotation, la force électromotrice finale sera donc proportionnelle au produit de la vitesse de rotation et du couple, donc proportionnelle à la puissance.

L'appareil réalisé pour l'étude des moteurs d'aviation au *Royal Aircraft Establishment* de Farnborough, en Angleterre, comportait une source extérieure de courant pour l'excitation de la première génératrice. Sans doute devrait-il être possible de simplifier cet équipement en faisant appel à des aimants permanents puissants, à l'aluminium ou au cobalt-aluminium (2). Le wattmètre mécanique, réalisé ainsi sous une forme robuste et économique, pourrait trouver sa place sur l'arbre à cardan de la transmission, et le voltmètre installé sur le tableau de bord indiquerait à chaque instant la puissance développée.

HYDRAVIONS GÉANTS AMÉRICAINS POUR L'ATLANTIQUE-NORD

La Science et la Vie a signalé récemment (3) l'initiative audacieuse de la puissante compagnie américaine de navigation aérienne, la *P. A. A. (Pan American Airways)* qui envisage la création d'une flotte d'appareils géants capables de transporter chacun une centaine de passagers d'un continent à l'autre par dessus l'Atlantique. Voici les conditions générales fixées par la *P. A. A.* et destinées à servir de base aux études des constructeurs : rayon d'action, 8 000 km ; vitesse commerciale minimum, 320 km/h au niveau de la mer et 480 km/h à 7 500 m d'altitude ; équipage, 16 hommes ; passagers transportés, 100.

Sur huit constructeurs spécialisés dans la réalisation d'appareils de gros tonnage et consultés par les *P. A. A.*, quatre ont soumis des avant-projets : Boeing, Consolidated (4), Sikorsky et Douglas, ainsi qu'un cinquième constructeur, Seversky (5), auquel les *P. A. A.* n'avaient pas jugé utile de s'adresser. Tous, à l'exception de Douglas, présentent des hydravions géants de formes sensiblement différentes, tandis que Douglas a fourni le dessin d'un appareil terrestre. Cette dernière solution pourrait sembler peu appropriée à un service transatlantique ; il faut cependant remarquer qu'en cas de panne d'un moteur, on n'envisage nullement d'amérir, mais bien d'effectuer la réparation nécessaire en vol. La coque, de forme aérodynamique peu favorable aux grandes vitesses et à la réalisation d'une cabine étanche indispensable au vol à haute altitude, perd ainsi sa raison d'être.

Ajoutons que l'avant-projet choisi devra, dans un délai de six mois, être étudié à fond par le constructeur, qui recevra pour ses plans une indemnité de 35 000 dollars. La commande définitive portera sur des séries de trois, six, ou douze appareils.

(1) Un tel appareil se compose essentiellement de deux alternateurs semblables placés aux extrémités d'une barre de torsion formant accouplement élastique. Lorsque cet accouplement transmet un couple, l'un des rotors d'alternateur tourne par rapport à l'autre et il en résulte un déphasage entre les forces électromotrices engendrées. La force électromotrice résultante, nulle en l'absence de torsion, est ainsi proportionnelle au couple transmis pour de petits angles de torsion.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 218, page 96. — (3) Voir *La Science et la Vie*, n° 250, page 243.

(4) Bien que les caractéristiques générales des divers projets aient été gardées secrètes par les *Pan American Airways*, voici cependant celles de l'hydravion proposé par Consolidated, telles que les a publiées le constructeur : poids total, 76 t ; quatre moteurs « Allison » à compresseurs développant 2 180 ch chacun au décollage, placés dans l'aile et actionnant chacun une hélice tractrice par l'intermédiaire d'un arbre de transmission ; charge payante, 11 400 kg ; carburant, 32 000 litres ; vitesse maximum à 6 000 m, 445 km/h ; envergure, 60 m ; longueur de la coque, 32 m ; équipage, 16 hommes ; rayon d'action, 8 000 km.

(5) La *Seversky Aircraft Corp.*, n'ayant pas les mêmes engagements que les autres constructeurs, a largement diffusé les caractéristiques de son projet, beaucoup plus d'« avant-garde », si l'on peut dire, que les autres. L'appareil serait capable de réaliser une vitesse commerciale de 386 km/h en transportant 120 passagers et 20 t de charge utile. Il se composerait d'une aile de 76 m de long, contenant de luxueux aménagements pour passagers et portant deux fuselages avec, entre les deux, une nacelle de commandement. Contre la face inférieure des fuselages sont placés les flotteurs relevables en vol suivant une disposition originale. Cet avion serait entièrement construit en acier inoxydable soudé.

LES NOUVEAUX HORIZONS SCIENTIFIQUES DU PROBLÈME DU CANCER

Par Jean LABADIÉ

Le problème du cancer compte parmi les plus importants qui se posent à notre époque, non seulement pour le médecin, mais aussi pour le biologiste. Au fur et à mesure qu'on l'approfondit au laboratoire, — les progrès acquis au cours des vingt-cinq dernières années sont, du point de vue scientifique, véritablement considérables, — il apparaît en effet de plus en plus étroitement apparenté aux problèmes biologiques fondamentaux touchant la nature de la vie, la constitution de la matière vivante, le mécanisme de l'hérédité, et le métabolisme (échanges nutritifs avec le milieu ambiant). La découverte du cancer professionnel, signalé il y a plus d'un siècle, et celle plus récente du cancer expérimental, ont permis de mettre en évidence, dans la genèse d'une tumeur, le rôle de deux facteurs : l'un, local (par exemple, lésion irritante provoquant une régénération chronique des tissus) ; l'autre, général, résultant d'une prédisposition cancéreuse de l'organisme, laquelle peut-être acquise ou héritée dans des conditions encore mystérieuses. La maladie cancéreuse est essentiellement une maladie de la cellule vivante, qui, par un mécanisme que nous ignorons encore totalement, donne naissance à ce que l'on pourrait considérer comme une « race » nouvelle de cellules dont la prolifération envahissante constitue la tumeur maligne. On peut considérer aujourd'hui comme scientifiquement démontré qu'il ne s'agit en aucune façon d'une maladie infectieuse provoquée par un virus microbien, mais bien par un virus purement « chimique » apparenté, de par sa constitution, aux vitamines et aux hormones, et qui, d'ailleurs, comme ces composés complexes, pourrait être élaboré, dans des conditions encore inconnues, par les cellules vivantes elles-mêmes. Cette constatation permet d'espérer qu'il sera possible de lutter d'une manière vraiment rationnelle et efficace contre le cancer lorsqu'on sera parvenu à préparer les anticorps neutralisant le virus chimique qui le provoque, de même que l'on sait déjà préparer les anticorps correspondant aux virus reconnus de nombreuses autres maladies. Peut-être même parviendra-t-on à élucider le mécanisme par lequel une cellule normale se transforme en cellule cancéreuse, et pourra-t-on formuler des règles pratiques pour éviter cette « mutation ».

LE problème du cancer ne peut se traiter ici du point de vue thérapeutique. Et nous ne l'aborderions pas dans cette revue, si précisément à propos du cancer, dont le traitement demeure jusqu'à nouvel ordre tout empirique, une véritable science nouvelle n'était née : la « cancérologie ». Elle s'appuie sur l'étude de la cellule vivante considérée dans ses évolutions normales et anormales, le cancer étant, avant tout, une maladie de la cellule.

Or, les clartés acquises depuis vingt-cinq ans sur la physiologie et la pathologie de la cellule forment l'un des plus beaux chapitres de la biologie moderne. Cela, parce que la physiologie et la pathologie cellulaires ont trouvé dans les progrès concomitants de la biochimie (1) un complément d'une précision inattendue.

Nos lecteurs savent toute l'importance qui s'attache maintenant aux vitamines (2),

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 242, page 116.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 250, page 305.

aux hormones (1), — corps chimiques de formules moléculaires connues ou très approximativement déterminées, — mais nous ne leur avons pas encore parlé des virus chimiques récemment découverts par un biologiste américain, Stanley, de l'Université de Princeton, dont les effets sur la vie cellulaire ne sont pas moins étonnants.

On connaît depuis longtemps une maladie de la vigne et du tabac dite « mosaïque » qui se traduit par une dégénérescence des feuilles analogue, par exemple, au « mildiou ». Mais, alors que l'agent pathologique du mildiou a été reconnu dans un « champignon » microscopique, l'agent microbien de la « mosaïque » a toujours échappé aux investigations du microscope. On avait conclu à l'existence d'un microbe filtrant, invisible.

Cependant, les recherches de Stanley ont abouti à l'isolement d'un corps chimique qui, même et surtout « cristallisé », inocule

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 214, page 301.

la « mosaïque » aux feuilles de la vigne et du tabac, il suffit d'un *millardième* de *gramme* du virus de Stanley cristallisé, à l'état pur, pour infecter ces végétaux. Une fois inoculé, le virus chimique se propage exactement comme les virus microbiens. On est donc en présence d'un *agent infectieux*, (toxine) dépourvu de tout « préparateur » vivant permanent, c'est-à-dire de « microbe » responsable. L'état cristallin initial du *virus chimique* prouve suffisamment cette absence de tout facteur vivant (1).

Par quel mécanisme inconnu, une molécule chimique peut-elle agir comme un microbe ?

Les travaux des cancérologues semblent justement devoir éclaircir le mystère.

Au sein de la cellule cancéreuse, leurs observations les plus minutieuses n'ont découvert aucun microbe. Et leurs déductions les plus scientifiques, à partir de ces observations, écartent de plus en plus l'hypothèse d'un « virus microbien » ultra microscopique, du cancer, pour s'attacher chaque jour davantage à celle d'un *virus chimique* probablement fabriqué par les cellules elles-mêmes cancéreuses, au cours de leur prolifération anormale.

Les produits chimiques « cancérigènes »

Si le microbe du cancer reste inconnu et d'une existence improbable, on possède, par contre, une liste sans cesse accrue de substances chimiques capables de « déclencher » le processus du cancer, c'est-à-dire une prolifération de cellules anormales (2).

C'est en 1915 que deux biologistes japonais, Yamagiva et Itchikawa, réussirent à provoquer expérimentalement de véritables cancers chez des souris et des lapins, en badigeonnant leur peau avec du *goudron de houille*. Tel est le point de départ de la cancérologie expérimentale. La découverte de Yamagiva et Itchikawa est d'une importance capitale parce que, depuis son avène-

(1) On sait combien les végétaux sont sujets à présenter de ces nodosités pathologiques qui se présentent tantôt en formes désordonnées comme le « cancer du géranium », tantôt en formes spécifiques très nettes rappelant de véritables « fruits », telles les « galles » du chêne. Or, dans un cas comme dans l'autre, on trouve un être vivant à l'origine de ces « cancers ». Pour le géranium, c'est un « microbe », *bacter tumefaciens*, dont le mode d'activité n'est pas encore bien élucidé. Pour les « galles », c'est un insecte (un *cynips*) qui, lui, *secrète un acide bien défini*. L'insecte pique la feuille de chêne et cela suffit à provoquer la croissance de la « galle », sorte de « fruit parasite ». Quelquefois la galle difforme (en « pomme de terre », en « artichaut ») abrite les larves des insectes : celles-ci entretiennent alors, la sécrétion du *virus chimique*.

(2) Voir à ce sujet la brochure de J. DELAVENNA : *Les produits chimiques cancérigènes*.

ment, elle n'a cessé de se développer, tout comme la découverte de l'infection microbienne par Pasteur se développa sans arrêt jusqu'à provoquer celle des vaccins. C'est pourquoi, hâtons-nous de le dire, la cancérologie moderne, quoique plus lente que l'œuvre de Pasteur dans ses succès pratiques, peut être considérée comme ayant trouvé désormais, elle aussi, la bonne voie.

En attendant la découverte, peut-être assez proche, d'une thérapeutique curative ou préventive, elle permet d'envisager dès maintenant une prophylaxie du cancer, dans la mesure où elle décèle déjà quelques causes certaines du mal — fût-ce des causes éloignées.

La réussite des Japonais n'eut d'ailleurs rien d'inattendu. Ils avaient entrepris leur expérience en partant de ce fait, signalé depuis cent cinquante ans, par Pott, qu'il existe un « cancer des ramoneurs » — plus généralement, à notre époque, un cancer « professionnel » chez les ouvriers des industries chimiques traitant les dérivés de la houille, notamment le goudron. Avant Yamagiva et Itchikawa, d'autres biologistes avaient procédé aux mêmes badigeonnages de goudron sur la peau des souris dans l'espoir de réaliser un *cancer expérimental*. Mais n'ayant pas obtenu de résultats après un mois, trois mois, six mois, de badigeonnages quotidiens, ces expérimentateurs avaient renoncé et conclu de façon négative. Les Japonais, eux, continuèrent durant un an. Et c'est au bout d'un an que le cancer apparut ! La patience nippone, on le voit, n'est pas seulement une vertu guerrière. Et le « quart d'heure » de Nogi peut s'avérer singulièrement long, dans les luttes du laboratoire.

La découverte japonaise se précise en Angleterre

Ce succès ne fut, du reste, qu'un début. Le « goudron de houille », on a coutume de le répéter, contient « tout ce qu'on veut » en matière d'hydrocarbures : l'industrie de synthèse des colorants, des parfums, etc., le démontre amplement (1). Il s'agissait donc de préciser, parmi les innombrables hydrocarbures du goudron, ceux ou celui qui représentent l'agent de cancérisation, dans l'expérience des Japonais. C'est aux Anglais que revient l'honneur d'avoir résolu ce nouveau problème.

En 1924, Kennaway, du *Cancer Hospital* de Londres, réalisait un composé d'hydrocarbures « aromatiques » en *hydrogénant*

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 209, page 359.

l'isoprène dans un tube chauffé à 820°. Les produits obtenus provoquaient la naissance du cancer des souris beaucoup plus rapidement et avec un plus grand nombre de réussites, que le goudron de houille brut. Or, un caractère spécial des produits de Kennaway était de ne révéler, à l'analyse, aucun autre corps que le *carbone* et l'*hydrogène*, sinon à l'état de *traces*. Mais l'existence même de *traces* de corps étrangers à la formule « hydrocarbure », suffisait pour empêcher d'attribuer avec certitude la propriété cancérigène aux hydrocarbures. Il fallait donc préciser encore.

Nous n'entrerons pas dans les travaux détaillés de l'école anglaise. L'examen rationnel des formules chimiques, ainsi que

les indications du spectrographe (instrument merveilleux pour l'identification des molécules complexes) conduisit les chercheurs londoniens à fixer leur attention sur le « groupe chimique des stérols » et notamment la *cholestérine*, dans ses réactions avec les *acides biliaires* sécrétés par le foie. La « propriété cancérigène » apparut finalement comme liée à une propriété chimique très nette, que je m'excuse d'avoir à définir d'une manière précise, quoi qu'elle puisse paraître hermétique aux non-spécialistes de la chimie organique : « Tous les corps capables de produire le cancer expérimental de la souris sont des hydrocarbures à 4 ou 5 cycles aromatiques. »

Les deux schémas ci-joints de formules chimiques développées dans le plan, montrent clairement l'agencement des atomes de *carbone* et d'*hydrogène* dans les molécules des hydrocarbures en question. On voit que l'un des corps choisis en exemple, le « 1-2 benzopyrène », est un hydrocarbure à cinq cycles. L'autre, le « méthylcholanthrène », est à quatre cycles. Celui-ci, qui est le cancérigène le plus énergique actuellement connu, fut préparé en 1935, à Londres, par Fieser et Newmann.

La préparation de ces corps cancérigènes exige des traitements à haute température : la filiation du « méthylcholanthrène », à partir de l'*acide cholique*, exige, par exemple,

des pyrolyses (traitements thermiques) à 260° et 330° C. Le foie n'en demande pas tant pour fabriquer son *acide cholique*, ni, en général, aucune autre de ces « usines de synthèse » que sont nos glandes endocrines, fabriques d'hormones. L'organisme vivant fonctionne pour ainsi dire à froid dans son travail de synthèse.

Or, il se trouve que les *hormones sexuelles*, la *vitamine D*, les *stérols*, certains *toxiques cardiaques*, des *alcaloïdes* (tous corps de grande importance biologique) possèdent, avec les hydrocarbures cancérigènes, un caractère commun : leur formule chimique comporte un « noyau » caractéristique, bien connu des spécialistes sous le nom de « noyau phénanthrène ».

Prenez encore ici le mot, sans l'approfondir. C'est l'affaire des chimistes.

Ainsi, sans dire davantage, nous concevons la nature strictement chimique de la liaison du *pouvoir cancérigène* des substances avec leur formule développée. Il

était seulement nécessaire de montrer comment, à partir du goudron brut utilisé par les savants japonais, les biochimistes britanniques avaient abouti, par des méthodes rigoureuses, à ce curieux rapprochement : les *substances cancérigènes*, qui désorganisent les tissus vivants, ont des *points essentiels de similitude moléculaire* avec des substances infinitésimales (*hormones*, *vitamines*) sans lesquelles ces tissus ne sauraient vivre normalement !

Le problème du cancer venait donc rejoindre celui des hormones. Les agents les mieux reconnus de l'état de vie *normal* (vulgairement appelé « santé ») venaient donc, aux yeux du savant, se placer sur le même plan que les agents de la plus terrible des maladies encore indomptées.

Confirmations biologiques expérimentales

Du point de vue biologique, l'expérience confirme, du reste, les précédentes déductions offertes par le « raisonnement chimique », si j'ose dire.

Alors qu'il fallut un an de badigeonnage au goudron brut, pour obtenir le premier

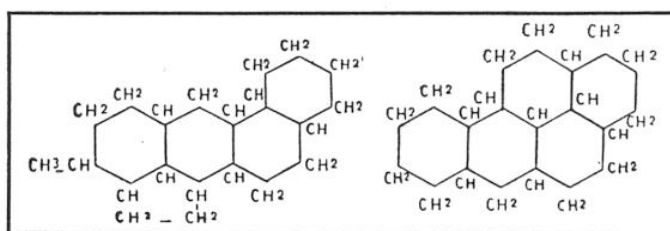


FIG. 1. — DEUX COMPOSÉS CHIMIQUES CAPABLES DE DÉTERMINER LE CANCER EXPÉRIMENTAL CHEZ LA SOURIS
A droite, le 1-2 benzopyrène ; à gauche, le méthylcholanthrène, le cancérigène le plus énergique actuellement connu.

cancer expérimental, Maisin et Coolin obtiennent le même résultat, sur des souris, par application, trois fois par semaine, d'une goutte de méthylcholanthrène (en abrégé M. C. A.) en solution benzolée au taux *infime* de 3 pour 1 000. A la vingt-cinquième goutte, le cancer apparaît. Il a donc suffi de 2 mg de M. C. A. Le caractère *infinitésimal* de la dose rappelle d'une manière frappante celui de l'activité des hormones et des vitamines.

On connaît, d'autre part, les relations des vitamines D avec le « cholestérol ». On se souvient de la démonstration qui a été faite de la formation de la vitamine D (anti-rachitique) par l'irradiation ultraviolette de la peau. Or, Roffo, directeur de l'Institut du Cancer de Buenos-Ayres, a établi une relation entre la teneur de la peau de la face en cholestérol et l'apparition du cancer. La peau faciale de l'homme est plus riche que celle de la femme en cholestérol. Loeffler a signalé les mêmes rapports statistiques entre mâle et femelle, quant au foie du lapin ; Chamberlain quant aux glandes surrénales ; Barger quant aux ovaires.

D'autres savants : Cohen, Cook, Hewett, Girard (que l'on me pardonne cette sèche énumération de chercheurs inconnus du public) posent l'hypothèse que les *hormones* représentent probablement des stades successifs de *déshydrogénation* d'une molécule de stérol et font remarquer que, dans certaines circonstances, les hormones, ainsi conçues, pourraient donner naissance à des produits cancérigènes... Or, deux ans plus tard, en 1936, Laccassagne, de l'*Institut du Radium* de Paris, confirme cette vue anticipée : il démontre le pouvoir cancérigène des trois principales hormones ovariennes, découvertes dans l'urine de jument gravide, c'est-à-dire l'*œstrine*, l'*équiline*, l'*équilénine*. Girard, de notre *Institut de Recherches biophysiques*, applique des solutions de ces hormones sur des mamelles de souris, à la dose incroyablement faible de 1 vingtième de centimètre cube d'une huile elle-même dosée à 1 pour 1 000. Le résultat est positif.

Les Japonais de leur côté ne sont pas demeurés inactifs : Kinoshita a réussi à provoquer une étonnante variété de tumeurs, surtout du foie, en alimentant des rats avec du Butter-Yellow (hydrocarbure très précis) additionné de riz « non glacé », donc chargé de ses vitamines.

Le fait est donc bien établi : en cherchant la substance « cancérigène », les biologistes sont venus buter sur les « hormones » et

leurs cousines les « vitamines », substances vitales par excellence. Jamais le contraste du « bien et du mal », la lutte éternelle d'Ormuz et d'Ahriman, n'étaient apparus si crûment au même carrefour.

Le caractère végétatif des cellules « embryonnaires » et des cellules cancéreuses

Il résulte des travaux dont nous venons de présenter seulement une très pâle esquisse, que les *moindres modifications de la composition moléculaire* des substances qui sont à la base du fonctionnement normal de la vie, peuvent transformer ces substances en agents du cancer.

Et, maintenant, essayons de comprendre — autant que les plus récents travaux le permettent — comment peut se réaliser cet extraordinaire maléfice : 1 *demi-milligramme* de M. C. A. incorporé à une cellule en fait une cellule cancéreuse ; puis, cette cellule « maligne » prolifère en conservant son caractère « malin ». Et ainsi, de proche en proche, se développe une *tumeur*, que les spécialistes dénomment « sarcome », « carcinome », « épithéliome », etc., suivant la nature du tissu différencié qui en est affecté. Ni le tissu osseux, ni le musculaire, ni le conjonctif, ni le nerveux, ni l'épiderme, bref, aucun tissu vivant ne paraît à l'abri de cet accident pathologique.

Comment se propage la prolifération cellulaire maligne ?

Si le problème n'est plus entier, il est loin d'être résolu. Aussi bien, ce n'est pas sa solution que nous allons présenter, nous le répétons avec insistance, mais seulement l'état actuel des hypothèses les plus plausibles.

Pour bien comprendre la nature de ces hypothèses, il convient d'acquiescer une connaissance préalable de quelques notions touchant la vie particulière des cellules, dont la vie de l'*être total* n'est, en somme, que la fonction résultante. Or, si la vie d'un être organisé dépend des cellules qui le composent, la vie de celles-ci peut fort bien n'être pas subordonnée à celle de l'être total.

La biologie élémentaire nous enseigne que tout être vivant est le résultat organisé d'un processus de croissance extrêmement simple à l'origine : l'œuf fécondé, cellule initiale, se divise en d'autres cellules par « karyocinèse » (1), et celles-ci croissent, puis se subdivisent à leur tour, etc... Mais le

(1) La subdivision cellulaire se nomme encore « mitose ».

tissu vivant ainsi formé par prolifération ne reste pas homogène : à mesure que l'embryon se développe, la « différenciation » des tissus se précise. Sitôt après le stade dit de la « morula », vient celui de la « blastula », puis de la « neurula ». Dès ce moment, l'embryon révèle un tissu nerveux — le premier différencié. Ensuite, apparaît le tissu musculaire, avec l'ébauche du cœur ; et l'épithélial, support des futurs organes sensoriels, etc. La « différenciation » constitue donc, pour les cellules qui la subissent, un éloignement de plus en plus accentué de l'état primitif dit « embryonnaire ».

Après la naissance, la différenciation s'accroît encore, par le développement et le fonctionnement des organes.

Mais voici le fait capital : la différenciation cellulaire est loin de s'effectuer au même rythme et à la même vitesse pour tous les tissus. En sorte que si le caractère « embryonnaire », tout relatif, se trouve perdu de très bonne heure par les cellules nerveuses et les musculaires, premières différenciées, il persiste chez toute une catégorie de cellules, celles dont les tissus seront précisément sujets à usure, au cours de l'existence. C'est ainsi que les cellules du

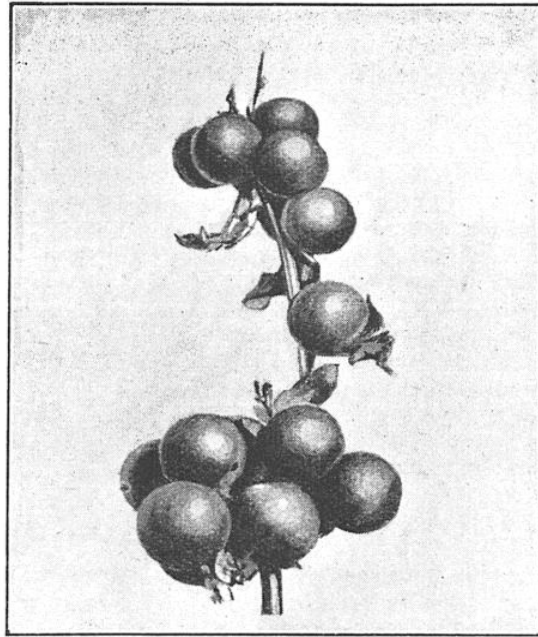


FIG. 3. — GALLE EN CERISE DU CHÊNE
Chez de nombreux végétaux, et surtout chez le chêne, des insectes piquent les feuilles pour y déposer, avec leurs œufs, une substance chimique irritante qui y détermine la prolifération des cellules. Telle est la galle en cerise, hypertrophie des tissus provoquée par la piqûre d'un insecte du groupe des cynips, le dryophante.

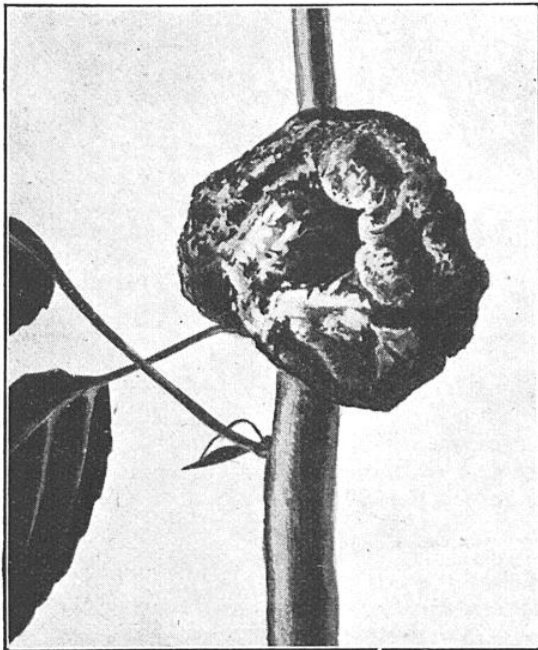


FIG. 2. — TUMEUR, DITE « CROWN GALL », DÉVELOPPÉE SUR LE TRONC D'UN POMMIER
On remarquera que le tronc au-dessus de la tumeur est rabougri. L'inoculation de cette tumeur caractéristique a été faite à partir d'un pècher.

derme (tissu sous-jacent à l'épiderme), conservent le caractère embryonnaire jusqu'à la vieillesse la plus avancée : elles doivent en effet demeurer constamment en état de proliférer par « mitose ». Les cellules nerveuses et les musculaires grossissent avec l'individu, sans proliférer.

La moelle des os est également constituée de cellules « embryonnaires » : le tissu médullaire osseux est en effet appelé à créer, par prolifération, des globules sanguins, si une hémorragie vient à nécessiter cette fonction régénératrice.

Les tissus glandulaires sexuels chargés de pourvoir à la formation des éléments de l'œuf, germe futur, sont également de la catégorie « embryonnaire ».

Rien, du reste, ne caractérise mieux le tissu « embryonnaire » que ce fait : tous les végétaux conservent jusqu'à leur mort le caractère embryonnaire dans chacune de leur cellule ; c'est l'explication de la réussite des marcottes, des greffes, des boutures. Un arbre ne cesse de croître que pour mourir.

Plus l'animal est situé à un échelon inférieur de la classification générale et plus

ses tissus ont le caractère « végétatif » embryonnaire. Certains vers coupés en dix tronçons redonnent autant d'individus complets. Et l'on sait que le crabe régénère une pince arrachée ; le triton sa queue si on la lui tranche ; certains lézards vont jusqu'à remplacer en un temps étonnamment court une patte amputée par accident.

Mais voici le fait essentiellement curieux, mis en évidence depuis quelques années : dans certaines conditions, des tissus de vertébrés supérieurs, que leur différenciation très poussée paraissait avoir privés à jamais de la qualité végétative « embryonnaire », semblent vouloir retrouver cette qualité perdue. Leurs cellules tendent à reprendre l'état embryonnaire, sans que la fonction différenciée que ces cellules remplissent dans l'organisme adulte justifie aucunement cette velléité de rajeunissement. Et cette velléité est d'autant plus folle, qu'elle donne lieu à une renaissance locale de la prolifération par « mitose ».

On comprend maintenant pourquoi les spécialistes du cancer expérimental portent leur attention et leurs essais sur les cellules « embryonnaires ». Végétatives par essence, elles semblent détenir le secret de la formation des tumeurs.

Le cancer, maladie à virus « chimique »

Les cancérologues s'efforcent donc de reproduire sur la cellule embryonnaire le cancer expérimental déjà réalisé, comme nous l'avons dit, par les Japonais, sur l'épiderme des souris.

Ont-ils réussi ?

Par injection de substance cancérogène, Albert Fischer, Carrel, Murphy ont réussi à transformer *in vitro* en cellule cancéreuse une cellule embryonnaire (ou, encore, une cellule sanguine « indifférente », c'est-à-dire

ni différenciée, ni embryonnaire, puisqu'elle est destinée à la nutrition d'un tissu quelconque). Mais ces auteurs avouent eux-mêmes que cette expérience n'a pu être réussie *qu'une seule fois*. Toutes les tentatives de renouvellement se sont montrées infructueuses.

Les noms célèbres que nous venons d'écrire comme garants de la « réussite unique » ne permettent pas de douter du

fait. Cependant, le fait ne peut être renouvelé ! On en conclut qu'il existait, lors de l'unique réussite accidentelle, un *facteur de cancérisation demeuré inconnu*, qui leur a échappé dans les tentatives de renouvellement. Et cette observation concorde avec celle d'une *période de latence*, toujours constatée jusqu'ici dans l'évolution d'un cancer. Celui-ci se déclenche en effet après une longue période d'un travail interne des cellules intéressées, travail de nature inconnue jusqu'à présent.

La vie est, en effet, toujours « dualiste ». L'étude du germe ne va pas sans celle du milieu. Exemple : les microbes et leurs milieux de culture responsables des « anticorps » qu'ils oppo-

sent à leur activité. Nous avons présenté les substances cancérogènes comme les analogues des virus. Il fallait donc s'attendre à rencontrer un facteur spécifique cellulaire s'opposant à l'action du virus.

Ce facteur *primum movens*, responsable du déclenchement de la prolifération cancéreuse, *réside bien dans la cellule cancéreuse elle-même*. A preuve : les tumeurs expérimentales obtenues sur les mammifères au moyen de diverses substances cancérogènes ne peuvent être transmises à un autre sujet que par l'intermédiaire de *cellules cancéreuses*. Le cancer prend à la manière d'une greffe, *et de cette manière seulement*. Tel est le fait qui semble acquis encore

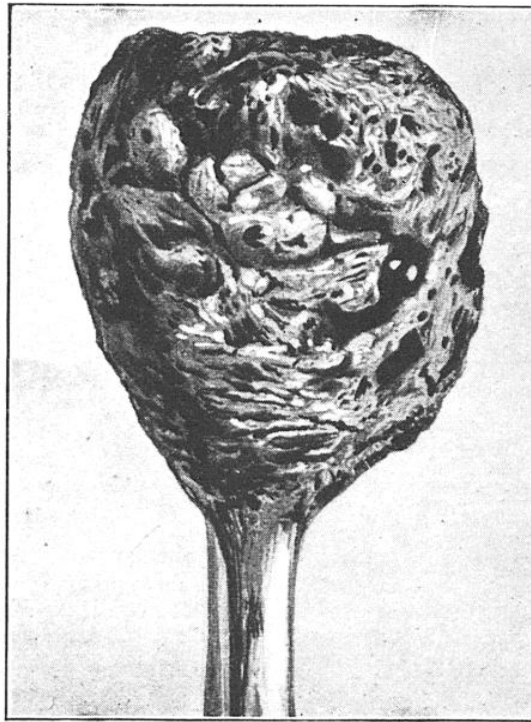


FIG. 4. — TUMEUR DE LA TÊTE D'UN TIBIA HUMAIN, MONTRANT L'OS FORTEMENT DISTENDU AUTOUR DE LA MASSE TUMORALE

aujourd'hui, du moins pour les mammifères. Tout se passe comme si la cellule cancérisée par le virus, transplantée sur l'organisme sain, se mettait à l'utiliser comme un simple terrain nutritif.

Mais l'organisme doit réagir au virus importé. Le contraire étonnerait.

C'est justement ce que démontre l'expérience suivante de Haagen ; ce biologiste transmet une tumeur *expérimentale* de poulet à un faisan. Celui-ci réagit au cancer expérimental du poulet par la formation d'un « anticorps » dans son propre sang. Le sérum sanguin du faisan injecté à un second faisan, le *vaccine* et l'immunise contre la transmission du véritable « sarcome ». Voilà donc un véritable vaccin contre le cancer, réalisé au bénéfice des faisans. Au prix, il est vrai, du sacrifice d'un premier faisan. Les lapins réagissent de même au cancer du poulet.

Ajoutez à cette expérience le fait que le physiologiste Rous a réussi (cinq cas sur quarante) à transmettre des *sarcomes* d'un poulet à un autre sans qu'il y ait eu transmission de cellules et qu'il a démontré le même fait, voici deux ans, pour des *papillomes* du lapin, transmissibles par de simples sérosités, et vous aurez le droit de penser que la contagion cancéreuse existe : mais différente de la contagion microbienne.

Il y aurait donc un virus des tumeurs cancéreuses, mais un *virus chimique*, auquel la cellule oppose, dans certaines conditions, des *anticorps*. La vaccination n'est donc pas utopique. Et B. Fischer-Wasels ne craint pas d'écrire (1) que tout « permet d'entrevoir sous peu une heureuse solution » à ce problème.

En somme, le cancer serait l'une des cent cinquante maladies connues que l'on

(1) Revue *Scientia* du 1^{er} mai 1938.

peut attribuer aujourd'hui à des virus « chimiques », tels que nous les avons définis plus haut.

S'agit-il de virus d'un genre réellement « nouveau » ? Qui sait ! Il est probable, au contraire, que tous les virus dits « filtrants », à commencer par celui de la rage, dont les « microbes » passent jusqu'à maintenant pour échapper au microscope et au filtre, doivent se ramener aux virus « chimiques » du type « moléculaire ». Dans ce cas, la molécule chimique jouerait, vis-à-vis du milieu cellulaire, exactement le même rôle que la

bactérie infectieuse classique (elle-même « cellule » errante) dans les organismes infectés.

Insistons sur cette transposition « d'échelle », afin de préciser encore, si possible, le caractère « cellulaire » de la maladie du cancer.

La cellule, laboratoire de la recherche biochimique

Voici une cellule possédant un grand potentiel de pro-

lifération, par « mitose ». La cellule « embryonnaire », répétons-le, en est le prototype, qu'il s'agisse d'une cellule réellement prélevée sur un embryon (tissus cultivés de Carrel), ou d'une cellule demeurée organiquement embryonnaire (de par sa fonction normale, indiquée plus haut), ou encore d'une cellule redevenue « embryonnaire » (par défaillance de cette fonction, c'est-à-dire par « dé-différenciation », comme disent les biologistes (1)).

Elle est contaminée par le virus chimique.

« Tout semble montrer, écrit Fischer, que cet agent présente les rapports les plus étroits avec la cellule ou le noyau cellulaire » — pivot de la mitose — « et constitue, pour cette raison, la cause de transformation

(1) On trouvera une étude extrêmement attachante et très vulgarisée sur les *cellules embryonnaires* dans l'ouvrage que vient de publier Raoul Michel May dans la collection *L'Avenir de la Science* que dirige M. Jean Rostand.

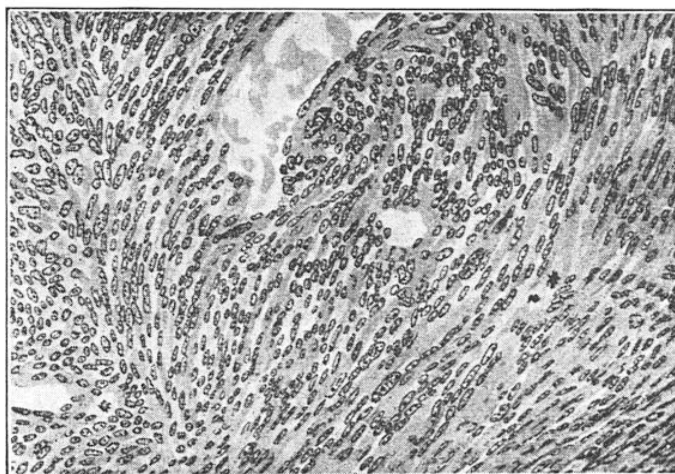


FIG. 5. — FIBROSARCOME SOUS-CUTANÉ, AVEC DE NOMBREUSES CELLULES TASSÉES A NOYAUX MONSTRUEUX, MARQUANT LE CARACTÈRE DE PROLIFÉRATION ACTIVE DES ÉLÉMENTS DU CANCER

des cellules normales en cellules tumorales. Dans la cellule tumorale, cet agent devient une sorte d'*élément constitutif* de la cellule. Il se multiplie énormément et sans cesse, *dans et avec* la cellule tumorale. Il ne pénètre dans aucune autre variété cellulaire et *ne se laisse absorber ou n'est formé* par aucune autre. »

Il résulte bien de cette explication de l'éminent spécialiste, que le virus chimique constitue une infection de la cellule elle-même. Autrement dit, tandis que l'infection bactérienne détruit des cellules, ou les empêche de se développer, ce qui produit la maladie de « l'être vivant », l'infection du virus chimique ne s'adresse qu'à la cellule proprement dite, pour vicier sa vie propre.

La cellule infectée par le virus chimique ne meurt pas (de même que ne meurt pas forcément le corps vivant infecté par une bactérie), mais la maladie que vient de contracter le « corps cellulaire » a pour effet de détacher la cellule de la fonction que lui avait assigné le développement normal de l'être vivant dont elle est partie intégrante. Anarchique, la cellule cancéreuse se développe alors pour son propre compte, d'une manière purement végétative, sans se préoccuper du rôle que devait tenir le tissu dans le fonctionnement général de l'organisme vivant. Il s'ensuit une « tumeur » de plus en plus envahissante, qui végète aux dépens de l'organisme entier.

Dans ces conditions, il est bien évident que l'on rechercherait vainement un « microbe » infectieux de la cellule ainsi attaquée, « dévoyée », faut-il dire plutôt. Du point de vue du corps cellulaire, ce n'est même pas une « maladie » que celui-ci contracte — « il n'y a pas de maladie, il n'y a que des malades ». C'est plutôt un *supplément de vitalité* que le virus chimique confère à la cellule cancérisée.

Et par là, nous comprenons que la nature ait pu donner, sans illogisme foncier, la même structure chimique : d'une part, aux virus du cancer et, d'autre part, aux hor-

mones, aux vitamines, aux acides biliaires, facteurs « vitaux », eux aussi, pour les cellules dites « normales » du point de vue médical.

Dès lors, nous touchons ici, comme dit Fischer, « aux limites extrêmes de la vie », c'est-à-dire à la vie prise à l'échelle cellulaire — laquelle est tout autre chose que la vie d'un être organisé. La question de savoir si la *molécule chimique* du virus est elle-même « vivante » ou « non-vivante » ne représente plus qu'un problème insoluble — puisque, jusqu'à nouvel ordre, c'est l'organisation et, en dernière analyse, les « formes » vivantes, qui seules *définissent la vie*, du point de vue humain. Nous avons insisté sur cette définition de la vie par Claude Bernard, la seule rationnelle, dans un article antérieur (1).

Tel est donc le terme d'une immense portée scientifique, et même philosophique, auquel leurs études cancérologiques conduisent fatalement les biologistes.

Du point de vue pratique, l'important est de découvrir comment et pourquoi, sous quelles influences, « un *enzyme normal* d'une cellule se transforme en un *enzyme pathologique* », à quoi Fischer ramène en substance le problème scientifique et humain du cancer.

Espérons avec lui qu'on parviendra à le résoudre si l'on réussit, comme il le pense, à *cultiver certains des virus tumoraux aujourd'hui mis en évidence*, dans des « cellules embryonnaires », tout comme on les cultive (comme tout malade, hélas ! les cultive) « *dans les cellules tumorales spécifiques*, avec lesquelles ils sont en rapport ».

Dans ce cas, les « cellules embryonnaires » deviendront, pour les spécialistes du cancer et des autres maladies à virus, ce que sont, depuis Pasteur, les animaux, chiens, chevaux, souris, lapins et autres « cobayes », pour les bactériologistes classiques.

Tout porte à croire que l'humanité verra bientôt la fin du terrible fléau.

JEAN LABADIÉ.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 234, page 443.

Il existe, en France, un débit de boisson pour 80 habitants, alors qu'en Allemagne, on en compte un pour 264 habitants ; en Angleterre, un pour 430 habitants ; en Suède, un pour 3 000 habitants. La France occupe dans ce domaine la première place, qui est certes la moins enviable, avec 17,61 litres d'alcool consommé par tête d'habitant contre 2,71 litres en Allemagne. D'après les statistiques les plus récentes, l'alcoolisme, au débit comme à domicile, progresse d'une manière inquiétante et l'organisation insuffisante des loisirs accrus y entre sans doute pour une bonne part. Il y a là un problème social d'importance primordiale pour l'avenir de notre pays.

LES COURSES DE VITESSE ET LA MÉCANIQUE AUTOMOBILE

Par P. CHAP

La formule adoptée pour les compétitions internationales en 1938 fixe, dans ses grandes lignes, le volume maximum de la cylindrée et le poids minimum de la voiture. Les progrès de l'automobile de course dans le cadre ainsi défini sont-ils susceptibles d'orienter utilement le développement de la mécanique automobile appliqué à la voiture utilitaire ? Il ne semble pas qu'aujourd'hui les enseignements techniques à retirer de ces compétitions puissent présenter le même intérêt pratique que lorsqu'un règlement judicieux faisait des circuits routiers de véritables laboratoires, où s'affrontaient les solutions nouvelles destinées à être mises en œuvre par la suite sur les voitures de série. Les « Mercedes », véritables chefs-d'œuvre de mécanique, au point de vue profilage, suspension, tenue de route, et triomphatrices incontestées des compétitions de 1938, au point qu'on a pu dire que l'intérêt sportif était banni de ces épreuves du fait même de leur supériorité, ne dépensent-elles pas 100 litres au moins de carburant spécial aux 100 km ? Ce chiffre montre que la voiture de course actuelle tend de plus en plus à s'écarter dans ses conceptions et sa réalisation de la voiture utilitaire, dont l'économie et l'endurance doivent demeurer les qualités maîtresses.

LES courses de vitesse sont toujours régies par un règlement qui fixe, pour les voitures, un certain nombre de données constructives. C'est ce règlement qui détermine la construction même des voitures.

Nous nous trouvons par conséquent, pour la voiture de course, dans un cas différent de celui de la voiture de tourisme et devant un problème en somme beaucoup mieux défini. Ce problème se pose en effet de la façon suivante : étant donné le règlement, faire choix des éléments essentiels dans la limite de ce règlement, pour produire une voiture capable, d'une part, de la plus grande vitesse, d'autre part, des meilleures accélérations, en observant toutefois que cette voiture doit présenter une sécurité suffisante pour parcourir sans ennui la distance imposée par ce même règlement.

L'étude des voitures de course actuelles, que nous ne ferons d'ailleurs ici qu'ébaucher, doit donc commencer par l'étude du règlement qui a fixé les conditions auxquelles elle devait satisfaire. Ce règlement est le suivant : cylindrée maximum de 4,500 litres pour les moteurs à alimentation libre, de 3 litres pour les moteurs suralimentés, avec un poids minimum variant avec la cylindrée, mais dont la limite est la même pour chacune des deux voitures. La distance à parcourir au cours des épreuves est de l'ordre de 500 km.

L'étude de la voiture de course se divisera

naturellement en deux parties : d'une part le moteur, d'autre part la voiture, entendant par ce deuxième complexe de la voiture, la disposition générale des organes sur le châssis et, dans une certaine mesure, le choix de chacun d'eux.

Commençons par la voiture. Nous examinerons ensuite plus spécialement, et avec un peu plus de détails, la question du moteur.

Les caractéristiques générales de la voiture : le facteur poids

Le règlement autorise des cylindrées différentes avec un poids minimum correspondant. Si l'on considère l'échelonnement des poids et celui des cylindrées, on s'aperçoit tout de suite que le rapport cylindrée sur poids ou, ce qui revient au même, puissance sur poids est d'autant plus élevé que la cylindrée est plus grande. On a donc intérêt, pour obtenir la voiture la plus rapide et donnant les meilleures accélérations, à choisir la cylindrée maximum permise par le règlement, d'où 4,500 litres sans surcompresseur ou 3 litres avec surcompresseur.

On a également intérêt à se tenir assez près du poids minimum fixé : c'est là chose tout à fait évidente, toujours pour améliorer le rapport puissance sur poids. Les moyens industriels dont on dispose actuellement permettent en effet de réaliser une voiture d'un poids très voisin du poids minimum imposé, la sécurité restant convenablement assurée.

L'étude du moteur nous donnera une puissance maximum déterminée. La voiture devra donc permettre d'utiliser au mieux cette puissance et son étude va tendre à diminuer sa résistance à l'avancement, c'est-à-dire à améliorer ses formes extérieures du point de vue aérodynamique. Nous devons aussi chercher à diminuer le poids : nous venons de dire que de ce côté nous nous heurtons à un minimum imposé par le règlement, minimum que nous ne pouvons naturellement pas songer à franchir.

Un élément agit sur le facteur poids : que

ordre lorsque ce poids varie de 200 kg ; il y a donc intérêt à emporter peu d'essence. D'un autre côté ne perdons pas de vue qu'un ravitaillement, c'est une perte de temps qui est rarement inférieure à deux minutes. Deux minutes à la vitesse moyenne de 150 à l'heure, qui est celle qui est atteinte sur bien des circuits de course, c'est 5 km. Un ravitaillement fait donc perdre 5 km qu'il faudra ensuite regagner en allant plus vite, donc en prenant des risques au point de vue route et aussi au point de vue résistance des organes.

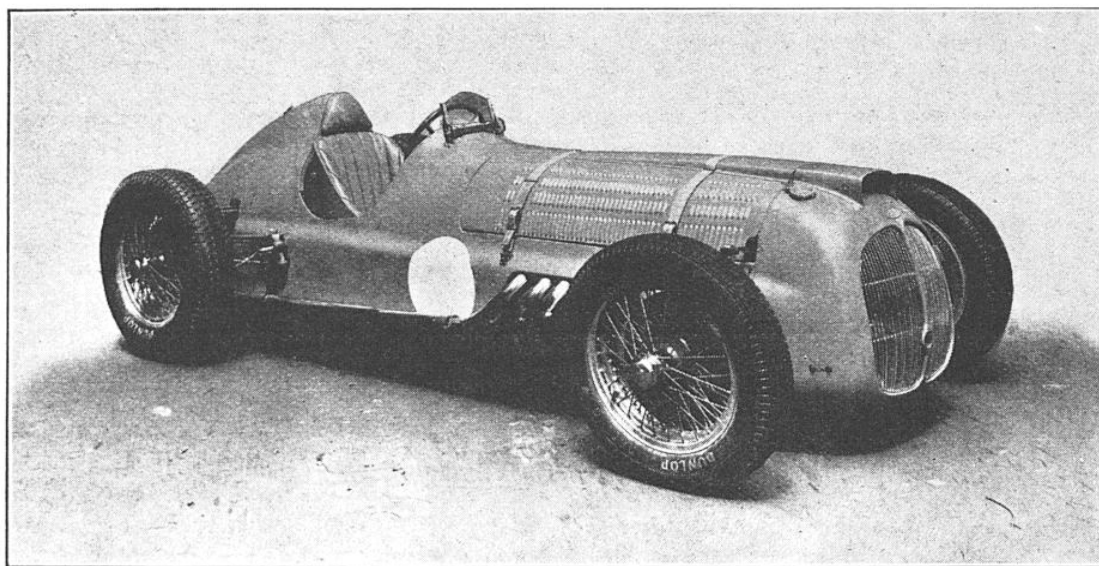


FIG. 1. — LA VOITURE DE COURSE « DELAHAYE » MONOPLACE

La « Delahaye » est une des rares voitures de course réalisées d'après les données de la formule internationale 1938 dont le moteur est à alimentation directe sans surcompresseur.

nous ne devons pas négliger : c'est le poids du combustible que nous devons obligatoirement emporter pour effectuer le trajet le plus long possible. Dans notre cas, un parcours de 500 km environ, nous pouvons admettre trois hypothèses : parcours complet sans ravitailler ; un ravitaillement à demi-parcours ; deux ravitaillements au premier et au deuxième tiers du parcours.

Plus nous emporterons d'essence, plus le poids sera considérable au départ. Ce poids, nuisible en lui-même, se manifeste comme particulièrement fâcheux, parce que c'est un *poids variable* qui nous créera quelque souci pour l'équilibrage correct de la voiture sur la route. On ne surcharge en effet pas impunément une voiture de 200 kg dans son réservoir, et il est bien difficile de lui assurer des qualités routières du même

La longueur du parcours à effectuer sans ravitaillement dépendra essentiellement de la consommation du moteur. Très généralement, et pour les voitures à compresseur surtout, on est obligé de ravitailler une fois au moins à mi-parcours. Les voitures sans surcompresseur pourront se permettre, comme nous le verrons plus loin, de faire les 500 km sans ravitaillement.

Les formes extérieures et la stabilité aux grandes vitesses

L'étude des formes extérieures pour des voitures qui dépassent la vitesse de 300 à l'heure, joue un rôle extrêmement important. Négligée jusqu'à il y a une dizaine d'années pour les voitures de course, cette étude est maintenant poussée très loin et l'indice de résistance à l'avancement, le C_x comme

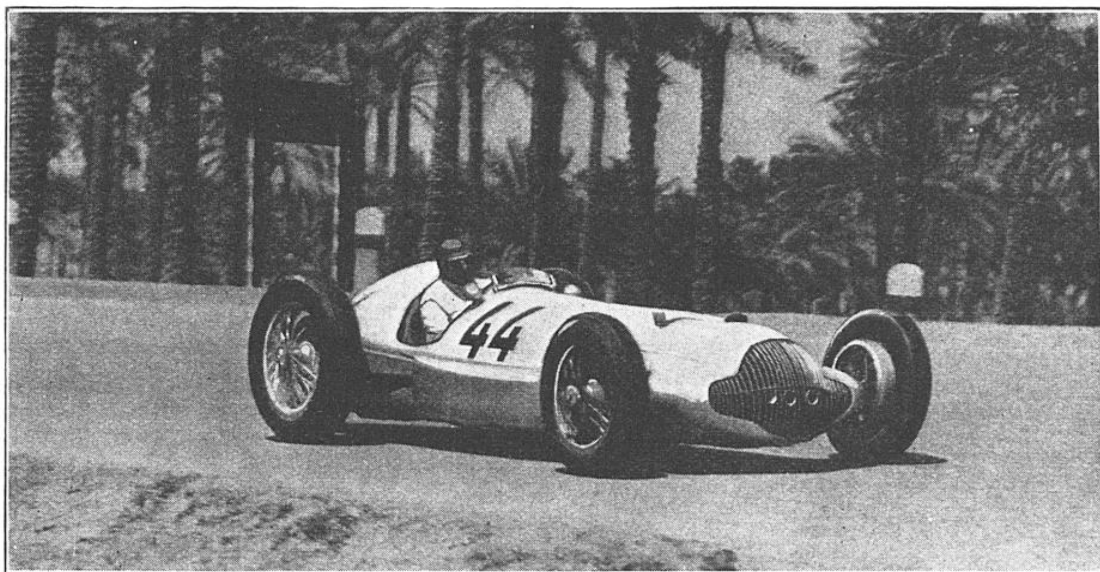


FIG. 2. — VOITURE « MERCEDES » ÉTABLIE SUIVANT LA FORMULE INTERNATIONALE 1938
Cette voiture a remporté la plupart des grandes épreuves internationales de vitesse en 1938.

disent les ingénieurs « aérodynamistes », a été baissé depuis 0,8 (voitures de tourisme) jusqu'à moins de 0,3 (voitures très profilées).

La résistance à l'avancement n'est pas seule à intervenir pour l'étude aérodynamique de la voiture. On doit prendre garde aussi que l'air a une réaction verticale sur la surface de la coque, et, de la sorte, l'avant

d'une voiture peut se trouver surchargé, ou, au contraire, délesté à grande vitesse. De même l'arrière. On cherche en général à laisser l'avant de la voiture en portance nulle, c'est-à-dire sans réaction verticale de la part de l'air, tandis qu'on préfère d'ordinaire que l'action de l'air surcharge quelque peu l'arrière, afin d'augmenter l'adhérence motrice.

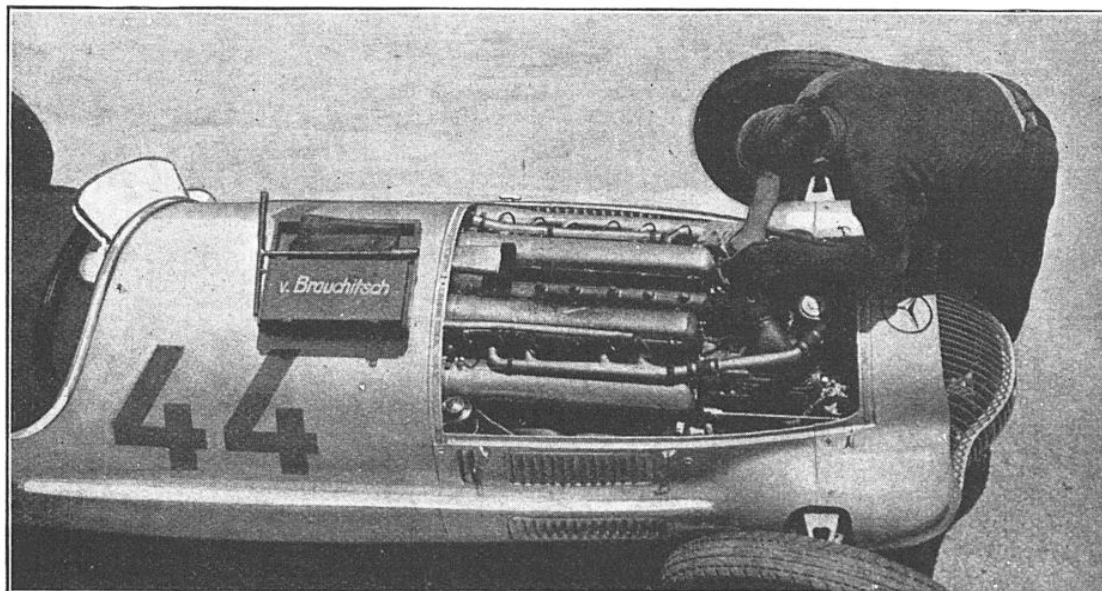


FIG. 3. — LE MOTEUR DE LA VOITURE DE COURSE DE « BRAUCHITSCH » VU PAR EN DESSUS
Le moteur 12 cylindres en V est alimenté par deux compresseurs séparés (Mercedes-Benz).

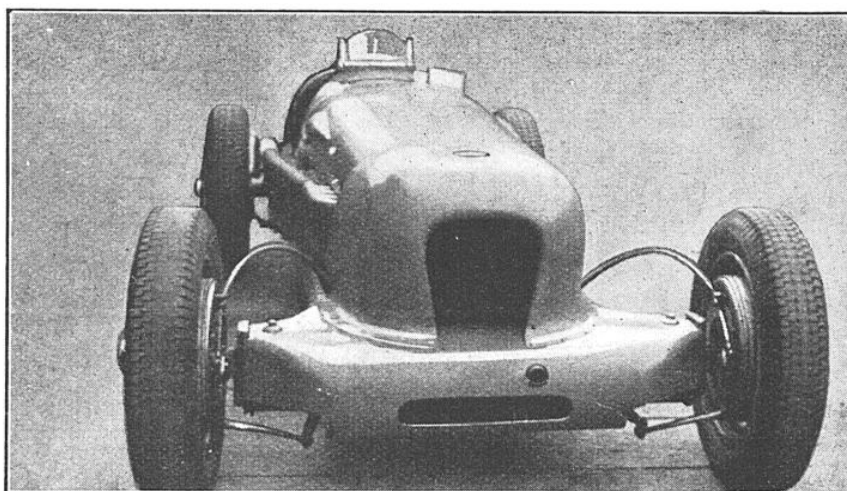


FIG. 4. — LA VOITURE « SEFAC » CONSTRUITE PAR L'INGÉNIEUR FRANÇAIS EMILE PETIT EN VUE DES COMPÉTITIONS INTERNATIONALES

Quand une voiture est plongée dans un fluide dans lequel elle se déplace, elle se trouve, du point de vue stabilité sur sa trajectoire, dans les mêmes conditions qu'un navire flottant sur l'eau pour la stabilité transversale.

Pour que cette stabilité existe, il faut que le centre de carène soit autant que possible en arrière du centre de gravité de la voiture. Dans ces conditions, la voiture se trouve en équilibre stable sous l'effet de la résistance de l'air. Si, au contraire, le centre de carène est en avant du centre de gravité, elle est en équilibre instable et le conducteur doit, à chaque instant, agir sur son volant pour la ramener dans la ligne droite. C'est là un point très important, le plus important sans doute du point de vue sécurité.

La répartition des masses dans la voiture doit être faite de telle sorte que la voiture vire facilement, ce qui tend à ramener les masses autour du centre de gravité. Les questions de confort ne jouent en effet qu'un

rôle bien mince dans les voitures de course où tout est sacrifié à la tenue de route. En fait, la suspension en particulier est tellement dure qu'aucun touriste ne voudrait accepter de monter dans un engin de course.

Les voitures de course doivent pouvoir utiliser au mieux, et à chaque instant, la puissance du moteur. La transmission doit donc comporter un nombre de combinaisons de vi-

tesse suffisant. Ce nombre est toujours de quatre et souvent cinq. Les *Mercedes*, gagnantes des grandes épreuves de cette année, ont cinq vitesses.

On a discuté beaucoup autrefois sur le point de savoir si les voitures de course devaient ou non posséder un différentiel. Le problème paraît résolu dans le sens de l'affirmative.

Dans l'ensemble, la voiture sera aussi basse que possible pour des raisons de stabilité transversale. Les voitures de course

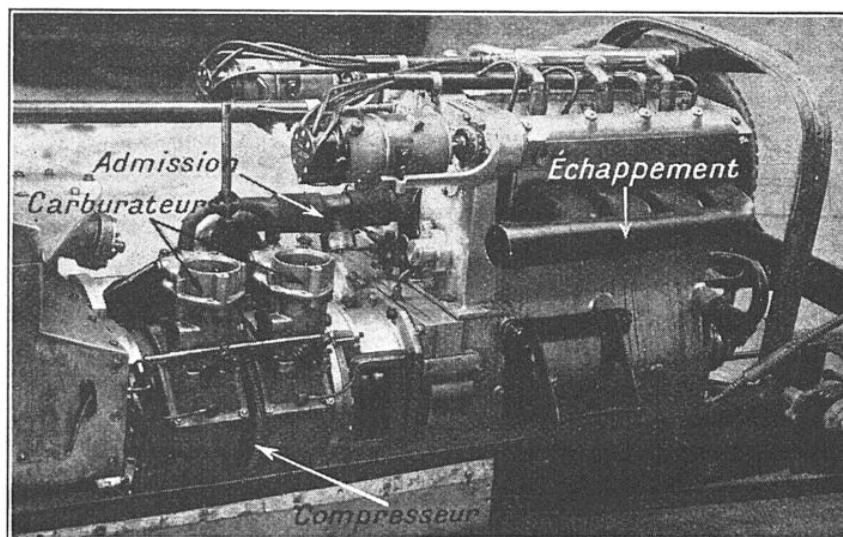


FIG. 5. — LE MOTEUR DE LA VOITURE FRANÇAISE « SEFAC »

Ce moteur comporte deux rangées de cylindres parallèles et deux vilebrequins tournant en sens inverse. Ce moteur est alimenté par un compresseur.

modernes ont une hauteur totale qui est bien inférieure à 1 m. Pour des questions évidentes de résistance de l'air, toute la voiture est carénée et, en particulier, il en est ainsi des roues. On ménage juste une entrée d'air convenable pour refroidir le radiateur, et également des entrées d'air pour refroidir les freins. Enfin, les pneus sont de confection absolument spéciale présentant le maximum de résistance à l'usure.

Dans les voitures de course actuelles, nous trouvons deux écoles pour la position du moteur. En général, celui-ci est placé à l'avant, avec la disposition considérée jusqu'alors comme normale, les roues motrices étant à l'arrière. Cependant, la voiture allemande *Auto-Union* a son moteur placé à l'arrière avec tout le mécanisme. On a eu l'impression cette année que pour les très grandes vitesses, cette disposition était moins avantageuse que la disposition classique, l'avant du véhicule se trouvant un peu léger. Peut-être n'est-ce là qu'une impression, mais elle a été ressentie par beaucoup de spectateurs du Grand Prix de l'A. C. F. et du Grand Prix d'Allemagne.

La recherche de la puissance maximum du moteur : suralimentation, refroidissement par le carburant

Passons maintenant à l'examen du moteur, et voyons comment le problème se pose, et quelles sont les solutions qu'on lui a apportées.

On doit naturellement, pour un moteur de course, chercher à obtenir la puissance la plus élevée possible. Cette puissance dépend de la masse de combustible que l'on peut faire brûler dans le moteur pendant l'unité de temps. Or, ici, la consommation n'étant pas limitée, il se trouve que la limitation du combustible est faite par la limi-

tation du comburant. Il sera toujours facile en effet d'introduire autant d'essence que l'on voudra dans les cylindres, mais il est par contre difficile d'y introduire beaucoup d'air.

Dans les moteurs à alimentation libre, il y a toujours dans les cylindres en fin d'aspiration une pression moindre que la pression atmosphérique. La masse d'air par cylindrée est donc au plus égale (et pratiquement toujours inférieure) à la masse qui occupe à la pression atmosphérique le volume géométrique de la cylindrée. Pour faire

passer en une seconde une grande masse d'air dans les cylindres, la seule ressource sera donc, tout en évitant bien entendu les pertes de charge à l'alimentation, de faire tourner le moteur aussi vite que possible. Avec la suralimentation, nous pouvons doubler et même tripler la masse d'air qui emplit la cylindrée lors de chaque admission.

L'expérience

prouve que, pour les cylindrées limites fixées aux deux types de moteurs par le règlement actuel, l'avantage va nettement vers le moteur suralimenté. Le moteur suralimenté de 3 litres peut atteindre en effet une puissance de 330 ch environ, tandis que le moteur non suralimenté de 4,50 litres ne doit guère dépasser 240 ch.

La limite de vitesse de rotation des moteurs, suralimentés ou non, nous est fixée par la résistance des organes mécaniques du moteur. Il tombe sous le sens qu'à sécurité égale, un moteur pourra tourner d'autant plus vite que le volume de chacun de ses cylindres sera plus petit. Aussi, voyons-nous des moteurs de course pourvus d'un grand nombre de cylindres, 16 ou au moins 12, ce qui, pour les moteurs suralimentés amène à un quart de litre environ (12 cylindres) le volume de chacun d'eux.

Le taux de suralimentation va, lui aussi,

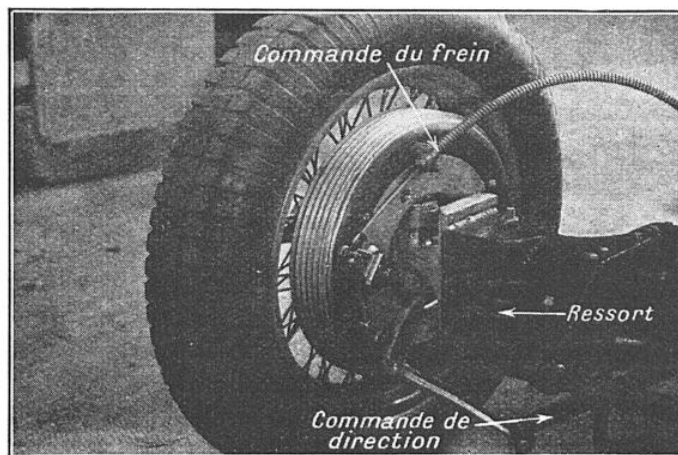


FIG. 6. — SUSPENSION AVANT DE LA VOITURE « SEFAC »

Les roues avant sont suspendues d'une façon indépendante au moyen d'un gros ressort vertical. Les roues se déplacent verticalement en restant parallèles à elles-mêmes. Les freins, d'un dessin particulier dû à M. Emile Petit, sont commandés par câble.

être limité par des considérations de sécurité. Les organes du moteur, en général, sont soumis à des efforts mécaniques auxquels ils doivent pouvoir résister. Mais les organes du cylindre, c'est-à-dire les pistons, les soupapes et les bougies sont soumis en plus à ce qu'on a appelé la *fatigue thermique*, c'est-à-dire l'effet des hautes températures. Plus la pression moyenne due à la combustion des gaz dans le cylindre sera élevée et plus cette fatigue thermique sera elle-même considérable.

de maintenir dans le cylindre une température acceptable.

La difficulté a été tournée (mais non pas vaincue) en utilisant le combustible lui-même comme agent de refroidissement. Les moteurs suralimentés utilisent un combustible dans lequel l'alcool entre pour une large part et d'où l'essence est parfois complètement absente. Ce combustible à faible pouvoir calorifique a, par contre, une chaleur spécifique élevée. La proportion de

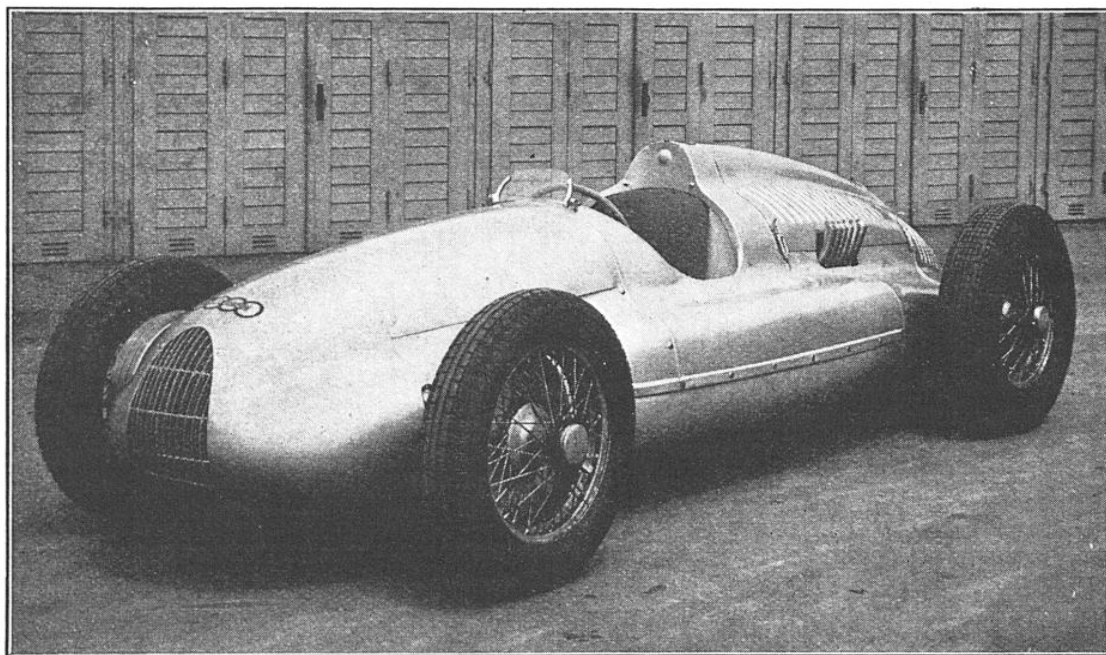


FIG. 7. — LA VOITURE DE COURSE ALLEMANDE « AUTO-UNION »

Les voitures de course « Auto-Union », réalisées par un consortium de constructeurs allemands, ont brillamment figuré dans des épreuves internationales où elles se sont, en général, classées tout près des voitures « Mercedes » concurrentes. Leur particularité principale est d'avoir le moteur à l'arrière du siège du conducteur, le réservoir de combustible étant disposé au centre de la voiture.

☞ Ce sont donc des considérations de sécurité qui limitent le taux de suralimentation ; on ne peut en effet très aisément refroidir convenablement les organes du cylindre, c'est-à-dire les soustraire à cette fatigue thermique intense. Le refroidissement du moteur, on le sait, s'effectue par l'intermédiaire du piston, des segments de pistons, de la paroi des cylindres et de la circulation d'eau. Dans le cylindre, les gaz frais introduits jouent également leur rôle pour abaisser la température. Mais, lorsqu'on augmente la masse de mélange combustible de la cylindrée et qu'on introduit plus souvent cette masse dans l'unité de temps, on se trouve rapidement dans l'impossibilité

de combustible fournie est très supérieure à celle que l'air peut réellement brûler. Tout le combustible non brûlé traverse le cylindre, n'ayant d'autre rôle que d'emporter des calories à l'extérieur. C'est pour cette raison que les moteurs suralimentés des voitures de grande vitesse arrivent à consommer aux environs de 100 litres aux 100 km, alors que les moteurs à alimentation libre, qui ne peuvent s'accommoder d'un tel régime, se tiennent dans des limites beaucoup plus raisonnables. Et voici un premier handicap du moteur suralimenté : il oblige le constructeur à prévoir pour la voiture un réservoir plus important et l'obligation de ravitailler plus souvent. Pour 500 km, il

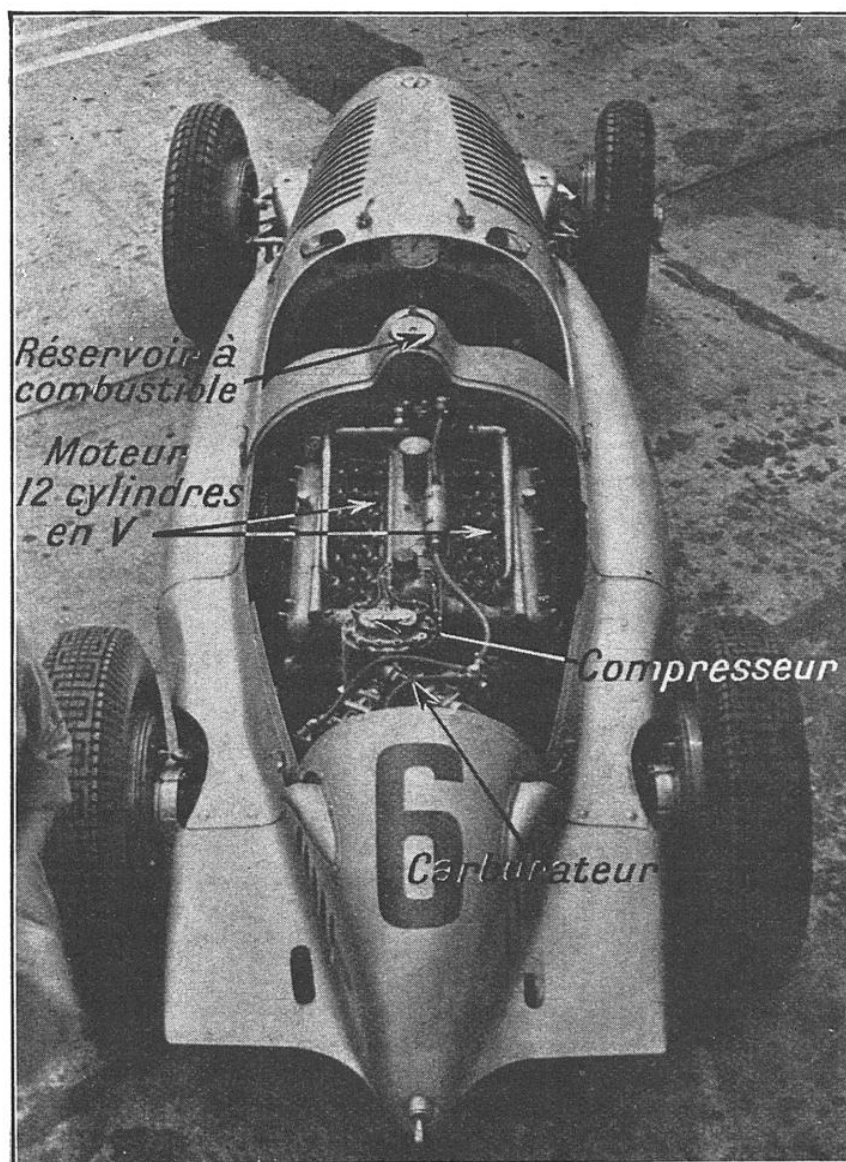


FIG. 8. — LA VOITURE DE COURSE « AUTO-UNION » CAPOT ENLEVÉ

Le moteur à 12 cylindres en V est monté vers l'arrière de la voiture, à proximité immédiate des roues motrices. Il est alimenté par un compresseur unique à axe vertical. Le réservoir d'essence est placé immédiatement en arrière du conducteur. La ventilation de l'arrière où se trouve le moteur est assurée par deux ouïes disposées sur la carrosserie à la hauteur du pont arrière.

faut un minimum de 500 litres de combustible, dont le poids spécifique est de l'ordre de 0,8, soit 400 kg. En prévoyant un ravitaillement à mi-course, c'est donc 200 kg de combustible qu'on doit emporter à bord. C'est là d'ailleurs un minimum, car il faut bien prévoir une petite réserve.

Le moteur non suralimenté se contentera

de 150 litres aux 500 km, soit un poids égal à 120 kg. On pourra fort bien le loger dans le réservoir et par suite permettre au concurrent de ne pas avoir à se ravitailler en route.

La suralimentation dans le moteur de 3 litres se fait au moyen d'un ou de plusieurs compresseurs entraînés par le moteur. Le bénéfice que procure la suralimentation n'est donc pas gratuit. Les compresseurs absorbent en effet dans leur fonctionnement une puissance notable et c'est autant de moins qui reste disponible pour la propulsion. Une partie de cette puissance se trouve d'ailleurs récupérée dans le fonctionnement du moteur à explosion. Les gaz frais admis sous pression dans le cylindre produisent en effet un travail utile sur le fond des pistons pendant la course d'admission. Mais la récupération du travail dépensé n'est évidemment pas complète.

Quoi qu'il en soit, l'avantage, du point de vue puissance, revient très nettement au moteur suralimenté avec les

rapports de cylindrée qui sont imposés cette année par le règlement international.

Les grandes vitesses de rotation et les problèmes mécaniques qu'elles soulèvent

Suralimenté ou non, il est évident que le moteur doit tourner vite pour être puissant.

Ce qui limite la vitesse de rotation, c'est,

en général, le fonctionnement des soupapes. On admet d'ailleurs que le moteur de course doit pouvoir tourner en sécurité à un régime supérieur à son régime de puissance maximum. Si, par exemple, ce régime de puissance est de l'ordre de 7 500 tours/mn, il faudra que le moteur puisse tourner sans danger à 8 000 ou même à 8 200 tours pour être autant que possible à l'abri des accidents. Le conducteur de la voiture de course ne peut, en effet, avoir constamment l'œil sur son compte-tours, surtout lorsqu'il est amené à pousser sur une vitesse inférieure pour dépasser un concurrent par exemple. On doit donc prévoir une marge de sécurité convenable pour qu'un moteur ainsi poussé ne risque pas de casser.

Le problème du moteur à grande vitesse soulève des questions de construction dont la plupart sont bien connues maintenant, sinon complètement résolues.

Les pistons sont, bien entendu, en alliage léger d'aluminium ou de magnésium. Les bielles généralement courtes (deux fois la course, au maximum) sont articulées au moyen de rouleaux sur les manetons. Les têtes de bielles sont donc obligatoirement en deux pièces pour permettre ce montage.

Les cylindres qui, nous l'avons vu, sont nombreux, sont généralement répartis en deux séries en forme de V. L'angle du V est déterminé par le nombre de cylindres. Ainsi, un 12 cylindres aura ses deux rangées décalées de 60 degrés l'une par rapport à l'autre ; un 16 cylindres aura ses cylindres à 45 degrés ; il y a naturellement tout intérêt à avoir pour le moteur un maître couple assez faible et surtout un encombrement en longueur pas trop considérable.

Le graissage du moteur se fait toujours à carter sec. C'est-à-dire que, tandis qu'une pompe de pression envoie l'huile sur toutes les articulations à graisser, une deuxième pompe de vidange placée au fond du carter la refoule dans un réservoir, généralement à travers un radiateur.

La carburation est un problème très ardu dans les voitures de course de vitesse. On prévoit en général un grand nombre de carburateurs pour améliorer d'une part l'alimentation, mais surtout la bonne distribution du combustible.

De ce point de vue, le moteur à sur-compresseur se trouve beaucoup mieux placé que son concurrent à aspiration libre. Le compresseur est en effet un mélangeur de haute qualité lorsqu'on le place, ce qui est courant, entre le carburateur et le moteur. Dans ces conditions, il n'y a générale-

ment qu'un carburateur par groupe de cylindres et par compresseur.

L'essence, toujours chargée d'huile, traverse le compresseur et pénètre ensuite dans les cylindres.

Les réalisations françaises et étrangères

Enfin, terminons par quelques considérations qui ne sont plus d'ordre technique.

L'étude et l'exécution de voitures de course entraînent pour les maisons qui les entreprennent, des frais extrêmement considérables. Si l'on veut préparer des voitures pour une saison de course, il faut prévoir l'exécution d'une dizaine d'exemplaires afin d'avoir toujours trois voitures disponibles pour une course.

La construction des voitures faites avec des matériaux de choix pour lesquels les considérations de prix n'entrent pas en ligne de compte, est naturellement onéreuse. Mais comme la voiture de course est actuellement essentiellement différente de la voiture de tourisme, il faut prévoir dans l'usine qui fabrique des voitures pour la clientèle, un département complètement séparé, réservé à la course, département où nous trouvons un bureau d'étude, des ateliers d'usinage, des ateliers de montage, un service d'essais au banc et enfin un service d'essais sur la route. C'est par dizaines de millions qu'il faut compter pour mettre les voitures de course sur pied ou plutôt sur roues. Rien d'étonnant, par conséquent, que les constructeurs qui font des voitures de course soient rares. Il est facile de les dénombrer : les Allemands viennent en tête avec « Mercedes-Benz » et « Auto-Union », solidement appuyés par les subsides gouvernementaux. Les Italiens ont « Alfa-Romeo ». Les Français n'ont pratiquement rien pour le moment.

Delahaye a une voiture à moteur à alimentation libre de 4,500 litres, dont la puissance est nettement inférieure à celle des voitures à compresseur, mais qui a, il est vrai, pour elle, le mérite d'une très large sécurité.

Bugatti, le grand spécialiste des courses jusqu'à il y a quelques années, ne paraît pas prêt. De même Talbot, et c'est pourquoi les courses de vitesse ont perdu tant de leur intérêt. Dès le départ, en effet, on nous donnait « Mercedes » gagnant, et l'expérience prouve qu'après quelques dizaines de tours de circuit, l'intérêt sportif devient nul, la compétition disparaissant.

Et voilà, hélas ! le résultat d'un règlement qu'on peut, sans faire preuve de m'isonéisme, espérer meilleur !

P. CHAP.

LA TECHNIQUE FRIGORIFIQUE AU SERVICE DES TRANSPORTS PAR MER

Par Henri LE MASSON

L'industrie du froid a pris au cours de ces dernières années un développement considérable, aussi bien dans le domaine industriel que pour les applications domestiques, ainsi qu'en témoignent le nombre d'armoires frigorifiques en service chez les particuliers et celui des salles de spectacles dotées de la « climatisation ». Dans la marine, les installations frigorifiques sont devenues un des auxiliaires du bord les plus importants, car elles permettent de conserver des produits alimentaires pendant parfois plusieurs semaines sans qu'ils perdent rien de leurs qualités nutritives et sans qu'ils s'altèrent chimiquement. Le moindre cargo récent possède aujourd'hui une petite « centrale » de froid pour la conservation de ses approvisionnements et, à bord des grands paquebots tels que la Normandie ou la Queen Mary, l'aménagement frigorifique débite d'énormes quantités de frigories par heure à travers les chambres froides et les glaciers aux utilisations les plus variées. Le développement des transports frigorifiques dans la marine a porté principalement, d'une part, sur les exportations de viandes de l'Amérique du Sud, de l'Australie et de la Nouvelle-Zélande, d'autre part, sur celles des fruits frais et en particulier des bananes. Dans les deux cas, le froid permet d'éviter les développements microbiens et les phénomènes de fermentation, mais avec des modalités variables avec la nature du produit à conserver. Les bananes, en particulier, exigent des conditions très rigoureuses de température et d'humidité, variables avec le degré de maturité des différents lots embarqués. C'est pourquoi on fait appel, pour leur transport, à des bâtiments spécialisés, dotés d'un équipement frigorifique très puissant et très souple, d'organes automatiques de contrôle dans les cales, et capables de réaliser des vitesses élevées, voisines, pour les types les plus récents, de 16 et même 18 nœuds. A bord des « bananiers » modernes, le problème de la réfrigération des cales et des entreponts est avant tout un problème de climatisation, et on peut dire que ces bâtiments constituent le type le plus évolué et le plus perfectionné parmi tous ceux utilisés à l'heure actuelle pour les transports frigorifiques par mer.

Comment on produit le froid à bord d'un bâtiment de mer

LE procédé le plus couramment utilisé pour produire le froid est l'évaporation ou la détente, après liquéfaction préalable, d'un fluide tel que l'anhydride carbonique ou le gaz ammoniac pour les installations importantes, et plutôt le gaz sulfureux ou le chlorure de méthyle, pour celles qui n'exigent pas de grands débits de frigories.

La liquéfaction s'opère dans un condenseur, sous l'effet d'une circulation d'eau de mer (intervention de groupes motopompes) ou, parfois, grâce à un simple courant d'air (dans le cas de petites installations). Le gaz est refoulé et comprimé dans le condenseur au moyen d'une pompe et le fluide ainsi liquéfié est, ensuite, envoyé dans un évaporateur où se produisent l'évaporation du liquide frigorigène et la détente. Cette opération en trois temps se déroule en circuit fermé : c'est, en effet, dans l'évaporateur que le compresseur

vient aspirer le gaz détendu pour l'envoyer au condenseur et le liquéfier à nouveau.

L'élément réfrigérant proprement dit est donc l'évaporateur qui peut être placé dans la chambre froide (cas de la réfrigération directe) ou bien est utilisé pour refroidir de la saumure. Celle-ci devient l'agent réfrigérant, en circulant, sous l'impulsion de groupes motopompes, dans des tubes et des serpentins qui portent les frigories au point d'utilisation (réfrigération par circulation).

Toutes les denrées ne peuvent pas être conservées à la même température

Les installations frigorifiques d'un bâtiment de mer ne sont cependant pas aussi simples à réaliser qu'il pourrait sembler après cette rapide schématisation. Pour déterminer le nombre de frigories nécessaires quotidiennement, il faut procéder à des calculs méticuleux et tenir compte non seulement du volume des chambres froides et de la possibilité ou non de grouper celles-ci,

mais aussi des déperditions de frigories dues à l'air de renouvellement et à l'échauffement des parois pendant le trajet, de l'état hygrométrique et des températures à maintenir, qui sont variables suivant les produits ou les denrées entreposés, mais qui doivent demeurer constants pour chacun d'eux. Or, s'il faut une température de -8° à -10° pour les poissons, les fruits, par exemple, exigent en moyenne entre $+2^{\circ}$ et $+4^{\circ}$.

gement, il fallait s'efforcer de réduire le plus possible l'écart qui ne peut pas ne pas exister entre la température de régime des différentes chambres et celle du fluide frigorifique. C'est pour cette raison que beaucoup d'installations à bord des bâtiments de commerce comportent souvent une double circulation de saumure, l'une froide, l'autre chaude, dont le fonctionnement simultané permet des réglages de température et de

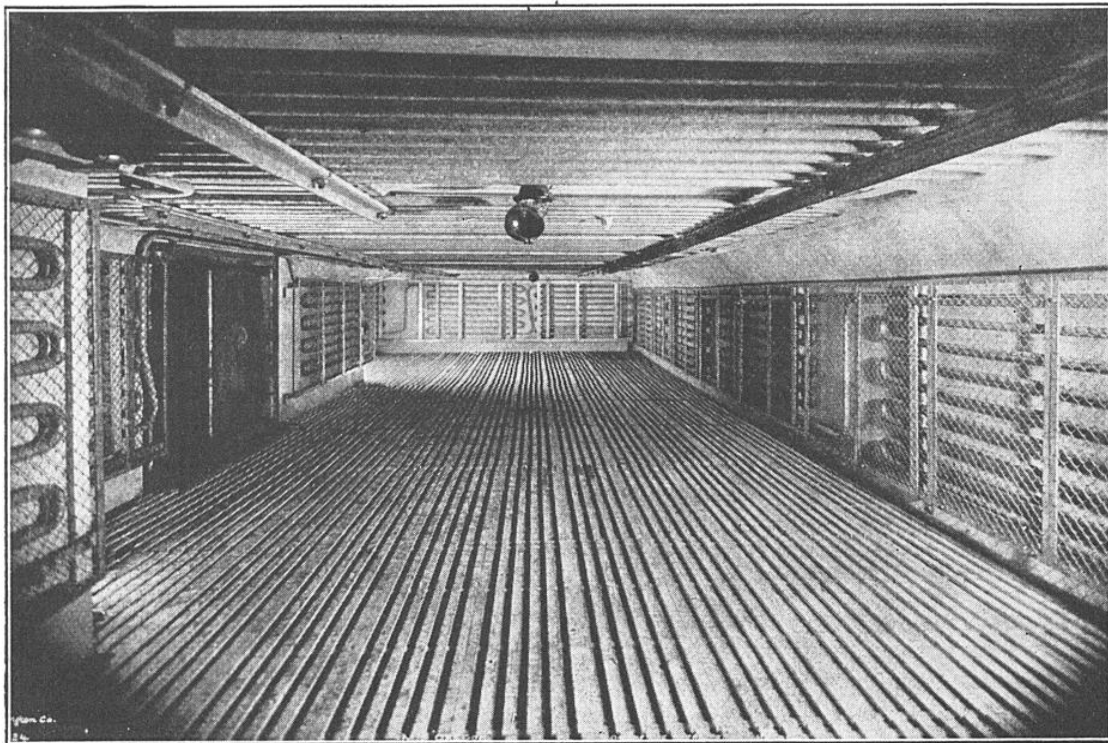


FIG. 1. — ENTREPONT FRIGORIFIQUE A BORD D'UN NAVIRE DE COMMERCE MODERNE. CONTRE LES PAROIS, LES TUYAUTAGES DANS LESQUELS CIRCULE LA SAUMURE

Pour assurer cette constance de température, indispensable dans les chambres froides, une installation frigorifique doit être d'une très grande souplesse de fonctionnement. Dans les systèmes de réfrigération par saumure, on pourrait, évidemment, partir d'une température assez basse du fluide pour être assuré de toujours obtenir le degré de froid voulu dans les chambres, simplement par variation du débit de la saumure ; mais l'expérience a montré que, pour avoir un fonctionnement vraiment satisfaisant de l'installation et ne pas risquer, momentanément, des différences de températures souvent appréciables dans diverses zones des chambres au détriment du char-

gées plus faciles. Signalons, à ce sujet, qu'il existe des ensembles réfrigérateurs à fonctionnement automatique, grâce à un système thermostatique qui commande le débit du compresseur lorsqu'un apport de frigories est nécessaire et inversement.

Les chambres froides et leur isolement

Les règlements du Bureau Veritas stipulent que les appareils de réfrigération doivent être d'une puissance telle qu'en fonctionnant dix-huit heures par jour, ils puissent maintenir la ou les températures voulues dans les climats tropicaux et qu'il y ait, soit deux machines frigorifiques, soit une machine du type « duplex ». Le plus

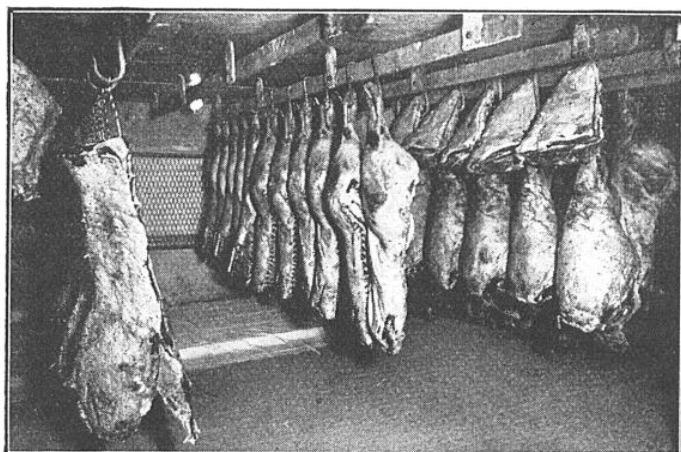


FIG. 2. — CHAMBRE FROIDE POUR LA BOUCHERIE A BORD DU PAQUEBOT « NORMANDIE »

C'est également suspendue à des crochets qu'est transportée la « viande congelée » à bord des cargos spécialisés dans ce trafic.

souvent, la puissance nécessaire de réfrigération est donc dédoublée en deux appareils identiques, calculés assez largement pour pouvoir assurer le service des chambres froides au moyen de l'un d'eux seulement.

Une autre condition, indispensable au bon fonctionnement de l'installation, est un excellent isolement thermique des chambres, cales ou entreponts frigorifiques. Le degré en est fixé par la nécessité, en cas d'arrêt du fonctionnement des machines frigorigènes, que leur température ne varie que très lentement. De trop brusques variations auraient, en effet, pour résultat irrémédiable d'avarier gravement la cargaison. L'isolement des compartiments frigorifiques est constitué par un rembourrage des cloisons et des ponts au moyen d'un matériau isolant, aussi comprimé que possible et qui doit être à la fois léger, imputrescible, inodore et ne pas attirer ou favoriser le développement des rongeurs, des champignons et des microbes. On se sert, généralement, de laine minérale, de charbon de bois et, surtout, de liège soit granulé, soit en briques, soit en plaques, ou encore comprimé.

L'installation frigorifique du paquebot « Normandie »

Les installations frigorifiques du paquebot *Normandie* comprennent deux éléments très diffé-

rents : d'une part, un ensemble très varié et très complet des applications possibles pour la conservation des approvisionnements du bord ; d'autre part, l'équipement spécial pour le conditionnement d'air (climatisation) de la salle à manger des premières classes.

On trouvera dans le tableau page 323 la liste des diverses chambres froides et glacières que comporte la *Normandie*. Elles couvrent une surface d'environ 650 m² et le cubage refroidi s'élève à plus de 1 500 m³, les parois isolantes ayant une épaisseur moyenne de 240 à 270 mm. Chacun des deux groupes frigorigènes est mû par un moteur électrique de 105 ch et produit 180 000 frigories par heure ; d'autres moteurs commandent aux groupes motopompes qui

alimentent les condenseurs en eau de refroidissement (débit : 80 m³/h) ou font circuler la saumure (débit : 70 m³/h). On voit par ces chiffres et par la nomenclature donnée dans le tableau précité quelles peuvent être l'importance et la complexité de l'installation frigorifique d'un grand paquebot.

Nous ne décrirons pas en détail l'installation de conditionnement d'air de la salle à manger des premières classes de ce paquebot (1) : il nous suffira de rappeler que c'est une pièce plus longue et plus large que la Galerie des Glaces du palais de Versailles. Son cubage total brut atteint 9 100 m³ ;

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 128, page 145.

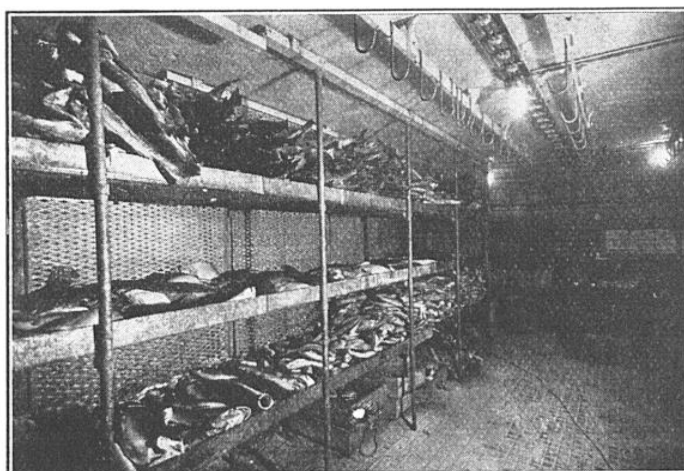


FIG. 3. — CHAMBRE FROIDE DU PAQUEBOT « NORMANDIE » POUR LA CONSERVATION DES POISSONS

elle est sans aération ni communication directes avec l'extérieur et 98 000 m³ d'air par heure doivent y être refoulés. Avant d'être ventilé par les soufflantes de refoulement, l'air est préalablement porté à la température et au degré d'humidité désirés, ce qui implique l'emploi de réchauffeurs, d'une chambre de saturation et d'une installation frigorifique. Celle-ci, dont la puissance atteint 450 000 frigories/heure, et qui est du type centrifuge, fonctionne au dichlorométhane et le compresseur est actionné par un moteur de 225 ch. Là encore, on appréciera l'importance de l'installation en sachant qu'en dehors de quelques « bananiers » américains, qui disposent de machines de 475 000 frigories/heure, on se contente habituellement, pour ce type de bâtiment, de débits variant entre 120 000 et 300 000 frigories/heure. Et nous ne mettons pas en parallèle des éléments qui ne sont pas comparables : à bord des « bananiers » de construction récente, comme nous le verrons plus loin, le problème de la réfrigération des cales et des entreponts est — en fait — un problème de ventilation et de climatisation, et se trouve, le plus souvent, résolu dans les mêmes conditions que pour la salle à manger de la *Normandie*.

Les transports de viande par mer et l'utilisation du froid à bord de certains chalutiers

Au point de vue des transports frigorifiques maritimes, on peut distinguer trois catégories de bâtiments : les grands cargos de certains services réguliers, dont les cales ou entreponts sont, en totalité ou partiellement, aménagés pour embarquer principalement des viandes, et aussi, sur certaines lignes, des fruits, des œufs et beurres ; certains chalutiers modernes, à bord desquels, plutôt que de le saler ou de le mettre dans de la glace, on conserve le poisson pêché dans des chambres froides ; enfin les bâtiments spécialement affectés au transport des fruits et, plus particulièrement, les « bananiers », qui en sont un type spécial.

C'est pour le transport des viandes en provenance d'Amérique du Sud que le froid a reçu, pour la première fois, une application maritime, lorsque l'inventeur français Charles Tellier équipa, en 1876, le *Frigo-rifique*, un petit cargo de 700 tonneaux avec une chambre froide et trois machines frigorifiques de 20 000 frigories/heure chacune, au moyen duquel il se livra à des essais très concluants entre Buenos-Aires et Rouen. C'est à la suite de cette tentative que les

exportations de viandes congelées de l'Argentine et de l'Uruguay devaient commencer, pour donner naissance, vers 1883, au gigantesque trafic régulier que l'on connaît entre l'Amérique du Sud et l'Europe, trafic qui s'étendit rapidement à d'autres continents, notamment au départ de l'Australie et de la Nouvelle-Zélande sur l'Angleterre.

A bord des cargos de gros tonnage qui assurent, aujourd'hui, ces services — ce sont le plus souvent des bâtiments de 9 000 à 15 000 t et de 13 à 16 nœuds — la viande est conservée soit à l'état congelé (« frozen meat »), soit à l'état refroidi (« chilled meat »). Le premier mode est surtout employé pour le transport des carcasses de moutons que l'on empile dans les cales, la circulation d'air s'effectuant à travers les interstices des carcasses et après une congélation qui se fait en deux jours environ. Dans ce cas, en effet, la viande se transforme, dans toute sa masse, en un bloc solide, par abaissement progressif de la température, jusqu'à — 4° au cœur du quartier de viande. Le « chilled meat » — état sous lequel on transporte fréquemment les quartiers de bœufs — n'exige qu'une température voisine de 0°, malgré quoi la viande ainsi traitée peut se conserver parfaitement saine pendant trois semaines environ, sans rien perdre de ses qualités nutritives, ni s'altérer chimiquement. Les quartiers de « chilled meat » sont, en général, arrimés à bord, par suspension, au moyen de chaînes et de crochets : le poids de la cargaison se trouve donc suspendu aux ponts, au lieu de reposer sur ces derniers et sur le fond du navire. Rappelons aussi, car ce point est particulièrement important au point de vue viande, que *le froid n'a pas pour effet de supprimer complètement l'activité microbienne* ; il n'arrête pas la décomposition d'une denrée avariée, ni ne l'empêche de contaminer la cargaison voisine ; on doit donc vérifier tout spécialement l'état du chargement avant son embarquement.

L'utilisation de machines frigorifiques à bord des bâtiments de pêche est beaucoup plus récente ; il n'y a pas tout à fait dix ans qu'un chalutier français, le *Sacip*, a été, pour la première fois, équipé avec une chambre froide permettant une congélation vraiment parfaite du poisson, et évitant les phénomènes de fermentation et les développements microbiens qui se produisent trop souvent avec la simple conservation dans des morceaux de glace, procédé habituel des chalutiers. A la sortie du filet, le poisson est déversé dans un appareil congé-

lateur de fonctionnement automatique et, après qu'il a été littéralement saisi par le froid auquel il est soumis, on l'emmagine dans une chambre froide. Tous les grands chalutiers des bancs de Terre-Neuve, qui ont été construits ces dernières années, comme la *Marcella*, lancée par Penhoët il y a cinq ans, et, bien entendu le prototype des grands chalutiers modernes à Diesel de notre flotte de pêche, ont été équipés avec ce dispositif automatique pour la conservation du flétan.

Les transports de fruits sur mer

Les cargos transporteurs de fruits représentent la troisième catégorie de bâtiments

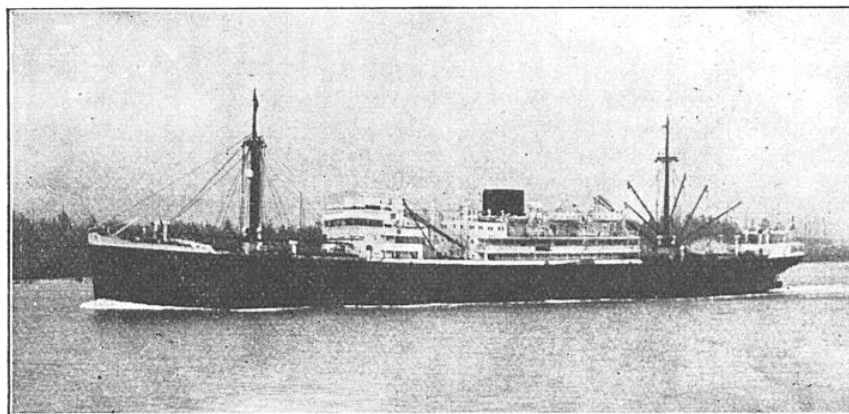


FIG. 4. — TYPE DE GRAND CARGO MIXTE (DÉPLACEMENT, 15 000 T, VITESSE, 14 NŒUDS), DOTÉ D'AMÉNAGEMENTS FRIGORIFIQUES IMPORTANTS
Le S.S. Washington, de la Compagnie Transatlantique, affecté à la ligne « Nord Pacifique-Europe », transporte dans ses cales d'importants tonnages de viandes, de poissons et de fruits conservés par le froid.

de mer à installations frigorifiques très développées ; parmi ceux-ci, les « bananiers » représentent le type le plus complet du genre, et c'est à ces derniers surtout que nous consacrerons la fin de cette étude.

C'est en 1870 qu'un schooner anglais,

faisant escale à la Jamaïque, a vraisemblablement embarqué la première cargaison de bananes transportée par mer, et c'est il y a une trentaine d'années que ce trafic commença à prendre une certaine importance. Les Etats-Unis furent les premiers à apprécier la valeur nutritive de ce fruit, dont ils s'approvisionnaient dans l'Amérique Centrale et aux Antilles. Presque tout le trafic de cette région était entre les mains d'une importante société, l'*United Fruit Co.*, de Boston, qui non seulement importait la presque totalité du tonnage « bananier » grâce à une flotte spécialement construite, mais possédait aussi le contrôle d'importantes plantations en Amérique centrale. Ses nombreux navires étaient bien connus, dans la mer des Antilles, en raison de leur tenue impeccable et quasi militaire, et de leurs coques d'une blancheur immaculée, à l'instar de celles des yachts les plus luxueux. Comme tels, ils étaient très appréciés par de nombreux passagers. La

	Cubage	Température
	(Mètres cubes)	(Degrés C)
1. Chambres froides :		
Glace	69	— 3
Poissons	145	— 10
Charcuterie	88	0
Volailles	80	— 6
Viandes	252	— 6
Légumes	290	0
Beurres et œufs	90	+ 2
Bière	102	0
Fromages	55	+ 5
Citrons	52	+ 3
Fruits	103	+ 3
Sommellerie : champagnes	22	0
Eaux minérales	22	0
2. Glacières :		
Pâtisserie	24	0
Garde-manger	58	0
Fruits et glace	8	0
Boucherie	3	0
Bagages des passagers	30	— 4
Bagages des touristes	6	0

TABEAU DES CHAMBRES FROIDES ET GLACIÈRES DU PAQUEBOT « NORMANDIE »

Il existe également une trentaine d'armoires froides réparties dans les cuisines, cambuses, offices, etc. A ces appareils s'ajoutent le matériel réfrigérant pour les crèmes glacées et les sorbets, une quinzaine de filtres à eau glacée, etc., la réfrigération automatique des vitrines de fleuriste et de la réserve des fleurs.

banane est, en effet, un fruit essentiellement périssable et fragile ; quelles que soient les précautions prises pour en assurer la conservation dans les meilleures conditions, l'*United Fruit Co* avait dû prévoir pour ses bâtiments une allure de route assez élevée et, tout naturellement, les avait dotés d'installations pour passagers, source d'un profit complémentaire intéressant. La même raison fait d'ailleurs que tous les « bananiers » modernes, quelle que soit leur nationalité, comportent

les pêches ou les bananes. Aussi les conditions à réaliser pour le transport suivant la nature des fruits sont-elles différentes. C'est ainsi que les températures à maintenir sont de l'ordre de 0°5 à 2° pour les poires, de 2° à 3° pour les pommes, de 2° à 5° pour les oranges, tandis que, pour les bananes, la température idéale est de 10° à 12°.

Le degré hygrométrique est, lui aussi, variable ; on admet actuellement les données suivantes : poire, 0,75 à 0,85 ; pomme, 0,80 ;

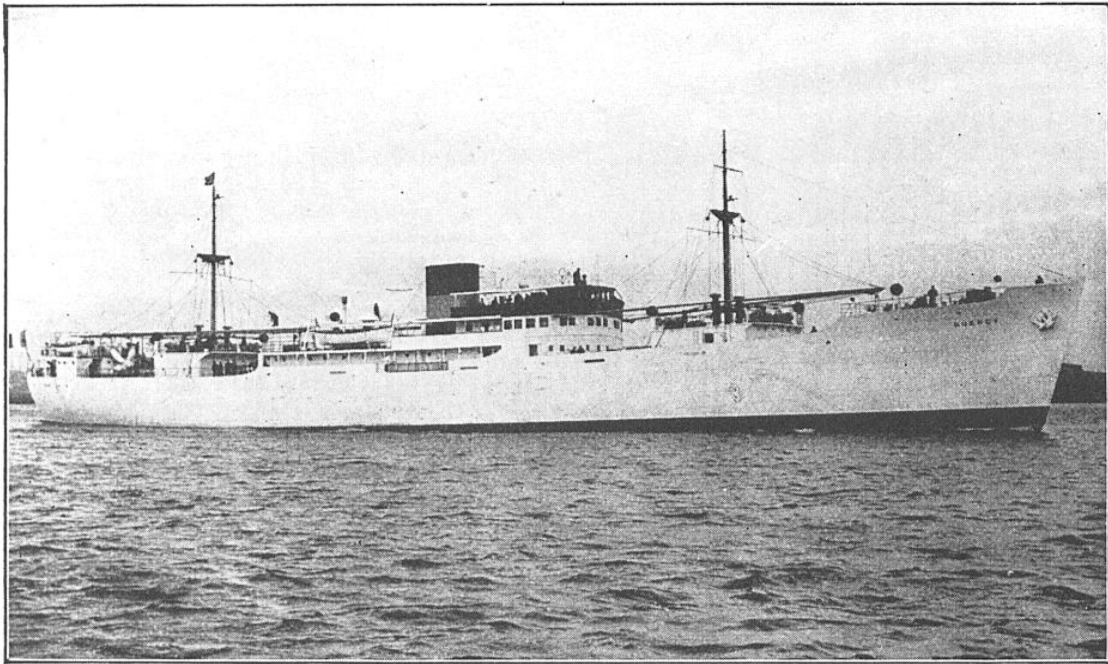


FIG. 5. — LE « QUERCY » EST, AVEC SON « SISTER-SHIP » L'« ESTÉREL », LE PLUS RÉCENT NAVIRE BANANIER FRANÇAIS ENTRÉ EN SERVICE. IL DESSERT LA MARTINIQUE ET LA GUADELOUPE

également quelques aménagements, généralement pour une douzaine de voyageurs.

Les précautions qu'il faut prendre à bord des « fruitiers » flottants

La nécessité de transporter les fruits plus rapidement que n'importe quelle autre denrée conservée par le froid tient à ce que, dès qu'ils sont cueillis, le processus vital constituant le mûrissement est naturellement hâté, que la durée de leur vie est notablement abrégée et que la germination de la pourriture est d'autant plus rapide que le degré d'humidité et la température de l'atmosphère sont plus élevés. Cette fermentation n'intervient pas de la même façon suivant qu'il s'agit de fruits durs, tels que les pommes, ou de fruits doux : les poires,

pêches, 0,85 à 0,90 ; banane, 0,70 à 0,75.

Dans tous les cas, d'autre part, les conditions suivantes doivent être réalisées :

Un emballage ou un arrimage très soignés. C'est ainsi que, pour les pommes ou les poires, on protège habituellement chaque fruit au moyen d'une double enveloppe de papier, l'une filamenteuse, l'autre paraffinée, pour empêcher la condensation de l'humidité de l'air ;

Un degré de maturité convenable. Les fruits trop verts le restent et deviennent coriaces ; les fruits trop mûrs deviennent farineux ou finissent par pourrir.

Il faut, en outre, éliminer rigoureusement tout fruit présentant la plus petite piqûre, car la moindre meurtrissure hâte irrémédiablement la pourriture.

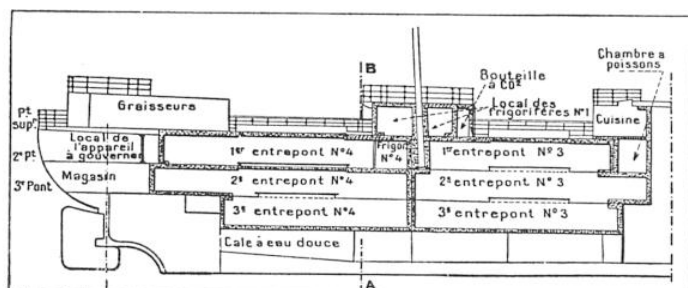


FIG. 6. — COUPE LONGITUDINALE DU NAVIRE BANANIER « VICTOR-SCHOELCHER », MONTRANT LA DISPOSITION DES CLOISONS ISOLANTES ET DE LA CENTRALE FRIGORIFÈRE

Un problème tout particulier : le transport des bananes

Les indications qui précèdent permettent de comprendre pourquoi les bananes sont, de tous les fruits, les plus difficiles à transporter convenablement et pour quelles raisons on est arrivé très rapidement à ne concevoir leur transport qu'au moyen de bâtiments absolument spécialisés.

Il faut, en effet, que la température de 10° à 12° qui leur est indispensable, et qui n'est pas particulièrement basse, se maintienne constante, à de très faibles variations près ; or, les fruits sont chargés sous les tropiques ou dans leur voisinage et débarqués en Europe dans des conditions telles qu'à certaines saisons la température extérieure ambiante est, souvent, sensiblement inférieure à + 10° ou 12° ; il faut alors envoyer dans les entrepôts non plus des frigories, mais bien des calories pour entretenir la température nécessaire.

Une autre difficulté provient de ce que les régimes d'une même cargaison doivent être groupés dans des entrepôts indépendants les uns des autres et soumis à un « traitement » thermique légèrement différent, quoique dans les limites extrêmes indiquées, suivant leur état de maturité. Il en découle qu'à bord d'un bananier, il faut pouvoir compartimenter les cales et entrepôts, les isoler en un certain nombre de tranches distinctes, et qu'au moment de l'embarquement, on doit vérifier soigneusement, par sondages, l'état de maturité des lots, les trier, le cas échéant, et les regrouper. Enfin, les fruits ne devant pas être coupés trop longtemps avant leur mise à bord, il est indispensable que les chargements s'effectuent à des dates convenues à l'avance, d'où la nécessité pour les bananiers de suivre des horaires de marche parfaitement réguliers, à l'instar de paquebots.

Les bananes, parfois transportées enveloppées de papier, le sont aussi très souvent en vrac ; surtout lorsque l'on est assuré de moyens de manutention mécaniques dans les ports terminaux. A bord, leur arrimage doit empêcher le tassement des régimes inférieurs sous le poids des régimes supérieurs et ne pas restreindre la circulation de l'air. Les régimes sont, en général, chargés la pointe en haut, des cloisons longitudinales à claire-voie maintenant transversalement et longitudinalement les lots pour éviter leur tassement au roulis. On évalue la densité d'arrimage à 200 ou 210 kg, en moyenne, au mètre cube net.

La réfrigération des bananiers récents est assurée par conditionnement d'air

La réfrigération des bananiers récents est assurée par conditionnement d'air

Jusqu'à ces dernières années, on réfrigérait les cales et entrepôts des « bananiers » par rayonnement, au moyen de circulations de saumure. Des ventilateurs intervenaient, en outre, pour brasser l'air qui a tendance à descendre lorsqu'il se refroidit, et remédier ainsi aux différences de température qui pouvaient s'établir à hauteur du plafond et du plancher.

On préfère aujourd'hui la réfrigération par air conditionné : l'air de la cale ou de l'entrepôt est aspiré et refoulé dans un frigorigère extérieur, où il se refroidit par rayonnement avant d'être renvoyé dans la cale ou l'entrepôt. On arrive de la sorte à maintenir des températures vraiment uniformes, puisque les différences n'atteignent générale-

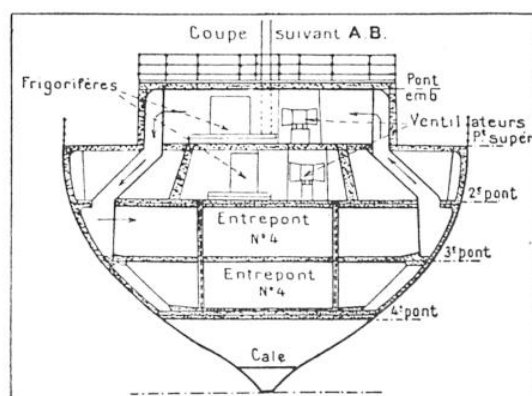


FIG. 7. — COUPE TRANSVERSALE DU « VICTOR-SCHOELCHER », MONTRANT LES CONDUITS DE VENTILATION DU DEUXIÈME ENTREPÔT ET LE DÉTAIL DE L'ISOLATION

ment pas 1° entre n'importe quels points du local envisagé. La circulation de l'air se fait soit horizontalement, soit verticalement : elle a généralement lieu, dans les entreponts, suivant un circuit horizontal, et d'après un circuit vertical dans les cales. Parfois, cependant, et suivant la disposition des lieux, elle se fait en diagonale. On compte, en moyenne, trente-cinq à quarante renouvellements du volume de la cale ou de l'entrepont à la minute, et les ventilateurs des frigorifères sont presque toujours du type hélicoïde réversible, pour permettre périodiquement la circulation de l'air. Le contrôle des températures se fait au moyen de thermomètres à distance dans les chambres fraîches, et à l'entrée et à la sortie des frigorifères pour surveiller la température de l'air aspiré et refoulé et celle de la saumure. A bord de certains bananiers scandinaves récents, ce contrôle est automatique et enregistré au moyen de voyants lumineux et de sonneries qui se déclenchent lorsque les limites de température requises sont franchies.

L'importance de la flotte mondiale des bananiers

La flotte mondiale des bananiers en service compte environ 170 unités d'une jauge totale d'environ 670 000 tonneaux. On remarquera tout de suite la modicité relative du tonnage individuel de ces bâtiments : un peu moins de 4 000 tonneaux.

Ce sont les conditions particulières du

transport à assurer qui ont conduit aux tonnages généralement modérés des « bananiers », et aussi à leur rapidité de marche déjà mentionnée dans cet article. Il faut, nous le rappelons, que ces bâtiments suivent un horaire parfaitement régulier, d'où l'obligation d'une réserve de puissance importante pour regagner, le cas échéant, quelques heures perdues en cours de route.

Il faut aussi que leurs rotations puissent être aussi rapides que possible, car il s'agit d'unités d'un prix de revient initial relativement élevé et d'un entretien coûteux. Indépendamment donc des raisons d'ordre général qui ont déterminé, ces dernières années, une augmentation sensible de la vitesse de route des navires de charge affectés à des services réguliers, la vitesse constitue, pour un bananier, un facteur essentiel d'exploitation satisfaisante.

Alors qu'il y a cinq ou six ans, la vitesse des bananiers était, en moyenne, de

12 nœuds, leur allure de route est passée, pour les plus récentes unités construites, à 15 ou 16 nœuds, la vitesse aux essais étant au moins de 2 nœuds plus élevée. Les Italiens — qui ont établi, il y a quelques années, un service régulier entre le port de Merkur, sur la côte des Somalis, et Gênes — ont même mis en service, l'an dernier, quatre bananiers ayant soutenu 20 nœuds aux essais et permettant une vitesse en charge de 18,5 nœuds. Ce sont des « motorships » de 5 200 t de déplacement, pouvant transporter 900 t de bananes dans des cales réfrigérées de 4 000 m³,

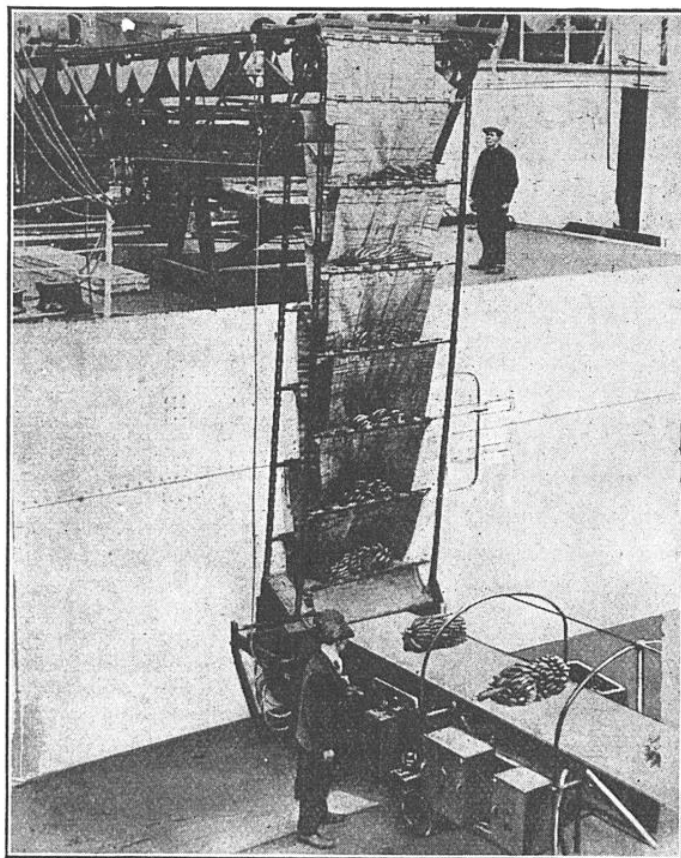


FIG. 8. — TAPIS ROULANT PERMETTANT LE DÉBARQUEMENT DES BANANES AVEC LE MINIMUM DE MANUTENTION

indépendamment de 1 000 t de marchandises ordinaires. L'installation frigorifique débite 350 000 frigories/heure.

Les Etats-Unis sont le pays du monde qui possède la plus importante flotte bananière, l'Angleterre et la Norvège les suivent de près, et notre pays vient au quatrième rang, grâce au très grand effort de ses armateurs depuis cinq ans (25 bâtiments jaugeant 60 000 tonneaux). Les autres marines marchandes également intéressées dans ce trafic sont, en dehors de l'Italie, celles de l'Allemagne et du Danemark.

La flotte bananière française

Les plus récents bananiers français entrés en service sont l'*Esterel* et le *Quercy*, les dixième et onzième bâtiments spécialisés dans ce transport de la Compagnie Générale d'Armements maritimes, qui exploite, pour la Compagnie Générale Transatlantique, la plus importante flotte bananière sous notre pavillon. Ce sont des navires de 95 m de longueur, auxquels un moteur Diesel « Burmeister » assure une vitesse en service de

15 nœuds et qui embarquent leur cargaison à la Martinique ou à la Guadeloupe, dans dix compartiments pouvant être groupés en six tranches indépendantes les unes des autres. Deux compresseurs à ammoniac et à détente directe permettent d'abaisser la température de tous les entreponts à 0° dans des eaux tropicales à 32°. Ce ne sont d'ailleurs pas les bananiers les plus importants de cet armement, qui

dispose également de deux affrétés susceptibles d'embarquer chacun 58 000 régimes, soit un peu plus que la capacité courante, celle-ci se chiffrant habituellement aux environs de 40 à 45 000 régimes.

Un autre type de bananier français est représenté par le *Félic-Henry*, qui est un bâtiment à vapeur présentant la particularité d'avoir sa chaufferie installée non dans les fonds du navire, mais dans les superstructures, ce qui assure un accroissement de la longueur disponible des cales, donc un meilleur rendement commercial, du fait de leur plus grand volume utilisable : 6 à 10 %. Il s'agit là d'un nouvel aménagement

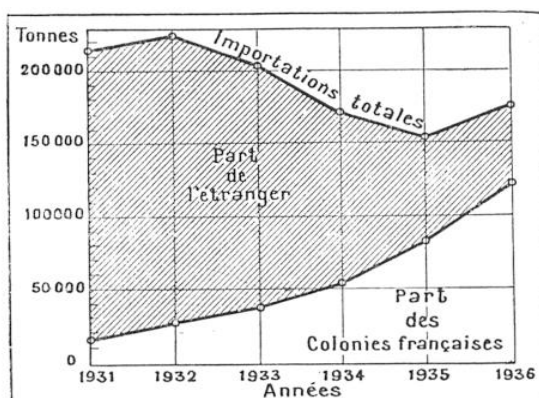


FIG. 9. — PROGRESSION DES IMPORTATIONS COLONIALES FRANÇAISES PAR RAPPORT AUX IMPORTATIONS TOTALES DE BANANES EN FRANCE

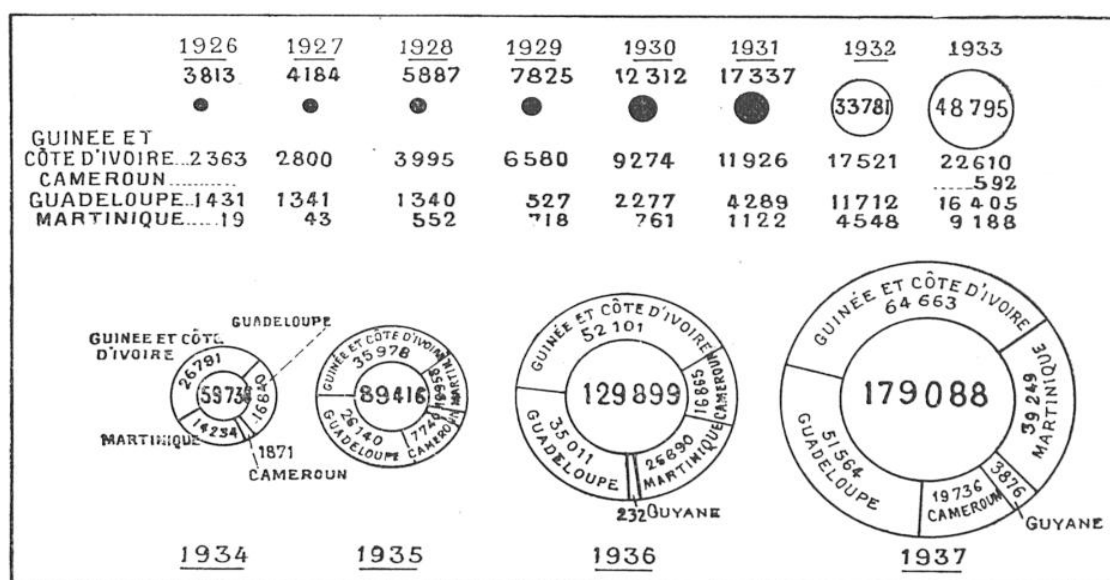


FIG. 10. — PROGRESSION DES EXPORTATIONS DE BANANES DES DIVERSES COLONIES FRANÇAISES

imaginé par un constructeur norvégien, M. Meldhal, qui lui a donné son nom. Les avantages en sont une meilleure stabilité sur lest (car les bananiers effectuent une traversée sur deux sans chargement), ce qui permet, à tirant d'eau égal, d'augmenter la largeur, donc la capacité de transport. Enfin, et en dehors de certaines commodités de service, le chaleur dégagée par les chaudières ne contribue plus à corroder les fonds, dont l'épaisseur de la tôlerie peut être réduite, tandis que tout le double-fond devient disponible pour le ballast.

Deux bananiers sont, actuellement, en construction dans des chantiers français : le *Victor-Schoelcher*, lancé le 25 février dernier, et le *Charles-Plumier*. Ce sont des bâtiments à moteurs Diesel (5 200 ch et 17 nœuds) de 114 m 30 de longueur ; leur port en lourd total atteint 2 100 t (quatorze compartiments susceptibles d'être groupés en quatre tranches) et ils disposent d'un volume d'entrepôts de 5 400 m³ et d'une soute frigorifiée spéciale de 200 m³ pour le poisson. Les appareils frigorifiques (à gaz ammoniac) sont commandés électriquement, l'énergie électrique étant fournie par trois groupes à moteurs Diesel de 200 kW chacun.

Plusieurs paquebots mixtes des services réguliers de l'A. O. F. et des Antilles peuvent également embarquer un certain tonnage de bananes dans quelques-unes de leurs cales, aménagées spécialement. Tels sont les quatre bâtiments des Compagnies Fabre et Fraissinet, de Marseille, qui peuvent embarquer chacun environ 7 000 régimes de bananes.

Toute la consommation française des bananes provient maintenant de nos colonies

Nous terminerons cet article par quelques indications sur le trafic des bananes à destination de la France. Alors qu'en 1932 nos colonies n'avaient contribué que pour 27 332 t aux 224 580 t de bananes importées, en majeure partie, des Canaries et de Madère, elles nous ont fourni, en 1937, 175 600 t

environ sur 176 000 t qui ont été consommées dans notre pays, soit plus de 99,4 %. On peut estimer à près de 500 millions de francs le bénéfice qu'en a tiré notre économie nationale en évitant d'avoir à verser cette somme à des producteurs et à des armateurs étrangers.

La banane « française » provient soit de l'une de nos colonies d'Afrique-Occidentale : Guinée, Côte-d'Ivoire ou Cameroun, soit de nos Antilles : Guadeloupe, Martinique et Guyane, les exportations ayant atteint respectivement, en 1937, pour ces deux groupes de territoires : 84 399 t et 94 689 t. Les deux graphiques page 327 font ressortir avec quelle rapidité se sont développées production et exportation, au point que nos producteurs coloniaux vont devoir se préoccuper de trouver de nouveaux débouchés, à moins qu'il ne soit possible, pour commencer, de ramener la consommation française au taux où elle se maintenait il y a quelques années encore.

Les principaux ports d'importation en France sont, avec plus de 40 000 t de bananes débarquées en provenance de nos colonies : Rouen (24,5 %) et Dieppe (23,5 %), avec plus de 20 000 t ; Le Havre (13,1 %), Marseille (12,2 %). Viennent ensuite : Nantes (10,1 %), Bordeaux (9,2 %) et, avec des pourcentages de 2 à 0,7 %, Alger, Casablanca, Sète et Oran.

On voit donc combien est récent ce nouveau trafic, rendu possible par le développement de l'industrie du froid, et combien méritoire l'effort de tous ceux, producteurs et armateurs, qui, en pleine période de dépression économique mondiale, ont su le créer et le développer. Au point de vue de notre marine marchande, le bénéfice en a été incontestable, car, sans les bananiers, il serait à peu près impossible de faire ressortir le moindre rajeunissement de notre flotte de charge et malgré qu'une partie de la flotte bananière française ait été construite à l'étranger, nos chantiers de construction navale ont tout de même bénéficié de la commande d'un certain nombre de belles unités.

HENRI LE MASSON.

Tant qu'un peuple considère l'automobile comme un luxe réservé à des privilégiés (a proclamé dans un discours récent le chancelier du III^e Reich), aucun vaste programme de production n'est réalisable. A ce point de vue, l'Allemagne et la France pratiquent donc actuellement deux politiques opposées. La France est cependant l'un des pays où les conditions sont les plus favorables au développement de la locomotion routière (de par son réseau de communications et par sa géographie économique et touristique).

LA T. S. F. ET LA VIE

Par André LAUGNAC

Un nouveau pick-up électrodynamique

On admet généralement à l'heure actuelle que, sur un disque de phonographe, les fréquences supérieures à 5 000 hertz n'ont pas besoin d'être enregistrées parce qu'elles sont inaudibles. Cet avis n'est du reste pas partagé par tous les techniciens du disque ; il est bien évident que si l'on exige des microphones de radio-diffusion de transmettre toutes les fréquences acoustiques jusqu'à 10 000 hertz, c'est qu'elles sont nécessaires pour la bonne reproduction de la musique.

L'inutilité de l'enregistrement des fréquences supérieures à 5 000 hertz est cependant justifiée par l'état actuel de la technique : tout d'abord les pick-up qui existent sur le marché sont incapables de reproduire les fréquences élevées par suite de la force d'inertie que leur oppose la partie mobile de ces appareils ; de plus, si l'enregistrement était exécuté avec toutes les fréquences désirables, l'usure que subiraient ces disques dès les premières auditions serait telle que toutes les fréquences élevées auraient disparu. Le bruit de fond provoqué par le frottement de l'aiguille sur les bords des sillons du disque rend à lui seul illusoire l'enregistrement des fréquences élevées parce qu'il les couvrirait complètement, surtout si le disque est un peu usé.

Il semble cependant que l'on puisse désormais éviter tous ces défauts en modifiant systématiquement la nature de certains composants de la couche superficielle du disque et la technique de la construction des pick-up.

Les perfectionnements auxquels on est conduit, se résument donc ainsi :

Réduire la pression du pick-up sur le

disque ; réduire l'inertie de la partie mobile ; supprimer la matière « abrasive » que contient la couche superficielle du disque, matière qui permet aux bords du sillon de résister aux frottements de l'aiguille sans s'user trop rapidement.

Des essais entrepris récemment dans cet esprit ont donné des résultats dépassant presque les espérances. Il a été possible de

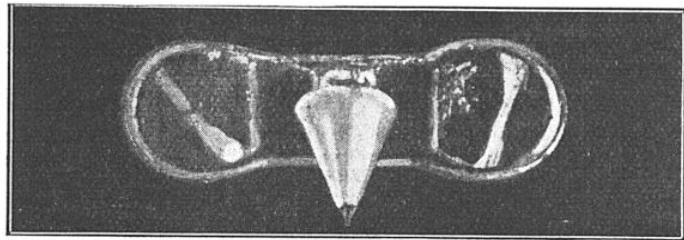


FIG. 2 — VUE DE FACE DU NOUVEAU PICK-UP ÉLECTRODYNAMIQUE MONTRANT LA POINTE DE SAPHIR

reproduire à l'aide d'un pick-up électrodynamique et avec peu de distorsion les fréquences d'enregistrement jusqu'à 18 000 hertz !

Cet appareil, de conception extrêmement simple, se compose essentiellement d'un petit aimant permanent entre les pièces polaires duquel est placé un cadre rectangulaire d'une seule spire, constituée par un ruban de bronze phosphoreux ; un des côtés de ce cadre est fixe ; le côté opposé supporte un petit saphir sans aucun pivot. Les vibrations transversales recueillies par la pointe du saphir se transforment en vibrations de torsion pour le cadre. La différence de potentiel induite est recueillie à l'extrémité opposée au stylet et attaque l'amplificateur par l'intermédiaire d'un transformateur élévateur de tension. La masse totale de la partie mobile d'un tel pick-up est de 50 milligrammes, valeur considérablement plus faible que pour les appareils électromagnétiques à pivot.

En plus de la reproduction fidèle de toutes les fréquences jusqu'à 18 000 hertz, cette très faible inertie présente un autre avantage : le frottement du saphir use très peu l'enregistrement et ainsi la couche superficielle des disques peut être constituée de produits moins abrasifs, permettant ainsi une réduction sensible des bruits de fond.

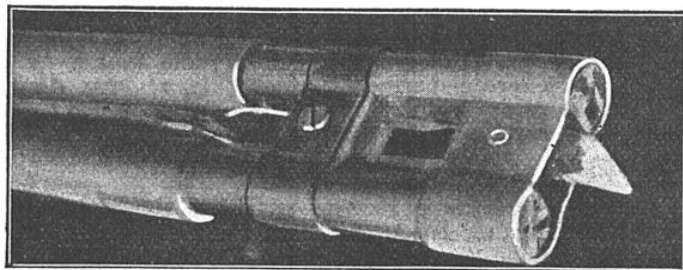


FIG. 1. — LE PICK-UP ÉLECTRODYNAMIQUE DONT LA PARTIE MOBILE NE PÈSE QUE 50 MILLIGRAMMES

Lampes amplificatrices à atmosphère gazeuse

Les lampes amplificatrices exclusivement utilisées jusqu'à maintenant sont des tubes à vide poussé ; ce vide correspond environ à une pression résiduelle de 10^{-6} millimètre de mercure. Dans ces conditions, la trajectoire libre moyenne des molécules est de 7 m ; celle des électrons rapides atteint 400 m. Bien que le nombre de molécules qui restent dans un tel vide soit très grand, la probabilité de chocs entre électrons et molécules est faible, et il ne se produit pas d'ionisation. Plusieurs laboratoires s'efforcent actuellement de mettre au point la fabrication de lampes amplificatrices à atmosphère gazeuse. Le début de ces recherches remonte à plusieurs années, mais les difficultés techniques rencontrées en ont retardé jusqu'à présent l'aboutissement.

Nous connaissons déjà les triodes à atmosphère gazeuse (1), ou valves à gaz ionisé, remplies de vapeur de mercure ou d'un gaz inerte tel que le néon ou l'argon. Dans ces triodes à gaz appelées souvent « thyatron », la grille n'a qu'une seule fonction : permettre au courant d'anode de s'établir ; elle ne peut, en aucun cas, le moduler ni même le stopper s'il est déjà établi. Ainsi donc, dès que la décharge électrique est commencée, c'est-à-dire dès qu'il y a ionisation des molécules du gaz, la grille perd complètement le contrôle du courant anodique. On explique ce phénomène par la présence au voisinage de cette grille d'un nuage d'ions positifs qui l'entoure comme un écran positif et annule son effet ultérieur.

Les nouvelles lampes à atmosphère gazeuse comprennent essentiellement une cathode à chauffage indirect, une grille d'excitation, une grille de contrôle et une anode. Si les différentes électrodes sont connectées comme l'indique la figure, l'ensemble constitué par la cathode et la grille d'excitation, se comportera comme une diode à gaz ; une décharge se produira entre ces deux électrodes avec ionisation des molécules du gaz qui les séparent. Une partie des électrons, émis par la cathode, peut passer par les trous de l'électrode d'excitation et atteindre l'anode. La grille de contrôle pourra en régler la quantité si par un artifice quelconque, on a su éviter l'ionisation des molécules dans son voisinage. On y réussit en choisissant comme

distance, entre la grille d'excitation et l'anode, une longueur inférieure au libre parcours des électrons dans ce milieu gazeux.

La trajectoire libre moyenne des électrons varie évidemment avec la nature et la pression du gaz contenu dans l'ampoule. Pour l'argon, à la pression de 10^{-4} mm de mercure, on l'évalue à 2,4 mm.

Si la condition que nous venons d'énoncer est remplie, ce nouveau tube pourra être alors considéré comme une triode ayant une cathode virtuelle. Cette cathode pourra avoir des dimensions très larges et donner à cette triode des caractéristiques très intéressantes. Les lampes expérimentales construites sur ces principes ont donné d'excellents résultats comme amplificatrices et oscillatrices en haute fréquence. Les puissances maximales mises en jeu jusqu'ici n'ont cependant pas dépassé quelques centaines de watts.

Le contrôle automatique de fréquence dans les superhétérodynes

UN superhétérodyne ne fonctionne correctement que s'il est réglé avec précision sur l'émission désirée. Les transformateurs « moyenne fréquence », en effet, ne transmettent de part et d'autre de leur fréquence d'accord qu'une bande de fréquence de quelques kilohertz ; il est indispensable, sous peine de distorsions intolérables, que l'onde porteuse

de l'émission reçue soit, après changement de fréquence, placée au milieu de cette étroite bande. Le fait que les récepteurs modernes possèdent un « système antifading » énergétique complique encore le problème, puisqu'un dérèglement léger ne se traduit plus par une diminution de la puissance des sons émis par le haut-parleur, mais seulement par un accroissement considérable du taux de distorsion. Les constructeurs ont ainsi été conduits à adjoindre aux récepteurs des systèmes visuels d'accord, tels que « œil magique », « trèfle cathodique » ou « galvanomètre à ombre » qui rendent le réglage plus facile, car, si une oreille même peu exercée permet d'ajuster le réglage d'un récepteur sur un maximum d'audition, il est souvent malaisé à des profanes de juger à quelle position exacte du cadran d'accord la distorsion est la plus faible.

Certains récepteurs, plus perfectionnés encore, comportent un dispositif de « contrôle automatique de fréquence » dont le but est de réajuster à tout instant la fréquence de l'oscillateur local à une valeur correcte ; ils corrigent ainsi les légers désac-

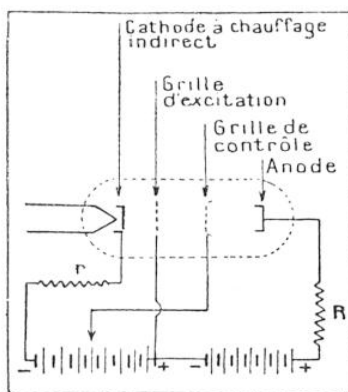


FIG. 3. — DISPOSITION DES ÉLECTRODES DANS UNE LAMPE AMPLIFICATRICE À ATMOSPHÈRE GAZEUSE

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

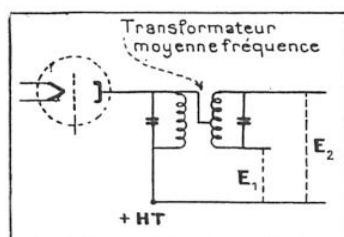


FIG. 4. — MONTAGE D'UN TRANSFORMATEUR MOYENNE FRÉQUENCE POUR METTRE EN ÉVIDENCE DES VARIATIONS DE FRÉQUENCE

distincts : tout d'abord, un « discriminateur » sensible au désaccord et à son signe, et ensuite un dispositif de commande de fréquence de l'hétérodyne.

Les discriminateurs d'accord sont généralement basés sur la propriété suivante. A l'accord, les courants qui circulent dans les enroulements primaire et secondaire d'un transformateur « moyenne fréquence » sont déphasés de 90° , et à chaque variation de la fréquence incidente correspond un déphasage différent. Ainsi donc, si l'on réunit en série ces deux enroulements, la tension totale fournie par un tel ensemble

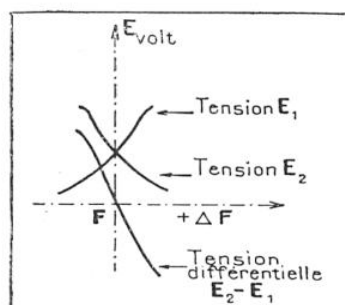


FIG. 5. — COMMENT VARIENT LES TENSIONS AUX POINTS E_1 ET E_2 (FIG. 4) QUAND LA FRÉQUENCE CHANGE DE VALEUR

sens inverse comme l'indique la figure 5, leur différence après détection sera nulle à l'accord parfait, positive si la fréquence incidente est trop faible, et négative si elle est trop élevée. C'est cette différence de potentiel continue qui servira à la commande de l'hétérodyne. La figure 6 montre la réalisation

cords résultant d'un réglage peu soigné ou bien ceux provoqués par un glissement de fréquence de cet oscillateur local.

Le « contrôle automatique de fréquence » suppose l'intervention de deux organes bien distincts :

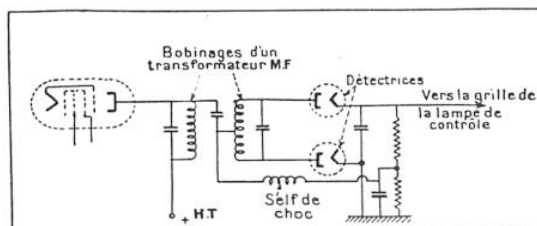


FIG. 6. — SCHÉMA DE MONTAGE D'UN DISCRIMINATEUR DE DÉSACCORD

tion d'un tel « discriminateur de désaccord ».

Le dispositif de commande de fréquence de l'hétérodyne est représenté par la figure 7.

T_1 est la lampe oscillatrice ; T_2 est la lampe de contrôle ; on applique à la fois sur la grille de cette dernière la tension continue fournie par le « discriminateur de désaccord » et la tension prise aux bornes de la self L du circuit oscillant après déphasage par l'ensemble de la résistance R et de la capacité C .

Le courant anodique de la lampe de contrôle se trouvant alors déphasé de 90° par rapport à la tension aux bornes du cir-

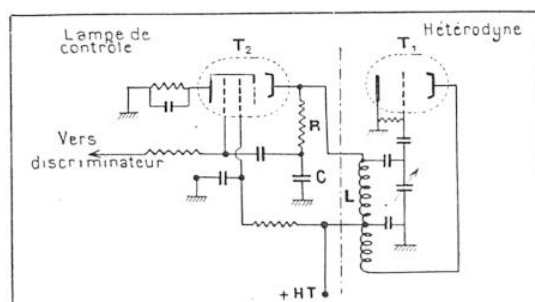


FIG. 7. — SCHÉMA DE PRINCIPE DU CONTRÔLE AUTOMATIQUE DE LA FRÉQUENCE

cuit oscillant, cette lampe se comportera vis-à-vis de ce dernier comme une self-inductance en dérivation à ses extrémités. La valeur de cette self et, par suite, la fréquence de l'hétérodyne varient avec la polarisation de la grille de la lampe de contrôle.

De tels dispositifs de contrôle automatique de fréquence réduisent les désaccords dans le rapport de plus de 140 à 1. Ils sont, en général, rendus inactifs pendant le réglage du récepteur, afin d'éviter toute discontinuité dans la recherche des stations.

ANDRÉ LAUGNAC.

En Grande-Bretagne, sur la taxe annuelle payée par les auditeurs de la radio-diffusion, 8 % sont prélevés au bénéfice du service de télévision. La *British Broadcasting Corporation* qui gère ce service doit donc disposer cette année d'environ 300 000 livres sterling, soit 54 millions de francs pour les programmes de télévision.

LES HEUREUSES CONSÉQUENCES DE L'ALLÈGÈMENT DANS LA LOCOMOTION MÉCANIQUE ROUTIÈRE

La voiture automobile

L tombe sous le sens que la diminution du poids mort remorqué par le moteur d'une voiture ne peut que présenter des conséquences heureuses, aussi bien du point de vue de l'économie que de celui de la vitesse. Toutefois, seuls des résultats précis, déduits à la fois de l'expérience et du calcul, sont susceptibles de « chiffrer » les avantages dus à l'allègement de la carrosserie et du moteur grâce à l'emploi des alliages légers. Nous en avons déjà montré les multiples applications (pistons, culasses, carters, tôles de carrosseries, etc.).

Nous n'entrerons pas ici, bien entendu, dans les calculs fondés sur les lois du moteur à explosions et de la traction sur route. Nous nous contenterons d'en donner les principaux résultats pour un cas concret. Soit une berline quatre places, pesant en charge 1 400 kg (à vide 1 050 kg) pour la construction ordinaire et un même véhicule allégé de 200 kg par l'emploi d'alliages d'aluminium (moteur et carrosserie).

Ainsi, l'économie de consommation d'essence en palier ressort à 1,2 litre aux 100 km, quelle que soit la vitesse (de 60 à 120 km/h). Elle croît rapidement en pente et passe de 2,8 litres pour une rampe de 5 % (à 90 km/h) à 4,6 litres pour 10 % (à 60 km/h) et à 6,3 litres pour 15 % (à 45 km/h). De même, en période d'accélération, le gain réalisé passe de 3,5 litres en prise directe à 7 litres en deuxième vitesse et à 10,5 litres en première vitesse.

Quant à la consommation moyenne, qui se déduit des calculs effectués pour les trois cas précédents, elle fait ressortir une économie annuelle de 400 litres pour 20 000 km parcourus.

Mais l'allègement a également d'heureuses répercussions sur d'autres facteurs : par exemple, la souplesse dynamique de la voiture (1) qui peut être caractérisée, d'une part, par la rampe limite correspondant à la prise directe (à pleine admission, par exemple), d'autre part, par le temps

(1) Il y a lieu de remarquer que l'allègement rend plus aisé l'aérodynamisme qui exige des carrosseries plus lourdes (ailes enveloppantes, etc.).

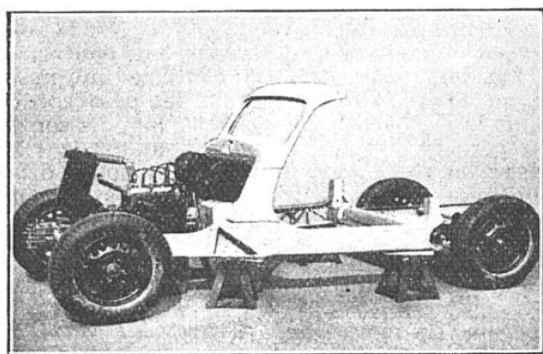


FIG. 1. — CHASSIS DE L'« AMILCAR COMPOUND »
FONDU EN ALLIAGE D'ALUMINIUM « ALPAX »

nécessaire pour passer d'une vitesse à une vitesse supérieure (accélération) ou inférieure (freinage). Ainsi, la rampe limite passe de 4,4 %, pour le véhicule de 1 400 kg, à 5 % pour celui à 1 200 kg et, en première vitesse, de 33 % à 39 %. On voit en outre que l'allègement permet de réduire le nombre de démultiplications (1) de la boîte de vitesse. Quant à l'accélération, l'allègement la favorise évidemment. Il réduit de 15 % (dans l'exemple choisi) le temps nécessaire pour passer à une vitesse plus grande. De même, en partant de 100 km/h, la distance d'arrêt passe de 75 m pour 1 400 kg à 60 m, pour 1 200 kg.

Mentionnons encore qu'une voiture légère, contrairement à ce que l'on croit, n'a pas plus tendance à déraiper qu'une voiture lourde et terminons le chapitre de la voiture par l'étude de la consommation des pneumatiques. Si le gain de poids est suffisant pour autoriser l'emploi d'un pneu de dimensions inférieures, l'économie ressort à 295 f par 30 000 km (parcours d'un train de pneus), soit 1 475 f pour 150 000 km (parcours total de la voiture). Si l'on conserve les mêmes pneus, l'allègement se traduit par une usure plus faible qui se chiffre, au bout de 150 000 km, par une économie de 1 160 f.

L'allègement de la voiture automobile est donc avantageux à tous points de vue.

Le véhicule industriel

Dans le véhicule industriel, ce qui importe avant tout, c'est son rendement économique, c'est-à-dire la diminution du passif et l'accroissement de l'actif de son exploitation. Constatons d'abord les grands allègements réalisés sur des carrosseries : 1 700 kg sur un fourgon de 2 900 kg ; 900 kg sur un plateau bâché de 1 700 kg ; 750 et 1 130 kg sur des plateaux à ridelles de 1 300 et 2 300 kg ; 510 kg sur une benne de 790 kg ; 700 kg sur une benne de 1 150 kg.

Considérons le premier exemple, celui d'un fourgon dont le poids est réduit de 1 700 kg par l'emploi des alliages légers. Comment s'établira son bilan par rapport à celui du véhicule non allégé ? Voici d'abord le passif en supposant que la durée des deux véhicules soit de 350 000 km (52 mois à 80 000 km par an). Le véhicule ordinaire coûte 150 000 f et sera revendu 20 000 f ; l'amortissement ressort donc à 37 450 f par an environ. Le véhicule allégé coûte 171 000 f, mais la valeur de la reprise peut être majorée de 4 200 f du fait de la valeur des alliages légers. L'amortissement est de 42 400 f par an environ. Ce chapitre est donc en faveur du véhicule ordinaire.

Admettons pour les impôts et assurances (les mêmes dans les deux cas), 13 000 f par an ; pour les salaires des conducteurs, les frais généraux, la main-d'œuvre, les indemnités de routes (également les mêmes), 79 200 f par an.

Carburants et huiles de graissage (en supposant les véhicules équipés d'un moteur à huile lourde). — Le premier dépense 35 litres de combus-

(1) Dans une voiture ultra-légère, M. Pescara a pu limiter ce nombre à 2.

tible et 1 litre d'huile aux 100 km, soit par an (80 000 km), 65 000 f.

Pour évaluer la dépense du deuxième, il faut considérer que l'allégement ne produit une économie que lorsque le véhicule n'est pas chargé à plein (1). Pour un fourgon (exemple choisi), l'expérience prouve que 45 km sur 100 seulement sont parcourus à pleine charge, et que, sur 55 km, l'allégement de 1 700 kg entre en ligne de compte. De ce fait, la dépense par an pour 80 000 km ressort à 62 000 f environ.

Pneumatiques. — Un train de pneus tous les 35 000 km, soit, pour 80 000 km (un an), 34 300 f pour le véhicule non allégé. Pour le deuxième fourgon, l'usure sera la même pendant 45 km sur 100, mais ne sera que 80 % de la première pendant les 55 km parcourus à charge réduite. La dépense annuelle sera de 30 550 f environ.

Entretien des véhicules. — Bien que l'expérience ait prouvé que, par suite de leur inoxydabilité et de leur facilité de chaudronnage, de formage, de soudage, etc., l'entretien d'un véhicule en alliages légers soit moins onéreux, admettons la même dépense annuelle pour les deux véhicules, soit 28 000 f.

Au total, le *passif* du fourgon lourd est de 257 000 f par an environ ; celui du fourgon allégé, de 215 500 f environ ; la différence en faveur de ce dernier ne provenant que des économies de pneus et de combustible.

Quant à l'*actif*, il est évidemment constitué par la charge utile transportée (nombre de tonnes-kilomètre). Nous supposons toujours — ce qui est conforme à l'expérience — que, sur 100 km, 45 sont parcourus à pleine charge et 55 km avec des charges variant de 20 à 40 % de la charge maximum. Le rendement du véhicule

(1) Si, en effet, on profite de l'allégement de 1 700 kg pour transporter 1 700 kg de plus de charge utile, le poids total et la consommation restent inchangés.

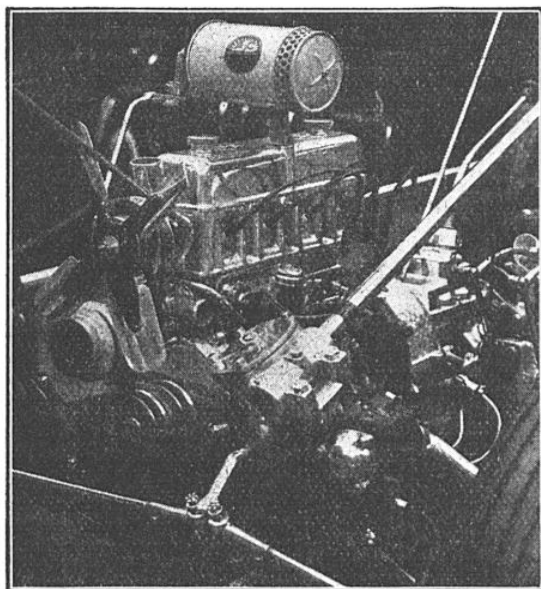


FIG. 2. — MOTEUR DE LA « SIMCA-8 » A CULASSE EN ALUMINIUM



FIG. 3. — FOURGON « CITROËN-23 » DONT LE POIDS DE LA CAISSE A ÉTÉ RAMENÉ DE 800 A 400 KG GRACE AUX ALLIAGES D'ALUMINIUM
L'augmentation de charge utile résultant de l'allégement (400 kg sur 1 500 kg) est de 20,6 %.

en t-km (tonnes-km) est alors compris entre 56 et 67 % environ. Le fourgon pesant au total 10 t, la charge utile pour le fourgon non allégé (2,9 t de poids mort) est de 7,1 t. Le total annuel de t-km sera compris entre 318 000 et 380 000.

Mais le fourgon allégé transportera 1 700 kg de plus, soit, pour 80 000 km, 61 000 t-km, de sorte que le total annuel sera compris entre 379 000 et 441 000 t-km.

Dans ces conditions, le prix de revient de la t-km (quotient du *passif* par le nombre de t-km) varie de 0 f 808 à 0 f 676 pour le fourgon lourd, et de 0 f 674 à 0 f 579 pour le fourgon allégé. Il est facile de voir que, pour transporter le même nombre de t-km avec le fourgon de construction ordinaire qu'avec le fourgon allégé, il aurait fallu dépenser soit 42 600 f de plus (pour un rendement de 67 %) soit 50 700 f de plus (pour 56 %), ce qui représente, par rapport à la dépense totale de 255 500 f, de 16,6 à 19 %. L'accroissement de la capacité de transport se traduit donc par un transport gratuit de 61 000 t-km, soit une économie de 45 000 f environ. Le supplément du prix d'achat du fourgon (21 000 f) est donc amorti en cinq mois et demi.

Certes, les chiffres indiqués, ne peuvent être d'une exactitude absolue, étant donné les variations continues des prix des matériaux et des combustibles. Cependant, si l'on veut bien remarquer qu'une durée d'amortissement, une économie en % du prix de revient de la tonne-kilomètre sont des résultats *relatifs* dont les variations sont pratiquement nulles, quelles que soient celles des prix de la main-d'œuvre et des carburants, que d'ailleurs le prix de la t-km suit l'indice du prix de revient, il faut bien conclure que la carrosserie allégée est une valeur-or.

Quant aux objections soulevées (faible kilométrage annuel et faible densité de chargement), disons simplement qu'il y a d'autant plus intérêt à économiser des tonnes-kilomètre qu'elles sont plus chères et que, d'autre part, les alliages légers se prêtent mieux que tout autre matériau à la construction de carrosseries vastes pour transporter, par exemple, des meubles ou des colis légers, encombrants, avec le minimum de poids mort.

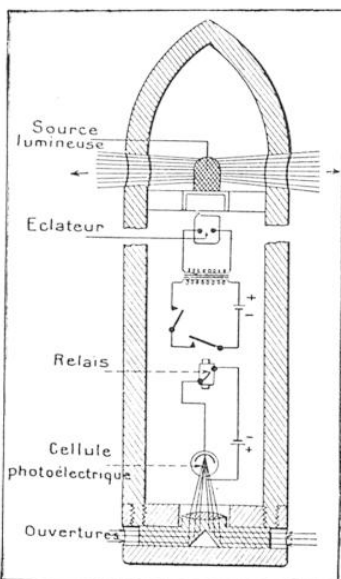
LES A CÔTÉ DE LA SCIENCE

INVENTIONS, DÉCOUVERTES ET CURIOSITÉS

Par V. RUBOR

Un obus qui éclate automatiquement à proximité du but aérien visé

DANS le tir contre avions le réglage de la fusée d'obus, dont le but est de provoquer l'éclatement du projectile au bout d'un temps déterminé, constitue une opération délicate soumise à diverses causes d'erreur : appréciation du temps et du parcours, irrégularités de fabrication, etc...



SCHEMA DE L'OBUS A ÉCLATEMENT AUTOMATIQUE

nateur et de l'obus. La source lumineuse située dans la pointe de l'obus est constituée par une cartouche de magnésium ou d'aluminium en poudre et les rayons qu'elle émet passent par des ouvertures régulièrement réparties autour de l'obus. L'allumage de cette cartouche est assuré par un dispositif « à temps » qui évidemment n'a pas besoin d'être très précis. Le système photoélectrique comprend une cellule, une source de courant et un relais. Celui-ci commande le primaire d'un transformateur alimenté par une autre source de courant et contrôlé par un commutateur de sécurité qu'une minuterie ne ferme qu'après un certain trajet de l'obus. Lorsque les rayons lumineux sont réfléchis par l'avion à atteindre, ils passent par des ouvertures situées vers le culot de l'obus et un dispositif optique le dirige vers la cellule. Celle-ci devient conductrice, le relais se ferme, le transformateur est alimenté et un éclateur à étincelle provoque le fonctionnement du détonateur de l'obus. Mais si

l'éclatement serait provoqué par son passage à proximité de l'objectif lui-même assurerait évidemment au tir une plus grande efficacité.

C'est un projectile de ce genre qui a été imaginé par une grande firme suédoise. Son principe en est simple : l'obus émet des rayons lumineux qui, lorsqu'ils sont réfléchis par l'avion visé, viennent frapper une cellule photoélectrique. Le courant électrique qui la traverse alors agit sur un relais qui provoque l'éclatement du détonateur

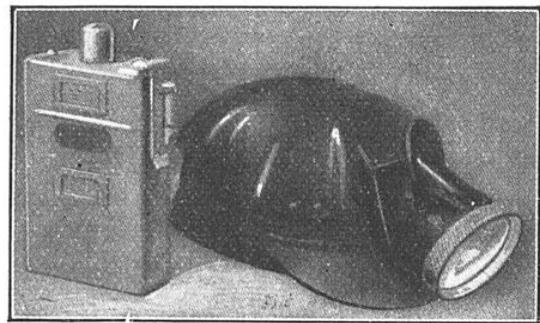
comme on le sait, les éclats sont projetés latéralement sous l'effet de l'éclatement, ils n'en conservent pas moins la vitesse de translation de l'obus sur sa trajectoire. Aussi, pour accroître l'efficacité de celui-ci, dirige-t-on les rayons lumineux légèrement vers l'avant et le récepteur peut-être actionné par les rayons réfléchis venant obliquement par rapport au projectile. Celui-ci éclate donc un peu avant d'arriver à hauteur de l'objectif.

Cependant, on pourrait craindre que l'éclatement ne fut provoqué par une autre lumière que celle réfléchie par le but (lumière du jour par exemple). Pour éviter ce risque, au lieu de diminuer la sensibilité de la cellule, on a préféré limiter la sensibilité du récepteur à une intensité lumineuse périodiquement variable. Pour cela, outre les organes déjà cités, il suffit de prévoir un dispositif de filtrage de la lumière intermittente, afin que le relais reçoive un courant continu. Ce dispositif consiste essentiellement en un circuit oscillant branché aux extrémités de la diagonale d'un pont de Wheatstone dont chaque branche comporte un redresseur à oxyde de cuivre. Quant à l'intermittence de cette lumière, elle est obtenue grâce à la rotation de l'obus, en ne pratiquant qu'une fenêtre pour le passage des rayons lumineux.

Ainsi l'obus éclatera à proximité de l'objectif. Il semble toutefois qu'un autre dispositif de sécurité devrait intervenir pour provoquer l'éclatement de l'obus au bout d'un certain temps (supérieur à celui supposé pour le trajet canon-objectif) afin que les projectiles qui passeraient trop loin du but ne risquent pas de retomber entiers sur les immeubles d'une agglomération où ils pourraient provoquer d'importants dégâts même s'ils n'éclataient pas au point de chute.

Pour le travail dans les mines

LE rendement du travail de la main-d'œuvre est intimement lié aux conditions matérielles dans lesquelles il est effectué. Si cela est vrai pour tous les métiers, il est incontestable que cette remarque s'impose encore davantage dans les mines où ceux qui



CASQUETTE DE MINEURS PORTANT LA LAMPE ÉLECTRIQUE ULTRALÉGÈRE

sont employés à l'abatage du charbon ne disposent que d'un éclairage vraiment infime et qu'il est difficile d'améliorer par suite de la nécessité d'utiliser des lampes à la fois portatives et antiexplosives. On sait que c'est à la propriété des toiles métalliques de refroidir suffisamment une flamme pour l'empêcher de traverser que l'on fait appel pour réaliser les lampes de sécurité universellement adoptées.

Cependant, à la dernière foire de Birmingham a été présenté un nouveau type de lampe électrique qui paraît devoir améliorer les conditions de travail du mineur. La photographie ci-jointe montre un modèle léger qui peut s'adapter à la coiffure. Cette lampe peut comporter deux filaments de 1 et 0,75 ampère, et le mineur peut, au moyen d'un commutateur, utiliser l'un ou l'autre, dans le cas où l'un d'eux serait hors d'usage. La lampe, qui ne pèse que 185 gr, est alimentée par une batterie d'accumulateurs de 13,5 A.h suffisante pour une journée de travail. Cette dernière est enfermée dans une boîte d'acier recouverte de cadmium pesant 2 kg environ et peut s'adapter aisément à une ceinture portée par le mineur. Le couvercle de cette boîte contient des fusibles de rechange et, pendant le travail, est fermé soit à clef, soit par attraction magnétique.

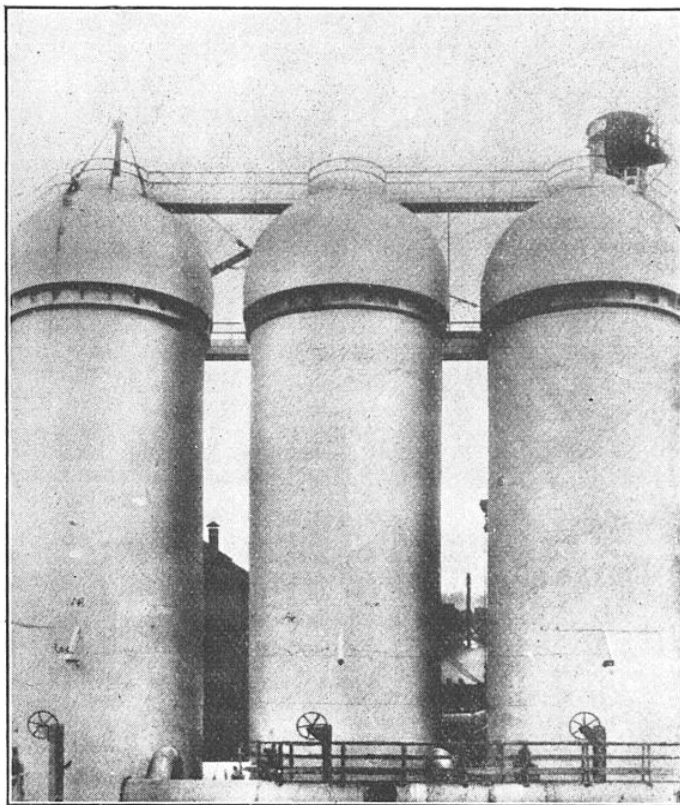
Shampooing pour tapis

RÉCEMMENT a été faite, en Angleterre, une démonstration d'une nouvelle machine à nettoyer les tapis, qui permet de compléter les effets de l'aspirateur par un lavage au moyen d'un shampooing spécial. Cette machine comprend, en effet, un moteur électrique entraînant une brosse cylindrique à axe horizontal qui reçoit le liquide spécial d'un réservoir faisant partie de l'appareil.



LE LAVAGE D'UN TAPIS A LA BROSSÉ ÉLECTRIQUE

Un nettoyage rationnel d'un tapis s'effectue donc de la manière suivante: tout d'abord, le tapis est passé à l'aspirateur qui redresse les poils et détache la poussière. Vient ensuite le tour du lavage. Le manche de l'appareil étant incliné est tenu de la main droite de façon qu'une petite roulette située en arrière de la brosse appuie sur le sol — ceci a pour effet de rendre cons-



LES NOUVEAUX HAUT-FOURNEAUX SOUDÉS

tante la pression de la brosse sur le tapis — tandis que la main gauche règle le débit du liquide qui alimente la brosse. Ce liquide étant à base d'essence, ne mouille pas suffisamment, même mélangé d'eau, le tapis pour que celui-ci soit traversé et le séchage est terminé au bout de quatre ou cinq heures. Il suffit ensuite de repasser l'aspirateur pour que le tapis soit pour ainsi dire remis à neuf.

Le moteur, qui consomme 4 à 600 W, suivant le modèle, tourne à 1 400 tours/mn et entraîne la brosse par engrenages et vis sans fin. On peut nettoyer ainsi une centaine de mètres carrés à l'heure.

Hauts fourneaux d'acier entièrement soudés

P our la première fois au monde, on vient de construire aux Etats-Unis des hauts fourneaux d'acier, entièrement assemblés par soudure électrique: trois ont été établis par la «Pittsburg-Des Moines Steel Company», trois autres par la «Chicago Bridge and Iron Company». Les fours de ces hauts fourneaux mesurent environ 7 m de diamètre et 30 m de haut. On a utilisé, pour leur édification, des tôles d'acier de 2 cm environ d'épaisseur. L'emploi de la soudure électrique (procédé à l'arc de la «Lincoln Electric Company») a permis d'enregistrer une économie de 30 % sur le poids de ces tours et de 50 % sur les délais nécessaires à leur construction. V. RUBOR.

UN FLACON ENCRIER A NIVEAU CONSTANT, STABLE, PRATIQUE, ÉCONOMIQUE

L'APPROVISIONNEMENT en encre constitue un des grands soucis matériels de l'écolier, de l'étudiant, du voyageur. S'ils utilisent un stylographe, il faut, malgré les progrès accomplis au cours de ces dernières années pour accroître le volume de réservoir, prévoir son remplissage fréquent. S'ils préfèrent se servir, comme il arrive souvent, d'une plume d'acier classique, ils doivent se faire accompagner en tous lieux d'un flacon dont la fermeture est d'une étanchéité sujette à caution, dont l'équilibre est menaçant, et dont, en outre, le principal défaut réside dans le fait que la profondeur du liquide

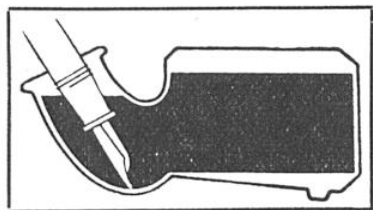


FIG. 1. — L'ENCRE AFFLEURE AU NIVEAU DU COUDE DE L'ENCLOURE

est extrêmement variable. Tantôt elle excède la hauteur de la plume, tantôt elle s'avère insuffisante pour l'alimenter normalement alors que le volume d'encre contenu dans le flacon est encore appréciable. Dans le premier cas, on ne saurait

plonger la plume dans le flacon sans précaution ; tantôt, pêchant par défaut, la plume, insuffisamment mouillée, réclame des prises d'encre à cadence trop rapide ; tantôt, pêchant par excès, la monture du porte-plume atteint l'encre, souille les doigts et fait ainsi perdre un temps précieux, d'abord pour essuyer les taches sur les doigts, ensuite pour étancher avec le buvard celles qui se sont répandues sur la table ou sur le papier.

Voilà qui n'est pas fait pour calmer les nerfs d'un voyageur pressé ou d'un étudiant absorbé dans la rédaction d'une composition d'examen ! Le problème ainsi posé est aujourd'hui résolu d'une manière particulièrement élégante et simple par le flacon de forme nouvelle que représentent les figures 1 et 2 ci-contre. On voit qu'il s'agit d'un flacon carré de verre muni d'une encloure recourbée. Pour écrire, le flacon est posé, non pas comme les flacons ordinaires, sur sa base la plus étroite, mais sur sa face latérale opposée à l'ouverture. Cette dernière face étant relativement large, le flacon est très stable.

Dans cette position, l'ouverture est dirigée

vers le haut, et il est facile d'y enfoncer la plume, sans qu'il soit besoin de prendre aucune précaution spéciale ni de distraire son attention du travail de rédaction auquel on se livre. En effet, l'encre se présente dans la petite cuvette que dessine l'encloure avec une profondeur toujours la même, pourvu qu'il en reste, dans le corps du flacon, une quantité suffisante. Ce niveau constant de l'encre n'est autre que celui de la paroi supérieure de l'encloure où le liquide affleure constamment, suivant les lois les plus élémentaires de l'hydrostatique. Lorsque le niveau a tendance à baisser, une bulle d'air se glisse dans le flacon et une quantité équivalente d'encre passe du côté de l'ouverture, exposée à l'air libre, rétablissant ainsi le niveau à sa valeur première.

Mais un autre perfectionnement, non moins intéressant, est mis en évidence par

la figure 2. On voit que lorsque la provision d'encre tire à sa fin, tout le liquide demeurant dans le flacon se rassemble dans la cuvette de l'encloure. La paroi interne de la face sur laquelle repose le flacon forme, en effet, un plan incliné. Ainsi, on peut dire que la provision est utilisée, sans manœuvres fastidieuses pour pencher le flacon, jusqu'à la dernière goutte, d'où une économie d'encre non négligeable.

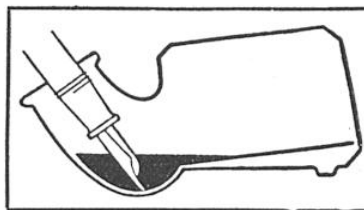


FIG. 2. — LES DERNIÈRES GOUTTES SE RASSEMBLENT DANS L'ENCLOURE

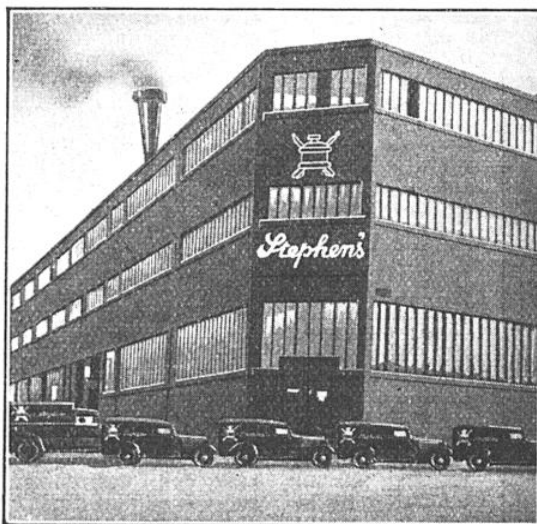


FIG. 3. — LES USINES DE LA COMPAGNIE DES ENCRÉS, A LEVALLOIS-PERRET

Ce flacon à niveau constant, d'une forme très étudiée malgré son apparente simplicité, est une création des Encres Stephens', auxquelles on ne saurait dénier une compétence certaine en la matière. Maison aujourd'hui plus que centenaire et ayant illustré sa longue carrière par la création de la célèbre encre « blue-black », et tout récemment par la mise au point de l'encre « bleu-radio », dont la nuance fixe outremer est d'une élégance raffinée. Ajoutons que toutes les encres françaises Stephens' sont fabriquées dans des usines françaises sous le contrôle permanent des laboratoires de Londres, ce qui constitue une garantie d'une qualité constante.

CHEZ LES ÉDITEURS ⁽¹⁾

Quel est donc cet oiseau ? par le docteur Gotz et A. Kosch. — **Qu'est-ce qui pousse là ?** par A. Kosch. — Prix franco de chaque volume : France, 24 f ; étranger, 27 f.

Voici deux charmants volumes, les deux premiers de la collection nouvelle des *Guides du Naturaliste*, qui s'adresse autant au profane curieux des choses de la nature qu'au professionnel. Le premier réunit en d'attrayants tableaux en couleurs les trois cent vingt-sept espèces d'oiseaux d'Europe méthodiquement classés, non par familles scientifiquement ordonnées, mais suivant les régions, les paysages qu'ils peuplent. Le second, consacré aux champignons, baies, salades et condiments sauvages, fait appel à une classification ingénieuse fondée sur la couleur, et l'emploi de marges teintées rend facile et rapide la recherche et l'identification des plantes et des fruits rencontrés.

Mes combats avec les monstres marins, par Mitchell Hedges. Prix franco : France, 34 f ; étranger, 37 f.

L'auteur de ce captivant récit est un amateur d'aventures et un savant que passionne la biologie animale des profondeurs marines. Ses exploits concernant la capture de poissons géants constituent à la fois un film vécu et une source de documentation pour l'ethnographie, la zoologie en général, l'ichtyologie en particulier. Notre jeunesse, si avide aujourd'hui de romans d'action, lira ce livre, écrit au péril de la vie de son auteur au cours de ses explorations sous-marines. Voilà un amateur de beau sport doublé d'un ardent chercheur dans le domaine de la faune si variée et si peu connue qui peuple ces mers du globe dans les régions de l'Amérique du Sud notamment. *Mes combats avec les monstres marins* contribuera, de par sa documentation et de par ses témoignages, à enrichir nos connaissances et servira « à écrire l'histoire de notre temps ».

Les géants de la mer : requins, baleines, dauphins, par Norman et Fraser. Prix franco : France, 64 f ; étranger, 68 f.

Combien de lecteurs de *La Science et la Vie* qui s'intéressent à ce qu'on appelait jadis les « sciences naturelles », trouveront profit et plaisir à lire certains ouvrages, toujours scrupuleusement documentés, de la Bibliothèque Scientifique ! Tel celui qui vient de paraître sur les mœurs et coutumes des grands poissons et cétaqués ainsi que sur les conditions de leur pêche et de leur chasse. Ces « romans d'action » zoologique sont plus captivants que la plupart des films offerts actuellement au public. Après *Les requins*, de Young ; *Vingt ans sous les mers*, de Williamson, voici les baleines, dauphins, marsouins (parmi les cétaqués), les squales, les raies, les esturgeons, les congres, les murènes, les opahs, les trachyptères arctiques, les cerniers, les naucrètes, les thons, les poissons-piques, voiliers et épées (parmi les poissons osseux). Puis viennent les bécunes, les remoras, les poissons-lune ou poissons-soleil. Tous ceux qu'intéresse la vie des eaux marines consulte-

(1) Les ouvrages annoncés peuvent être adressés par LA SCIENCE ET LA VIE au reçu de la somme correspondant aux prix indiqués, sauf majoration.

ront cette documentation précise et concise, présentée par deux conservateurs du *British Museum* et traduite de l'anglais par le professeur Montandon. Ainsi la faune de la mer s'offre à nous avec toutes les garanties de la science expérimentale. L'un des auteurs n'a-t-il pas séjourné à plusieurs reprises dans l'Antarctique pour étudier spécialement les grands cétaqués dans leur « habitat » naturel ? Quant aux poissons, tous ceux qui mesurent plus de 2 m ont trouvé place dans cet inventaire d'animaux marins vertébrés et « équipés » de branchies. On trouve des descriptions minutieuses en vue de déterminer leur identification, leurs dimensions, leur habitat, leur mode de vie, leur nourriture, leur reproduction, l'utilisation économique, etc. Rien d'inutile dans cet exposé monographique concernant tous ces géants de la mer, dont la plupart des profanes ignorent même les noms. Ce nouveau livre permettra donc aux « non initiés » de faire plus ample connaissance avec ces habitants des océans et leur procurera simultanément distraction et instruction. Le sujet traité n'est-il pas lui-même d'une puissante attraction ?

Guide du chauffeur d'auto, par Zérolo. Prix franco : France, 29 f ; étranger, 33 f.

La voiture automobile n'a pas beaucoup évolué depuis la dernière édition de cet ouvrage, dont voici la quatrième. Suivant la formule consacrée, ce guide a donc été revu et augmenté en tenant compte des récents perfectionnements mécaniques ou modifications concernant la circulation des automobiles. Le chapitre des « pannes », si important pour les « propriétaires » qui, de plus en plus nombreux, conduisent eux-mêmes, a été quelque peu remanié et sera encore mieux apprécié. De nos jours, le « mécanicien » professionnel devient, en effet, de plus en plus rare : il ne sera plus bientôt (comme aux Etats-Unis) qu'un luxe coûteux et un signe de richesse acquise ou consolidée. Seuls, les fonctionnaires auxquels les largesses de l'Etat ou des collectivités publiques accordent les indemnités pour voiture, peuvent utiliser cette catégorie de « gens de maison » auxquels on confie son existence. L'automobiliste doit donc être en mesure, aujourd'hui plus que jamais, de bien connaître sa machine, de bien savoir l'entretenir, de diagnostiquer les causes de défaillances (de plus en plus rares, il est vrai), afin de tirer le meilleur rendement du véhicule routier. Un guide, comme celui que nous présentons ici, constitue, par suite, un *vade mecum* du conducteur qui « opère lui-même ». Par ces temps d'économies imposées par les circonstances économiques, c'est là une appréciable récupération dans le budget des dépenses inscrites au chapitre « autos ».

La télévision, par Marc Chauvière. Prix franco : France, 80 f ; étranger, 84 f.

Voici un ouvrage sérieusement documenté, et cependant accessible à tous ceux qui ont des connaissances électromécaniques, même élémentaires, sur un sujet de captivante actualité, puisqu'il s'agit de la réalisation pratique de la télévision. On y verra exposé clairement l'état actuel de cette technique spéciale, qui

appelle encore bien des perfectionnements pour être répandue — un jour — dans le public au même titre que les radiorécepteurs. Ce qui caractérise ce petit ouvrage, c'est la « sincérité » scientifique d'un auteur qui a manipulé et étudié au laboratoire les dispositifs dont il entretient ses lecteurs. On y verra notamment ce que l'on peut exiger — actuellement — des différents systèmes déjà mis au point et les comparer entre eux. On y lira aussi un résumé succinct, mais suffisant, des caractéristiques d'un récepteur moderne de télévision tel qu'on le conçoit au début de 1938. L'époque n'est peut-être pas si éloignée qu'on le pense où nous recevrons « à domicile » la transmission *simultanée* du son et de la vision.

La notion du temps, par E. Esclangon. Prix franco : France, 22 f ; étranger, 24 f.

Dans cet ouvrage, le savant directeur de l'Observatoire de Paris s'efforce d'éclaircir la notion du « temps » en distinguant le temps scientifique du temps métaphysique. On sait que les théories récentes de la relativité ne sont pas sans laisser subsister des points obscurs qui nous apparaissent comme inconciliables avec la logique naturelle. Bien que ce sujet soit assez complexe, le professeur Esclangon a su, avec son talent d'exposition que les lecteurs de *La Science et la Vie* connaissent et apprécient, présenter ces problèmes ardu sous une forme cependant accessible à tout esprit cultivé.

L'éblouissement, par Esches-Desrivières et Jounard. Prix franco : France, 11 f 40 ; étranger, 15 f 40.

Ce fascicule, paru dans les *Actualités scientifiques et industrielles*, est relatif au problème aussi capital que complexe de l'éblouissement, phénomène qui, hélas ! n'est pas directement mesurable ! Au cours d'études méthodologiques, les auteurs ont envisagé successivement et la durée des images accidentelles, et les réactions psychomotrices. Les spécialistes de l'éclairage

(en automobile, notamment) y trouveront des considérations d'ordre scientifique et technique susceptibles de présenter pour eux un réel intérêt pratique. Dans ce domaine peu exploré, la physique, comme la physiologie, ont encore beaucoup à nous apprendre. Du point de vue psychotechnique par exemple, elles peuvent notamment nous diriger dans des voies nouvelles. L'emploi, depuis peu généralisé, de la lumière jaune pour l'éclairage des routes (phares) le laisse déjà pressentir. Les chercheurs ont donc devant eux un vaste champ (peu exploité), qui s'ouvre à de sérieuses et minutieuses études théoriques et expérimentales...

Panzertruppen, par le général Guderian, Mittler und Sohn, éditeur, Berlin.

Le général-major Guderian, qui commande les divisions motorisées de l'armée allemande (actuellement deux « Panzerdivisionen »), est l'une des personnalités les plus compétentes pour présenter les engins blindés. Dans une brochure parue en 1938 à Berlin, le général Guderian examine les différents matériels en usage dans les armées modernes. C'est, à proprement parler, une œuvre de vulgarisation, puisque les initiés n'y trouvent rien de bien nouveau. On sait, en effet, qu'en cette matière le secret concernant la construction des matériels récents est rigoureusement observé, précisément par ceux qui les connaissent le mieux (technique, réalisation, doctrines d'emploi tactique et stratégique). Cette prudence n'est pas particulière à l'Allemagne ; en France, notamment, nous nous sommes faits un devoir de ne pas donner ici de descriptions « trop poussées » des matériels neufs en expérience ou en exercice.

En ces temps d'Apocalypse, par Jean L'Arverne. Prix franco : France, 22 f ; étranger, 25 f.

Considérations sur l'influence de la politique sur la préparation à la guerre, sur la guerre 1914-18 et ses conséquences. Regards sur les temps présents et sur la guerre de demain.

TARIF DES ABONNEMENTS A « LA SCIENCE ET LA VIE »

FRANCE ET COLONIES

Envois simplement affranchis.....	{ 1 an..... 55 fr.	Envois recommandés.....	{ 1 an..... 65 fr.
	{ 6 mois... 28 —		{ 6 mois... 33 —

BELGIQUE

Envois simplement affranchis.....	{ 1 an... 70 f. (français)	Envois recommandés.....	{ 1 an... 90 f. (français)
	{ 6 mois. 36 f. —		{ 6 mois. 45 f. —

ÉTRANGER

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

Envois simplement affranchis.....	{ 1 an..... 90 fr.	Envois recommandés	{ 1 an 110 fr.
	{ 6 mois... 46 —		{ 6 mois.. 55 —

Pour les autres pays :

Envois simplement affranchis.....	{ 1 an..... 80 fr.	Envois recommandés.....	{ 1 an..... 100 fr.
	{ 6 mois... 41 —		{ 6 mois.. 50 —

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-X³
CHÈQUES POSTAUX : 91-07 PARIS

Gérant : M. LAMY.

Paris. — Imp. MAURICE BERNARD, 18, rue d'Enghien.

Vient de paraître :

NOUVELLE ENCYCLOPÉDIE PRATIQUE D'ÉLECTRICITÉ

DEUX FORTS VOLUMES
Format 21x29, reliés dos cuir, plat
toile, 1.400 pages de texte. Gravures,
dessins, schémas.

Publiée sous la direction de **M. DESARCES**, Ingénieur E. C. P.,
avec la collaboration d'Ing. électriciens des Arts et Métiers, de
l'Ecole Sup. d'Electricité et de l'Inst. électrotechn. de Grenoble.

SEPT MODÈLES DÉMONTABLES
diversement coloriés de **MACHINES**
et **INSTRUMENTS ÉLECTRIQUES**.

LA NOUVELLE ENCYCLOPÉDIE PRATIQUE D'ÉLECTRICITÉ est
enfin terminée. Elle était depuis longtemps attendue par tous les
ouvriers, les spécialistes, les contremaîtres, les chefs de chantiers, les
ingénieurs, etc., et tous ceux également qui, de près ou de loin, ont
fréquemment à rechercher des solutions pratiques de montage, de construc-
tion, d'installation, de mise au point ou de réparations quelconques de
machines ou d'appareils électriques.

Ils trouveront dans cet ouvrage si complet tous les renseignements utiles
qu'ils chercheraient en vain dans de nombreuses publications séparées.

Les auteurs se sont surtout appliqués à réunir

LA THÉORIE A LA PRATIQUE

L'homme de métier trouvera dans ce nouvel ouvrage des données techniques
ou théoriques que le temps lui a fait oublier ou que sa spécialisation ne lui a
permis que d'effleurer au cours de ses études, et le lecteur non spécialisé, désireux

D'APPRENDRE ET DE COMPRENDRE

Y trouvera ample matière à enseignement ; il poursuivra sans fatigue et avec
un intérêt de plus en plus croissant l'étude si attachante des phénomènes
électriques et leurs féériques applications.

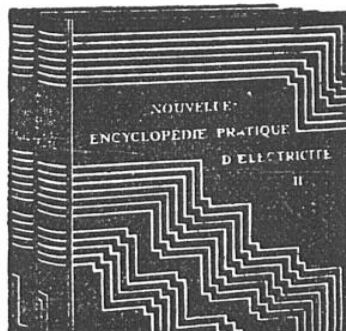


TABLE DES MATIÈRES

TOME I

Phénomènes électriques. Phénomènes magnétiques. — Cour-
ants alternatifs : Simples, Monophasés, Polyphasés. — Effets Phy-
siologiques des courants industriels. Courant à haute fréquence.
— Générateurs et Moteurs Electrostatiques. — L'Electron.
Symbole concernant l'Electrotechnique. — **Dynamos à cou-
rant continu.** Fonctionnement d'une Dynamo. Construction
des Dynamos. Tableaux d'installation. Essai des Dynamos. Dé-
rangement des Dynamos en fonctionnement. — **Alternateurs.**
Fonctionnement. Construction. Tableaux d'installation. Essai
des Alternateurs. — **Moteurs à courant continu.** — Propriétés
générales. — Fonctionnement. Installation et Régulation. Essai.
Cause des dérangements. — **Moteurs à courant alternatif.** —
Moteurs Synchrones. Monophasés et Polyphasés. Moteurs asyn-
chrones. Polyphasés et Monophasés à collecteurs. — **Accumu-
lateurs** au plomb et alcalins. — **Transformateurs** statiques. Thé-
orie et fonctionnement. Construction, emploi. Essais de réception.
— **Moteurs générateurs.** Groupes et commutateurs. Généra-
trices asynchrones. — **Machines spéciales** pour l'amélioration
du facteur de puissance. Moteurs synchrones surexcités. Moteurs
d'induction avec collecteurs en cascade. Moteurs asynchrones
synchronisés. Moteurs spéciaux à courant alternatif. — **Conden-
sateurs** statiques. — **Redresseurs** à vapeur de mercure. Redres-
seur Tungar. Redresseur à oxyde de cuivre. Redresseur electro-
lytique. Redresseurs à vibreurs. — **Mesures** électriques des cou-
rants, des résistances, de capacité et de coefficient de self induc-
tion, de puissance. Transformateurs de mesures. Etudes des
courbes et des courants alternatifs. Instruments à lecture directe.
— **Compteurs** pour courants continu, alternatif. Etalonnage.
Tarification de l'énergie électrique. — Système de Télécommande.

— **Transmission de l'énergie.** — Distributions. Canalisations.
Type de câbles et fabrication. Essais. Pose. Recherches des câbles
posés. Lignes aériennes. Eléments constitutifs. Construction et
exploitation des lignes. Interconnexion des centres de production.
— **Usines centrales.** Usines hydrauliques. Les mesures en
hydraulique. — **Appareils de protection.** Disjoncteurs haute
tension. Projection sélective.

TOME II

Installations électriques dans immeubles et dépendances. —
Règlements. Calcul des canalisations. Appareillage. Outillage et
tours de main. Divers schémas. — **Eclairage.** Etude de la lu-
mière. Photométrie. Principes généraux. Eclairage des voies
publiques. Lampes à incandescence et à arc. Application de
l'Eclairage aux Locaux, Théâtres, Bibliothèques, etc. — **Trac-
tions** électriques diverses. Transmission de l'énergie aux Motrices
et Equipement. Freinage et Récupération. Traction spéciale
par accus. — **Télégraphie** électrique. Appareils divers. Transmis-
sions automatiques multiples, successives. Téléimprimeur. —
Téléphonie. Récepteurs et Transmetteurs. Lignes. L'Automat-
ique. Divers systèmes. — **Radiorégraphie.** Ondes. Circuits
oscillants et couplés. Lampes à élect. cdes. Emission. Réception.
Ondes courtes. Applications de la radioélectricité. — **Electro-
chimie et Métallurgie.** Fours électriques. Soudure. — **Elec-
tricité médicale.** Radiologie. Accidents et traitements. —
Signalisation électrique. Cellules photoélectriques. Applica-
tions. — **Appareils domestiques.** Chauffage. Cuisine électrique.
Production du froid. — **Horlogerie** électrique. — **Ascenseurs**
Monte-charge — **Distribution** de l'énergie. Appareil. Installa-
tion. Réseaux. Electrification rurale.

BULLETIN DE COMMANDE

Veuillez m'expédier en compte ferme la NOUVELLE ENCYCLOPÉDIE
PRATIQUE D'ÉLECTRICITÉ en 2 volumes reliés (21x29) au prix de 350 francs
payables aux conditions ci-après :

- 20 francs par mois jusqu'à parfait paiement ;
- En 3 paiements mensuels de 110 fr. 75 (5 % d'escompte déduit) ;
- En un seul paiement de 330 francs (10 % d'escompte déduit) à la livraison.

Chaque commande est majorée de 15 francs pour frais de port et d'emballage
et chaque quittance de 1 franc pour frais d'encaissement.

Nom et prénoms
Profession
Domicile
Ville Dép^{ts}
Le 193 (Indiquer le paiement adopté)

Signature :

BON pour une NOTICE ILLUSTRÉE

Veuillez m'adresser le prospectus spécimen
de la NOUVELLE ENCYCLOPÉDIE PRA-
TIQUE D'ÉLECTRICITÉ.

Nom
Adresse

Copier ou détacher ce BON ou ce BULLETIN et l'envoyer à la
LIBRAIRIE ARISTIDE QUILLET S. A. au Capital
de 20.000.000 de fr. **278, B^d St-Germain, Paris-7^e**
(Service S. V.)

SONGEZ à l'avenir de vos filles

ORIENTEZ-LES vers les CARRIÈRES encore non encombrées de

Secrétaires techniques (aides ingénieurs, mécanique, électricité, bâtiment, génie civil). — Chimistes industrielles, Biologistes, Bactériologistes. — Secrétaires médicales. — Aides radiologistes, qu'elles peuvent préparer à

L'ÉCOLE D'ENSEIGNEMENT TECHNIQUE FÉMININ

Reconnue par l'Etat par Arrêté ministériel du 3 janvier 1922

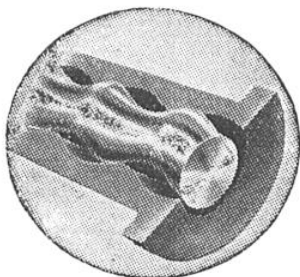
116, avenue d'Orléans, PARIS (14^e) - Téléphone : VAUGIRARD 17-38

Durée normale des études : DEUX ANS. Pour les jeunes filles munies d'un baccalauréat complet, classe spéciale en UNE année.

Toutes les élèves sorties diplômées ont été placées par l'Ecole. Traitements de début : 14.000 à 16.000 francs par an.

RENTREE : 2^e année, 13 octobre ; 1^{re} année, 3 novembre. Examen d'entrée et concours de bourses, courant octobre.

Pour tous renseignements, s'adresser : 116, av. d'Orléans, Paris, ou par correspondance

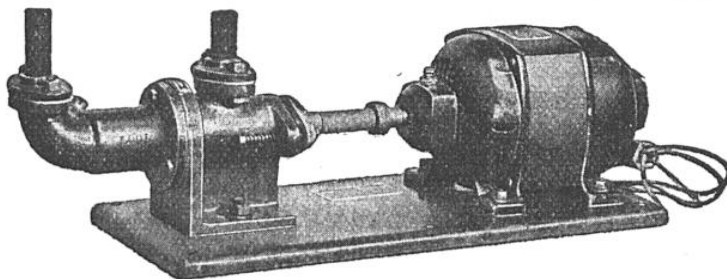


AVANTAGES

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

POMPES EN CAOUTCHOUC

LICENCE R. MOINEAU, BREVETÉE FRANCE ET ÉTRANGER



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 3748

*A vous aussi
les joies de la route...*

N° 19



Réalisez vos rêves d'espace,
de vitesse, de grand air, en
prenant votre chance à la

**TRANCHE DE
L'AUTOMOBILE**

**LOTÉRIE
NATIONALE**

L'ÉLECTRICITÉ



*Pourquoi
le traitement
par
l'électricité
guérit:*

Le précis d'électrothérapie galvanique édité par l'Institut Médical Moderne du Docteur L. P. GRARD de Bruxelles et envoyé **gratuitement** à tous ceux qui en feront la demande, va vous **l'apprendre immédiatement**.

Ce superbe ouvrage médical de près de 100 pages avec gravures et illustrations et valant 20 francs, explique en termes simples et clairs la grande popularité du traitement galvanique, ses énormes avantages et sa vogue sans cesse croissante.

Il est divisé en 5 chapitres expliquant de façon très détaillée les maladies du

**Système Nerveux, de
l'Appareil Urinaire** chez l'homme et
la femme, des

**Voies Digestives et du
Système Musculaire et Locomoteur.**

A tous les malades désespérés qui ont vainement essayé les vieilles méthodes médicamenteuses si funestes pour les voies digestives, à tous ceux qui ont vu leur affection rester rebelle et résister aux traitements les plus variés, à tous ceux qui ont dépensé beaucoup d'argent pour ne rien obtenir et qui sont découragés, je conseille simplement de demander mon livre et de prendre connaissance des résultats obtenus par ma méthode de traitement depuis plus de 25 années.

De suite ils comprendront la raison profonde de mon succès, puisque le malade a toute facilité de suivre le traitement chez lui, sans abandonner ses habitudes, son régime et ses occupations. En même temps, ils se rendront compte de la cause, de la marche, de la nature des symptômes de leur affection et de la raison pour laquelle, seule, **l'Électricité Galvanique** pourra les soulager et les guérir.

C'est une simple question de bons sens et je puis dire en toute logique que chaque famille devrait posséder mon traité pour y puiser les connaissances utiles et indispensables à la santé. C'est du reste pourquoi j'engage instamment tous les lecteurs de ce journal, Hommes et Femmes, Célibataires et Mariés, à m'en faire la demande.

C'EST GRATUIT : Écrivez à Mr le Docteur L. P. GRARD, Institut Médical Moderne, 30, Avenue Alexandre-Bertrand à FOREST-BRUXELLES, et vous recevrez par retour du courrier, sous enveloppe fermée, le précis d'électrothérapie avec illustrations et dessins explicatifs.
Affranchissement pour l'Étranger; lettres 1.75, cartes 1 f.

LE PLUS MODERNE DES JOURNAUX

*Documentation la plus complète
et la plus variée*

EXCELSIOR

GRAND
QUOTIDIEN
ILLUSTRÉ

ABONNEMENTS

FRANCE ET COLONIES ..	Trois mois ..	40 fr.
	Six mois ..	77 fr.
	Un an ..	150 fr.
BELGIQUE ..	Trois mois ..	48 fr.
	Six mois ..	93 fr.
	Un an ..	180 fr.
ÉTRANGER (tarif postal réduit) ..	Trois mois ..	73 fr.
	Six mois ..	135 fr.
	Un an ..	260 fr.
ÉTRANGER (tarif postal augmenté) ..	Trois mois ..	98 fr.
	Six mois ..	190 fr.
	Un an ..	370 fr.

EXCELSIOR

modes

Le Bréviaire de l'Élégance

Grand supplément trimestriel d'EXCELSIOR paraissant à chaque nouvelle saison de la Mode et donnant tous les modèles-types de la haute Couture.

84 pages luxueusement illustrées



placées sous
le haut patronage
de plusieurs Ministères

152, avenue de Wagram, PARIS-17^e
Tél. : Wagram 27-97

ÉCOLE DU GÉNIE CIVIL DE NAVIGATION

COURS PAR CORRESPONDANCE

MÉCANIQUE

Apprenti : Notions d'Arithmétique, Algèbre, Géométrie - Technologie - Dessin - Ajustage.

Contremaitre : Arithmétique, Géométrie, Algèbre pratiques - Notions de Physique - Mécanique pratique - Constructions mécaniques - Technologie - Croquis coté et dessin.

Technicien : Arithmétique - Algèbre - Géométrie - Notions de Trigonométrie - Physique - Chimie - Mécanique - Règle à calcul - Résistance des matériaux - Technologie - Constructions mécaniques - Croquis coté et dessin.

Ingénieur-adjoint : Algèbre - Géométrie - Trigonométrie - Mécanique théorique - Règle à calcul - Mécanique appliquée - Electricité - Statique graphique - Machines et moteurs - Dessin.

Ingénieur : Mathématiques générales - Géométrie analytique - Géométrie descriptive - Physique industrielle - Mécanique rationnelle - Résistance des matériaux - Thermodynamique - Chimie industrielle - Machines motrices - Electricité - Usinage - Machines-outils - Construction d'usines.

CONSTRUCTIONS AÉRONAUTIQUES

Apprenti : Notions d'Arithmétique, Géométrie, Algèbre - Technologie - Dessin - Notions d'aviation.

Dessinateur : Arithmétique, Géométrie, Algèbre pratiques - Notions de Physique - Mécanique pratique - Technologie - Croquis et dessin - Aviation.

Technicien : Arithmétique - Géométrie - Algèbre - Trigonométrie pratique - Physique - Chimie - Mécanique - Résistance des matériaux - Règle à calcul - Constructions mécaniques - Aviation (moteur et avion) - Croquis coté et dessin.

Ingénieur-adjoint : Algèbre - Géométrie - Trigonométrie - Mécanique - Règle à calcul - Constructions mécaniques - Statique graphique - Mécanique appliquée - Outillage - Electricité - Construction d'avions - Aérodynamique - Dessin.

Ingénieur : Mathématiques générales - Géométrie analytique - Géométrie descriptive - Physique industrielle - Chimie industrielle - Mécanique - Thermodynamique - Résistance des matériaux - Electricité - Const. d'avions.

ÉLECTRICITÉ

Monteur : Notions d'Arithmétique, Algèbre, Géométrie - Electricité pratique - Dessin électrique.

Desinateur : Arithmétique, Géométrie, Algèbre pratiques - Physique - Mécanique - Electricité industrielle - Dessin - Danger des courants - Eclairage électrique.

Conducteur : Arithmétique - Algèbre - Géométrie - Notions de Trigonométrie - Physique - Mécanique - Chimie - Règle à calcul - Technologie - Moteurs industriels - Electricité industrielle - Dessin électrique.

Ingénieur-adjoint : Algèbre - Géométrie - Trigonométrie - Règle à calcul - Mécanique - Résistance des matériaux - Electricité - Mesures - Eclairage - Bobinage.

Ingénieur : Mathématiques générales - Géométrie analytique - Géométrie descriptive - Physique - Applications mécaniques - Hydraulique - Electrotechnique - Essais - Calculs - Mesures - Production et distribution - Appareillage électrique - Electrochimie.

CHIMIE

Aide-chimiste : Notions d'Arithmétique, Géométrie, Algèbre - Dessin - Chimie : métaux, métalloïdes.

Préparateur : Arithmétique, Géométrie, Algèbre pratiques - Physique - Chimie : métaux, métalloïdes, chimie organique - Manipulations chimiques.

Chef de laboratoire : Arithmétique - Géométrie - Algèbre - Notions de Trigonométrie - Physique - Electricité - Chimie : métaux, métalloïdes, chimie organique - Manipulations chimiques - Analyse chimique.

Ingénieur-adjoint : Algèbre - Géométrie - Trigonométrie - Chimie générale : métaux, métalloïdes, chimie organique - Electricité - Métallurgie - Analyse chimique.

Ingénieur : Mathématiques supérieures - Electricité - Chimie - Physique - Electrometallurgie - Chimie industrielle - Chimie du bâtiment - Chimie agricole - Chimie des parfums - Analyse qualitative et quantitative.

SECTION SPÉCIALE DE RADIOTECHNIQUE COURS GRADUÉS DE MATHÉMATIQUES

Programme gratuit sur demande
Joindre un timbre pour la réponse.

PHOTOS C. NEUBERT

Peu ... d'essence
Peu ... d'usure

Peugeot
production Sochaux

1939



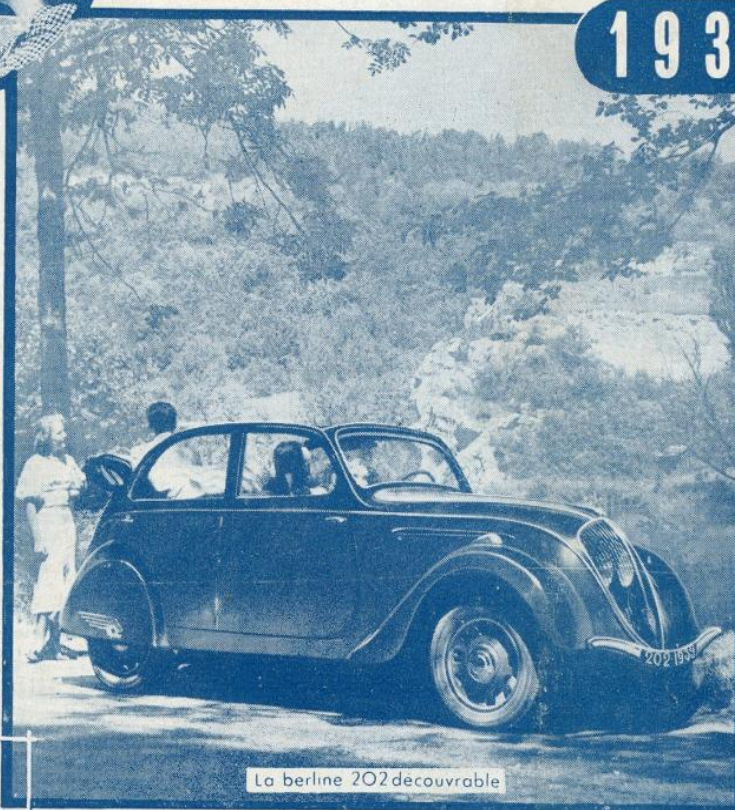
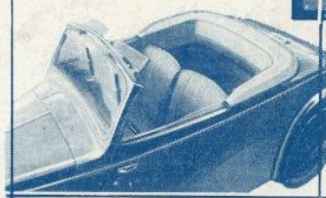
Dans chaque type 202, 402 B Légère ou 402 B, vous pouvez choisir un modèle AVEC TOIT OUVRANT



La 202 "1939" est livrée en berline 4 places, 4 portes, entièrement métallique - en berline 4 places, 4 portes, entièrement découvrable - en coupé décapotable 2 places, 2 portes. Elle tient aisément le 95 à l'heure et consomme selon la charge et la vitesse de 6,5 à 8 litres d'essence aux 100 Km. *Le kilomètre le moins cher... avec une 202*



Le coupé 202 découvert



La berline 202 découvrable

La 402 B Légère 1939 est livrée en berline 4 places, 4 portes, entièrement métallique avec toit ouvrant (boîte électro-magnétique PEUGEOT-COTAL 4 vitesses avec supplément). Elle est équipée avec le nouveau moteur 402 B 12/65 CV. Elle tient aisément le 120 à l'heure en toute sécurité, consomme de 11 à 13 litres aux 100 ... *elle réalise économiquement et en toute sécurité, des moyennes imbattables...*



La 402 B 1939 est livrée en limousine 4 portes, 6 et 8 places face route; en coaches 5 places, 2 portes (entièrement métalliques ou décapotables) et en commerciale 6/8 places, 4 portes, 500 Kg. Elle est équipée avec le nouveau moteur 402 B et peut être livrée en voitures de tourisme avec boîte électro-magnétique PEUGEOT-COTAL 4 vitesses. Elle est présentée avec une nouvelle grille pare-pierres et un coffre arrière en saillie très spacieux. Elle tient le 110 à l'heure et consomme de 11 à 13 lit. 1/2 aux 100. *C'est la voiture de grand luxe économique.*



Le nouvel avant 402 B

● VÉHICULES UTILITAIRES 1.000-1.200 KG. ●