

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

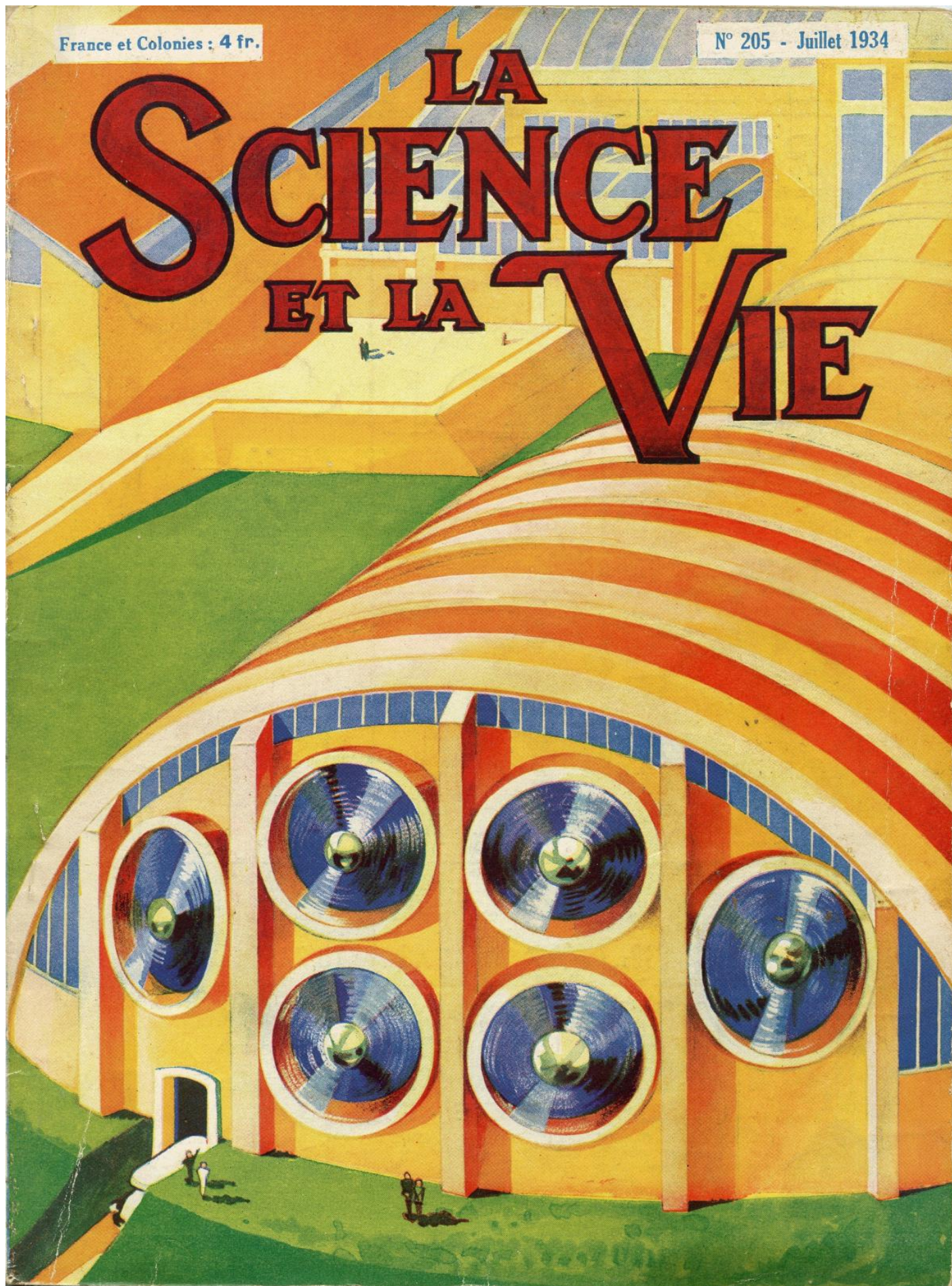
Notice de la Revue	
Auteur(s) ou collectivité(s)	La science et la vie
Auteur(s)	[s.n.]
Titre	La science et la vie
Adresse	Paris : La science et la vie, 1913-1945
Collation	339 vol. : ill. ; 24 cm
Cote	SCI.VIE
Sujet(s)	Sciences -- Vulgarisation Culture scientifique et technique Presse scientifique
Note	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 46. n. 205. Juillet 1934
Adresse	Paris : La Science et la Vie, 1934
Collation	1 vol. (XXIV-88 p.) : ill., couv. ill. en coul. ; 24 cm
Cote	SCI. VIE 205
Sujet(s)	Sciences -- Vulgarisation Culture scientifique et technique Presse scientifique
Thématique(s)	Généralités scientifiques et vulgarisation
Typologie	Revue
Langue	Français
Date de mise en ligne	10/12/2019
Date de génération du PDF	05/12/2019
Permalien	http://cnum.cnam.fr/redir?SCVIE.205

France et Colonies : 4 fr.

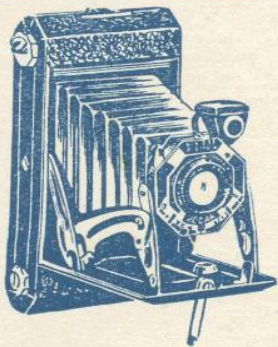
N° 205 - Juillet 1934

LA SCIENCE ET LA VIE



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

POUR VOS VACANCES



JUNIOR 6×9

Appareil automatique de présentation très moderne, pour bobine de pellicules 6×9. Objectif KODAK F : 6,3 sur obturateur perfectionné.

PRIX :
195 ou payables en 34 fr.
6 mensualités de

EN RÉCLAME

Exclusivité du PHOTO-HALL



PELICULE " PERFECT "

Bobine de 8 poses, ultra-rapide, 26° SCHEINER, orthochromatique, fabrication française.

6 × 9

3.95

4 × 6 ½
3.95

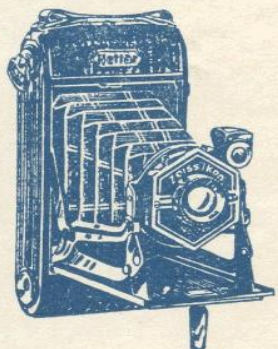
6 ½ × 11
5.95



BESSA 6×9

Appareil automatique pour bobines 6×9. Objectif lumineux VOIGTAR F: 6,3 donnant des clichés très fins.

PRIX :
295 ou payable en 32 fr.
10 mensualités de



NETTAR 6×9

Nouvel appareil ZEISS de vulgarisation. Ouverture automatique. Objectif NETTAR F: 6,3 sur obturateur de précision.

PRIX :
225 ou payable en 30 fr.
8 mensualités de



IKONTA 6×9

Appareil de précision à ouverture automatique. Objectif ultra-lumineux NOVAR F: 4,5 sur obtur. PRONTO à retardement

PRIX :
545 ou payable en 48 fr.
12 mensualités de



INOS II 6×9

Appareil ultra-moderne, ultra-robuste, à ouverture automatique. Objectif SKOPAR F: 4,5 sur COMPUR à retardement.

PRIX :
710 ou payable en 62 fr.
12 mensualités de

PHOTO-HALL

5, RUE SCRIBE - PARIS (9°)

CATALOGUE GRATUIT ET FRANCO SUR DEMANDE



ÉCOLE DU GÉNIE CIVIL **ÉCOLE DE NAVIGATION**

placées sous
le haut patronage
de plusieurs Ministères

19, rue Viète (Métro Wagram) - PARIS (17^e)

Cours sur place ou par correspondance

COMMERCE & INDUSTRIE

Obtention de Diplômes et
accès aux emplois de

**SECRÉTAIRES
DESSINATEURS
CHEFS DE SERVICE
INGÉNIEURS
DIRECTEURS**

**CERTIFICATS D'ÉTUDES
BREVETS
BACCALAURÉATS**

Examens et Concours
**P. T. T. — CHEMINS DE FER
PONTS ET CHAUSSÉES
VILLE DE PARIS, etc.**

MARINE MILITAIRE

Préparation aux Ecoles
des **SOUS-OFFICIERS DU PONT** (Brest)
et **SOUS-OFFICIERS MÉCANICIENS** (Toulon)
des **MÉCANICIENS de l'AVIATION MARITIME**
(Rochefort)
des **MÉCANICIENS (Moteurs et Machines)**
(Lorient)

MARINE MARCHANDE

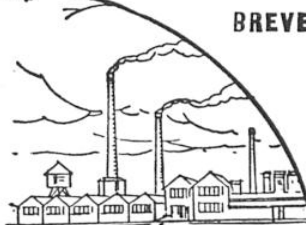
Préparation des Examens
**ÉLÈVES-OFFICIERS
LIEUTENANTS
CAPITAINES
MÉCANICIENS, COMMISSAIRES**

ÉCOLE DE T. S. F.

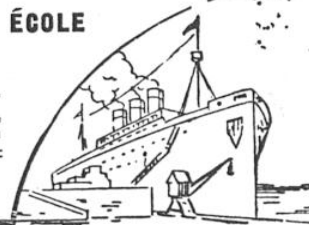
**BREVET DIRECT DÉLIVRÉ PAR NOTRE ÉCOLE
pour la Marine de Guerre**

PRÉPARATION A TOUS LES EMPLOIS DE T. S. F.
de l'Armée, de la Marine de guerre,
de la Marine marchande, de l'Aviation

PROGRAMMES GRATUITS
(Joindre un timbre pour toute réponse)



LUBRILGY



E. T. F. R. C. M.

UN SIÈCLE D'ÉVOLUTION PHOTOGRAPHIQUE

LA VICTOIRE DU PETIT FORMAT

COMME l'observait récemment un technicien de la photographie, « nous perdons trop facilement le souvenir des efforts accomplis. Ce qui nous paraissait naguère une utopie devient, à nos yeux, une fois réalisé, le fait le plus naturel du monde » (1).

Pourtant, comment comprendre le progrès et en admirer l'essence si l'on ne prend le temps de jeter un coup d'œil en arrière? Nous disposons aujourd'hui, dans le domaine photographique, d'une véritable et presque déconcertante merveille, d'un appareil qui pèse moins de 500 grammes et peut prendre trente-six vues à la suite sans rechargement. C'est le Leica, de Leitz, l'admirable et incomparable Leica, devenu le Leica-Couplex. Mais qui aurait pu le prévoir il y a cent ans?

Remontons à 1822. Vers ce temps-là, le Chalonais Nicéphore Niepce arrive pour la première fois, au moyen de la chambre noire, à fixer une image sur une plaque de cuivre argenté recouverte de bitume de Judée. La pose durait alors de trois à huit heures. Le peintre parisien Daguerre perfectionne la méthode. Il crée le daguerréotype. En 1838, il obtient de « daguerréotyper » les monuments de Paris. Le matériel qu'il emploie pèse 30 kilos. On doit le traîner sur un charriot. La pose est au moins d'une demi-heure. En 1840, apparaissent les premiers appareils portatifs. Ils pesaient 14 kilos.

Le désir de saisir des êtres vivants, bêtes ou gens, susceptibles de n'apporter aucune complaisance à la pose, devait conduire aux appareils

à pellicules, qui vinrent plus récemment et dont le succès ne tarda pas à consacrer les mérites. Ils permirent à des amateurs d'obtenir des résultats d'un mouvement et d'un naturel jusqu'alors à peu près inconnus des professionnels opérant avec des appareils à plaques. De là allait naître la tendance maintenant générale à ce savoureux réalisme photographique qui est devenu l'expression la plus haute de l'art de la photographie. Il faut à celui-ci, désormais, de la vie, des mouvements, des perspectives, des éclairages, des effets propres à constituer les éléments d'un véritable tableau. Il n'est plus un interprète, mais un capteur à proprement parler. Il s'empare de la nature et la fixe dans sa mobilité expressive pour la perpétuer. Le journalisme, avec ses nécessités grandissantes d'une information photographique souple et précise, restituant le fait palpant de la rue, l'événement surpris à la cadence où il se déroule, a contribué aussi, pour sa part, à la formation progressive de ce besoin qui appelait un organe. C'est ce faisceau de facteurs qui a progressivement préparé le terrain à la création d'un appareil photographique d'une *précision totale* et capable d'enregistrer, avec la rapidité de la pensée, l'accident, l'incident, le geste, le jeu de physionomie qui se déroulent autour de nous, le rayon de soleil fugitif sur la rivière ou sur le bois, la course du vent sur la moisson fléchissante.

S'il existe actuellement de bons appareils précis et rapides, la vérité oblige à dire qu'il n'y en a qu'un, à l'heure qu'il est, qui réponde intégralement à la définition qui précède.

Le Leica, de Leitz, vous donne en quatre secondes trois vues parfaites de la scène la plus mobile, telle qu'une motocyclette lancée ou qu'un motocycliste qui vide malencontreusement sa selle. Il enregistre à l'instant choisi, sans éveiller l'attention du sujet et sans préparation préalable. Deux mouvements suffisent : un tour, un seul, au bouton d'armement, nettement limité par une butée dans sa course, puis une pression sur le bouton de déclenchement contigu au bouton d'armement. L'obturateur à rideau et du type ne démasquant pas en armant dont il est muni, permet d'exécuter avec la même sûreté, soit la pose, soit une gamme étourdissante d'instantanés comprenant 1 seconde, 1/2 seconde, 1/4 de seconde, 1/8^e, 1/20^e, 1/30^e, 1/60^e, 1/100^e, 1/200^e, même 1/500^e de seconde. Cet obturateur se déplace dans le sens longitudinal du format du cliché. Ceci est de la plus haute importance pour les photographies sportives puisque les sujets mobiles sont toujours pris dans la dimension la plus grande de celui-ci. Grâce à cette particularité, les vues prises même à la vitesse de 1/500^e de seconde sont pratiquement exemptes de distorsion. Le rideau de l'obturateur est fait d'un tissu soumis à un procédé spécial qui le rend insensible aux influences atmosphériques, qu'il s'agisse de l'humide chaleur des tropiques ou des terribles froids polaires. Ceci explique que le Leica ait été le compagnon de route apprécié des membres des Missions Citroën, de l'amiral Byrd, de Costes et de ses camarades de vol, du Dr Eekener, de Sven Hedin et du professeur Piccard au cours de son hardi voyage dans la stratosphère.



Phot. « Illustration »

LE LEICA » SE MET SIMPLEMENT DANS LA POCHÉ DU VESTON

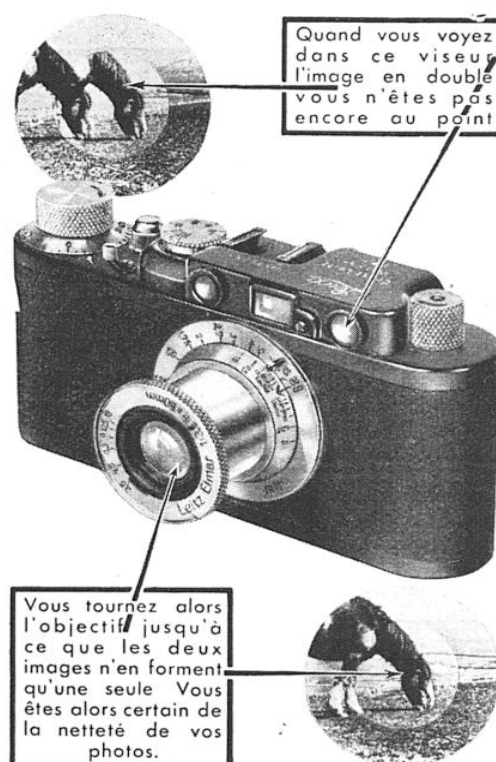
Avec lui l'opérateur est libéré de toute gymnastique fatigante et du souci lancinant de l'appréciation des distances. La mise au point est instantanée. Elle est produite par l'accouplement à l'objectif d'un viseur téléométrique. Quand, à travers ce viseur, vous voyez en double l'image que vous vous proposez de reproduire, c'est que vous n'êtes pas encore au point. Vous tournez alors l'objectif jusqu'à ce que les deux images n'en forment plus qu'une seule.

Appareil par excellence aussi bien des débutants les moins entraînés que des professionnels les plus habiles, cette merveille de mécanique tient en même temps du bibelot par ses dimensions. Long de 13 cm. 5, le Leica en mesure 5 cm. 5 en largeur et 3 en épaisseur seulement. On le dissimule à peu près dans la main. On le met dans sa poche un peu comme un étui à lunettes ou un grand porte-monnaie.

Ce qui fait l'incomparable puissance du Leica, c'est qu'il emploie le film ciné. Le film ciné, auquel les exigences du cinéma professionnel imposent une fabrication irréprochable, se distingue de toutes les plaques et pellicules par l'extrême finesse de son grain, qui autorise des agrandissements considérables. Par la diversité de ses émulsions, il peut, en outre, satisfaire à tous les besoins, y compris ceux particulièrement délicats de la photographie nocturne. Perforé, il est enfin mieux guidé dans l'appareil que la pellicule et c'est là une condition majeure de cette netteté irréprochable qui est une des qualités du Leica. Le film ciné est normalement large de 35 $\frac{m}{m}$. L'image cinématographique courante est donc de 18 $\times$ 24 $\frac{m}{m}$. Mais le Leica utilisant une largeur double, ses négatifs sont de 24 $\times$ 36 $\frac{m}{m}$ et peuvent être aisément agrandis à 24 $\times$ 30 $\frac{m}{m}$. Leur coût étant très bas, puisqu'il ne dépasse pas 0 fr. 25, il en résulte que, même en prenant plusieurs vues du même sujet afin de se ménager des possibilités de choix, on obtient un agrandissement Leica de 9 $\times$ 14 irréprochable et d'un relief saisissant, pour un prix de revient qui ne sera pas supérieur, même si l'on n'exécute pas soi-même ses travaux, à celui d'une quelconque épreuve directe en 6 $\times$ 9.

Le Leica fonctionne avec une série de dix objectifs interchangeables de 35, 50, 73, 90, 105 et 135 $\frac{m}{m}$. Le 50 $\frac{m}{m}$ est surtout considéré comme son objectif normal. A l'aide d'une attache stéréoscopique et qui se monte sur l'objectif, le Leica se prête merveilleusement à la prise de vues stéréoscopiques. L'emploi de cette attache n'implique qu'une augmentation d'environ une fois et demie de la durée de la pose. Enfin, une infinité d'autres accessoires, spécialement étudiés pour des cas particuliers déterminés, font du Leica l'auxiliaire actuel le plus précieux de la photographie des petits objets, de la reproduction directe des textes manuscrits, de la microphotographie, de la photographie chirurgicale et de la radiophotographie.

La genèse de la conception du Leica remonte à 1907 et sa réalisation à 1925. Ce qui démontre à l'évidence la puissante originalité de son invention, sa prépondérante valeur originelle et son caractère précurseur, c'est que, malgré les recherches poursuivies et les progrès obtenus depuis huit ans dans le mouvant domaine de la photographie, le Leica revêt aujourd'hui la même forme, à peu près, qu'à sa création et que tous ses principes initiaux lui ont été conservés. Sa nouveauté, au surplus, à son apparition avait été telle, si éclatante et si sensationnelle qu'elle avait un moment déconcerté le public, éveillé des méfiances. Mais ses résultats devaient bien-



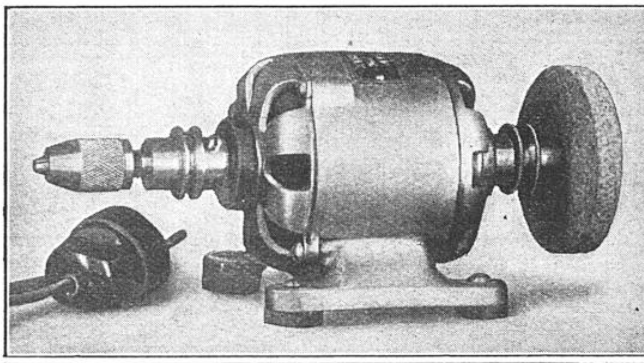
COMMENT S'OPÈRE AUTOMATIQUEMENT LA MISE AU POINT DU « LEICA-COUPLEX », SANS TATONNEMENTS, SANS EFFORTS, A COUP SUR

tôt soulever la stupéfaction, puis l'admiration. En 1930, la maison Leitz produisait déjà 40.000 Leica. En 1934, plus de 130.000 Leica sont, de par le monde, aux mains d'amateurs divers, de professionnels, de journalistes, de globe-trotters, de sportifs, de médecins, de chirurgiens, de savants et, notamment, des services photographiques de nos grands quotidiens.

Ce fut l'an dernier que la maison Leitz produisit le nouveau modèle à mise au point automatique par accouplement du téléviseur à l'objectif et connu sous le nom de Leica-Couplex. Avec ce perfectionnement considérable, un des plus décisifs que la photographie ait encore connu, et les dispositifs divers qui en font la joie du touriste et de la famille, la providence du reportage, la ressource du professionnel, le collaborateur du savant, le témoin du chirurgien, l'organe supérieur de la photographie sportive et de la photographie de nuit, le Leica est devenu aujourd'hui l'aboutissant d'une évolution de plus d'un siècle, la synthèse d'un grand mouvement et la justification de la supériorité et de l'universalité, en matière photographique, du petit format — du souple, agile, discret et rapide petit format.

Mais quelle distance des 30 kilogrammes de l'outillage de Daguerre aux 425 grammes et aux 13 centimètres du triomphant bijou de précision contemporain ! — A. F. (D'après l'Illustration.)

Le Leica de Leitz se trouve en vente chez tous les revendeurs spécialistes d'articles de photo et chez Tiranty, 91, rue La Fayette.



UN COLLABORATEUR MODÈLE !

Toujours prêt à rendre service en silence !

Il est capable d'effectuer tous petits travaux de perçage, de meulage, de polissage, etc... Fonctionne sur le courant lumière monophasé (50 périodes). Pas de collecteur : pas de parasites ; aucun entretien. Tension de 100 à 125 v. (220 v. sur demande). Vitesse : 1.400 tours-minute. Puissance absorbée : 36 watts.

Moteur seul avec poulie... 125 fr.

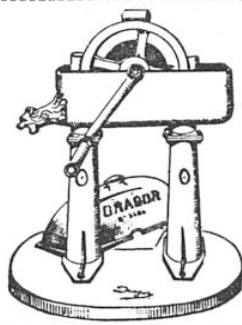
Le jeu d'accessoires... 50 fr.

Supplément pour 220 volts... 10 fr.

Expéditions franco France et Colonies

C'EST UNE PRODUCTION DE LA

Sté Anonyme de Constructions Electriques MINICUS
5, rue de l'Avenir. GENNEVILLIERS (Seine)



DRAGOR

Elevateur d'eau à godets pour puits profonds et très profonds. A la main et au moteur. - Avec ou sans refoulement. - L'eau au 1^{er} tour de manivelle. Actionné par un enfant à 100 m. de profondeur. - Incongelabilité absolue. - Tous roulements à billes. - Contrairement aux autres systèmes n'utilise pas de poulie de fond. Donné 2 mois à l'essai comme supérieur à tout ce qui existe. - **Garanti 5 ans.**

Elévateurs DRAGOR
LE MANS (Sarthe)

Voir l'article, n° 83, page 446.

Pour la Belgique :
39, allée Verte - Bruxelles

CONSERVATION parfaite des ŒUFS

PAR LES

COMBINÉS BARRAL

Procédé reconnu le plus simple et le plus efficace par des milliers de clients.

5 COMBINÉS BARRAL pour conserver 500 œufs

FRANCO A DOMICILE 11 FRANCS

Adresser les commandes avec un mandat-poste, dont le talon sera reçu, à M. Pierre RIVIER, fabricant des Combinés Barral, 8, villa d'Alesia, PARIS-14^e.

PROSPECTUS GRATIS SUR DEMANDE

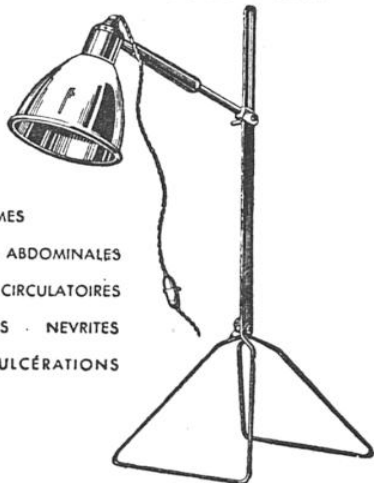


PUBL. C. BLOCH

L'INFRA - ROUGE

— A DOMICILE —

PAR LE PROJECTEUR
THERMO-PHOTOTHERAPIQUE
DU DOCTEUR ROCHU-MERY



RHUMATISMES

DOULEURS ABDOMINALES

TROUBLES CIRCULATOIRES

NÉVRALGIES - NEVRITES

PLAIES - ULCÉRATIONS

ETC., ETC.

LA VERRERIE SCIENTIFIQUE
12. AV. du MAINE. PARIS. XV^e Tél. : Littré 90-13

Depuis sa fondation
"LA SCIENCE ET
LA VIE" fait exé-
cutter toutes ses
illustrations par les

Établissements

LAUREYS Frères

17, Rue d'Enghien, PARIS-10^e

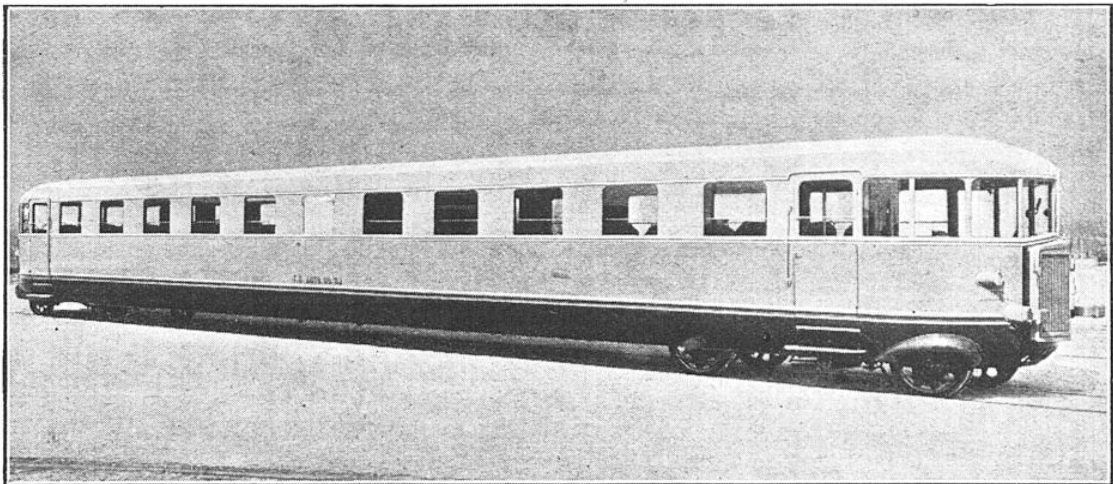
Téléph. : PROVENCE 99-37, 99-38, 99-39



PHOTOGRAVURE-
GALVANOPLASTIE-
STÉRÉOCHROME-
COMPOSITION
PUBLICITAIRE —
STUDIO DE PHOTOS
DESSINS

LES AUTORAILS **FIAT** (LITTORINA) A MOTEURS DIESEL ET A ESSENCE

LE MAXIMUM DE STABILITÉ — LES FRAIS
D'EXPLOITATION LES PLUS RÉDUITS



Type en service sur les Chemins de fer de
l'Etat Italien — 22 mètres — 140 km. à l'heure

**LE TYPE D'AUTOMOTRICE DONT IL
Y A LE PLUS GRAND NOMBRE D'UNI-
TÉS EN SERVICE RÉGULIER DANS
LE MONDE ENTIER.**



Sur le réseau des Chemins de fer
italiens les "Littorine" parcourent
actuellement 10.000 kilom. par jour.

Plusieurs nations européennes ont
acquis la licence de construction
des automotrices Fiat.

Pour renseignements et catalogues, prière de s'adresser
à l'organisation Fiat, que l'on trouve dans le monde
entier, ou à la Direction Générale à Turin - Via Nizza, 250.

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 27 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 des brochures** qui vous intéressent parmi celles qui sont énumérées ci-après. Vous les 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 aucun engagement de votre part.

BROCHURE N° 75.801, 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*, etc.

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

BROCHURE N° 75.806, concernant toutes les *classes complètes* de l'**Enseignement secondaire** officiel jusqu'au *Baccalauréat* inclusivement — concernant, en outre, 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*.

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

BROCHURE N° 75.813, 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° 75.818, 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 Facultés, Professeurs agrégés, etc.)

BROCHURE N° 75.827, 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° 75.831, 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° 75.836, 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° 75.843, concernant la préparation à toutes les carrières de l'Agriculture, des Industries agricoles et du Génie rural, dans la Métropole et aux Colonies.

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

BROCHURE N° 75.848, concernant la préparation à toutes les carrières du Commerce (Administrateur commercial, Secrétaire commercial, Correspondancier, Sténo-Dactylographe) ; de la Comptabilité (Expert-Comptable, Comptable, Teneur de livres) ; de la Représentation, de la Banque et de la Bourse, des Assurances, de l'Industrie hôtelière, etc...

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

BROCHURE N° 75.855, 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, etc.

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

BROCHURE N° 75.861, concernant la préparation aux carrières du Cinéma : Carrières artistiques, techniques et administratives.

(Enseignement donné par des Techniciens spécialistes.)

BROCHURE N° 75.867, concernant la préparation aux carrières du Journalisme : Rédacteur, Secrétaire de Rédaction, Administrateur-Directeur, etc.

(Enseignement donné par des Professeurs spécialistes.)

BROCHURE N° 75.872, 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° 75.879, concernant l'étude des Langues étrangères : Anglais, Espagnol, Italien, Allemand, Portugais, Arabe, Esperanto. — Tourisme (Interprète).

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

BROCHURE N° 75.884, concernant l'enseignement de tous les Arts du dessin : Cours universel de dessin, Dessin usuel, Illustration, Caricature, Décoration, Aquarelle, Peinture à l'huile, Pastel, Fusain, Gravure, Décoration publicitaire — concernant également la préparation à tous les Métiers d'art et aux divers Professorats de Dessin, Composition décorative, Peinture, etc.

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

BROCHURE N° 75.891, concernant l'enseignement complet de la Musique : Musique théorique (Solfège, Chant, Harmonie, Contrepoint, Fugue, Composition, Instrumentation, Orchestration, Transposition), Musique instrumentale (Piano, Accompagnement au piano, Violon, Flûte, Mandoline, Banjo, Clarinette, Saxophone, Accordéon) — concernant également la préparation à toutes les carrières de la Musique et aux divers Professorats officiels ou privés.

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

BROCHURE N° 75.895, 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.)

Ecrivez aujourd'hui même, comme nous vous y invitons à la page précédente, à
MESSIEURS LES DIRECTEURS de

L'ÉCOLE UNIVERSELLE

59, boulevard Exelmans, PARIS (16^e)



Prenez soin de votre dentition

Le **DENTOL**, eau, pâte, poudre, savon, est un dentifrice à la fois souverainement antiseptique et doué du parfum le plus agréable. Créé d'après les travaux de Pasteur, il est tout particulièrement recommandé aux fumeurs. Il laisse dans la bouche une sensation de fraîcheur très persistante.

Le **DENTOL** se trouve dans toutes les bonnes Maisons vendant de la Parfumerie et dans toutes les Pharmacies

CADEAU Pour recevoir gratuitement et franco un échantillon de **DENTOL**, il suffit d'envoyer son adresse exacte et bien lisible, à la Maison **FRÈRE**, 19, rue Jacob, Paris, en y joignant la présente annonce de *La Science et la Vie*.

Dentol

FAITES VENIR DE BESANÇON

UN CHRONOGRAPHE
au prix d'une bonne montre :



Boîtier demi-plut métal chromé, qualité soignée - garantie 8 ans, aiguille au cinquième de seconde et totalisateur de minutes.

Seul, un spécialiste expérimenté, vendant directement, peut vous offrir un tel chronographe au prix de **235 Frs.**

Pour tous autres genres de chronomètres, chronographes et de montres Hommes et Dames (**600 modèles**), demandez le catalogue gratuit "**Montres**" N° 34-65 des réputés Etablissements

235 fr.

SARDA
BESANÇON
FABRIQUE D'HORLOGERIE DE PRÉCISION

Éditeurs: FÉLIX ALCAN, Paris - NICOLA ZANICHELLI, Bologne - DAVID NUTT, Londres - AKAD. VERLAGS-GESELLSCHAFT, Leipzig - G. E. STECHERT & Co., New York - RUIZ HERMANOS, Madrid - LIVRARIA MACHADO, Porto - THE MARUZEN Company, Tokyo.

"SCIENTIA"

Revue internationale de synthèse scientifique
Paraissant mensuellement en fascicules de 100 à 120 pages chacun

Ex-Directeur : EUGENIO RIGNANO

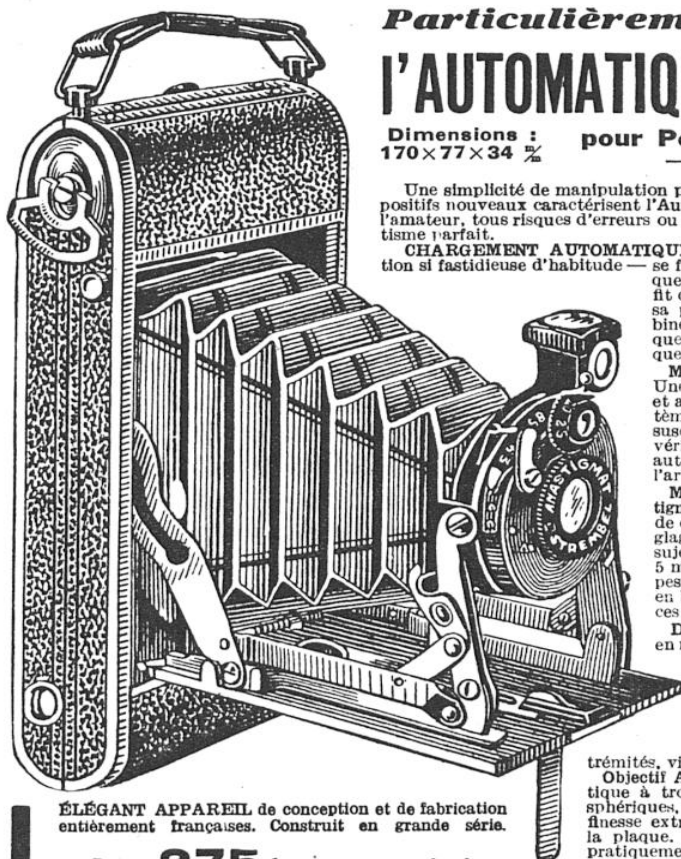
Directeurs : F. BOTTAZZI, G. BRUNI, F. ENRIQUES

EST L'UNIQUE REVUE à collaboration vraiment internationale ; à diffusion absolument mondiale ; de synthèse et d'unification du savoir qui traite les questions fondamentales de toutes les sciences, histoire des sciences, mathématiques, astronomie, géologie, physique, chimie, biologie, psychologie et sociologie ; qui, par des enquêtes conduites auprès d's plus éminents savants et écrivains de tous les pays (*Sur les principes philosophiques des diverses sciences ; Sur les questions d'astronomie et de physique les plus fondamentales qui se trouvent à l'ordre du jour ; Sur la contribution que les divers pays ont apportée au développement des diverses branches du savoir ; Sur les plus importantes questions de biologie ; Sur les grandes questions économiques et sociologiques internationales*), étudie tous les problèmes essentiels qui agitent les milieux intellectuels du monde entier, et constitue en même temps le premier essai d'organisation internationale du mouvement philosophique et scientifique ; qui puisse se vanter d'avoir parmi ses collaborateurs les savants les plus illustres du monde entier.

Les articles sont publiés dans la langue de leurs auteurs et à chaque fascicule est joint un supplément contenant la traduction française de tous les articles non français. Ainsi la revue est complètement accessible même à qui ne connaît que la langue française. (*Demandez un numéro spécimen gratuit au Secrétaire général de "Scientia", Milan, en joignant à la demande, pour remboursement des frais d'envoi, la somme de trois francs en timbres-poste de votre pays.*)

ABONNEMENT : Fr. 200. »

BUREAUX DE LA REVUE : Via A. De Togni 12 - Milano (116)
Secrétaire général : PAOLO BONETTI



Particulièrement recommandé l'AUTOMATIQUE "STREMBEL"

Dimensions : 170×77×34 mm pour Pellicules 6×9 Poids 550 gr. environ

Une simplicité de manipulation poussée à l'extrême limite, un ensemble de dispositifs nouveaux caractérisent l'Automatique "Strembel" : ils suppriment, pour l'amateur, tous risques d'erreurs ou de fausse manœuvre et réalisent un automatisme parfait.

CHARGEMENT AUTOMATIQUE. — La mise en place de la bobine — opération si fastidieuse d'habitude — se fait, avec l'Automatique "Strembel", en quelques secondes et sans aucun tâtonnement. Il suffit de relever le levier et de le ramener ensuite à sa position primitive, après avoir déposé la bobine au fond du logement. Les deux axes sur lesquels pivote la bobine s'introduisent automatiquement dans les trous correspondants.

MISE EN BATTERIE AUTOMATIQUE. — Une simple pression suffit pour ouvrir l'appareil et amener l'objectif à sa place normale. Un système de levier, qui ne comporte aucun engrenage susceptible de prendre du jeu, agit comme une véritable tenaille sur le porte-objectif et le bloque automatiquement, en parfait parallélisme avec l'arrière de l'appareil.

MISE AU POINT AUTOMATIQUE. — L'Anastigmat "Strembel" possède une telle profondeur de champ que l'on peut se contenter de trois réglages en se basant simplement sur la nature du sujet : infini, pour les panoramas ou les paysages ; 5 mètres, pour les sujets rapprochés (petits groupes, scènes de genre) ; 2 mètres, pour les portraits en buste. Toute erreur dans le calcul des distances se trouve ainsi éliminée.

DESIGNATION. — Le corps de l'appareil est en métal dur, extérieur soigneusement gainé, intérieur verni noir. Angles joints vernis noir protégeant la gainerie tout en donnant à l'appareil de la rigidité et un aspect très élégant. Dos à charnière, fermeture simple, solide et pratique. Deux écrous au pas du Congrès. Béquille permettant d'opérer sur table. Soufflet peau accroché aux deux extrémités, viseur clair, redresseur réversible.

Objectif Anastigmat "Strembel" F. 6,3 du type dialytique à trois lentilles, corrigé de toutes aberrations sphériques, chromatiques et astigmatiques. Images d'une finesse extrême, netteté s'étendant jusqu'aux angles de la plaque. Très grande profondeur de champ rendant pratiquement impossible toute erreur de mise au point.

Obturbateur faisant la pose en un et deux temps, instantané au 1/25^e, 1/10^e, 1/100^e de seconde, fonctionnant au doigt ou au déclencheur. Diaphragme à iris, repères gravés à la partie supérieure de l'obturateur et demeurant visibles même pendant la visée.

Chaque appareil est livré en boîte carton avec un déclencheur métallique et une instruction très détaillée.

ÉLÉGANT APPAREIL de conception et de fabrication entièrement françaises. Construit en grande série.

Prix : **275 francs au comptant, ou 300 fr. payables 25 fr. par MOIS**
SOIT AVEC UN CRÉDIT DE 12 MOIS

SAC spécial, en cuir havane, comportant une griffe intérieure permettant le placement d'une boîte de pellicules de réserve. Prix au comptant : 45 fr. — Prix à crédit : 50 fr.

Ce même Appareil, avec objectif Anastigmat "Strembel" 4,5, format 6×9
Prix : 350 francs au comptant, ou 385 francs payables 30 ou 38 fr. 50 par MOIS

Ce même Appareil, avec objectif Anastigmat "Strembel" 6,3, format 6½×11
Prix : 350 francs au comptant, ou 385 francs payables 30 ou 38 fr. 50 par MOIS

SAC cuir havane 6½×11, sans griffe intérieure, ce format ne le permettant pas
Prix : 54 francs au comptant, ou 60 francs payables 5 ou 6 francs par MOIS
PELLICULES de la célèbre marque française "LUMIÈRE", la bobine de 8 poses 6×9... 8.25
La bobine de 8 poses 6½×11... 10.50

BULLETIN DE COMMANDE

Veuillez m'adresser votre Automatique "Strembel", avec objectif anastigmat F. _____ format _____ du prix de _____ fr.,

avec les accessoires suivants : _____

du prix total de _____ fr., que je paierai à raison de _____ fr. par MOIS, le premier versement à la réception, et ensuite, je verserai moi-même, chaque mois, à la poste, au crédit du compte de chèques-postaux Nantes n° 5.324, le montant d'une mensualité ; ou au comptant, au prix de _____ fr. (Rayer la mention inutile).

Nom et prénoms _____

SIGNATURE :

Qualité ou profession _____

Domicile _____

Le _____ 193 .

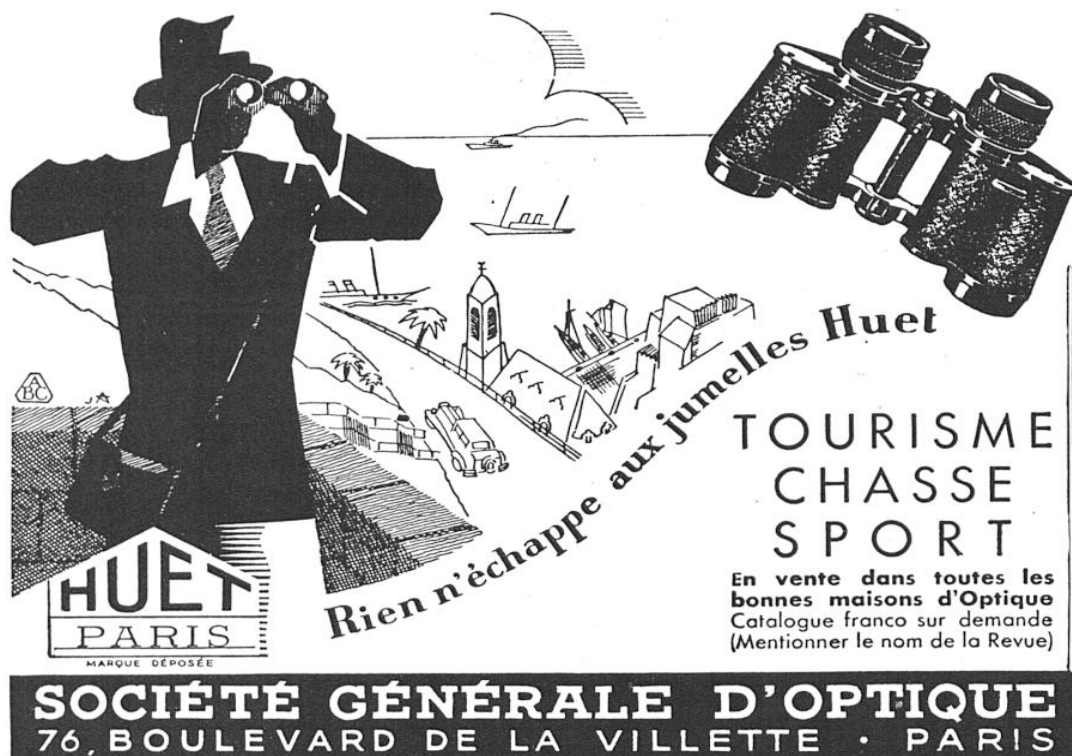
MAISON

Pierre STREMBEL

Fondée en 1906

LES SABLES-D'OLONNE

(VENDEE)



HUET
PARIS
MARQUE DÉPOSÉE

Rien n'échappe aux jumelles Huet

**TOURISME
CHASSE
SPORT**

En vente dans toutes les
bonnes maisons d'Optique
Catalogue franco sur demande
(Mentionner le nom de la Revue)

SOCIÉTÉ GÉNÉRALE D'OPTIQUE
76, BOULEVARD DE LA VILLETTE · PARIS

RADIO-MAGAZINE

Le grand hebdomadaire de T. S. F. et de musique enregistrée

CHACQUE SEMAINE 48 A 64 PAGES POUR 1 FR. 50

TOUS LES RADIOPROGRAMMES

Des articles littéraires, artistiques, techniques, des schémas, plans de montage, tableaux de réglages, conseils pratiques, consultations, cartes.

ABONNEMENTS

1 AN : 50 FR. -:- 6 MOIS : 30 FR.

EN PRIME :

Carte radiophonique murale en couleurs des 250 stations européennes.

Tableau d'étalonnage et d'identification.

Un joli portrait d'art.

VOUS LIREZ AVEC PROFIT :

Almanach Radio-Magazine 1934

FRANCO 5 FR. 50

Comment supprimer les parasites

FRANCO 5 FRANCS

Eléments de Radioélectricité

FRANCO 17 FRANCS

Spécimen gratuit franco sur demande à **RADIO-MAGAZINE, 61, rue Beaubourg, Paris-3^e**

TÉL. : ARCHIVES 66-64 ET 68-02 -:- CHÈQUES POSTAUX 623-36

UNE VENTE
INÉDITE DE

Propagande

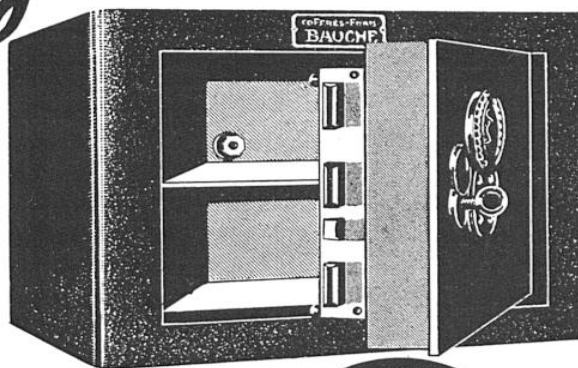
POURQUOI ?

Parce que vous avez besoin d'être défendu !

Les spécialistes de la sécurité vous disent ceci : vous ne saurez que votre coffre-fort est parfait qu'**APRÈS** le feu ou le cambriolage, donc **TROP TARD**. C'est la raison pour laquelle, du 1^{er} Juin au 31 Juillet, les **Coffres-forts Bauche**, première marque française, organisent cette grande vente de propagande. Les deux coffres-forts décrits ci-dessous sont en effet, **de véritables coffres-forts**. Ils sont défendus :

Contre l'incendie
Contre le chalumeau
Contre le vol mécanique
Contre le vol par la serrure

grâce au composé spécial Bauche, chimiquement réfractaire et extra-dur, dont la porte est munie ainsi que les parois ; grâce à la serrure Monopole ajoutée à la porte où elle est fixée en têtère, pour éviter le cambriolage par arrachement. Tous organes de serrure protégés par blindage imperforable. - Serrure incrochetable à huit bascules circulaires - Clé inimitable - Combinaison comportant : 4 compteurs invisibles, permettant 160.000 secrets.



Larg.. 0^m50

Haut. 0^m35

Prof.. 0^m35

Rendez-vous compte qu'une combinaison qui n'aurait, par exemple, que deux boutons ou compteurs ne permettrait que 600 secrets demandant à peine 10 minutes pour être dévoilés !

*4 compteurs invisibles...
160.000 secrets!*

Ces coffres-forts de confiance, fabriqués par les premiers spécialistes de la sécurité, seront vendus jusqu'au 31 Juillet, aux prix exceptionnels ci-dessous :

Modèle moyen : Larg. 0,43. Prof. 0,29
Haut. 0,26. (2 pènes dont 1/2 tour)
Poids env. net 60 kg., emballé 68 kg. **325** fr.

Grand modèle : Larg. 0,50. Prof. 0,35. Haut. 0,35.
(4 pènes dont 1/2 tour, 1 tablette)
Poids env. net 110 kg. emballé 119 kg. **475** fr.

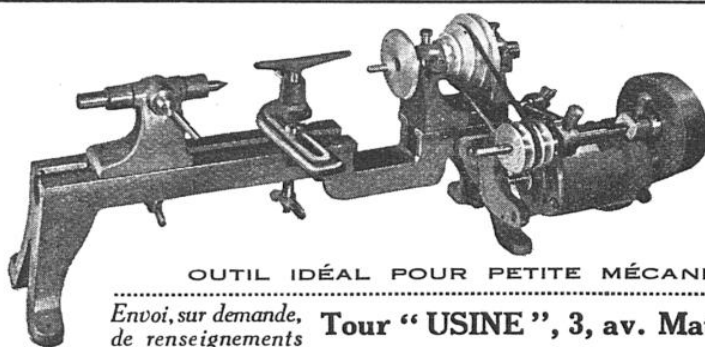
Livrés avec boulon et tige de scellement pour fixation au mur. Franco de port, d'emballage et d'assurance, toutes gares de France continentale et Corse ; ou C.A.F. ports Algérie, Tunisie et Maroc, avec supplément de 20 fr.

Passer immédiatement votre commande en indiquant exactement vos nom, adresse et la gare ou le port destinataire. Règlement par mandat-poste joint à la commande ou chèque postal à notre compte N° 892-91 Paris.

A CREDIT } Modèle moyen : 100 f. à la commande et 6 mensual. de 45 f.
Grand modèle : 150 f. à la commande et 6 mensual. de 65 f.

COFFRES-FORTS BAUCHE

93, rue de Richelieu
PARIS



Tour "USINE"

la première petite machine-outil
de précision

Banc rompu en fonte, livré avec ou sans moteur, peut recevoir un chariot, un mandrin, des pinces américaines de 1 à 8 m/m.

OUTIL IDÉAL POUR PETITE MÉCANIQUE DE PRÉCISION

Envoi, sur demande,
de renseignements

Tour "USINE", 3, av. Mathurin-Moreau, Paris-19^e

Nouvelle Loupe binoculaire réglable à écartement pupillaire variable

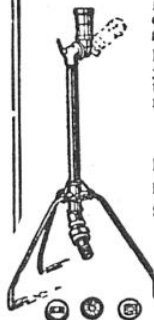
(Brevetée France et Etranger)



L. BERLAND
Opticien-Const^r
ÉTRÉCHY
(Seine-et-Oise)
Chèques post.
527.87 Paris

PERMET tous travaux et examens à la loupe par la vision simultanée des deux yeux, donne une netteté et un relief parfaits avec plusieurs grossissements. Laisse les deux mains libres. Supprime toute fatigue. — Appareil type laboratoire, complet, avec 3 gross^{ts}, en boîte bois et mode d'emploi, 65 fr. Le même appareil pliant, type luxe de poche, en boîte métal et mode d'emploi, 100 fr. — Suppl^t pour frais d'envoi, France et Colon., 1 fr. 50; ou contre rembour^s. 3 fr.

L'Arroseur IDEAL E. G., BREVETÉ S. G. D. G., ne tourne pas et donne l'arrosage en rond, carré, rectangle, triangle et par côté; il est garanti inusable et indé réglable.



L'Arroseur rotatif IDEAL est muni de jets d'un modèle nouveau, réglables et orientables, permettant un arrosage absolument parfait.

Le Rateau souple IDEAL E. G.

Le Pistolet IDEAL E. G.

Le Pulvérisateur LE FRANÇAIS.

Seringues, Robinetterie, etc.



Eug. GUILBERT, Constructeur
160, avenue de la Reine. 160
BJULOGNE-S-S. — T. Moltor 17-76

LE PLUS MODERNE DES JOURNAUX
Documentation la plus complète et la plus variée

EXCELSIOR

SEUL QUOTIDIEN ILLUSTRÉ

ABONNEMENTS

PARIS, SEINE, SEINE-ET-OISE ET SEINE-ET-MARNE	Trois mois...	20 fr.
	Six mois.....	40 fr.
	Un an.....	76 fr.
DÉPARTEMENTS, COLONIES...	Trois mois...	25 fr.
	Six mois.....	48 fr.
	Un an.....	95 fr.
BELGIQUE.....	Trois mois...	36 fr.
	Six mois.....	70 fr.
	Un an.....	140 fr.
ÉTRANGER	Trois mois...	50 fr.
	Six mois.....	100 fr.
	Un an.....	200 fr.

SPÉCIMEN FRANCO sur demande

En s'abonnant 20, rue d'Enghien,
par mandat ou chèque postal
(Compte 5970), demandez la liste et
les spécimens des

PRIMES GRATUITES fort intéressantes

Pour vos VACANCES emportez un **DESSINEUR**

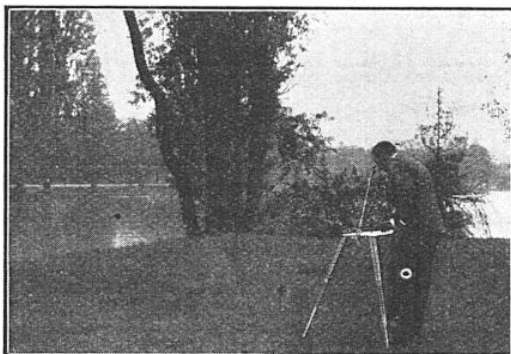
(Chambre Claire Universelle simplifiée)

L'appareil franco France et Etranger,
contre paiement **120 FR.**

D'un seul coup d'œil, le **DESSINEUR** permet de
dessiner à toutes grandeurs sans connaissance du
dessin : Paysages, Portraits, Photos, Documents,
Objets quelconques, etc.

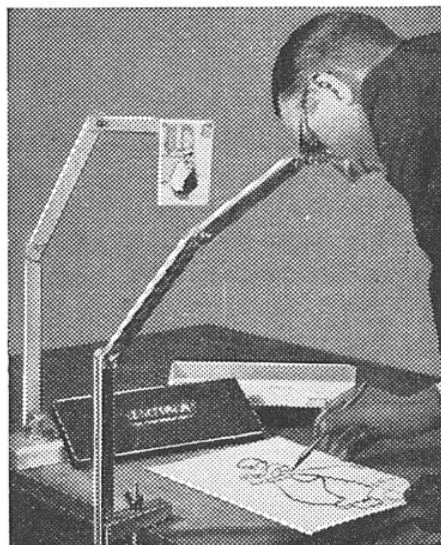
Agrandit — Copie — Réduit
d'après nature et d'après document.

Donne le goût du dessin en permettant une réussite
immédiate, et apprend à dessiner.



PAYSAGE D'APRÈS NATURE

▲
Catalogue
n° 12
gratuit
sur
demande
▼

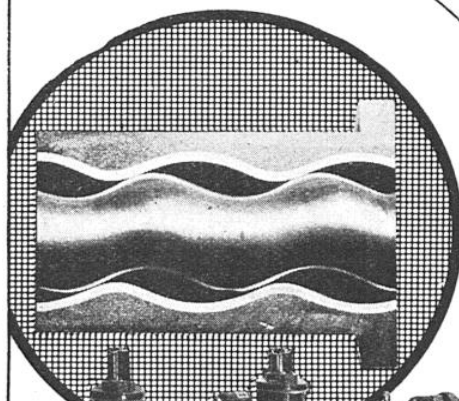


AGRANDISSEMENT D'UNE PHOTO

P. BERVILLE Instruments et Fournitures
pour le Dessin

18, rue La Fayette, PARIS-IX.

Chèque post. : 1271-92 -- Métro : Chaussée-d'Antin -- Téléph. : PROV. 41-74



UNE NOUVEAUTÉ UNE POMPE EN CAOUTCHOUC

Pompes P. C. M. LICENCE R. MOINEAU

SES AVANTAGES :

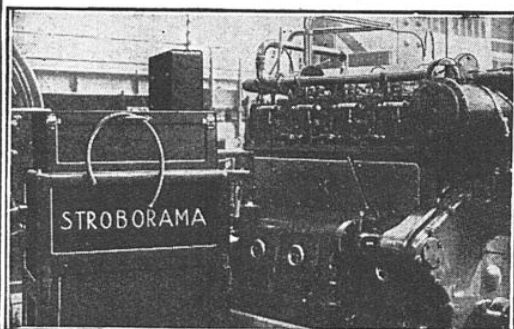
- **AUTO-AMORÇAGE**
- EAU ▪ MAZOUT ▪ ESSENCE
- LIQUIDES ÉPAIS ▪ TOUS ACIDES
- LIQUIDES ALIMENTAIRES
CRAIGNANT L'ÉMULSION
- **SILENCE** ▪ **DURÉE**
- **SIMPLICITÉ**

Soc. POMPES, COMPRESSEURS, MÉCANIQUE

63-65, rue de la Mairie, VANVES (Seine). Tél. : Michelet 37-18

Recherches Mécaniques et Physiques
(BREVETS SEGUIN FRÈRES)
40, Rue de l'Echiquier, PARIS

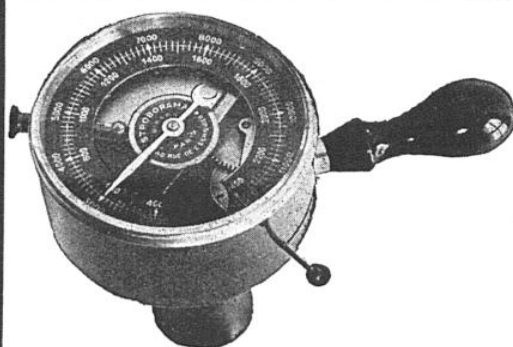
Appareils stroboscopiques
STROBORAMA
à grande puissance



STROBORAMA TYPE A
Examen d'un moteur. — Office des Inventions, Bellevue.

PHOTOGRAPHIE et
CINÉMATOGRAPHIE
au millionième de seconde

Télétachymètres Stroborama
POUR MESURE ET CONTRÔLE
des vitesses à distances et sans contact



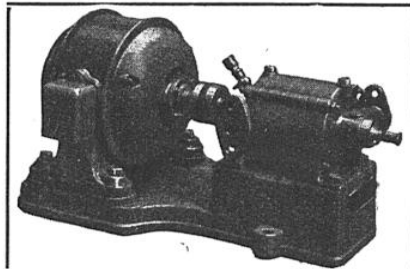
STROBORET A COMMANDE MÉCANIQUE

Etudes stroboscopiques

RÉGULATEURS
pour moteurs électriques
RÉGULATEURS SÉPARÉS
et **MOTEURS** à régulateur

POMPES DAUBRON

57, avenue de la République, PARIS



ÉLECTRO-POMPES DOMESTIQUES
pour villas, fermes, arrosage, incendies
FONCTIONNEMENT AUTOMATIQUE

Distribution d'eau sous pression
par les groupes
DAUBRON

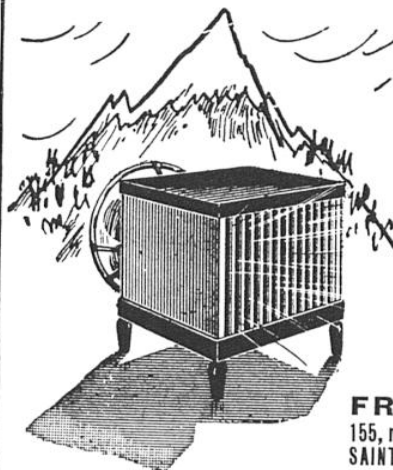
POMPES INDUSTRIELLES
tous débits, toutes pressions, tous usages

BIEN-ÊTRE ET
FRAICHEUR
EN ÉTÉ

avec le

"BLOC FRIGOSE"

Breveté S.G.D.G.



Se place
devant un
ventilateur
de table.
Purifie et
refroidit
l'air.
Ne con-
somme que
de l'eau.

Prix de
vente, fco
France et
Colonies :
250 fr.
(sans le ven-
tilateur.)

FRIGOSE
155, r. de la Chapelle
SAINT-OUEN (Seine)

Santé Force Vigueur PAR l'Électricité

L'Institut Moderne du Dr Grard à Bruxelles vient d'éditer un traité d'Électrothérapie destiné à être envoyé gratuitement à tous les malades qui en feront la demande. Ce superbe ouvrage médical en 5 parties, écrit en un langage simple et clair, explique la grande popularité du traitement électrique et comment l'électricité, en agissant sur les systèmes nerveux et musculaire, rend la santé aux malades, déprimés, affaiblis et déprimés.

1re Partie : SYSTÈME NERVEUX.

Neurasthénie, Névroses diverses, Névralgies, Névrites, Maladie de la Moelle épinière, Paralysies.

2me Partie : ORGANES SEXUELS ET APPAREIL URINAIRE.

Impuissance totale ou partielle, Varicocèle, Pertes Séminalles, Prostatite, Écoulements, Affections vénériennes et maladies des reins, de la vessie et de la prostate.

3me Partie : MALADIES de la FEMME

Métrite, Salpingite, Leucorrhée, Écoulements, Anémie, Faiblesse extrême, Aménorrhée et dysménorrhée.

4me Partie : VOIES DIGESTIVES

Dyspepsie, Gastrite, Gastralgie, Dilatation, Vomissements, Aigreurs, Constipation, Entérites multiples, Occlusion intestinale, Maladies du foie.

5me Partie : SYSTÈME MUSCULAIRE ET LOCOMOTEUR

Myalgies, Rhumatismes divers, Goutte, Sciatique, Arthritisme, Artério-Sclérose, Troubles de la nutrition, Lithiase, Diminution du degré de résistance organique.

La cause, la marche et les symptômes de chacune de ces affections sont minutieusement décrites afin d'éclairer le malade sur la nature et la gravité de son état. Le rôle de l'électricité et la façon dont opère le courant galvanique sont établis pour chaque affection.

L'application de la batterie galvanique se fait de préférence la nuit et le malade peut sentir le fluide bienfaisant et régénérateur s'infiltrer doucement et s'accumuler dans le système nerveux et tous les organes, activant et stimulant l'énergie nerveuse, cette force motrice de la machine humaine.

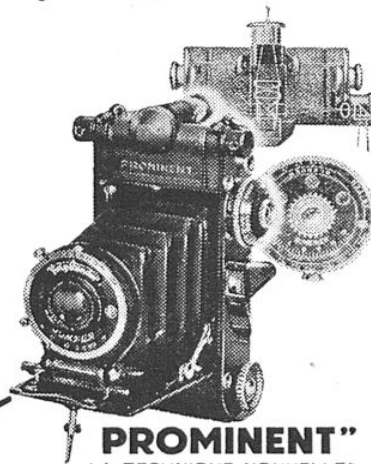
Chaque ménage devrait posséder cet ouvrage pour y puiser les connaissances utiles et indispensables à la santé, afin d'avoir toujours sous la main l'explication de la maladie ainsi que le remède spécifique de la guérison certaine et garantie.

C'EST GRATUIT

Hommes et femmes, célibataires et mariés, écrivez une simple **carte postale** à Mr le Docteur L. P. GRARD, 30, Avenue Alexandre-Bertrand, BRUXELLES-FORÊT, pour recevoir par retour, sous enveloppe fermée, le précis d'électrothérapie avec illustrations et dessins explicatifs. Affranchissement pour l'Étranger: Lettre 1,50. Carte 0,90.

Un Appareil Photographique ULTRA PERFECTIONNÉ

Voigtländer



PROMINENT
LA TECHNIQUE NOUVELLE

Pourquoi ultra perfectionné ?

Parce que le "PROMINENT" :

● 1° - comporte, dans le corps de l'appareil, un télémètre à oculaire télescopique réglable à la vue de chacun, accouplé au dispositif d'avancement de l'objectif pour assurer une mise au point micrométriquement parfaite, l'appareil même fermé.

● 2° - possède, incorporé au boîtier, un posomètre à viseur et à trois fenêtres d'intensités différentes, qui donne le temps de pose exact, pour chaque ouverture de l'objectif, en fonction des conditions d'éclairage et de la sensibilité du film utilisé.

● 3° - est muni de l'objectif HELIAR 1/4,5 à 5 lentilles, de 105 mm de foyer, dont la réputation est mondialement établie. L'HELIAR est monté sur obturateur COM-PUR à retardement donnant la pose en un et deux temps et les vitesses de 1 sec., 1/2, 1/5, 1/10, 1/25, 1/50, 1/100, 1/250.

● 4° - donne à volonté : soit 8 photos de 6x9 cm, soit 16 photos de 43x55 mm sur bobines 6x9 par simple application d'un cache à même la pellicule.

Que peut désirer de mieux l'amateur le plus difficile ?

Faites-vous montrer ce merveilleux "PROMINENT" et la gamme des autres appareils VOIGTLÄNDER chez tous les bons marchands d'articles photographiques ou demandez le catal. gratuit N° 85

SCHOBER & HAFNER
Représentants Exclusifs

3, Rue Laure Fiot - ASNIÈRES (Seine)



HELIX LE NOUVEAU RÉPERTOIRE BREVETÉ TÉLÉPHONIQUE

Le memento que sa forme pratique permet d'adapter commodément à tout dispositif téléphonique et dont on peut aisément **RENOUVELER** les parties utilisables pour l'écriture.

ÉQUIPER son appareil téléphonique d'un c'est trouver toujours PROMPTEMENT le numéro d'appel qui y aura été fixé.

HELIX

NOTICE EXPLICATIVE SUR DEMANDE A
Et. "ESSOR", 63, avenue M.-Maeterlinck, BRUXELLES

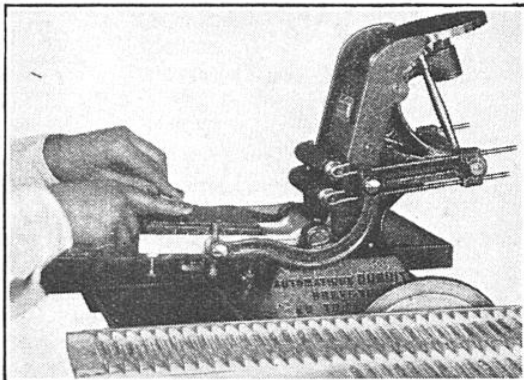
Exclusivités de ventes, droits de fabrication ou de brevet peuvent être négociés pour différents pays ou régions.

**-1- SUPPRIMEZ VOS ÉTIQUETTES -1-
IMPRIMEZ DIRECTEMENT VOS PRODUITS**

L'AUTOMATIQUE

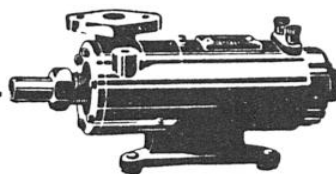
DUBUIT

Imprime sur toute surface 1.800 objets à l'heure.
marques, caractéristiques, références, prix, etc.



Présentation plus moderne
Quatre fois moins cher que les étiquettes
Nombreuses références dans toutes les branches de l'industrie

Machines DUBUIT, 62 bis, r. St-Blaise, PARIS-20'
Tél. : Roquette 19-31



NE VOUS FATIGUEZ PAS A TIRER
L'EAU DE VOTRE PUIT

Pour quelques centimes à l'heure, la nouvelle pompe électrique "RECORD" la distribuera automatiquement dans votre maison, votre garage, votre jardin. Cette merveilleuse petite pompe fonctionne sans bruit, surveillance ni entretien, sur le plus petit compteur lumière, exactement comme une lampe. La consommation est inférieure à celle d'un fer à repasser. Sa garantie est illimitée. Son prix est sensationnel : **500 francs.** — Vous ne perdrez pas votre temps en demandant notre catalogue gratuit n° 4

**A. GOBIN, Ing.-Const., 3, Rue Ledru-Rollin
SAINT-MAUR (Seine)**

LUTETIA GROUPES AMOVIBLES POUR TOUS USAGES

de 4 à 35 CV

de 12 à 75 kilomètres à l'heure

**GROUPES FIXES LÉGERS -- CANOTS LÉGERS A GRANDE VITESSE
CANOTS DE PROMENADE 5 A 6 PLACES**

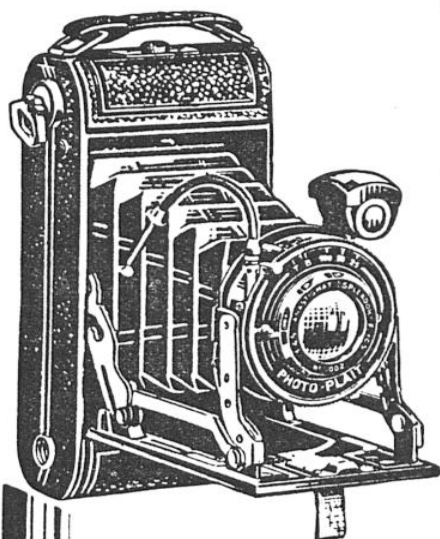
DEMANDER LA NOTICE DU NOUVEAU MOTEUR PLIANT LÉGER 4 CV OU DU NOUVEAU 9 CV



**M. ÉCHARD, Ing.-Const., 31, boulevard de Courbevoie
NEUILLY-SUR-SEINE - Tél. : Maillot 15-51**

Maison fondée en 1913

Fournisseur des grandes administrations françaises et étrangères



*vous
aurez
pour* **35** frs
LE VOLTEX PRIX 275'

Modèle 1934

Automatique 6 x 9 — ANASTIGMAT
"SPLENDOR" 1 : 4,5 — Obturateur
1/100" à retardement, se chargeant en
plein jour avec des pellicules de 8 poses,
de n'importe quelle marque.

Le solde payable en 7 mensualités
de 35 frs sans aucune majoration
ou bien le même PRIX : 325 frs
en 6 i:2 x 11 c.m.

ou 8 mensualités de 42 frs.

En vente seulement aux Etablissements

GARANTIE - 2 ANS

PHOTO-PLAIT

35, 37, 39, RUE LA FAYETTE - PARIS-Opéra

SUCCESSALES

142, rue de Rennes, PARIS-Montparnasse
104, rue de Richelieu, PARIS-Bourse
15, Galerie des Marchands (rez-de-c.), Gare St-Lazare
6, place de la Porte-Champerret, PARIS-17°

CADEAU Tout acheteur d'un "VOLTEX" payé au comptant recevra gratuitement un
superbe sac en cuir. valeur : 20^f p^r le 6 x 9 et 25^f p^r le 6 1/2 x 11

ESSAYEZ LA PELLICULE 8 POSES ULTRA RAPIDE			et dernière nouveauté		
"HÉLIOCHROME" 1400° H. et D.			La "SUPER-HÉLIOCHROME" 28° Sch.		
4 x 6 1/2	6 x 9	6 1/2 x 11	4 x 6 1/2	6 x 9	6 1/2 x 11
4.75	4.90	6.75	6.60	6.75	8.50

VOUS SEREZ ÉMERVEILLÉS!

ENVOI GRATUIT DU CATALOGUE "PHOTO" - SV - 1934

Véritable encyclopédie de tout ce qui concerne la PHOTO

**KODAK - ZEISS IKON - AGFA
VOIGTLANDER - LEICA - FOTH
LUMIÈRE - PATHÉ - BABY, ETC...**

Maison vendant 20 à 25 0/0 meilleur marché que partout ailleurs les Appareils, Plaques, Pellicules, Papiers, Produits et Accessoires de sa marque.

CRÉATION ET MISE EN VENTE D'ARTICLES de première qualité à PRIX RÉDUITS

Expéditions en province à domicile, franco de port et d'emballage, même par unité et à partir de n'importe quel prix.

Un récepteur vraiment nouveau :

LE R. S. 5

— SUPERHÉTÉRODYNE —

TOUS COURANTS ANTIFADING

décrit ce jour dans *La Science et la Vie* et réalisé dans les ateliers des

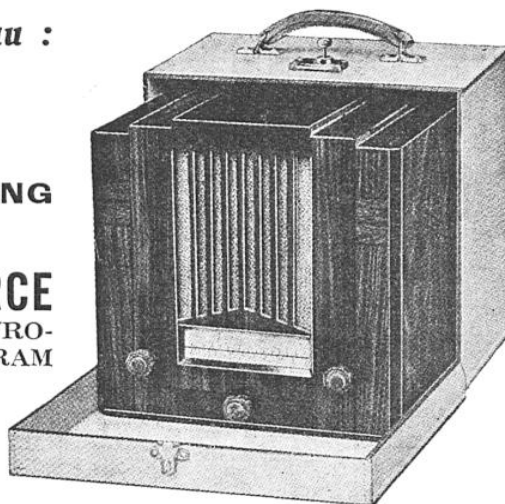
Etablissements RADIO-SOURCE

Appareil muni des nouvelles lampes EURO-PÉENNES à faible consommation TUNGSRAM

La formule la plus moderne et la plus perfectionnée des POSTES tous courants

PARTICULARITÉS :

- 1° Détection par diode séparée et régulateur ANTIFADING tout à fait efficace.
- 2° Tube RÉGULATEUR spécial de protection.
- 3° Fonctionnement sur tous les courants, CONTINUS et ALTERNATIFS, tous les voltages, toutes les fréquences.
- 4° Puissance et FIDÉLITÉ MUSICALE SUR COURANT CONTINU comparables à celles d'un bon récepteur sur alternatif.
- 5° Faible consommation de courant; NE CHAUFFE PAS et est construit CONFORMÉMENT AUX RÉGLEMENTS des secteurs électriques.
- 6° Prix de revient EXTRÊMEMENT BAS.



Demandez le devis détaillé

aux ÉTABLISSEMENTS

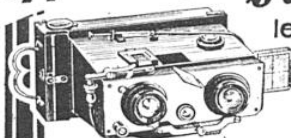
RADIO-SOURCE

82, avenue Parmentier, Paris (XI^e)

Téléphone : ROQUETTE 62-80 et 62-81

Chèques Post. : Paris 664-49 — Télégr. : SOURCELEC-119

Les Appareils Jules Richard s'imposent !

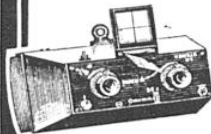


le **VÉRASCOPE**
J. RICHARD

Modèle 45x107 et 6x13 à mise au point automatique avec obturateur à maximum de rendement. Magasin à film utilisant les bobines KODAK ou autres.

UN ÉVÈNEMENT DANS LA
PHOTOGRAPHIE

Un appareil photographique stéréoscopique Jules RICHARD



CATALOGUE
GRATUIT

le **Stéréoscope**
pour 440^{fr}

Format 6x13 - anastigmat F. 6,3



LA JUMELLE
J. RICHARD

est à l'opique ce que le Verascope est à la photographie stéréoscopique, c'est la jumelle de grande marque d'une construction hors pair.

A UN PRIX INÉGALABLE
20 mod. différents de jumelles prismatiques "Tourisme" ; 50 mod. différents de jumelles "Théâtre".

E. Jules RICHARD

7, Rue Lafayette - PARIS

Usines et Bureaux : 25, Rue Mélingue, PARIS

*À César ce qui est à César,
la précision aux appareils Jules Richard*

BON à découper
et à envoyer
pour recevoir franco
le CATALOGUE K.

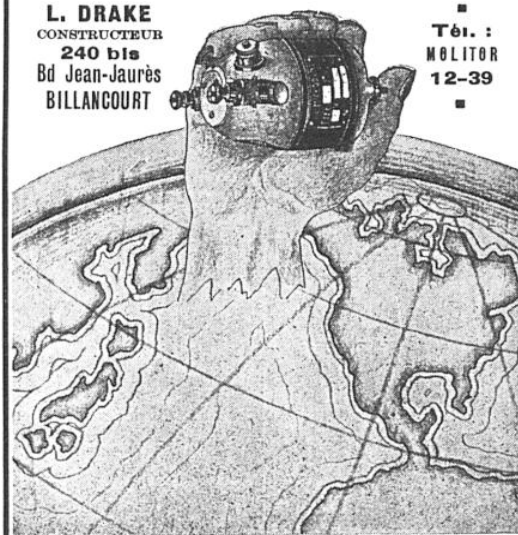
"MICRODYNE"

LE PLUS PETIT MOTEUR INDUSTRIEL DU MONDE

MOTEURS UNIVERSELS
de 1/100 à 1/10 ch.

L. DRAKE
CONSTRUCTEUR
240 bis
Bd Jean-Jaurès
BILLANCOURT

Tél. :
MOULIER
12-39



Révélation du Secret de l'Influence Personnelle

Méthode simple pour développer le magnétisme, la concentration, la mémoire et la force de volonté. Un livre de 80 pages, décrivant entièrement cette méthode unique, ainsi qu'un diagramme d'auto-analyse et une étude de caractère **GRATIS** à tous ceux qui écrivent immédiatement.

« La merveilleuse puissance de l'Influence Personnelle, du Magnétisme, de la Fascination, du Contrôle de l'Esprit, qu'on l'appelle comme on voudra, peut être sûrement acquise par toute personne, quels que soient son peu d'attrait naturel et le peu de succès qu'elle ait eu », dit M. Elmer E. Knowles, auteur du livre intitulé : « *La Clé du Développement des Forces Intérieures*. » Ce livre dévoile des faits aussi nombreux qu'étonnants concernant les pratiques des Yogis hindous et expose une méthode unique en son genre pour le développement du Magnétisme Personnel, des Puissances Hypnotiques et Télépathiques, de la Mémoire, de la Concentration et de la Force de Volonté à l'aide de la merveilleuse science de la suggestion. Le comte H. Csaky-Pallavicini écrit : « Chacun devrait posséder votre méthode si simple. Les instructions qu'elle contient sont aussi nécessaires à l'humanité que l'air l'est aux poumons ou la nourriture au corps. » Ce livre, distribué gratuitement, contient de nombreuses reproductions photographiques montrant comment ces forces invisibles sont employées dans le monde entier et comment des milliers de personnes ont développé certaines puissances de la possession desquelles elles étaient loin de se douter. La distribution gratuite a été confiée à une grande institution de Bruxelles et un exemplaire sera envoyé franco à quiconque en fera la demande.



Comte H. CSAKY-PALLAVICINI

En plus du livre gratuit, toute personne qui écrit immédiatement recevra un exemplaire du diagramme d'auto-analyse du prof. Knowles ainsi qu'une étude détaillée de caractère. Copiez simplement de votre propre écriture les lignes suivantes :

Je veux le pouvoir de l'esprit,
La force et la puissance dans mon regard.
Veuillez lire mon caractère
Et envoyez-moi votre livre. »

Ecrivez très lisiblement vos noms et adresse complets (en indiquant Monsieur, Madame ou Mademoiselle) et adressez la lettre à PSYCHOLOGY FOUNDATION S. A., distribution gratuite (Dept. 3529), rue de Londres, 18, Bruxelles (Belgique). Si vous voulez, vous pouvez joindre à votre lettre 3 francs français, en timbres de votre pays, pour payer les frais d'affranchissement, etc. Assurez-vous que votre lettre est suffisamment affranchie. L'affranchissement pour la Belgique est de 1 fr. 50.

N. B. — *Psychology Foundation* est une maison d'édition établie depuis de nombreuses années. Elle s'est fait d'innombrables amis par la distribution de livres utiles et de brochures traitant de questions psychologiques et mentales. Plus de 40 professeurs d'universités ont contribué à ses éditions et tous les ouvrages pour lesquels un prix est fixé sont vendus avec une garantie de satisfaction ou de remboursement.

LE PEIGNE



**ADIEU LES CHEVEUX GRIS
VOILA LE PEIGNE NIGRIS**

**Sans teinture
Sans électricité
Sans danger pour la santé**

..... DISCRÈTEMENT

Pour plaire, MADAME, pour votre situation, MONSIEUR, vous devez rester jeune. Vous seriez impardonnable de garder vos cheveux gris, puisqu'en quelques coups de peigne **Nigris** votre chevelure retrouvera sa teinte naturelle (du blond au noir).

Le peigne **Nigris** fonctionne, comme un stylographe, avec l'huile balsamique du docteur Nigris.

L'huile balsamique du Dr NIGRIS est un produit végétal extrait d'une plante de l'Archipel Indien. Cette huile a la merveilleuse propriété de redonner aux cheveux leur teinte naturelle stable, sans les graisser; n'enlève pas l'ondulation, permet l'indéfrisable, ne nécessite pas des lavages de tête, etc.

**RECOMMANDÉ
par des milliers de médecins**

BROCHURE ET RÉFÉRENCES FRANCO SUR DEMANDE

Un Médecin
renommé
a dit
que l'emploi
des teintures
représente
un lent
suicide
volontaire

Le **Peigne NIGRIS**, avec son flacon **huile balsamique** (pour 6 mois) et son mode d'emploi illustré, est en vente au prix de

95 francs

Parfumeries - Grands Magasins
ou à défaut

ENVOI DISCRET CONTRE
REMBOURSEMENT FRANCO

PEIGNE NIGRIS Service B
46, r. de Provence, Paris-9^e
Tél. : Trinité 33-48



**Doublez
le rendement**
de votre appareil grâce au
**FILM
PERNOX
26° Sch**

EN VENTE PARTOUT

DEMANDEZ BROCHURE GRATUITE C 77
(Appareils et Films ZEISS IKON) à
Soc. IKONTA, 18-20, fg du Temple, Paris-XI^e



**PROPULSEURS HORS-BORD
ARCHIMEDES**
27, Quai Victor Augagneur, LYON

POUR
tous bateaux:
**PLAISANCE
PÊCHE
VOILIER
SPORT
TRANSPORT**

DEMANDEZ CATALOGUE
GRATUIT N° 23

GARANTIS UN AN

TREASORS CACHÉS

Tous ceux qui désirent connaître le secret du pendule et des corps radiants nous demanderont la notice du "MAGNETIC REVEALATOR" contre 2 francs en timbres. Permet de découvrir sources gisements trésors, minéraux etc.

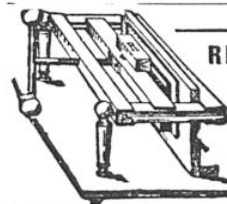
SWEETS FRÈRES Dép. 52
36^{me} RUE DE LA TOUR D'Auvergne, PARIS 9^e

TOUS LES SCIAGES
et autres usages, avec...
VOLT-SCIE
sur courant lumière.

VOLT-OUTIL
et **WATT-OUTIL 1/2 cv**
qui rainure, toupille, mortaise, etc...
Marche sur établi et sur courant-lumière

VOLT-SCIE, VOLT-OUTIL, WATT-OUTIL
sont trois machines artisanales de haute classe

S. G. A. S. ING.-CONSTR^{rs}
Brevetés 44, rue du Louvre
S. G. D. G. PARIS (1^{er})



RELIER tout SOI-MÊME
avec la **Relieuse-Meredieu**
est une distraction
à la portée de tous

Outillage et Fournitures générales
Notice illustrée franco: 1 fr 10
V. FOUGERE & LAUR-NT, à ANGOULÊME

ÉVITEZ LES ÉPIDÉMIES

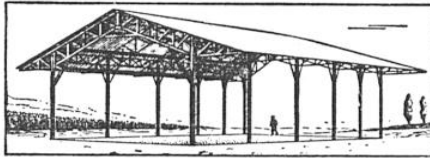
◀ FILTRE ▶

MAISONS D'ARTICLES DE MÉNAGE
et 155, faubourg Poissonnière, Paris

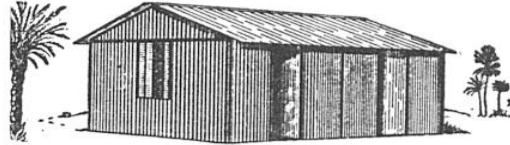
MALLIÉ

Quelques-unes de nos Constructions métalliques

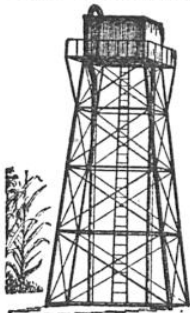
DEMANDEZ LA NOTICE QUI VOUS INTÉRESSE



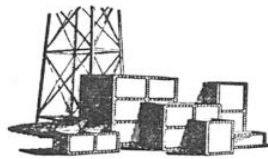
HANGAR AGRICOLE simple, cinq à vingt-deux mètres de portée. (Notice 144)



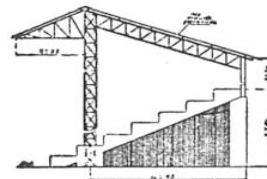
BARAQUEMENTS MÉTALLIQUES DÉMONTABLES. — 65 modèles distincts. — De 1.500 à 4.300 francs. (Notice 192)



PYLONES de Réservoirs, 72 modèles, de 500 à 9.000 francs. (Notice 187)



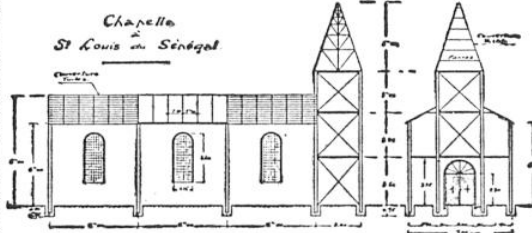
RÉSERVOIRS MÉTALLIQUES DÉMONTABLES 1.000 à 8.000 litres. 350 francs les 1.000 litres. 167 modèles distincts. (Notice 187)



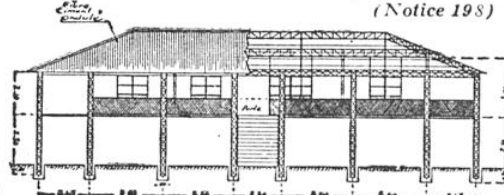
OSSATURES MÉTALLIQUES pour tribunes de football. (Notice 199)



CHATEAU D'EAU de 10 mètres, avec bac de 5.000 litres à 6 mètres du sol. Complet : 7.200 fr. (Notice 198)



Expédiée ce mois-ci à M. d'Erneville, de St-Louis (Sénégal). Coût de la charpente complète, de la toiture et du clocher, 17.500 francs (franco St-Louis).



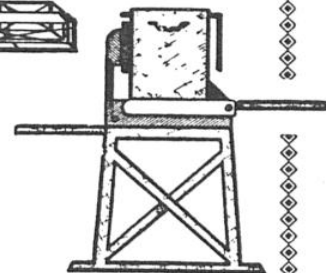
Pavillon à étage de M. Tinayre, de Marantsetra (Madagascar). Long. totale : 21 mètres ; larg. avec véranda, 9 mètres. Coût de l'ossature en acier, de la toiture et des menuiseries métalliques, 47.000 francs



SCIE CIRCULAIRE à débiter en long. Chemin de roulement de 6 mètres, avec lame de 85 % : 2.230 fr. complète. Chemin de 11 mètres de long pour lame de 100 % : 3.600 fr. (Notice 169)

CHATEAU D'EAU Haut : 10 mètres Débit : 1.250 litres à l'heure. Prix : 3.200 fr. (Notice 198)

NOUS VOUS INVITONS, CHERS LECTEURS, A NOUS INFORMER DU NUMÉRO DE LA NOTICE QUI VOUS INTÉRESSE.



MACHINE à faire les agglomérés. 464 fr. Faites vous-mêmes les agglomérés des parois et des cloisons de vos constructions. (Notice 197)

Etablissements JOHN REID
Ingénieurs-Constructeurs

6 bis, rue de Couronne, PETIT-QUEVILLY-LEZ-ROUEN (Seine-Inférieure)

LA CARRIÈRE D'INGÉNIEUR ADJOINT DE L'AÉRONAUTIQUE ⁽¹⁾

La fonction — Le recrutement

Les Ingénieurs adjoints de l'Aéronautique assurent, avec les Ingénieurs de l'Aéronautique, le fonctionnement de divers services dépendant du ministère de l'Air et principalement les services techniques de l'Aéronautique.

Ces services ont un double but :

1° Ils étudient et mettent au point les appareils nouveaux ;

2° Ils contrôlent en usine la fabrication des appareils de série commandés par l'Etat.

Les Ingénieurs adjoints ont donc un rôle technique et de contrôle des plus intéressants.

Les Ingénieurs adjoints de l'Aéronautique, fonctionnaires de l'Etat, sont recrutés par voie de concours.

Ce concours est organisé dans des conditions d'équité et de loyauté remarquables. La valeur personnelle des candidats, leurs connaissances entrent seules en ligne de compte ; les recommandations, d'où qu'elles viennent, quelle que soit leur forme, sont rigoureusement bannies.

Aucun diplôme n'est exigé. La carrière d'Ingénieur adjoint est donc ouverte à tous ceux qui voudront faire l'effort nécessaire pour la préparation du concours.

Les avantages de la carrière

a) Hiérarchie. — Les Ingénieurs adjoints de l'Aéronautique sont divisés en huit classes : quatre classes d'Ingénieurs adjoints ordinaires, quatre classes d'Ingénieurs adjoints principaux. Pour l'avancement au choix, deux années de présence effective sont nécessaires. Il en faut trois pour l'avancement à l'ancienneté.

Les Ingénieurs adjoints sont répartis dans les divers services de l'Aéronautique qui se trouvent à Paris, ou en province, sur leur demande, dans des usines importantes.

Les Ingénieurs adjoints sont sous les ordres directs des Ingénieurs de l'Aéronautique ; ils ont accès dans le corps des Ingénieurs par le concours ordinaire (il est question de leur donner accès dans ce corps au choix, après une ancienneté de huit ans).

b) Rôle. — Les Ingénieurs adjoints peuvent être affectés à trois services du Ministère de l'Air, groupés sous l'appellation générale de Services Techniques et Industriels de l'Aéronautique. Ce sont :

1° Le Service Technique, qui étudie les appareils nouveaux (prototypes) ;

2° Le Service des Recherches qui essaye les matériaux nouveaux et étudie les divers procédés de fabrication ;

3° Le Service des Fabrications qui contrôle l'exécution des marchés de série, vérifie si les contrats passés entre l'Etat et l'industriel sont bien exécutés et si les matériaux sont élaborés et traités dans les conditions optimales.

Les candidats reçus au concours ne sont pas directement affectés à l'un de ces services :

Au cours d'une période d'instruction, actuellement d'une durée de 1 mois, des conférences leur sont faites sur l'organisation générale, ils visitent les divers ateliers, se rendent compte du fonctionnement de l'ensemble des services. L'Administration tient compte de leurs désirs, qu'ils peuvent exprimer en connaissance de cause.

c) Intérêt particulier de la carrière. — L'Ingénieur adjoint, étudiant les divers problèmes que nous venons de voir, complète petit à petit son instruction technique, se met au courant des dernières nouveautés en matière d'outillage, suit l'évolution constante des aéronefs, se met en rapport avec les industriels, dont il contrôle les usines.

En résumé, il a un travail scientifique très intéressant, accroit, dans l'inspection des établissements, sa valeur professionnelle, qui peut lui permettre, en certains cas, d'accéder à des situations plus importantes.

d) Congés. — Les Ingénieurs adjoints de l'Aéronautique ont droit à un congé de 24 jours tous les ans, plus 6 jours par an. Ces congés leur sont accordés, en règle générale, aux dates qu'ils désirent. En cas de maladie, ils peuvent, comme tous les fonctionnaires, obtenir trois mois de congé à plein traitement et trois mois à demi-traitement.

e) Emoluments. — Les Ingénieurs adjoints débutent au traitement annuel de 14.000 francs. Mais le traitement est augmenté d'un certain nombre d'indemnités :

1° De résidence (2.240 francs pour Paris) ;

2° Le cas échéant, de charges de famille ;

3° Eventuellement, de fonction (de 500 à 3.000 francs) ;

4° Eventuellement, de services aériens (9.000 francs pour les pilotes et 4.500 francs pour les observateurs).

Le traitement d'un Ingénieur adjoint principal de 1^{re} classe est de 35.000 francs (sans compter les indemnités précédentes).

f) Retraite. — Le droit à une pension de retraite est acquis après 25 ans de service et 55 ans d'âge.

Dans la pratique et sauf le cas *tout à fait exceptionnel* où l'administration a des motifs particuliers pour appliquer à la lettre les dispositions ci-dessus, les Ingénieurs adjoints valides peuvent, s'ils le désirent, rester en fonction au delà de cette limite d'âge ; le montant de la retraite acquise par eux se trouve, de ce fait, augmenté.

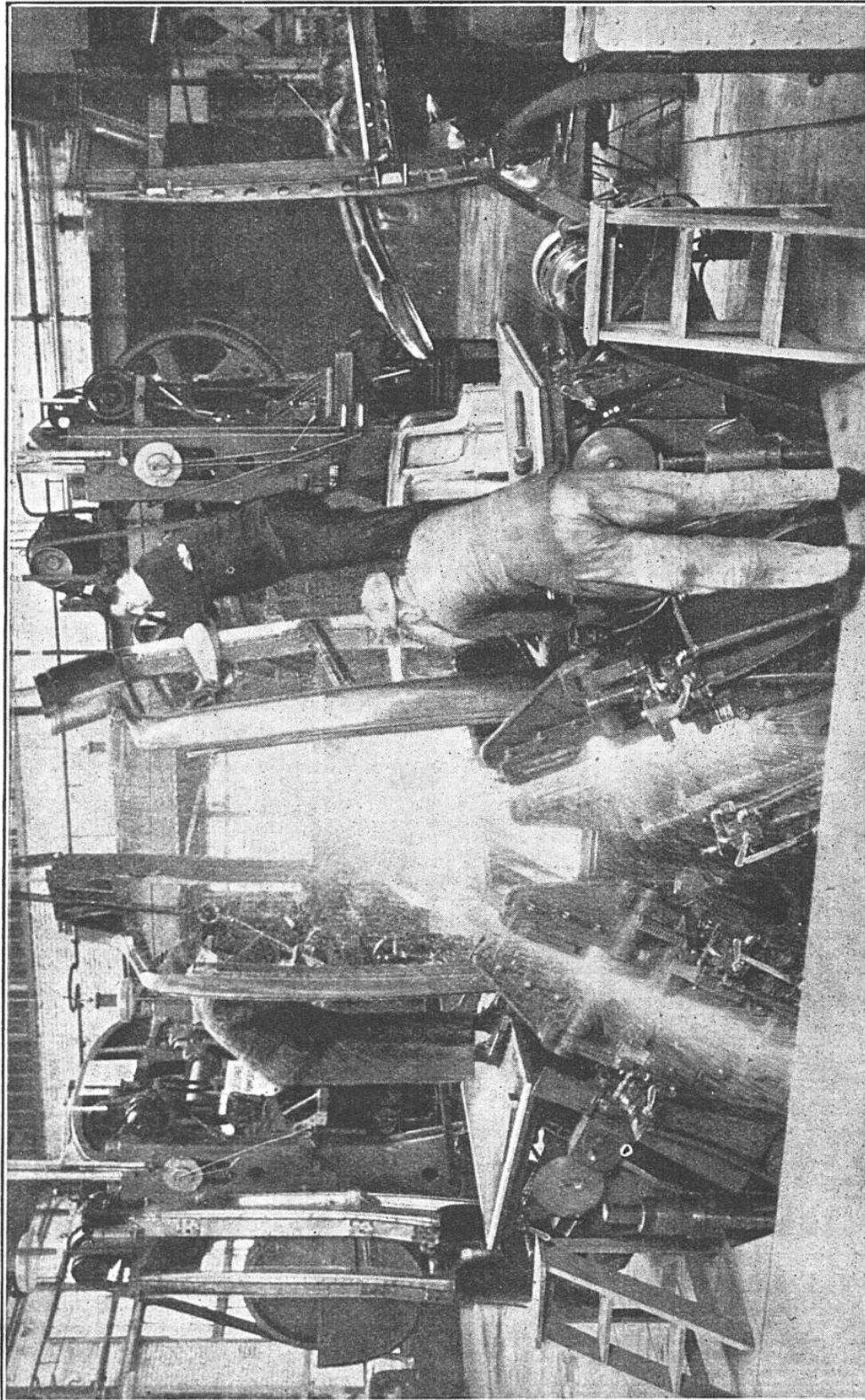
Conditions d'admission (1)

Les candidats doivent être Français, du sexe masculin, âgé de 18 ans au moins et de 26 ans au plus à la date du concours. Toutefois, la limite d'âge supérieure est reculée d'un temps égal à la durée des services antérieurs civils ou militaires ouvrant des droits à la retraite ou susceptibles d'être validés, par application de l'article 10 de la loi du 14 avril 1924 sur les pensions civiles.

(1) Le programme de ce concours sera envoyé gratuitement, sur simple demande, par l'Ecole Spéciale d'Administration, 28, boulevard des Invalides, Paris (7^e).

Les procédés modernes de soudure ont révolutionné les constructions métalliques.	P. Regnaud.	3
<i>La soudure, dont les applications se généralisent, est aujourd'hui à la base des industries qui travaillent le métal. Les perfectionnements de cette technique (au chalumeau, à l'arc électrique, par résistance électrique) ont permis de réduire considérablement le poids mort sans nuire à la solidité.</i>		
La vitesse de la lumière est-elle variable ?	L. Houllevigue.	13
<i>Des expériences récentes semblent conduire à la conclusion que la vitesse de la lumière serait variable, suivant des lois encore mal définies. La portée d'une telle constatation, si elle se trouvait confirmée, serait immense, la constance de la vitesse de la lumière figurant à la base même des théories modernes concernant l'univers.</i>		
La France va conquérir son indépendance en matière de pétrole, grâce aux gisements de Mossoul	R. Magadoux	19
<i>L'exploitation des champs pétrolifères de Mésopotamie marque une date importante dans l'histoire du pétrole et un événement considérable pour l'économie de notre pays. Mais ce n'est là qu'une faible ressource pour satisfaire à nos besoins.</i>		
L'automobile, comme toute technique, est une évolution continue. . .	G. B.	26
<i>Les tendances de la construction en 1934 et la fabrication en série.</i>		
Voici de nouveaux dispositifs de réglage silencieux qui améliorent les systèmes antifading.	C. Vinogradov.	29
<i>La victoire sur les parasites se complète chaque jour.</i>		
L'Espagne, elle aussi, a son plan quinquennal.	Pierre-Jean Bourbon	33
<i>Pour conjurer les effets de la crise, on a mis sur pied, dans différents pays, de grands programmes de travaux publics. Le plan quinquennal espagnol doit tout particulièrement retenir l'attention, tant par son ampleur que par l'originalité de vues qui a présidé à son élaboration.</i>		
Trois types des plus spécifiques de l'aviation de transport chez les Anglo-Saxons.		40
La soufflerie aérodynamique au service de l'avion et de l'auto	J. Labadié	42
<i>L'aérodynamique appliquée permet aujourd'hui d'orienter rationnellement les techniques de construction aéronautique et automobile. Grâce aux souffleries et aux tunnels aérodynamiques, l'étude des formes de ces véhicules peut être expérimentalement conduite dans des conditions rigoureusement scientifiques. L'avion en a déjà profité; l'auto a beaucoup encore à y gagner.</i>		
Les nouvelles applications du pick-up et l'automatisme moderne . . .	Jean Hesse	51
<i>Grâce à l'emploi du pick-up, on peut faire évoluer des véhicules sans pilote, suivant un programme tracé et enregistré à l'avance.</i>		
Comment le cinéma nous fabrique du « merveilleux ».	P. Hémardinquer.	56
<i>Voici, dans les coulisses du cinéma, tous les « trucs » optiques dont les résultats, ingénieusement combinés, intriguent si vivement les spectateurs.</i>		
Les huiles végétales coloniales constituent, pour la France, le carburant de remplacement par excellence	M. Gautier	61
<i>Pour obvier à l'insuffisance de son ravitaillement en combustibles liquides, la France dispose d'une inépuisable réserve de carburants : les huiles végétales de nos colonies, qui peuvent, désormais, être employées à l'alimentation normale des moteurs Diesel.</i>		
Pour supprimer les fumées industrielles qui empoisonnent l'atmosphère des cités.	R. Humery.	67
<i>Voici un exposé des nouveaux dispositifs permettant d'épurer les fumées industrielles tout en améliorant le rendement thermique des combustibles.</i>		
Pourquoi adopte-t-on les roues indépendantes en automobile ?	G. Leroux.	73
<i>Les recherches poursuivies pour améliorer la suspension et la direction des voitures ont abouti à la solution des « roues indépendantes », qui s'impose, désormais, comme la plus rationnelle.</i>		
L'aluminium au service de l'architecte et du décorateur.	Charles Leblanc	82
Les « A côté » de la science.	V. Rubor.	85

Pour étudier au laboratoire les qualités aérodynamiques des avions ou des véhicules terrestres, on a été amené à installer des « souffleries » (ou encore tunnels aérodynamiques) qui créent un vent artificiel dans lequel on plonge les modèles des véhicules à essayer. Ceux-ci se trouvent alors dans des conditions comparables à celles où ils doivent évoluer en service. La couverture du présent numéro montre l'aspect de la nouvelle soufflerie géante de Chalais-Meudon qui doit être achevée prochainement, avec ses six énormes ventilateurs dont le diamètre dépasse trois fois la hauteur d'un homme. (Voir l'article, page 42.)



UNE SOUDEUSE ÉLECTRIQUE DU TOUT DERNIER MODÈLE, UTILISÉE DANS LA CONSTRUCTION AUTOMOBILE EN GRANDE SÉRIE. Cette soudeuse, de construction américaine, permet de réunir en un seul bloc les panneaux latéraux et le panneau postérieur d'une carrosserie automobile tout acier. L'opération, qui s'effectue en quelques minutes, permet d'accélérer sensiblement le rythme de fabrication. La rapidité d'exécution de la soudure est, au surplus, une condition essentielle de sa parfaite qualité, aucune transformation chimique n'intervenant dans le métal.

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

Voir le tarif des abonnements à la fin de la partie rédactionnelle du numéro

(Chèques postaux : N° 91-07 - Paris)

RÉDACTION, ADMINISTRATION et PUBLICITÉ : 13, rue d'Enghien, PARIS-X* — Téléph. : Provence 15-21

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

Copyright by La Science et la Vie, Juillet 1934 R. C. Seine 116.544

Tome XLVI

Juillet 1934

Numéro 205

LES PROCÉDÉS MODERNES DE SOUDURE ONT RÉVOLUTIONNÉ LES CONSTRUCTIONS MÉTALLIQUES

Par P. REGNAULD

INGÉNIEUR EN CHEF DE L'ARTILLERIE NAVALE

Il est déjà loin, le temps où la soudure autogène était surtout employée pour les réparations des pièces métalliques et quelques travaux de chaudronnerie et de petite mécanique. Aujourd'hui, la soudure, qu'elle soit effectuée au chalumeau, à l'arc électrique ou par résistance électrique, est à la base des grandes industries travaillant le métal : entreprises de constructions, chantiers navals, carrosseries métalliques, aviation, sont parmi les principales et les plus récentes. Le but recherché est d'allier la vitesse et la sécurité ; or, qui dit vitesse dit, par cela même, légèreté des matériaux employés. Et la soudure peut permettre, mieux que toute autre méthode, de construire des pièces en éléments dont on connaît la résistance, et ceci avec le minimum de poids mort. Comme exemples, on peut donner les carcasses, bâtis, etc., qui étaient réalisés autrefois en acier moulé et qu'on tend, de plus en plus, à exécuter en pièces laminées, assemblées par soudure. Un autre exemple typique est celui des constructions navales : on verra plus loin le gain de puissance et de rapidité que les croiseurs de guerre, notamment, ont ainsi obtenu ces dernières années. Les avions eux-mêmes tendent à être construits en aciers inoxydables (1), les éléments étant unis par soudure. Citons enfin les automotrices (2) et les autorails. Sans entrer dans une énumération plus complète, nous allons passer en revue les divers procédés employés (qui ont chacun leur domaine d'application propre), en faisant ressortir les avantages, les inconvénients et les perfectionnements possibles.

CES principaux procédés sont :

La rivure ; la soudure tendre ; la soudure forte, ou brasure ; la soudo-brasure ; la soudure aluminothermique ; la soudure à la forge ; la soudure au gaz à l'eau ; la soudure électrique par résistance et les deux grands procédés de soudure autogène : soudure au chalumeau, soudure électrique à l'arc.

Nous examinerons rapidement les premières méthodes :

Dans le RIVETAGE, on réunit deux pièces métalliques par le serrage, dû à l'écrase-

ment de pièces appelées rivets, placées dans les trous des pièces.

Mis à froid, les rivets tiennent, avant tout, en résistant au cisaillement. Mis à chaud, ils se contractent par refroidissement, en provoquant l'adhérence des bords.

Ce mode d'assemblage a servi et servira encore longtemps pour les grandes constructions métalliques.

Devant la soudure autogène, le rivetage a cédé toutefois du terrain, en constructions navales, pour les cloisonnements, les plates-formes, les organes de ventilation, la fixation des accessoires divers, etc...

Dans la SOUDURE TENDRE, on assemble

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 168, page 495.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 195, page 179.

les pièces au moyen d'un alliage aisément fusible (à 250-300° environ).

La soudure est généralement un mélange étain-plomb, utilisé en baguettes. Suivant les cas, on emploie :

Plomb 70, étain 30, soudure des plombiers, gros travaux ;
 — 60 — 40, soudure des zingueurs ;
 — 55 — 45, soudure des ferblantiers ;
 — 50 — 50, soudure adoptée par l'artillerie navale, notamment pour les caisses à munitions ;
 — 34 — 66, soudure pour le bronze ;
 — 30 — 70, soudure de l'étain, travaux fins.

Une addition de 3 à 4 % d'antimoine augmente la résistance et la dureté, mais diminue l'allongement ; on peut passer ainsi de $R = 5 \text{ kg/mm}^2$ à $R = 8$ kilogrammes, ce qui est encore faible.

La soudure est exécutée au fer ou à la flamme, notamment avec lampe à souder. Le décapant habituel est le chlorure de zinc hydraté ; si le joint est très mince, on le remplace par un mélange, moins visqueux, de chlorure de zinc et de chlorhydrate d'ammonium, fondant à 179° (au lieu de 262°).

On peut assembler des pièces de même nature ou de nature différente en cuivre, laiton, plomb, zinc, étain, fer-blanc, etc. ; l'étamage est d'ailleurs recommandé pour obtenir un bon mouillage sur les pièces en acier, laiton et cuivre.

Dans la SOUDURE FORTE, le métal d'apport fond à une température supérieure 400° ; on « brase » avec un alliage de cuivre-zinc, plus ou moins riche en cuivre ; plus rarement avec un alliage cuivre-argent, ou cuivre-zinc-argent. Les fondants utilisés sont à base de borax et d'acide borique.

Les autres modes de soudure

La SOUDO-BRASURE est une brasure forte perfectionnée, que l'on opère de proche en proche comme la soudure autogène au chalumeau, décrite plus loin, mais elle s'en distingue parce qu'on reste *au-dessous* du point de fusion des pièces, et parce qu'on crée une *zone anisotrope* de transition entre le métal d'apport et les parties à réunir par soudo-brasure.

Pratiquement, le meilleur métal usuel, en soudo-brasure, est un laiton spécial au silicium, qui, fondu sous le chalumeau, se recouvre d'une pellicule protectrice et ne donne qu'une très faible volatilité de zinc ; le fondant est toujours à base de borax. Il enlève l'oxyde, mouille les pièces, prépare le chemin du métal d'apport.

On peut pratiquer, par cette méthode, l'assemblage de toutes espèces de profilés en acier doux ; on réussit de même la réparation de pièces en acier carburé (moulages, notamment) ; on peut réunir des éléments galvanisés, parkérisés, etc. La méthode s'applique pour des fontes grises, mais il est indispensable d'employer alors un fondant spécial.

La fonte malléable *américaine* se répare par soudo-brasure, parce qu'on peut rester *au-dessous* du point de décomposition (rouge sombre) ; ceci serait impossible si l'on employait la soudure autogène au chalumeau ou à l'arc.

Citons encore le *bronze* comme métal intéressant à réparer par cette méthode.

En résumé, la soudo-brasure est une soudure forte, perfectionnée, faite au chalumeau oxyacétylénique. Pour la réussir, il est *indispensable* que la fusion des bords ne soit pas atteinte ; on reste donc : pour l'acier, à 800°-900° ; pour la fonte à 650°-850°. On a des résultats moins élevés qu'avec la soudure autogène, comme résistance à la traction et au cisaillement.

Par contre, la température de l'opération étant plus basse, les pièces se déforment peu, et les conséquences possibles de la présence d'impuretés et d'oxydations sont moins à craindre.

La SOUDURE ALUMINOTHERMIQUE reste peu utilisée. Un mélange d'oxyde de fer et d'aluminium en poudre donne, par combustion : de l'alumine qui surnage et du fer fondu à haute température, susceptible de s'unir aux bords des pièces.

La SOUDURE A LA FORGE, connue depuis l'antiquité, s'applique aux fer et acier doux, qui, portés au « blanc soudant » peuvent être unis par martelage énergique. Il arrive parfois que des traces d'oxydes ou de scories interposées viennent diminuer la résistance. Néanmoins, le procédé reste d'une application industrielle courante pour la fabrication de nombreux *tubes* et tuyaux. Voici deux modes opératoires principaux, concernant : soit la soudure par *rapprochement*, soit la soudure par *recouvrement*.

a) *Par rapprochement*. — Des bandes en tôle d'acier doux, coupées à la largeur du tube développé, sont chauffées au blanc soudant dans un four à large sole ; puis saisies avec une pince, elles sont entraînées sur un banc à chaînes à travers une filière en forme de cloche ; elles prennent alors la forme cylindrique en se réunissant bord à bord par pression.

On fabrique ainsi des tubes de 8 à 60 milli-

mètres de diamètre et de 2,5 à 6 d'épaisseur ; ils sont employés principalement comme conduites de gaz ou de chauffage et comme canalisations d'eau à faible pression.

b) *Par recouvrement.* — Les bords de la tôle sont d'abord chanfreinés, puis enroulés par traction à chaud à travers une sorte d'entonnoir. L'ébauche pénètre alors dans un four, où elle est portée, sur toute la longueur et en une fois, à la température sou-

La soudure par rapprochement, avec apport d'une baguette de métal (soudure « à la mise »), sert, en France, à la fabrication de gros tubes (de 30 à 45 millimètres d'épaisseur) pour lesquels on n'exige pas d'épreuve à la pression hydraulique. Elle est très inférieure, comme garantie, à la soudure par recouvrement que Mannesmann réalise en Allemagne, sur des tubes allant jusqu'à 50 millimètres d'épaisseur.

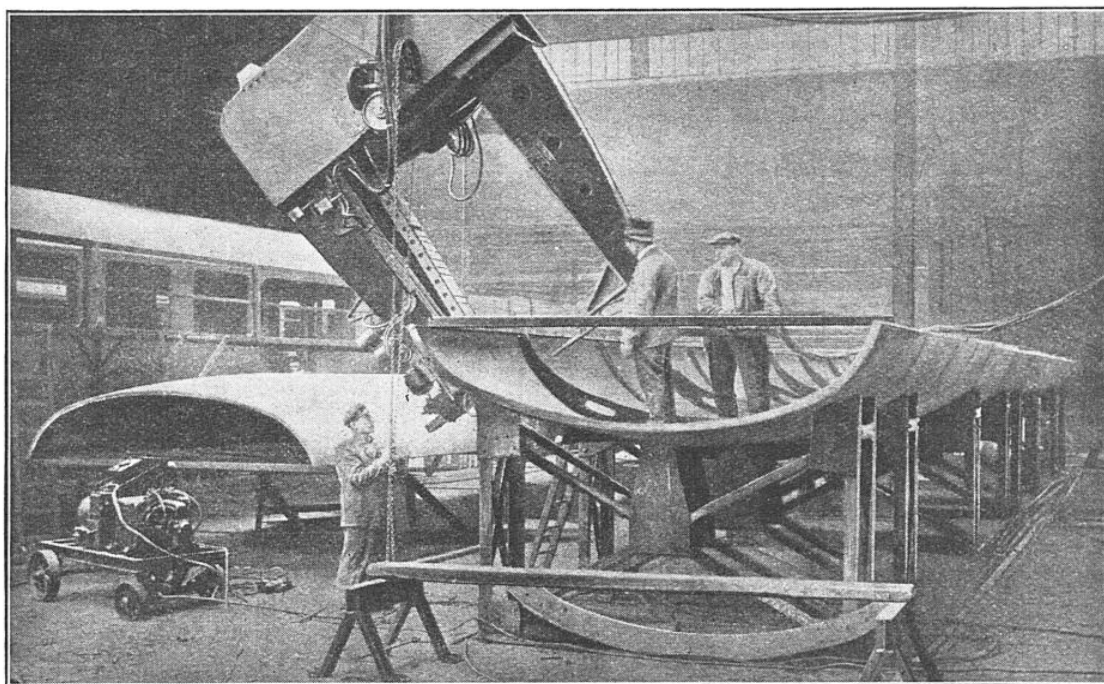


FIG. 1. — COMMENT ON APPLIQUE LA SOUDURE ÉLECTRIQUE PAR RÉSISTANCE (PAR POINTS) DANS LA FABRICATION DES TOITS DE VOITURES DE CHEMIN DE FER

Les tôles à souder sont serrées entre les électrodes qui forment circuit secondaire d'un transformateur, à travers lequel passe un courant à faible voltage, mais à très haute intensité. Ce courant chauffe suffisamment les pièces en contact pour les souder aux points correspondant aux électrodes.

dante. Elle est ensuite poussée dans un laminoir à gorges ; la pression entre la cannelure et un mandrin intérieur assure la soudure des bords.

A la sortie, le diamètre est irrégulier ; il est rectifié par tirage à travers une filière (banc à calibrer avec chaîne Galle).

On fabrique ainsi des tubes de 20 à 120 millimètres de diamètre, avec 2 à 15 d'épaisseur.

La SOUDURE AU GAZ A L'EAU utilise, d'une façon analogue, soit le rapprochement, soit le recouvrement. Elle permet d'obtenir des tubes plus épais et de plus grandes dimensions, par exemple, de 350 millimètres à 3 mètres de diamètre (fabrication de réservoirs, collecteurs de chaudière, etc.).

Ce dernier procédé est également général, en France, pour tubes d'épaisseur de 30 millimètres.

La SOUDURE ÉLECTRIQUE PAR RÉSISTANCE repose sur l'échauffement produit par le courant traversant les pièces à réunir. Il existe trois procédés principaux : la soudure *par points* ; la soudure *par molettes*, ou soudure *continue* ; la soudure *en bout*. Dans tous les cas, les tôles, profilés, etc., sont serrés entre les électrodes formant circuit secondaire d'un transformateur monophasé ; celui-ci sert à abaisser à quelques volts la tension du réseau, tout en produisant la forte intensité nécessaire (7.000 à 20.000 ampères).

La rapidité de l'exécution (1) est une caractéristique intéressante de cette méthode, non seulement parce qu'elle entraîne une économie de temps, mais encore parce que l'on a reconnu qu'en principe, une soudure est d'autant meilleure qu'on a mis moins de temps à la pratiquer ; ceci est très net dans les aciers ordinaires renfermant quelques inclusions.

Pour les aciers spéciaux, un chauffage très rapide au-dessus du point critique est également recommandable : il ne peut y avoir alors aucune transformation chimique. Les procédés américains Budd réussissent particulièrement bien la soudure des inoxydables type « 18/8 » (2) (application à la construction d'avions, d'autogires, d'automotrices, etc...).

Il existe de nombreux types de machines à souder, souvent avec contrôle automatique. Les surfaces des pièces doivent offrir un bon contact ; à cet effet, on exerce une pression qui varie suivant l'épaisseur du métal (petites machines : 18 à 100 kilogrammes ; les grosses machines vont jusqu'à 5 tonnes). Avec les faibles épaisseurs, on utilise des pinces ; avec les fortes épaisseurs, des dispositifs de serrage à l'air comprimé.

Ce procédé a pris un grand développement chaque fois qu'il s'est agi de réunir des métaux soudables, soit bout à bout, soit par recouvrement. Dans ce dernier cas, il remplace avantageusement le rivetage, car on ne pratique pas de trous dans les pièces ; et, de plus, on réalise une économie de poids correspondant à la suppression des têtes de rivets.

La soudure autogène : au chalumeau oxyacétylénique et à l'arc électrique (parfois, soudure à l'hydrogène atomique)

Nous insisterons assez longuement sur ce mode de soudure, actuellement très employé.

La soudure autogène est une soudure par cordon de métal d'apport, qui est, en principe, de même nature que les pièces à réunir. Cette définition sommaire doit être complétée comme suit :

1° Au moment de l'opération, non seu-

(1) Par exemple : 1/1.000° à : 40/1.000° seconde, pour les aciers inoxydables ; 1/100° à : 22/100° seconde, pour le duralumin, etc.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 199, page 76.

lement la soudure, mais encore les bords des pièces doivent être parfaitement et régulièrement fondus.

2° La soudure autogène cherche à être pure et homogène ; mais elle est rarement identique aux pièces assemblées. Bien au contraire, tenant compte des conséquences de cette opération brusque et localisée, on choisit souvent des éléments additionnels de telle façon que le joint obtenu ait, au moins, les mêmes caractéristiques mécaniques que les pièces.

Les deux grands procédés de soudure autogène reposent sur l'emploi du chalumeau oxyacétylénique et sur l'emploi de l'arc électrique.

En construction, on soude avant tout

aisément les aciers extradoux et doux (fabriqués au Martin) ; assez mal les aciers mi-durs et durs ; et suffisamment bien la plupart des aciers inoxydables, etc. Tôles, profilés, tubes, peuvent ainsi s'assembler (ce dernier cas est particulièrement à signaler).

En réparation, on peut opérer surtout sur la fonte, les bronzes, l'aluminium et ses alliages, etc. Bâtis, blocs moteurs, pièces moulées de toutes sortes, sont donc intéressés par ce procédé.

Après soudure autogène, on procède parfois au martelage et au recuit.

Le martelage à froid est généralement peu recommandable, par suite de l'écrouissage produit ; mais un recuit au rouge cerise y remédie. Avec les aciers doux, le martelage ne doit se faire qu'au rouge vif.

En principe, une pièce réparée au chalumeau oxyacétylénique doit toujours être recuite ; ceci est beaucoup moins indispensable après réparation à l'arc.

Comparaison entre les deux procédés

En poursuivant la comparaison, on constate qu'une pièce réparée au chalumeau est usinable ; les difficultés sont bien plus grandes après réparation à l'arc.

La soudure à l'arc reprend l'avantage lorsqu'on remarque qu'elle réduit au minimum les déformations des pièces unies, grâce à la localisation plus grande de la chaleur ; elle supprime pratiquement les mouvements de retrait.

Par contre, le procédé oxyacétylénique est plus facilement transportable ; la mul-

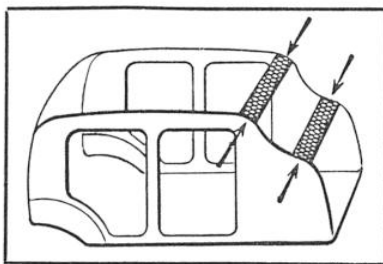


FIG. 2. — SCHÉMA EXPLICATIF DE LA FIGURE SUIVANTE (FIG. 3)

On voit, sur ce schéma, les zones (entretoises avant) de la carrosserie que l'on soude électriquement.

tiplication des postes n'est pas chère. En somme, les deux systèmes se complètent dans les applications.

Méthodes générales de soudure autogène

Il existe quatre modes opératoires principaux :

1^o Soudure de « droite à gauche ».

Elle est encore usuelle dans le travail en série, parce qu'économique. Le chalumeau,

la droite sans mouvement transversal. Le métal d'apport va alternativement d'un bord à l'autre du chanfrein.

4^o Soudures dites « montantes », « demi-montantes », qui paraissent surtout intéressantes sur les pièces qu'on doit réparer sans les déplacer ; il importe que la flamme « traverse » bien ; on emploie, en particulier, la soudure demi-montante pour la jonction des viroles et des fonds.

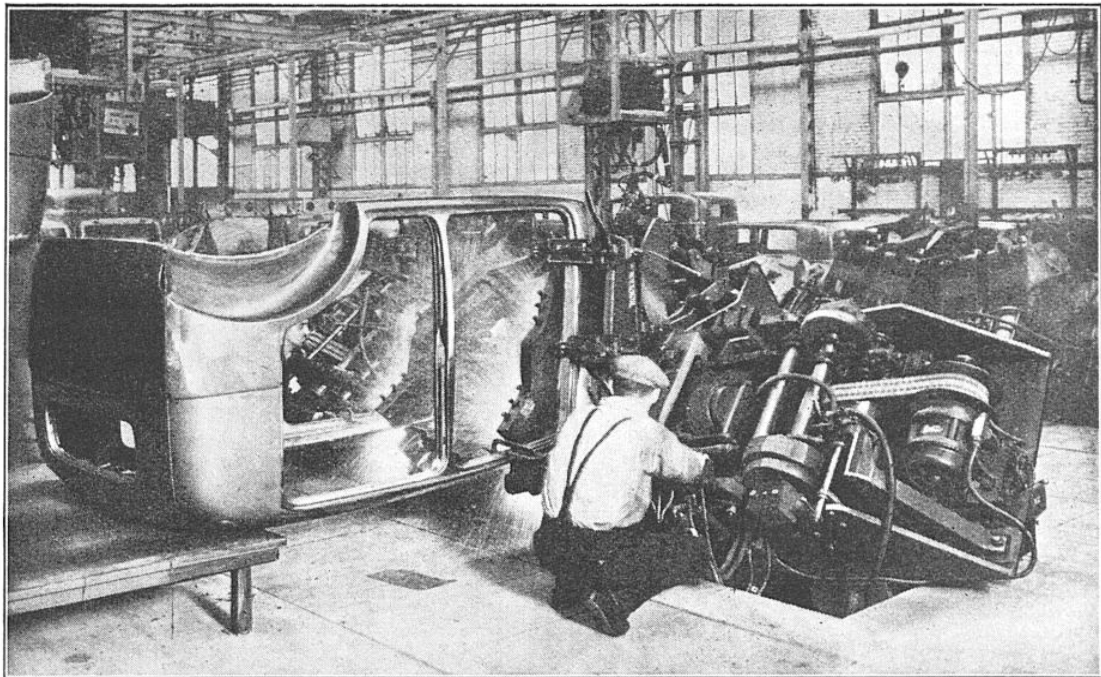


FIG. 3. — SOUDAGE ÉLECTRIQUE « PAR ÉTINCELLES » DE CARROSSERIES TOUT ACIER, DANS UNE GRANDE USINE AUTOMOBILE DE LA RÉGION PARISIENNE

Dans la soudure électrique « par étincelles », les pièces à souder sont pressées l'une contre l'autre et soudées en une seule opération, sur une longueur plus ou moins grande.

animé d'un mouvement giratoire, agit d'une façon continue, sans être relevé.

Une variété employée dans l'industrie du cycle et de l'aéronautique est la soudure « à la goutte ». Le chalumeau est relevé périodiquement ; aussi la soudure obtenue ne peut être étanche.

2^o Soudure « au bain ».

Exécutée également à gauche, généralement réservée pour les fortes épaisseurs, c'est-à-dire à partir de 15 millimètres (le chalumeau crée des bains successifs qui se relient).

3^o Soudure « de gauche à droite ».

Elle est actuellement employée en chaudronnerie courante à plat, sur tôles de 5 à 15 millimètres. Le chalumeau progresse vers

Eventuellement, les soudures peuvent être reprises sur l'envers.

Préparation des soudures

1^o En construction, on ne soude pas n'importe quelle région des assemblages. Il faut étudier les tracés, réfléchir à la position des soudures, oublier les idées acquises par la technique du moulage et même des assemblages par rivures. Les soudures ne doivent pas être sur angles ; elles ne travailleront, en principe, qu'à la traction et à la compression ; jamais à la torsion, à la flexion, au cisaillement.

2^o A partir de 4 millimètres d'épaisseur, les bords doivent être chanfreinés (avec un V de 30° à 90° d'ouverture), nettoyés s'il

y a lieu, parfaitement ajustés et maintenus en place ; il faut éviter tout chevauchement.

3° Pour obtenir un assemblage correct, il est souvent indispensable de commencer par « pointer », c'est-à-dire d'effectuer, en les espaçant plus ou moins, des points de soudure sur toute la longueur de l'assemblage.

La soudure autogène oxyacétylénique

Les chalumeaux brûlent 1,2 volume d'oxygène pour 1 volume d'acétylène. La flamme est caractérisée par un petit dard bleuâtre, suivi par une grande flamme secondaire transparente. A l'extrémité du dard, la température atteint 3.000°. En cet endroit, *H* et *Co* ne sont pas encore brûlés et constituent, au contact des métaux portés à haute température, des agents réducteurs.

L'oxygène est livré généralement en bouteilles (pression initiale : 150 kg/centimètres carrés). La pression d'utilisation, de l'ordre de 3 kilogrammes, est obtenue au moyen de détendeurs.

L'acétylène est fabriqué dans les usines par décomposition du carbure de calcium dans l'eau, au moyen d'appareils variés que nous ne décrirons pas ; sa pression d'utilisation étant bien inférieure à celle de l'oxygène, il est nécessaire d'avoir des soupapes hydrauliques de sûreté. Il peut être aussi livré en bouteilles d'acétylène dissous ; la pression initiale est alors de 15 kilogrammes par centimètre carré (mesurée à 15° C.).

Il n'existe guère, maintenant, que des chalumeaux à *haute* ou *basse* pression (ceux à moyenne pression ayant disparu).

Les chalumeaux à *haute pression* ne servent qu'avec l'acétylène dissous, qui (grâce à des mano-détendeurs), arrive, comme l'oxygène, sous des pressions de 300 à 500 grammes par centimètre carré.

Dans les chalumeaux à *basse pression*, l'acétylène provient d'appareils ordinaires à cloche mobile ; il a alors une pression de 15 à 25 grammes par centimètre carré.

Quel que soit le système, un bon réglage de la flamme aboutira au même aspect. Le dard aura un contour net, ellipsoïdal sans auréole blanche le prolongeant dans la flamme ; avec un excès d'oxygène, le dard deviendrait pointu ; avec un excès d'acétylène, l'auréole réapparaîtrait.

Or, l'excès d'oxygène brûle les soudures, et, d'autre part, l'excès d'acétylène carbure et donne des soufflures.

Le métal d'apport

Ainsi que nous l'avons dit au début, le métal d'apport doit être *très pur* (notam-

ment en soufre et en phosphore), et avoir une composition voisine des pièces à souder.

Par exemple, pour les *aciers doux*, on utilise le fer (genre Armco), ou l'acier extradoux de première qualité. On doit tenir compte des pertes par oxydation.

Le diamètre du fil rond, à utiliser pour souder une épaisseur déterminée, est tout à fait semblable au diamètre de l'électrode qu'il est convenable d'employer dans la soudure à l'arc.

La soudure autogène au chalumeau de l'*acier mi-dur* est assez malaisée ; le chalumeau doit être plus puissant que pour l'acier doux ; le métal d'apport a une composition analogue ou un peu plus carburée. Les *aciers spéciaux*, à basse teneur en carbone, sont généralement soudables d'une façon satisfaisante ; mais il importe alors, plus encore que pour les aciers au carbone, d'utiliser un flux décapant dont on mouille le métal d'apport et les bords à réunir.

La *fonte* se répare avec des baguettes de fonte d'excellente qualité, chargée en silicium (3 à 4 %). Les moulages doivent être préalablement chauffés, l'opération de soudure est conduite rapidement, avec un dard assez écarté du bain ; la poudre décapante est nécessaire pour scorifier l'oxyde (elle est faite d'un mélange de carbonate, bicarbonate, borate de soude, et silice). Le refroidissement après soudure doit avoir lieu le plus lentement possible.

Les *fontes spéciales* se soudent difficilement.

L'*aluminium* et ses alliages nécessitent un apprentissage spécial ; la pellicule mince d'alumine qui se forme doit être enlevée par une poudre décapante ; il faut un tour de main pour réaliser des soudures régulières, sans trous ni amas de métal. Le diamètre du fil d'apport doit être au moins égal à l'épaisseur des bords à souder.

Le *cuivre* n'est soudable que s'il est *parfaitement* désoxydé ; le métal d'apport doit être également du cuivre aussi pur que possible. Le mode opératoire est sensiblement le même que pour les aciers.

Par contre, les *laitons* doivent être travaillés avec une flamme oxyacétylénique nettement oxydante (par réduction de l'acétylène admis). La fusion est ainsi tranquille, et la surface de la soudure reste lisse. Le métal d'apport a la composition du laiton à souder.

La soudure du *bronze* s'apparente à la soudure de la fonte (chauffage préalable, exécution rapide, etc.).

A côté de la soudure autogène ou chalumeau oxydrique, ou oxyacétylénique, il

convient de citer un procédé particulier qui trouve son application dans des cas spéciaux, c'est la

Soudure à l'hydrogène atomique

Les recherches scientifiques du docteur Irwing Langmuir ont amené à constater (vers 1912) que l'hydrogène à basse pression, arrivant en contact avec du tungstène à 1.300° environ, acquérait des propriétés chimiques nouvelles, correspondant à la dissolution atomique, c'est-à-dire à la réaction : $H^2 = 2H$, qui s'effectuait avec absorption d'une grande quantité d'énergie (100.000 % environ).

L'appareil de démonstration pratique, qui sert d'ailleurs pour la soudure, est constitué par un chalumeau à courant alternatif monophasé, ayant la forme du schéma de la figure 5 ; le courant continu ne peut convenir, à cause de l'usure inégale des électrodes.

On amorce sous 300 volts ; la tension peut baisser notablement ensuite.

Si l'on utilisait l'arc sans faire arriver d'hydrogène, l'extrémité des électrodes de tungstène entrerait en fusion et au contact de l'air, l'oxydation serait très rapide ; l'arc serait instable et se couperait, même avec faible écartement. Au contraire, l'hydrogène étant admis, on constate que la formation d'oxyde du tungstène est entravée, et la fusion arrêtée car toute l'énergie est prise par la dissolution de H^2 . D'ailleurs, un papillon rouge violacé, qui apparaît entre les électrodes, accompagné d'un sifflement caractéristique, dénote la formation de l'hydrogène atomique, qui, rencontrant la pièce à souder, repasse sous forme d'hydrogène moléculaire, en restituant, sous forme de chaleur, l'énergie électrique absorbée lors de la dissociation. Comme la réaction s'opère dans un espace très restreint, il en résulte une température très élevée (3.500°), et, par suite, un moyen de soudure puissant ; les effets sont localisés à la région traitée.

Dans chaque cas particulier, une étude préalable est nécessaire pour déterminer les conditions économiques les plus avantageuses pour réaliser la soudure ; il existe

d'ailleurs, toujours en pratique, une assez grande marge d'utilisation.

La soudure autogène à l'arc électrique

Dans ce procédé, l'arc électrique jaillit non pas entre 2 électrodes en carbone, mais entre une baguette de métal d'apport et la pièce à traiter.

Pour réaliser une bonne soudure, on observe actuellement les règles suivantes :

- 1° Le débit, en ampères, doit être fonction du diamètre des électrodes.

Le voltage normal est de 20 volts (25 maximum).

- 2° Le diamètre des électrodes doit être fonction des épaisseurs à souder ;

- 3° Le métal des électrodes est à choisir avec soin ; de plus, elles sont, maintenant, généralement enrobées (voir plus loin). Lorsqu'on veut forger à chaud les pièces, on ajoute aux enrobages des désoxydants métalliques (ferro-silicium ou ferro-manganèse).

Des électrodes creuses spéciales ont été utilisées pour le découpage des navires coulés par grande profondeur.

Voici maintenant quelques détails sur les divers modes d'enrobage, dont le principe a été inventé par l'ingénieur suédois Kjellberg en 1908 :

Enrobage réfractaire : l'enveloppe formée de matières réfractaires pulvérulentes ne devient conductrice qu'à chaud ; elle entre en fusion moins vite que l'électrode et constitue, à chaque instant, une gaine régulant l'arc.

Enrobage fusible : Strohmenger a constitué ensuite l'enveloppe par de l'amiant bleue enroulée, avec, en dessous, un fil fin d'aluminium, formant élément désoxydant. Avec ce second système, les résultats sont différents : le métal d'apport se recouvre d'une scorie épaisse ; il convient d'attendre le refroidissement complet pour la détacher sans difficulté. On peut passer ensuite à une deuxième couche.

Enrobages mixtes : il existe divers enrobages mixtes qui cherchent à utiliser les avantages des deux enrobages précédents ; aucun type ne s'impose actuellement.

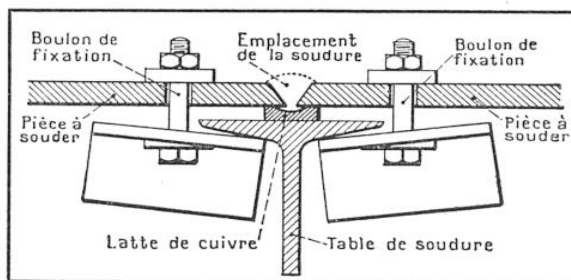


FIG. 4. — SOUDURE AUTOGENE A L'ARC ELECTRIQUE (AVEC APPOINT DE METAL)

Schéma montrant comment sont préparées et disposées les pièces à souder, dans la soudure à l'arc, avant l'opération de soudage proprement dite.

Quels peuvent être les défauts des soudures autogènes ?

Nous ne citerons que les principaux :

1° Défaut le plus fréquent : *manque de pénétration* de la soudure. On s'en aperçoit en regardant à l'envers.

Origines : chalumeau trop faible ou trop fort et trop incliné ; avancement trop rapide, etc. En fait, il n'y a pas eu fusion complète sur toute l'épaisseur.

Ce défaut est grave, car il amène des amorces de fissures et cassures ;

2° *Collage*. Il résulte d'une mauvaise liaison du métal fondu, parce que celui-ci a coulé sur les bords de pièces qui ne se trouvaient pas nettement en fusion.

Origines : le métal d'apport, convenablement fondu, est chassé sur des bords de pièces non fondus, par un opérateur maladroit ; éventuellement, les chanfreins sont insuffisants.

Le défaut est également grave, pour les mêmes motifs que le manque de pénétration ;

3° *Interpositions d'oxydes ; soufflures ; carburations* plus ou moins graves, suivant leur importance ; on en jugera à l'essai macrographique ;

4° *Maladresses dans la formation du cordon : caniveaux, dénivellation*, etc. Il y a affaiblissement local.

Comment on contrôle l'exécution des soudures autogènes

Il y a trois sortes de contrôles : *avant, pendant et après* opération.

1° *Avant* : Les soudeurs doivent être capables ; le matériel bien réglé et en bon état.

Les pièces doivent être soudables (regarder non seulement la nuance, mais encore le mode d'élaboration ; les aciers devront provenir de fours Martin). Sur échantillons, on vérifiera la possibilité d'obtenir des assemblages corrects (opérer des essais de tenue de la soudure à la *flexion* et au *pliage* ; les essais de traction n'ont qu'un médiocre intérêt) ;

2° *Pendant* : observer les principes essentiels, réglementaires pour chaque mode de travail ;

3° *Après* : Employer, chaque fois qu'il est possible, des méthodes macrographiques, micrographiques, radiographiques, magnétographiques, pour contrôler les assemblages.

a) Macrographie.

Scier normalement la ligne de soudure, polir la tranche ; attaquer à l'acide sulfurique étendu ou avec le réactif iodé (eau 100 ;

iode sublimé 10 ; iodure de potassium 20). La planche donnée plus haut a comporté cette dernière attaque.

b) Micrographie.

L'échantillon est préparé comme d'usage. On observe les constituants de la soudure, comparativement à ceux des bords.

c) Radiographie (rayons X ou rayons γ).

Cette méthode reste d'une application très limitée (ainsi qu'on l'a déjà vu pour le contrôle des moulages), elle est assez longue, chère, parfois dangereuse (1).

d) Magnétographie.

Cette méthode a été mise au point en 1927, par M. Roux. On compare la perméabilité magnétique de la ligne de soudure et des bords. Le « spectre magnétique » est obtenu par projection de limaille sur un papier recouvrant la soudure ; en dessous se trouve l'aimant. Si l'on observe une ligne, parallèlement à la direction des bords, et à l'intérieur du cordon de soudure, c'est l'indice de défaut d'exécution.

Ce dernier mode de contrôle peut présenter un certain avenir, mais il est loin d'être toujours aisé sur les constructions soudées.

En somme, il en est de la soudure autogène comme des autres procédés d'assemblages ; il faut avant tout une technique correcte, des opérateurs habiles et, éventuellement, des machines (automatiques, ou semi-automatiques), bien réglées. C'est à ces conditions que le procédé peut rendre les services qu'on en attend.

Or, qu'attend-on de la soudure autogène ? Avant tout : lorsqu'il s'agit de *réparations* : éviter l'achat de pièces neuves. Lorsqu'il s'agit de *constructions* : économiser sur le poids, avec sécurité égale.

Nous citerons quelques exemples.

Réparations :

a) En 1923, le choc d'un chaland avait détaché d'un voussoir du pont de Suresnes un morceau de 900 kilogrammes. La réparation par soudure autogène n'a coûté que 50.000 francs et a duré six semaines. N'importe quel autre procédé aurait été moins avantageux.

b) Des cylindres de moteurs à gaz de haut-fourneau ont été couramment réparés par ce système ; le coût a été de 10.000 francs, maximum, alors qu'un cylindre neuf aurait valu de 60.000 à 80.000 francs.

c) Des cylindres de locomotive ont été réparés par soudobrasure (chemins de fer de l'Etat). L'opération n'a demandé que deux heures.

d) De très nombreuses chaudières ma-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 59, page 461.

rines ont été réparées dans les arsenaux depuis 1903.

Constructions :

a) Nous citerons seulement pour mémoire — car cette application est bien connue — la fabrication de charpentes, pylônes, etc., par construction métallique avec soudure à l'arc. Les économies de poids, par rapport aux assemblages rivés, sont généralement chiffrées à 20 % environ.

b) Aux Etats-Unis, il a été réalisé depuis quinze ans, des presses hydrauliques, des carcasses d'alternateurs, des ponts, etc...

c) De nombreux wagons-réservoirs, destinés au transport des liquides ou des gaz sous forte pression, ont été réalisés soit par soudure oxyacétylénique (tôles de faible épaisseur), soit par soudure à l'arc (tôles allant jusqu'à 24 d'épaisseur).

d) En ce qui concerne les matériels d'artillerie, l'arsenal de Watertown a fabriqué, dès 1929, de nombreuses pièces d'affûts, notamment pour canons de 75, avec une économie de poids de 30 % en moyenne. (Voir *Mémorial de l'artillerie française*, quatrième fascicule de 1930, page 1013 et suivantes.)

L'artillerie navale a récemment utilisé la soudure autogène pour les affûts de mitrailleuses de 13 millimètres ; un affût de 138 est en construction.

e) En France, dès 1919, le *S. A. F. 4*, petit bateau-atelier de 20 mètres de longueur et de 4 mètres de large, a été construit, à titre d'expérience, sans aucun rivet ; il a très bien résisté, lors d'un abordage.

En 1924, les Chantiers de Normandie ont lancé un chaland de mer, de 45 mètres de long et 10 mètres de large, le *Camarguais*. Toutes les parties des parois des citernes à lessive ont été assemblées au moyen de la soudure électrique.

f) Pour les bateaux de plus fort tonnage, l'Allemagne est une des premières puissances ayant employé la soudure. L'*Emden* a tout d'abord économisé, ainsi 250 tonnes

sur 6.000. De 1924 à 1927, l'application a eu lieu sur une plus grande échelle : six torpilleurs classe Möwe, six torpilleurs classe Wolf et les croiseurs *Königsberg*, *Karlsruhe*, *Köln*. Avec le même déplacement que l'*Emden*, on a pu augmenter l'artillerie d'une pièce de 150 $\frac{m}{m}$; porter de 4 à 12 le nombre des tubes lance-torpilles ; amener de 46.500 à 65.000 ch la puissance des machines, d'où gain de vitesse de 3 nœuds environ.

Un nouveau progrès a eu lieu sur le *Leipzig* et le *Deutschland*, également de 6.000 tonnes. Les machines ont pu être portées à 72.000 ch-v. Sur ces unités, les abouts des ponts de résistance ont été

entièrement soudés bout à bout ; de même quelques joints longitudinaux, à titre expérimental. Les cloisons étanches transversales furent également fixées par soudure sur les membrures avoisinantes. Sur le deuxième cuirassé

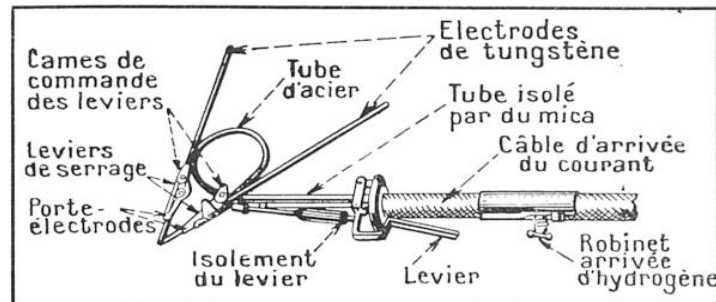


FIG. 5. — SCHÉMA D'UN CHALUMEAU UTILISÉ POUR LA SOUDURE A L'HYDROGÈNE ATOMIQUE

L'hydrogène, arrivant sur les électrodes en tungstène, acquiert des propriétés chimiques nouvelles (dissociation de sa molécule en atomes), qui a pour effet de libérer une énergie plus grande lors de la combustion, d'où température atteinte plus élevée.

type *Deutschland*, l'*Elsass-Lothringen*, mis en chantier en 1931, tous les joints longitudinaux de ponts de résistance ont été soudés dans la partie supérieure du navire.

La marine de guerre allemande a actuellement des règlements détaillés et précis sur l'application de la soudure à bord ; ceux-ci sont en parfaite concordance avec les principes généraux exposés ci-dessus. Insistons seulement sur les essais minutieux faits à l'arsenal de Wilhelmshafen, au sujet du retrait possible des soudures, qui constitue l'un des obstacles principaux à la généralisation de cette méthode de construction ; il en est résulté des modifications de dispositions de tôles et montants, afin d'éviter le croisement à angle droit de joints soudés.

Critique possible de la soudure autogène

Il est évident que la soudure autogène ne peut prétendre se substituer à tous les modes d'assemblage ; il suffit qu'elle soit avantageuse dans les nombreux cas qui viennent d'être cités.

Les deux critiques principales que nous croyons pouvoir faire sont les suivantes : elle exige la fusion franche des bords des pièces ; elle repose sur l'interposition d'un cordon de soudure (avec chanfreins) qui peut entraîner une diminution de résistance aux efforts alternés et aux trépidations.

Au premier point de vue, certains métaux ou alliages sont plus ou moins transformés et même brûlés par la température nécessaire à l'opération ; ils sont donc difficilement soudables par ce procédé. Nous en avons indiqué quelques exemples. (La soudo-brasure vient parfois à l'aide de la soudure autogène proprement dite.)

D'autre part, des expériences faites en Allemagne ont attiré l'attention sur le point suivant : la soudure autogène peut être parfaite pour des efforts statiques ou lentement alternés ; il est moins certain qu'elle résiste très bien aux efforts rapidement variables et répétés. Les essais de roulage, sur piste pavée, sont susceptibles de donner des indications intéressantes pour certains matériels destinés à la guerre.

Notons enfin que lorsque l'étanchéité n'est pas en cause, un cordon de soudure continu ne présente pas nécessairement plus de garanties qu'une suite discontinue ; au contraire, il peut y avoir avantage à limiter les conséquences d'une amorce possible de fissure locale.

Conclusions générales sur les procédés modernes d'assemblages

Les procédés les plus modernes, qui paraissent d'ailleurs avoir le plus d'avenir, sont :

La soudure électrique par résistance.

La soudure autogène (oxyacétylénique et à l'arc électrique) à laquelle se substitue, dans certains cas, la soudo-brasure (oxyacétylénique).

Lorsqu'il s'agit de réparations : la soudure autogène (très souvent oxyacétylénique) est avant tout applicable, et se perfectionne sans cesse.

Lorsqu'il s'agit de constructions : la soudure

électrique gagne du terrain. Si les métaux sont soudables à eux-mêmes, la soudure électrique par résistance est avantageuse parce que rapide, sûre et évitant les tensions résiduelles après opérations. Si les métaux sont peu soudables, la soudure autogène est à choisir ; très souvent, on emploie la méthode électrique à l'arc, qui devient de plus en plus aisée à appliquer sur place. On a pu réaliser en France des constructions métalliques réunissant les avantages des deux procédés : profilés et treillis réalisés par résistance ; assemblage des éléments, notamment raccords d'angles, au moyen de l'arc.

La question des ruptures possibles est, depuis longtemps, étudiée de près par les techniciens. On connaît avec beaucoup de précision les résistances de joints aux diverses sollicitations ; mais il ne faut pas traiter la question d'une façon trop superficielle, en cherchant seulement à éviter les ruptures, soit dans les soudures, soit au voisinage ; et en déclarant que toute rupture survenue loin d'une soudure, est due à la qualité du métal. Un tel raisonnement peut être radicalement faux. La soudure oxyacétylénique, par exemple, nécessite des chauffages élevés, localisés, pendant un temps assez long. L'opération achevée, il est parfaitement possible que les pièces reviennent en équilibre, mais avec des tensions restantes situées loin de l'emplacement de la soudure. Ce sont donc ces tensions (dues, en fait, à l'exécution de la soudure) qui amènent la rupture en service, lorsqu'elles s'ajouteront aux efforts normalement prévus.

Il faut donc conclure que, même si les soudures arrivent à un degré de perfection tel qu'elles puissent, dans tous les cas, être réalisées automatiquement d'une façon parfaite, il n'en restera pas moins indispensable qu'un ingénieur qualifié établisse, dans chaque cas d'espèce, un projet et un plan d'exécution tenant compte des conditions de travail subies par les pièces, pendant et après l'opération.

P. REGNAULD.

Veut-on se faire une idée, même approximative, des progrès réalisés en électrotechnique depuis 1900 ? A cette époque, les grands alternateurs des chutes du Niagara avaient une puissance de 3.000 kilowatts ; en 1934, la même usine renferme des unités de 65.000 kilowatts ! Dans un autre ordre d'idées, un moteur triphasé pesait 100 kilogrammes par cheval ; aujourd'hui, il atteint à peine 30 kilogrammes.

LA VITESSE DE LA LUMIÈRE EST-ELLE VARIABLE ?

Par L. HOULLEVIGUE

PROFESSEUR A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MARSEILLE

Les théories relativistes d'Einstein ont eu pour point de départ les célèbres expériences (1) effectuées par le savant américain Michelson depuis 1881, et qui tendaient à démontrer que la vitesse de la lumière est un « invariant » universel, c'est-à-dire une grandeur indépendante du temps et du lieu. C'est, en effet, pour pouvoir expliquer ce phénomène, contraire aux lois de la mécanique classique, qu'il a été nécessaire de briser les cadres de celle-ci, et de bâtir une autre conception de l'Univers sur des postulats nouveaux. Or, au cours de ces dernières années, les expériences, en vue de mesurer la vitesse de la lumière, ont été reprises sur de nouvelles bases, tant par Michelson lui-même que par ses collaborateurs, qui ont mis à profit, à cet effet, les derniers perfectionnements de la technique : les résultats obtenus ont été véritablement déconcertants. Au lieu d'arriver à un chiffre correspondant à celui calculé par d'autres moyens, on a trouvé une valeur assez nettement différente et variable, d'ailleurs, suivant des lois encore mal définies. Les « anti-relativistes » en ont pris aussitôt avantage pour ressortir la vieille hypothèse du « vent d'éther », qui avait dû être abandonnée, comme non conforme à l'expérience. La base même de la relativité a été ainsi remise en jeu. Dans la science, comme dans la vie, rien n'est définitif.

La constante « c »

A la base de toutes les explications modernes de l'Univers, il y a un certain nombre de grandeurs, indépendantes des temps et des lieux, dont les plus importantes sont :

e , charge de l'atome d'électricité, soit négative sur l'électron, soit positive sur le proton ;

h , constante de Planck, qui s'introduit dans la théorie des quanta, et mesure le rapport de l'énergie vibratoire d'un quantum (ou atome d'énergie) à la fréquence correspondante ;

k , constante de la gravitation, égale à l'attraction qui s'exerce entre deux masses d'un gramme, distantes d'un centimètre ;

c , vitesse de la lumière dans le vide, ainsi désignée d'après la première lettre du mot latin *celeritas*. Elle figure d'abord, au premier rang, dans tous les phénomènes de l'Optique et aussi, naturellement, de l'Astronomie, puisque c'est seulement par le messager lumineux que nous pouvons communiquer avec les mondes lointains. Mais elle s'introduit aussi dans la représentation de nombreux phénomènes, auxquels la vitesse de la lumière paraît d'abord étrangère : elle représente le rapport entre les unités des deux systèmes électromagnétique et

électrostatique ; elle figure dans les formules par lesquelles on représente l'accroissement de masse des électrons aux grandes vitesses, dans la représentation mathématique de l'atome et dans les formules des raies spectrales, dans l'effet Zeeman, dans la théorie énergétique du rayonnement, et dans l'explication de nombreux autres phénomènes ; cette énumération sommaire permet de mesurer l'intérêt qui s'attache à une connaissance exacte de sa valeur ; cette recherche est, depuis deux cent cinquante ans, un des grands objectifs de la science.

Le premier fait établi par l'expérience fut l'existence d'une vitesse indépendante de la couleur : lorsqu'une étoile, occultée par un astre *dépourvu d'atmosphère*, reparait sur l'autre bord, toutes ses colorations nous reviennent en même temps, ce qui prouve que, dans le vide, elles se propagent de conserve. L'expérience comporte une précision très limitée, de telle sorte que l'égalité de vitesse pour toutes les radiations est plutôt un postulat qu'une vérité démontrée.

Ce postulat admis, on s'est mis en mesure d'instituer, pour la mesure de c , des méthodes de précision croissante. Mais il s'est produit alors ce résultat déconcertant, c'est qu'à mesure qu'on poussait plus loin cette précision, les nombres obtenus, au lieu de se concentrer vers une valeur déterminée, prenaient des valeurs aberrantes, si bien

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 173, page 383.

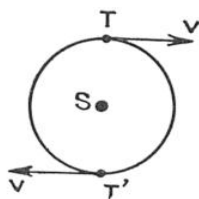


FIG. 1. — MESURE DE LA VITESSE DE LA LUMIÈRE « C » PAR LA MÉTHODE DE M. SALET

Si l'on observe les raies spectrales d'une étoile E à six mois d'intervalle (pour deux positions T et T' de la Terre sur son orbite), l'effet Doppler-Fizeau donne des déplacements en sens contraires qui permettent par élimination de calculer c.

qu'on en est aujourd'hui à se demander si la vitesse de la lumière, au lieu d'être une constante universelle, n'est pas influencée par divers facteurs, actuellement inconnus. Ce sont surtout ces raisons de douter que je voudrais exposer brièvement.

Les méthodes astronomiques

On croyait anciennement que la lumière se propage avec une vitesse infinie, et certaines expériences rudimentaires (entre autres, celle de Galilée) avaient accrédité cette opinion ; Descartes l'appuyait de son autorité et comparait le mouvement de la lumière à celui d'un bâton que l'on pousse par un bout et qui, au même instant, avance à l'autre extrémité.

C'est en 1676 que Roemer, ayant constaté des anomalies périodiques dans l'occultation du premier satellite de Jupiter, imagina de les expliquer en attribuant à la lumière une vitesse finie qui, d'après ses mesures, se trouvait égale à 318.000 kilomètres par seconde. Accueillie avec enthousiasme par certains physiciens, comme Huygens, dont elle confirmait les hypothèses ondulatoires, elle fut non moins vivement rejetée par d'autres, entre lesquels le célèbre astronome Cassini. Mais, en 1725, l'astronome anglais Bradley réussit à expliquer par la même cause un phénomène déjà connu, l'aberration des étoiles fixes, d'après lequel ces astres ne sont pas rigoureusement immobiles sur la voûte céleste, mais semblent, au cours d'une année, y décrire de petites ellipses. De ce phénomène, Bradley avait déduit une valeur de c voisine de celle donnée par Roemer.

A partir de ce moment, la cause fut gagnée, et tout le monde savant se rallia à l'existence d'une vitesse de propagation finie ; la méthode Roemer, plus précise aujourd'hui qu'il y a deux cent cinquante ans, donne 298.800 kilomètres par seconde, mais l'incer-

titude des mesures reste encore très grande, certainement supérieure à 500 kilomètres, surtout en raison du trouble apporté par la réfraction atmosphérique. La méthode de Bradley est encore moins sûre ; il est donc vain d'attendre une extrême précision des méthodes astronomiques. Pourtant, M. P. Salet, astronome à l'Observatoire de Paris, vient d'obtenir, grâce à elles, un résultat d'importance capitale : la lumière émise par les étoiles aurait des vitesses différentes, suivant la classe à laquelle elles appartiennent.

La méthode employée par M. Salet repose sur l'observation du déplacement des raies spectrales par effet Doppler-Fizeau ; considérons (fig. 1), pour simplifier, une étoile E située à l'infini dans le plan de l'écliptique, qui est celui de l'orbite terrestre TT' autour du Soleil S, et photographions le spectre de cette étoile, la Terre étant en T ; puis, six mois plus tard, en T' ; dans le premier cas, nous nous rapprochons de l'étoile avec une vitesse connue v , qui est celle de notre globe sur son orbite ; dans le second cas, nous nous en éloignons avec la même vitesse ; de ce fait, les spectres obtenus à six mois d'intervalle doivent être déplacés en sens contraire et l'effet Doppler-Fizeau permet de calculer la vitesse c de la lumière émise par l'étoile, la vitesse propre de l'étoile étant éliminée dans la différence des deux mesures.

Or, les résultats obtenus ont toujours donné, pour c , une valeur supérieure à celle qui a été mesurée sur la Terre, l'excès mesuré pouvant atteindre 4.000 kilomètres par seconde. Le tableau de la page suivante résume ces résultats, qui sont représentés également par la figure 2.

Les plus intéressants de ces résultats, et ceux qui sont fondés sur les observations les plus sûres, se rapportent aux groupes F et K ; F réunit des étoiles chaudes, plus éclatantes que notre Soleil, tandis que le groupe K

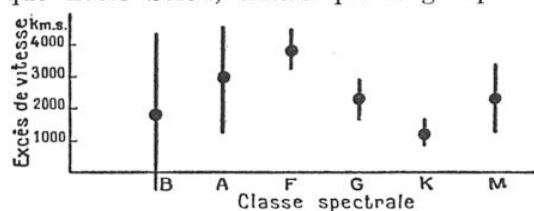


FIG. 2. — GRAPHIQUE DES VARIATIONS DE LA VITESSE DE LA LUMIÈRE « C », CALCULÉE PAR LA MÉTHODE DE SALET, SUIVANT LA CLASSE DES ÉTOILES OBSERVÉES

c a toujours une valeur supérieure à celle observée sur la Terre, l'excès pouvant atteindre 4.000 kilomètres à la seconde, comme on le voit ci-dessus.

rassemble des étoiles jaune foncé, comme Arcturus ; il semble donc que la lumière se propage d'autant plus vite qu'elle est émise par une source plus chaude. Assurément, cette première indication exige des confirmations, et elle ne peut manquer de les obtenir car le phénomène signalé par M. Salet est de nature à renverser toutes les mesures faites en Astronomie et à ébranler les fondements mêmes de l'Optique.

Les méthodes physiques

On a admis jusqu'à ces derniers temps qu'une mesure précise de c ne peut être obtenue que par l'emploi d'expériences purement terrestres, poursuivies par les méthodes les plus délicates de la physique. C'est en France, grâce aux initiatives concurrentes de Fizeau et de Foucault, que ces méthodes ont été créées (1).

La méthode de la « roue dentée », employée par Fizeau en 1849, est expliquée schématiquement par la figure 3 : un pinceau lumi-

Groupe stellaire.	B	A	F	G	K	M
Excès en km-sec.	1.800 ± 2.400	3.000 ± 1.800	3.900 ± 60	2.400 ± 600	1.200 ± 300	2.400 ± 1.200

TABLEAU MONTRANT LES VARIATIONS DE LA VITESSE DE LA LUMIÈRE CALCULÉES D'APRÈS LA MÉTHODE DE SALET (OBSERVATION DES RAIES SPECTRALES DES ÉTOILES)

neux, passant entre les dents d'une roue en rotation R , se propage jusqu'à un réflecteur M , qui le renvoie, par le même chemin, à la station de départ ; si la roue tourne lentement, il pourra repasser dans le creux

(1) Il est assez amusant de noter que ces deux éminents physiciens, après s'être associés dans une collaboration qui fut féconde, étant venus à se brouiller, il s'établit entre eux une émulation dont la Science devait encore profiter, puisqu'elle se traduit par les deux méthodes physiques dont nous rappelons le principe.

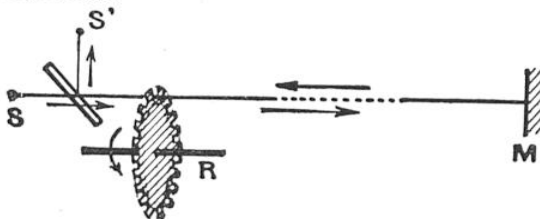


FIG. 3. — SCHÉMA DE LA MÉTHODE DE FIZEAU (ROUE DENTÉE)

La lumière émise par S traverse une brèche de la roue dentée R , est réfléchi par M , retransverse la roue dentée R , puis est observée en S' . Mais si, entre temps, R a tourné suffisamment, le rayon réfléchi par M vient heurter la dent de R qui suit la brèche, d'où extinction en S' . La vitesse en rotation de R permet alors de déterminer c .

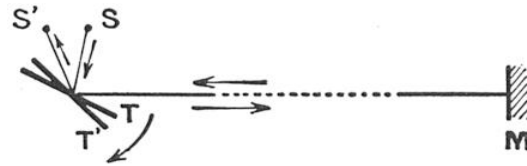


FIG. 4. — SCHÉMA DE LA MÉTHODE DE FOUCAULT (MIROIR TOURNANT)

La lumière émise par S est envoyée par le miroir tournant T sur le miroir fixe M , qui la renvoie sur le miroir tournant ; entre temps, celui-ci a pris la position T' . L'angle SS' et la vitesse de rotation de T permettent de déterminer c .

qu'il avait franchi au départ, mais, si la rotation s'accélère, le rayon rencontrera au retour une dent pleine, et sera arrêté ; une rotation plus rapide encore le fera passer à travers le creux suivant ; et ainsi, en accroissant progressivement la vitesse de la roue, on observera une série d'extinctions et de réapparitions du rayon lumineux (en réalité, une succession de minima et de maxima)

qui permettent, connaissant la vitesse de rotation, d'en déduire le temps très court mis par la lumière pour franchir la distance aller et retour des deux stations.

Perfectionnée par Cornu, appliquée en 1902, avec les plus minutieuses précautions, par Perrotin, cette méthode avait donné, pour la constante c , 299.880 kilomètres par seconde, avec une incertitude estimée alors à 50 kilomètres en plus ou en moins. Il semble bien que la roue dentée ait donné, dans ces expériences, tout ce qu'on pouvait espérer d'elle ; si son principe est simple et inattaquable, les maxima et les minima ne peuvent être déterminés avec une précision suffisante, et l'exactitude des mesures se trouve limitée par ce fait.

C'est pour cette raison que les physiciens ont accordé la préférence à la méthode « du miroir tournant », imaginée par Wheatstone pour d'autres expériences, et appliquée par Foucault, en 1850, à la mesure de la constante c . Son principe est rappelé par la figure 4 : un miroir tournant T reçoit la lumière d'une source S et la renvoie dans la direction TM sur un miroir fixe M , qui la fait revenir à son point de départ ; mais, pendant le trajet aller et retour, le miroir T

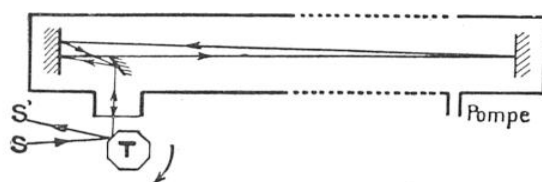


FIG. 5. — SCHÉMA DE LA MÉTHODE DE MICHELSON (MESURE DE « C » DANS LE VIDE)
Cette méthode est dérivée de celle de Foucault (fig. 4), mais la lumière est amenée à parcourir cinq fois dans chaque sens un tube à vide de 1 mille (1.609 mètres) de long, avant de revenir frapper le miroir tournant octogonal T.

a tourné et pris la position T' , de telle sorte que le rayon réfléchi, tournant lui-même d'un angle double, renvoie en S' l'image du point S ; on conçoit aisément que, connaissant la distance TM et la vitesse de rotation du miroir, la mesure du déplacement SS' permettra de calculer la vitesse de la lumière.

Foucault avait réalisé cette méthode, qui permet de réduire à quelques mètres la trajectoire TM , surtout pour résoudre certains problèmes, alors controversés; c'est ainsi qu'il put établir que la lumière se propage plus vite dans l'air que dans l'eau, le rapport des vitesses étant égal à $4/3$, rapport des indices de réfraction, comme l'exige la théorie des ondulacions. Mais il appartenait au grand physicien Michelson de tirer de cette méthode toute la précision qu'elle comporte, et de réaliser, par ses expériences mémorables, continuées sans interruption de 1902 à 1926, les mesures de c les plus exactes qu'on possède actuellement.

Je ne puis entrer ici dans le détail de ces opérations, effectuées sur une piste aérienne de 35 kilomètres, entre le mont Wilson et le mont San-Antonio; tout y a été étudié, point par point, pour obtenir le maximum de précision; notons, en particulier, que le miroir tournant a la forme d'un prisme octogonal régulier à huit faces réfléchissantes; et tout est combiné de telle façon que, lorsque la lumière revient à son point de départ, le miroir ayant tourné d'un huitième de tour, elle retrouve la face suivante qui la renvoie, à très peu près, dans sa direction initiale; c'est ce très faible écart qui doit, et peut être mesuré avec une extrême précision. Finalement, et après des perfectionnements successifs, Michelson avait estimé la vitesse de la lumière *dans le vide* à 299.796 kilomètres, avec une incertitude qu'on pensait être de 4 kilomètres seulement; la constance de c paraissait donc parfaitement établie.

Le mieux serait-il l'ennemi du bien? Michelson estima qu'il restait encore quelque chose à faire: les mesures avaient été faites dans l'air, et, pour obtenir la vitesse dans le vide, il fallait multiplier le nombre obtenu par l'indice de l'air, qui dépend de sa température, de sa pression, de son humidité, toutes quantités qu'il est difficile de mesurer avec précision le long d'une piste aérienne de 35 kilomètres. Pour ces raisons, le physicien de Chicago se décida à opérer dans le vide; il fit choix d'une plaine voisine de Pasadena, en Californie, et y fit établir une canalisation en acier rigoureusement rectiligne et étanche, dont le diamètre intérieur atteignait 91 centimètres et dont la longueur était d'un mille (1.609 m. 3149); cette canalisation était terminée par deux chambres destinées à recevoir divers appareils; l'une d'elle (fig. 5) était munie d'un hublot à travers lequel passait, à l'aller et au retour, le rayon lumineux provenant du miroir octogonal tournant T , ou tombant sur lui; ce rayon parcourait, par réflexions successives, cinq fois aller et retour la longueur du tunnel, c'est-à-dire qu'il avait parcouru un chemin voisin de 16 kilomètres, mesuré au millimètre près par les méthodes les plus précises; et comme de puissantes machines pneumatiques amenaient la pression dans le tube à moins d'un centimètre de mercure,



FIG. 6. — VOICI LE TUBE A VIDE DE UN MILLE DE LONG (1.609 MÈTRES), QUI A SERVI AUX DERNIÈRES EXPÉRIENCES DE MICHELSON ET DE SES SUCCESEURS

le trajet s'effectuait pratiquement dans le vide.

Tout était au point en 1931, et les mesures préparatoires avaient été effectuées lorsque Michelson mourut ; les expériences furent néanmoins poursuivies par ceux qui avaient été ses collaborateurs, les docteurs Pease, de l'Institution Carnegie, et Pearson, de l'Université de Chicago. Mais les résultats obtenus furent si différents de ceux qu'on attendait, que la première pensée des observateurs fut qu'une erreur s'était glissée dans la mesure

est voisine de deux semaines. Faut-il mettre en cause les marées de l'écorce ou une mystérieuse influence du magnétisme terrestre ? La question est ouverte.

Le vent d'éther

Un des grands postulats de la doctrine relativiste admet qu'aucune expérience terrestre n'est sensible à la translation de la Terre ; autrement dit, il n'existe pas de « vent d'éther ». Voici ce qu'il faut entendre par cette représentation imagée d'une idée

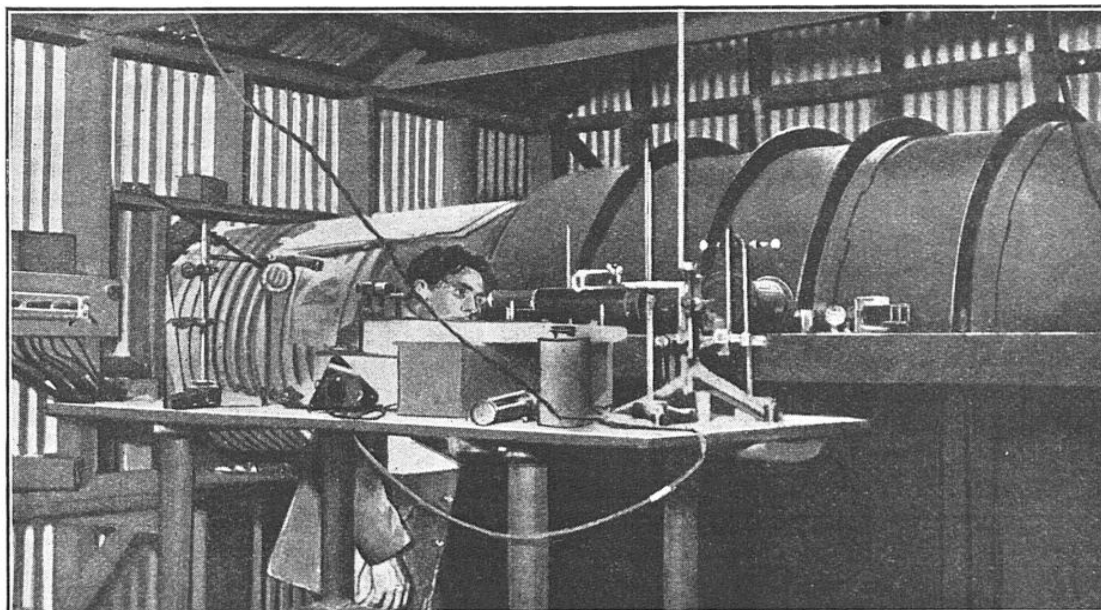


FIG. 7. — LA CHAMBRE D'EXPÉRIENCES OU LES SUCCESSEURS DE MICHELSON ONT FAIT DES MILLIERS D'OBSERVATIONS POUR DÉTERMINER LA VITESSE DE LA LUMIÈRE

On voit, derrière l'observateur, l'extrémité du tube à vide représenté sur la figure précédente.

des longueurs ; on fit donc appel au service officiel de nivellement, le « U. S. Coast and Geodetic Survey », qui, ayant repris les mesures, retrouva exactement les nombres trouvés antérieurement.

Finalement, la moyenne des valeurs trouvées par cette méthode donne $c = 299.769$ kilomètres par seconde, c'est-à-dire 27 kilomètres de moins que les mesures de 1926, qu'on croyait exactes à 4 kilomètres près. Ce résultat est déjà assez déconcertant ; ce qui l'est plus encore, c'est que cette vitesse semble varier suivant des lois qui nous échappent ; l'amplitude de ces variations, qui atteint 20 kilomètres, est de loin supérieure à toutes les erreurs admissibles ; la vitesse semble dépendre de la saison, et aussi être affectée d'une périodicité dont la durée

assez abstraite ; s'il existe un milieu immobile transmetteur des ondes (l'éther des physiciens), un observateur entraîné avec la Terre devra trouver des résultats différents suivant qu'il s'avance au-devant des ondes, ou, au contraire, recule devant elles ; de même, les ondes sonores semblent aller plus vite lorsqu'elles sont portées par le vent, et plus lentement si le vent souffle en sens contraire de leur propagation.

Or, l'existence de ce vent d'éther, à la surface du globe, a été nettement contredite par les mémorables expériences de Michelson et Morley, dont j'ai rappelé le principe dans cette Revue (1). Mais certains physiciens ne s'avouent pas convaincus ; ils pensent que si, au ras du sol, l'éther semble immobile parce

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 173, page 385.

qu'il est entraîné par le mouvement général du globe, il peut, dans les couches supérieures de l'atmosphère, être en mouvement par rapport au sol ; pour vérifier cette hypothèse, le physicien américain Miller a repris les expériences de Michelson et Morley en installant les appareils à 1.750 mètres d'altitude, au sommet du mont Wilson ; et ses expériences semblent prouver, à ce niveau, l'existence d'un vent d'éther atteignant 9 km 5 par seconde.

Depuis lors, M. Miller a complété ses mesures et il en a même déduit, en 1933, par des calculs assez compliqués, la vitesse qui entraînerait notre système solaire par rapport à l'éther, supposé immobile ; le nombre qu'il trouve ainsi, 208 kilomètres par seconde, est tout à fait comparable à celui que les astronomes attribuent à la vitesse de la rotation du Soleil à l'intérieur de la nébuleuse galactique.

Ces résultats trouvent une curieuse confirmation dans les observations faites, depuis 1927, par M. Esclangon, directeur de l'Observatoire de Paris : lorsqu'on vise, avec une lunette orientable, une source lumineuse liée à cette lunette (c'est-à-dire qui la suit dans ses mouvements), l'image se déplace très légèrement (de quelques centièmes de seconde seulement) lorsqu'on pointe l'appareil, d'abord vers le nord-ouest, puis vers le nord-est ; de plus, la grandeur de ce dépla-

cement varie avec l'heure astronomique.

M. Carvallo vient de tirer, dans une note aux comptes rendus de l'Académie des Sciences, les conséquences de ce fait nouveau : combinant convenablement les cent cinquante-cinq mesures effectuées par M. Esclangon, il a pu les représenter par une formule où s'introduisent la vitesse de la Terre par rapport au milieu immobile transmetteur des ondes, ainsi que l'orientation de cette vitesse ; les résultats concordent d'une façon impressionnante avec ceux de M. Miller ; c'est ainsi que la vitesse de la Terre (et, par suite celle du système solaire tout entier) atteindrait 214 kilomètres par seconde au lieu de 208 kilomètres trouvés par le savant américain.

Tous ces résultats ne doivent, assurément, être acceptés que sous bénéfice d'inventaire ; cet inventaire, les savants y procèdent sans arrêt, car l'expérience leur a appris que les principes et les faits les mieux établis sont sujets à révision ; comme l'écrivait Emile Duclaux, « c'est parce qu'elle n'est jamais sûre de rien, que la Science avance toujours. » En tout cas, les faits nouveaux que je viens de grouper dans cet exposé nous font douter de la constance rigoureuse de cette grandeur qui, hier encore, passait pour la plus immuable de toutes ; et c'est là un fait de la plus haute importance.

L. HOULLEVIGUE.

La Grande-Bretagne, qui constituait le plus important débouché de nos cultures maraîchères, est aujourd'hui un marché perdu pour notre production.

Les Anglais ont pris le parti de tirer, de leur propre sol, primeurs et légumes : depuis quelques années, 50.000 arpents ont été progressivement affectés à ces cultures et les importations britanniques pour cette catégorie de denrées ont déjà diminué de 90 millions de francs. Conséquence de la lutte économique qui conduit les différents pays à se replier sur eux-mêmes ? Sans doute. Mais les producteurs français n'ont-ils point une part de responsabilité dans l'éclosion d'une agriculture maraîchère britannique qui menace, non seulement leur propre situation, mais celle de nos fabricants de conserves ? Trop souvent on a reproché aux produits français d'être de qualité inégale. La pratique du « fardage » des colis exportés, notamment, n'a-t-elle point détourné la clientèle anglaise de nos fruits et de nos légumes ?

De même, le raisin de table français a été supplanté en Allemagne et dans les pays du Nord par les produits espagnols et italiens, dont la qualité n'est, certes, point supérieure, mais qui sont présentés agréablement et toujours impeccablement. Pour reconquérir ces marchés, il y a un gros effort à entreprendre : effort de sélection et de qualité, effort de scrupuleuse loyauté commerciale dont nos producteurs ont, certes, plus à attendre que des mesures de rétorsion ou de représailles douanières.

LA FRANCE VA CONQUÉRIR SON INDÉPENDANCE EN MATIÈRE DE PÉTROLE GRACE AUX GISEMENTS DE MOSSOUL

Par Roger MAGADOUX

Après huit années d'efforts acharnés, les gisements pétroliers de Mésopotamie — les plus riches du monde — vont entrer en exploitation. Il y a là une date importante dans l'histoire du pétrole et un événement considérable pour notre économie nationale. Aux termes des accords internationaux de 1928, la France dispose, en effet, de près du quart de la production des naphthes de l'Irak : l'exploitation de ces nouveaux champs pétrolifères va d'ores et déjà couvrir, à concurrence de 20 % environ, les besoins de notre consommation, et cette proportion s'accroîtra à mesure que se développera la productivité d'un gisement dont les réserves sont incalculables. En matière économique comme au point de vue de la défense nationale, le problème était d'importance. Sa solution enregistre le premier et substantiel succès d'une politique nationale du pétrole, dont l'adoption est apparue comme une nécessité vitale au lendemain même de la guerre. Cette politique, qui comporte, en outre, l'organisation, sur le sol français, d'importantes installations de raffinage de l'huile brute, nous assure dès maintenant, en matière de carburant, une indépendance dont le prix est inestimable en temps de paix comme dans l'éventualité d'un conflit armé.

D'ICI quelques semaines, les navires apportant les premiers chargements du pétrole mésopotamien — plus connu sous le nom de pétrole de Mossoul — aborderont aux ports français.

Il y a là un événement capital dans l'histoire économique de notre pays.

Sans doute est-il superflu de souligner ici l'importance exceptionnelle que présentent, pour une grande nation, la sûreté et l'indépendance de son ravitaillement en combustibles liquides.

Le pétrole est aujourd'hui l'une des matières premières qui conditionnent la production industrielle et les transports ; le développement prodigieux des transports automobiles, l'essor de l'aviation, les perfectionnements successifs apportés aux moteurs à huile lourde et leur emploi généralisé dans l'industrie, conduisent à une consommation chaque jour plus importante de carburants.

La primauté n'est plus au charbon : elle revient désormais au pétrole et il y a sans doute là l'une des transformations économiques les plus importantes de ce dernier demi-siècle.

La France, cependant, était, jusqu'à présent, démunie de source de ravitaillement en pétrole, si, du moins, on tient pour

négligeables la centaine de mille tonnes — correspondant à moins de 1 % de sa consommation — extraite des gisements métropolitains de Gabian (Hérault) et de Pechelbronn, en Alsace.

Quant aux ressources coloniales, elles sont encore mal connues et si, notamment, le jaillissement tout récemment signalé au Maroc, dans la région du *Djebel Tselfat*, peut permettre quelques espoirs sur les ressources du sous-sol chérifien, il serait prématuré d'en tirer des conclusions trop optimistes.

Les grands pays anglo-saxons avaient, depuis longtemps, saisi l'intérêt vital de la conquête des gisements pétrolifères connus dans le monde et toute leur politique économique, servie par une vigoureuse action diplomatique, a été, dans les décades qui ont précédé la guerre, âprement dirigées vers ce but essentiel.

Le pétrole et la défense nationale

Le conflit européen de 1914 devait apprendre aux Français, et de façon tragique, la nécessité impérieuse, pour la sécurité et l'indépendance d'un grand pays, de son approvisionnement régulier en pétrole : pour alimenter les 92.000 camions indispensables aux offensives décisives de 1918, plus de 50.000 tonnes de pétrole devaient

être importées mensuellement, à tout prix, et c'est à juste titre que Clemenceau a pu dire qu'alors « chaque goutte de pétrole valait une goutte de sang ».

Cette sécurité, la France pouvait, semblait-il, l'acquérir dans les conditions les plus favorables, lorsque, en pleine guerre, l'accord Sykes-Picot, intervenu en mai 1916, entre l'Angleterre et la France, nous conférait la suzeraineté sur les vilayets de Damas, d'Alep et de Mossoul. Mais, faute d'informations précises sur les richesses de la Mésopotamie en huiles de naphte, les négociateurs français du traité de Versailles laissaient cette dernière province — érigée depuis en un royaume, celui de l'Irak — passer sous le contrôle britannique.

Le pacte de San-Remo

Le pacte de San-Remo, confirmant des accords préparés dès 1919, entre la Grande-Bretagne et la France, marquait toutefois, dès 1920, un redressement efficace de la politique française du pétrole : non seulement notre pays se voyait attribuer la part séquestrée du groupe allemand dans la Société *Turkish Petroleum* — qui avait, avant la guerre, obtenu du gouvernement turc la concession des pétroles de Mésopotamie — mais les bases d'une collaboration franco-anglaise en matière de pétrole s'y trouvaient définies et précisées. Restait à vivifier ces accords et à les traduire en faits : ce fut là, et de beaucoup, la tâche la plus ardue. Car, à mesure que paraissaient se préciser les promesses de l'énorme gisement de Mossoul, des convoitises s'allumaient, des rivalités surgissaient entre les anciens alliés. Non seulement les trusts pétroliers américains s'insurgeaient contre l'accord de San-Remo et réclamaient vigoureusement leur part dans le nouveau gisement, mais la France même éprouvait les plus sérieuses difficultés à obtenir consécration matérielle des droits qui venaient de lui être reconnus. Une lutte très serrée, à la fois diplomatique et judiciaire, s'instituait, qui, après de multiples épisodes, aboutit, en 1928, à un accord général entre les différents trusts mondiaux du pétrole et les gouvernements intéressés.

Les droits sur les gisements de Mossoul se trouvaient « partagés » par parts égales entre le groupe anglais de l'*Anglo Persian*, dont on connaît les attaches avec l'Etat anglais, le groupe anglo-hollandais de la *Royal Dutch-Shell*, le groupe des *trusts américains*, et le groupe français de la *Compagnie française des Pétroles*.

Chacun de ces groupes participait, à rai-

son de 23,75% dans le capital de la Société Irak Petroleum, héritière des droits de la concession de l'ancienne Société Turkish Petroleum et acquérait ainsi la propriété, dans les mêmes proportions, des huiles à extraire des gisements de Mésopotamie.

Quant à la Compagnie française des Pétroles, elle avait, en effet, été constituée dans l'intervalle, à l'initiative du gouvernement français, pour valoriser et mettre en œuvre les droits que la France tenait du traité de San-Remo.

Il était apparu que, pour opérer sur le même plan que les autres participants du gisement mésopotamien, lesquels étaient, non point des Etats, mais des trusts privés, il convenait de favoriser la constitution d'un groupement national qui devint le pivot de la nouvelle politique française du pétrole.

La Compagnie française des Pétroles fut fondée en 1924, au capital initial de 25 millions, atteignant aujourd'hui 475 millions, avec la participation de 87 sociétés juridiquement françaises, intéressées, à différents titres, à l'industrie du pétrole.

Les droits éminents de l'Etat ont été, d'ailleurs, réservés par deux conventions successives dont la dernière lui assure une participation de 35% dans le capital de la Compagnie, en dehors d'un partage des superbénéfices et d'une représentation au sein du conseil d'administration et aux assemblées générales, où il dispose de 40% des voix.

Depuis les accords de 1928, la Compagnie française des Pétroles, associée à l'Etat français, est donc assurée de recevoir *en nature*, 23,75% de la production des gisements de l'Irak.

L'importance des gisements de Mossoul

Or ces gisements viennent de se révéler comme les plus importants du monde entier. Les premières prospections furent entreprises en 1926, à la suite d'une étude géologique poursuivie au cours des années précédentes. Ces recherches, d'abord conduites en ordre dispersé pour répondre aux conditions de l'acte de concession, ne tardèrent pas à être concentrées, en raison du résultat quasi inespéré obtenu en 1927. Dès le mois d'octobre de cette année, à *Baba-Gurgur*, près de *Kirkuk*, au sud-est de Mossoul, le trépan frappe la nappe pétrolifère à 463 mètres de profondeur, plus tôt que ne l'avaient prévu les géologues. Une trombe d'huile jaillit, arrachant tout sur son passage et déversant pendant trois jours — jusqu'à ce qu'on ait pu maîtriser

l'énorme jet — 12.000 tonnes d'huile par jour. Le pétrole envahit les vallées et on dut brûler systématiquement ce fleuve d'huile, qu'on se trouvait dans l'impossibilité d'utiliser.

Les 39 puits forés sur le seul anticlinal (1) de *Kirkuk* et répartis de façon à déterminer les dimensions du dôme de concentration de l'huile rencontrèrent tous la nappe et se trouvent aujourd'hui tous productifs dans des conditions analogues et prêts à couler. Ainsi donc, sur une concession de 90.000 kilomètres carrés, les efforts se sont concentrés sur une structure de 90 kilomètres de long sur 3 km 300 de large, soit 20.000 hectares, et cependant le gisement de *Kirkuk* est de beaucoup le plus considérable du monde entier. On se fera une idée de l'énormité des réserves pétrolières des champs de l'Irak en rappelant que, parmi ceux qui étaient jusqu'à ce jour tenus pour les plus riches, celui de

l'East Texas, aux Etats-Unis, a, au plus, 40 kilomètres de long sur 6 kilomètres de large ; celui de l'Anglo-Persian, à l'est du golfe Persique, susceptible d'assurer une production de plus de 6 millions et demi de tonnes par an, se compose de champs beaucoup plus courts et bien moins nombreux,

(1) Le pétrole, montant par capillarité, et se trouvant retenu comme sous une cloche par les plissements du terrain, l'anticlinal est l'arête de ces plissements qui délimite normalement l'axe de la poche pétrolière.

et ceux de Bakou ne représentent que 15.000 hectares environ de surface exploitée.

En fait, la mise en exploitation de 15 seulement sur les 39 puits forés à *Kirkuk* pourra assurer une production annuelle de 4 millions de tonnes par an : à cette cadence, ce gisement ne serait pas épuisé de longtemps, sans toucher aux énormes

réserves représentées par les vastes territoires compris dans la concession !

Le pétrole de l'Irak n'est pas seulement en incroyable abondance : il est d'une extraction aisée en raison de la porosité de la roche qui emmagasine l'huile. Son prix de revient est considéré — de l'aveu même d'une haute personnalité du monde pétrolier américain — comme « pratiquement négligeable », comparé à celui des huiles minérales « bon marché » de Russie et du Venezuela.

Enfin, autre avantage substantiel du pétrole de l'Irak par rapport au naphte améri-

cain : alors que les huiles en provenance des Etats-Unis doivent franchir de 10.000 à 15.000 kilomètres pour parvenir en Europe, les pétroles de Mossoul se trouvent, à leur port d'embarquement de Tripoli, à 1.400 kilomètres seulement de Marseille, d'où une économie de fret considérable.

La construction des « pipe-lines »

Dès que la prospection put donner l'assurance d'une très large productivité, on

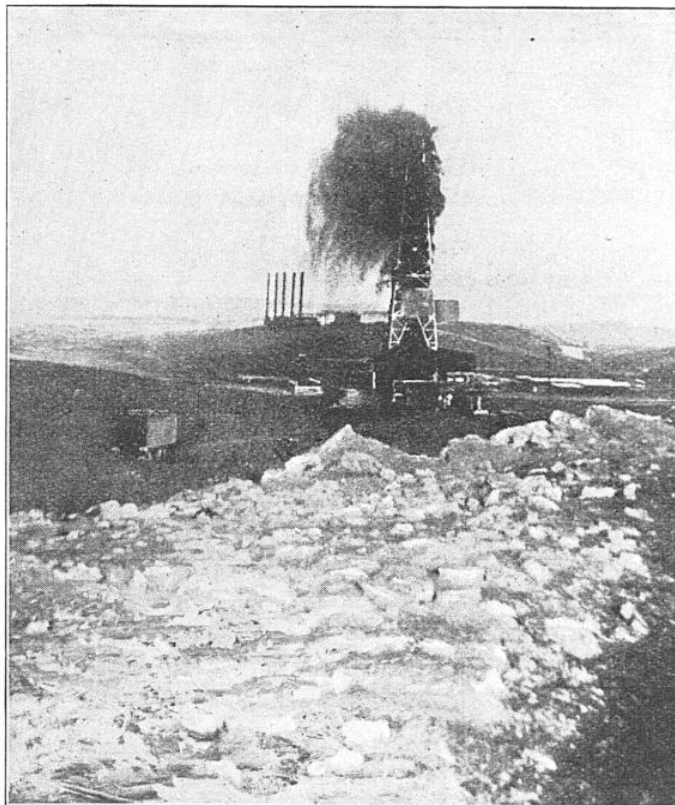


FIG. 1. — L'ÉRUPTION DU PÉTROLE A L'UN DES PUIITS DE BABA-GURGUR, AU SUD-EST DE MOSSOUL

La puissante colonne d'huile, jaillissant brusquement de 465 mètres de profondeur, ne put être maîtrisée qu'après trois jours d'efforts et après avoir laissé échapper 36.000 tonnes de pétrole qui durent ensuite être incendiées méthodiquement, afin d'éviter l'envahissement par l'huile des dépressions voisines.

s'était préoccupé d'assurer l'acheminement vers les ports d'embarquement de la Méditerranée, de l'énorme flot de naphte qu'allait produire l'exploitation normale des puits de Mossoul.

Des gisements de Kirkuk à la mer, le chemin le plus court pour l'établissement d'un « pipe-line » est sensiblement est-ouest à travers les Etats de Syrie sous mandat français ; les groupes anglais, cependant,

ressés, imposa une solution transactionnelle : on décida la construction d'une double « pipe ». Les deux conduites suivent un trajet parallèle jusqu'à l'Euphrate, où elles bifurquent à *Haditha* : l'une piquant directement vers l'ouest, traverse la Syrie pour aboutir au port de *Tripoli* ; l'autre, obliquant vers le sud-ouest, chemine en Transjordanie, puis en Palestine, jusqu'au port de *Kaïffa*. La longueur du « pipe » nord est

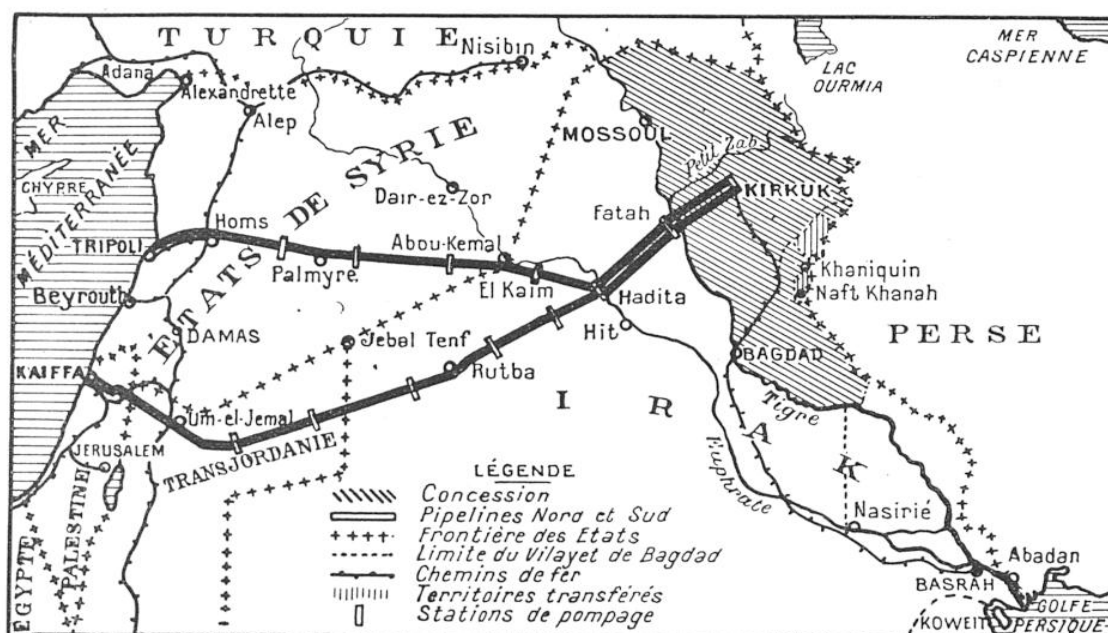


FIG. 2. — CARTE DES GISEMENTS PÉTROLIFÈRES DE MOSSOUL ET DES DEUX « PIPE-LINES » D'ÉVACUATION DU NAPHTHE JUSQU'AUX PORTS D'EMBARQUEMENT DE TRIPOLI ET DE KAÏFFA

La partie teintée délimite la concession de 90.000 kilomètres carrés accordée à la Compagnie Irak Pétroléum : sur cette étendue, 20.000 hectares seulement ont été prospectés et constituent le gisement pétrolier le plus riche du monde. Les deux branches du « pipe-line », parallèles jusqu'à *Haditha*, se séparent à cette ville, la branche septentrionale traversant directement les états de Syrie pour aboutir au port de Tripoli, et la branche méridionale franchissant la Transjordanie et la Palestine pour atteindre le port de Kaïffa. On remarquera, sur l'une et l'autre branche, l'emplacement des différentes stations de pompage.

souhaitaient que ce « pipe-line » fût dévié vers le sud-ouest, à travers la Transjordanie et la Palestine, territoires soumis à l'influence britannique, en dépit d'une plus grande longueur de parcours et des difficultés particulières que présentaient l'établissement d'une conduite d'évacuation du naphte à travers des régions désertiques et littéralement pavées de blocs de lave.

On conçoit aisément l'importance de la décision que devaient prendre les dirigeants de l'Irak Pétroléum : qui contrôle la région traversée par le « pipe-line », tient en mains la clef des gisements pétroliers.

L'esprit de collaboration qui s'était déjà manifesté entre les différents groupes inté-

ressés, imposa une solution transactionnelle : on décida la construction d'une double « pipe ». Les deux conduites suivent un trajet parallèle jusqu'à l'Euphrate, où elles bifurquent à *Haditha* : l'une piquant directement vers l'ouest, traverse la Syrie pour aboutir au port de *Tripoli* ; l'autre, obliquant vers le sud-ouest, chemine en Transjordanie, puis en Palestine, jusqu'au port de *Kaïffa*. La longueur du « pipe » nord est

de 869 kilomètres, et celle du « pipe » sud de 1.012 kilomètres.

Imagine-t-on l'énorme labeur que représentaient l'amenée à pied d'œuvre, les raccordements et la mise en place, en tranchée recouverte, profonde d'un mètre environ, de ces deux conduites d'une longueur totale de 1.840 kilomètres, et cela à travers des territoires désertiques, démunis de toutes ressources, et, notamment, privés d'eau et de voies de communication ? Cette tâche se compliquait du fait que des différences de niveau importantes, atteignant plusieurs centaines de mètres, conduisaient à la construction d'un assez grand nombre de station de pompage et que, d'autre part, les

« pipe-lines » devaient franchir les deux fleuves de l'*Euphrate* et du *Tigre*, obstacles naturels qu'il fallait d'abord réduire par la construction de téléphériques assurant le transbordement des camions chargés de matériel. Les travaux, vigoureusement poussés grâce à un outillage et un équipement des plus modernes, employèrent 450 spécialistes européens et américains et plus de 20.000 manœuvres pris sur place. Ils exigèrent le transport de 220.000 tonnes de matériel de toute nature et on a calculé que le travail fourni correspond à 23 millions de tonnes-mille anglais, soit l'équivalent du déplacement d'un convoi de 200 camions de 5 tonnes qui accomplirait une révolution complète autour de la Terre.

Après l'établissement des liaisons téléphoniques, et l'installation des postes et camps, les opérations se déroulèrent dans l'ordre suivant : d'abord le transport par camions tout au long du tracé des « pipes », des éléments de tubes déchargés par grues à chenilles. Ensuite, le creusement mécanique de la tranchée destinée à recevoir les conduites, opération exécutée par une sorte de drague attaquant le sol par une roue à godets tranchants et déversant les déblais sur le côté, les parties rocheuses étant laissées aux marteaux pneumatiques et à la mine.

On procède ensuite à l'accouplement des tubes, d'abord par tranches de 120 mètres, puis à leur soudure à l'arc électrique, puis au raccordement de la section avec celle qui

la précède et qui se trouve déjà dans la tranchée.

Ensuite interviennent les opérations qui consistent à protéger le « pipe » contre la corrosion : nettoyage du tube qui est ensuite recouvert d'un émail primaire à froid, puis d'un émail à chaud, enfin, enveloppement du tube au papier feutre. Tout ce travail

de protection est exécuté grâce à l'intervention de machines extrêmement ingénieuses qui réduisent au minimum la main-d'œuvre. Le tube est enfin enterré, précaution indispensable eu égard aux températures élevées (et dépassant souvent 60°) qui règnent dans ces régions désertiques : grâce à cette mise en tranchée, la température de « l'huile » ne dépassera pas 25° centigrades.

Aux ports d'aboutissement des « pipe-lines » à Tripoli comme à Kaïffa, le chargement des bateaux-tanks se fera en rade

par « sea loading line », c'est-à-dire par tubes immergés jusqu'aux navires.

Le débit des deux « pipe-lines », qui sont aujourd'hui achevés, sera de 4 millions de tonnes par an.

Le ravitaillement français en pétrole

Comment seront réalisés le traitement et la distribution sur notre territoire, des huiles de Mésopotamie ?

La politique française du pétrole, telle qu'elle a été conçue et concrétisée par la loi de 1928, a été tournée vers l'organisation, en France, du raffinage de l'huile brute :

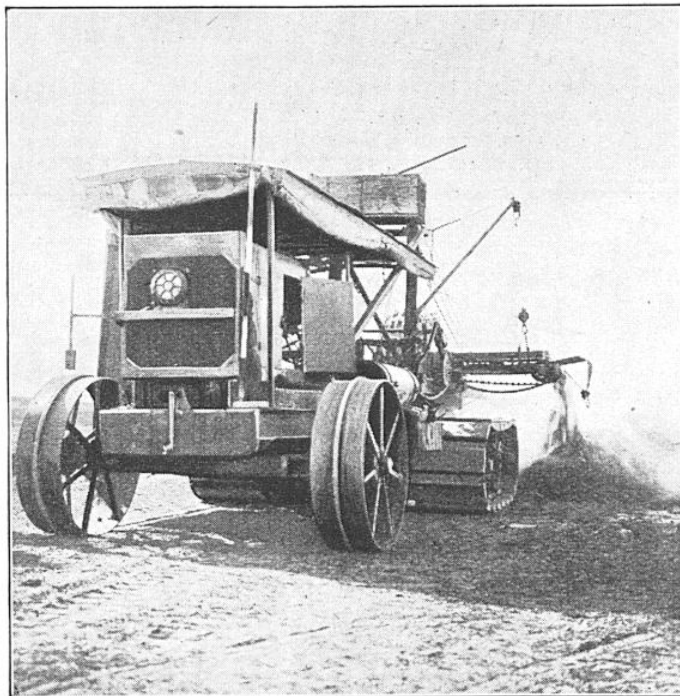


FIG. 3. — LA MACHINE DITE « DIGGER » EMPLOYÉE POUR CREUSER LES TRANCHÉES DES « PIPE-LINES »

Cet engin, monté sur chenilles, comporte une roue de 3 mètres de diamètre pourvue de godets à rebords tranchants qui creusent la tranchée. Les déblais sont élevés par un tapis roulant et versés par une rigole, sur le côté du sillon. Cette machine peut creuser 5 mètres par minute, en terrain friable, d'une tranchée de 1 mètre de profondeur sur autant de largeur.

pour des raisons à la fois économiques, de sécurité et d'indépendance nationale, les pouvoirs publics se sont préoccupés de favoriser dans notre pays le développement d'une industrie nationale de transformation du naphte. Un système de contingents d'importation d'huile brute a été institué de façon que ces importations soient réparties équitablement entre les différentes raffineries existantes ou en voie de création.

Dans le cadre de cette organisation, la Compagnie française des Pétroles a obtenu un contingent d'importation de 800.000 tonnes de pétrole brut; d'autre part, les pouvoirs publics ont imposé aux sociétés pétrolières privées exerçant leur activité en France, de reprendre à cette Compagnie ses produits finis, à raison de 25% de leurs besoins en essences : de la sorte, la distribution du pétrole de Mossoul se trouvera

assurée automatiquement par les organisations distributrices actuelles, déjà fort nombreuses et qu'il n'y avait nul intérêt à augmenter.

La Compagnie française des Pétroles a, dans ce but par l'intermédiaire d'une filiale, la *Compagnie française de Raffinage*, entrepris la construction de deux raffineries, l'une en Normandie, aux environs du Havre, laquelle est reliée au grand port par un « pipe-line » (capacité de traitement de 800.000 tonnes de brut pouvant être portée à 1.500.000); l'autre en Provence, à Martigues, sur l'étang de Berre, susceptible

de transformer 400.000 tonnes et ultérieurement jusqu'à 800.000 tonnes de brut par an.

Ces deux installations permettront à la Compagnie d'alimenter progressivement, en produits finis, le marché français jusqu'à concurrence du quart de sa consommation (soit environ 1.200.000 tonnes), comme l'a prévu le statut français des pétroles.

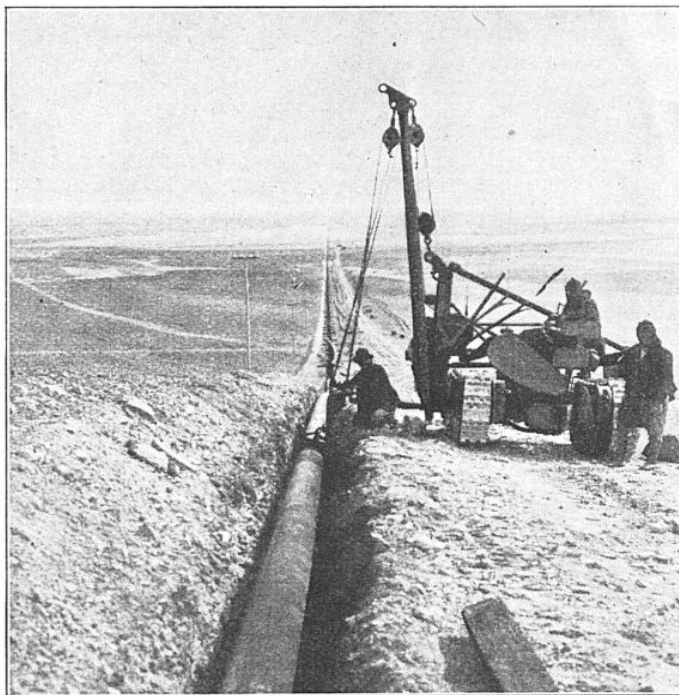


FIG. 4. — L'OPÉRATION DE RACCORDEMENT DES TUYAUX DANS LE « PIPE-LINE » EN CONSTRUCTION

Les tubes du « pipe-line » sont d'abord soudés à l'arc électrique par section de 120 mètres de long. Cette section est ensuite raccordée au « pipe » installé dans la tranchée. Ces opérations sont facilitées par l'intervention de la grue mobile, que l'on voit ci-dessus, et qui permet de faire commodément tourner les tuyaux sur eux-mêmes pendant l'opération de soudure.

Conséquences de l'exploitation des gisements de l'Irak

Nous pouvons maintenant saisir l'importance de l'événement économique que va être la très prochaine arrivée en France des pétroles de Mossoul. Dans une large mesure — qui pourrait d'ailleurs être étendue en raison de la richesse des gisements de l'Irak — notre pays a conquis l'autonomie et l'indépendance de son ravitaillement en huiles combustibles. Jusqu'alors, nous étions tributaires des

grands trusts anglosaxons et, si la période actuelle de surproduction et de mévente donne l'avantage aux consommateurs, il pourrait ne pas en être toujours de même.

Le pétrole de Mossoul sera, à l'occasion, susceptible de jouer un rôle de régulateur sur le marché européen et national du combustible liquide.

L'Irak Petroleum cédant sa production « à prix de revient » à ses participants et ce prix de revient devant être, comme on l'a vu, extrêmement bas, par rapport au coût de production et de transport des huiles d'autres provenances, nul doute que l'écono-

mie française ne tire de cette situation un sérieux avantage ainsi qu'un élément de redressement de sa balance des comptes.

D'autre part, l'Etat français, auquel ses conventions avec la *Compagnie française des Pétroles* ont réservé la faculté d'acquérir éventuellement, par préférence et à prix normal, un tonnage pouvant atteindre 80 % des pétroles revenant à cette Compagnie, pourrait éventuellement trouver là, pour le service de la défense nationale, marine et armée, services, dont la consommation en pétrole ne peut manquer d'aller croissant, eu égard aux progrès de la motorisation, une source proprement nationale de ravitaillement. Il y a là un fait de la plus haute portée dans l'éventualité d'un conflit armé.

De toute évidence, cette situation nouvelle pose des problèmes diplomatiques et militaires particuliers, au premier rang desquels figure la liberté de nos transports à travers le bassin méditerranéen et aussi le statut futur de nos relations avec les Etats de Syrie que traverse la branche « française » du « pipe-line » de l'Irak. Qu'il nous suffise de faire ici cette brève allusion à des questions dont on saisira sans peine l'intérêt capital et qui assignent à l'action diplomatique française des objectifs de première importance.

D'un point de vue plus général, on ne saurait, au surplus, méconnaître l'intérêt de la grande œuvre de collaboration internationale que représente la mise en valeur des gisements de l'Irak.

Que les perspectives de mise en œuvre de ces nouveaux gisements particulièrement riches aient été de prime abord médiocrement agréables aux grands trusts mondiaux, tout particulièrement en une période de pléthore du produit, en une époque où l'encombrement du marché conduit les principaux exploitants à fermer leurs puits et à continger leur production, on ne saurait en être étonné.

Le ministre français du Commerce n'a-t-il

pas eu l'occasion de signaler à la Chambre, au cours d'un des débats sur la politique française du pétrole, ces paroles significatives d'un des magnats du pétrole : « Pourquoi la France s'entête-t-elle à vouloir se suffire à elle-même en matière de pétrole ? Dans son intérêt, pourquoi ne garde-t-elle pas, comme réserve d'avenir, le pétrole de Mésopotamie ? Pourquoi veut-elle le gaspiller et le jeter sur le marché français ? »

La coopération internationale

On doit à la vérité de reconnaître que ces dispositions initialement peu favorables ont dû céder devant la ténacité et le tact avec lesquels la France a su valoriser ces droits et réaliser, pour l'exploitation commune de ce gisement, la coopération des énormes intérêts en présence.

On a accoutumé de représenter les grands trusts pétroliers comme des puissances engagées à travers le monde en une lutte acharnée et incessante pour la conquête des nouveaux gisements.

On ne saurait certes contester la vivacité de compétitions dont l'histoire épouse étroitement l'évolution de la politique mondiale au cours de ce dernier demi-siècle. Les gisements de Mossoul, les derniers venus au jour, n'ont certes point échappé à cette concurrence sévère.

Sous l'influence conciliatrice de la France, — qui n'a certes poursuivi, pour sa part, aucune visée impérialiste — ces compétitions ont pu cependant s'apaiser grâce à une équitable répartition des richesses de Mossoul, qui a fait naître l'esprit d'entente et de collaboration.

On peut dire qu'il y a là un exemple sans précédent de coopération internationale, et, en ce sens, l'exploitation des pétroles de Mossoul, tout en apportant à la France des avantages nationaux substantiels, a servi utilement la cause de la paix économique et même celle de la paix, tout court.

ROGER MAGADOUX.

Le gouvernement a normalisé, depuis plusieurs années, la tension et la fréquence de distribution d'électricité en France. Cependant, toute une vaste région du littoral méditerranéen est encore alimentée à la fréquence « non standard » de 25 périodes. A cette fréquence, l'éclairage présente de graves inconvénients pour l'œil, par suite de l'intermittence qui occasionne une fatigue anormale des organes de la vue. C'est, en effet, une fréquence inférieure à celle que l'on a reconnue nécessaire pour les projections cinématographiques (hygiène visuelle). Au moment où le Parlement a décidé la réorganisation d'ensemble du réseau électrique français, de telles anomalies doivent disparaître. Elles nous rendent ridicules vis-à-vis de l'Etranger.

L'AUTOMOBILE, COMME TOUTE TECHNIQUE, EST UNE CRÉATION CONTINUE

Par G. B.

L'ŒUVRE technique d'André Citroën n'a rien à voir ni avec le caractère de l'homme, ni avec la situation financière de l'affaire. Nous ne sommes ici ni ses obligés, ni ses actionnaires, garantis de plus de notre impartialité dans nos appréciations. Par les temps d'asthénie collective que nous vivons, il est réconfortant de constater les manifestations « productives » de l'esprit, d'audace et de création qui animent l'une des plus puissantes firmes automobiles spécialisées dans la grande série. Après Renault, en France, et Morris, en Angleterre (plus de 200.000 voitures par an), Citroën apparaît au premier plan. Si vous parcourez ce vaste quartier industriel du quinzième arrondissement, qui s'étend des rives de la Seine à la porte de Versailles — riche en bâtiments ultramodernes si imposants (Services techniques de la Marine, ministère de l'Air flanqué du Musée et de l'Ecole de l'Aéronautique, Palais du Congrès des Expositions) — les usines du quai de Javel (usinage, montage, carrosserie métallique et chaînes de montage) (1), entièrement reconstruites, dressent leur architecture « tout acier », où les vastes halls abritent l'outillage le plus perfectionné, parce que le plus récent.

Des ateliers grandioses

Des centaines de millions ont été investis dans ces ateliers grandioses pour le contenant comme pour le contenu. Cela n'a pas été sans menacer, du reste, l'équilibre financier du constructeur, car rien que pour les machines-outils spéciales et les soudeuses électriques, si chèrement achetées aux États-Unis, des centaines de millions ont été nécessaires ! De telles dépenses ont au moins abouti, du point de vue technique, à doter notre pays d'usines modèles ne redoutant en rien la comparaison avec l'étranger. C'est de là que vient de « sortir » une « 7 CV » de conception nouvelle, que nous examinons ici en nous efforçant de la « situer » dans l'évolution de la construction automobile dans le monde à l'orée du deuxième semestre de 1934.

(1) La forge, la fonderie et l'emboutissage ont leurs ateliers à Clichy et à Saint-Ouen (Seine).

La nouvelle 7 CV Citroën

L'idée génératrice qui a inspiré la conception de la 7 CV (1) est de présenter au public une voiture à la fois nouvelle et complète, répondant aux conditions suivantes d'exécution du véhicule *utilitaire*, à savoir : 4 places confortables, 100 kilomètres à l'heure, moins de 1.000 kilogrammes, moins de 10 litres aux 100 kilomètres et prix abordable, si l'on tient compte des taxes diverses à la production qui grèvent actuellement tous nos prix de revient et nous « handicapent » vis-à-vis de nos concurrents sur les marchés extérieurs.

Le *châssis coque*, conjuguant carrosserie et cadre apparaît pour la première fois en France (Adler l'avait adopté déjà en Allemagne), ce qui a pour avantage de réduire le poids et aussi les opérations de montage. Il est exécuté par les procédés les plus récents d'emboutissage et de soudure électrique. La « monocoque » tout acier soudée électriquement (2) est une garantie efficace contre les chocs.

La traction avant

Les *roues avant indépendantes* ont été adoptées, ainsi que nous l'avions laissé pressentir ici (3), dans le but d'améliorer les qualités de direction et de suspension (sécurité et confort). Elles ont fait leur preuve (Peugeot, Mathis, notamment) et Citroën les a heureusement adoptées. Même les roues arrière sont dotées d'indépendance, et le montage est tel que celles-ci ne peuvent pas se coucher dans les virages. Le *système de suspension* employé pour les 4 roues, dit à barres de torsion, est différent de celui utilisé par Mathis et par Porsche (Allemagne). Il consiste à remplacer les ressorts à lames par des barres d'acier qui travaillent à la torsion (élasticité constante, indifférence totale aux intempéries). En France, jusqu'ici, les constructeurs en grande série hésitaient

(1) Renault vient de nous présenter lui aussi une sept chevaux (Celtaquatre), dont nous parlons ci-après, page 28, qui est d'un prix moins élevé.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 37, page 247.

(3) Voir *La Science et la Vie*, n° 182, page 143.

devant la *traction avant*. Seules, quelques marques l'utilisaient depuis le Salon de Paris de 1930 (Tracta) (1). Malgré certains inconvénients techniques constatés (conditions optima d'adhérence et obligation d'entretien des joints de transmission), ce système donne à la voiture des qualités « défensives » exceptionnelles, plus spécialement dans les virages. La voiture *traînée*, et non *poussée*, offre le maximum de stabilité et, par suite, de sécurité. Ce dispositif permet, en outre, par suite de la suppression de l'arbre de transmission, d'abaisser au maximum le centre de gravité en réduisant notablement la hauteur totale de la carrosserie, donc le maître couple (section transversale de la caisse), d'où diminution de la résistance à l'avancement. Le dessous de la monocoque est constitué par une tôle continue, ce qui, du point de vue aérodynamique, améliore l'écoulement des filets d'air (moindre résistance à l'avancement et réduction de l'interréaction entre sol et caisse).

Les freins et la boîte de vitesses

Quant aux *freins*, ils sont à commande hydraulique, seul procédé actuel pour répartir également le freinage sur les quatre roues et réaliser le rattrapage automatique des jeux jusqu'à usure complète des garnitures. Aucun levier n'encombre les places avant : la commande des vitesses est obtenue par une manette placée sur la planche de bord et le frein à main est actionné par une tirette peu encombrante.

La *boîte de vitesses* est à trois vitesses, dont deux silencieuses (*il n'y a pas de prise directe*) synchronisées comme sur tous les modèles classiques. Nous n'en sommes pas encore ni aux boîtes *présélectives*, ni aux boîtes *automatiques* trop chères et encore à l'étude. Cependant, en Angleterre, plus de vingt constructeurs utilisent la « présélective » Wilson. En Amérique, il y a déjà des boîtes semi-automatiques (Reo et Chrysler), qui ont fait leurs preuves. Quant à l'automatisme total, nous sommes encore dans le domaine de la recherche. Cependant, en France, une marque de grande série prépare une transmission automatique que nous verrons sans doute au prochain Salon de Paris. Nous sommes, du reste, persuadés que l'automatisme s'imposera un jour sur toutes les voitures, car c'est l'un des moyens les plus efficaces de *réduire la consommation* d'essence du moteur par une meilleure utili-

sation de la puissance utile, tout en facilitant considérablement la conduite.

Voyons maintenant le *moteur*, dit « flottant », à culbuteurs (4 cylindres) de 35 CV au banc : la nouveauté consiste dans le montage des cylindres, qui sont amovibles et fabriqués en fonte très dure (d'où moins d'ovalisation par usure), de composition spéciale à base de chrome, molybdène, etc., ce qui permet à la fois un montage rapide et un remplacement aisé (solution moderne pour le service d'entretien). Quelques détails curieux : pas d'aluminium dans l'établissement du moteur ; rien que fonte et acier.

Quelques remarques : par ces temps de recherches méticuleuses d'aérodynamisme, il est surprenant de constater que les phares ont été conservés à l'ancienne mode, au lieu d'être encastrés, ce qui accroît assez sensiblement la résistance de l'air et, par suite, la consommation (plus d'un demi-litre d'essence perdue aux 100 kilomètres). Nous faisons toutes réserves à l'usage sur le bon entretien des joints de transmission qui réclament régulièrement un graissage soigné sous peine d'usure prématurée. Certains précédents nous incident à cette remarque.

La question des essais

Enfin, ajoutons que cette mécanique, née dans la première quinzaine de décembre dernier, a été rapidement poussée à la production. Rappelons, par contre, que Ford n'a lancé jusqu'ici ses modèles sur le marché qu'après les avoir fait rouler et contrôler pendant près de deux ans, de façon à juger de leurs qualités de robustesses. Cependant, une autre méthode pour éprouver l'endurance (méthode analogue à celle employée par Citroën) consiste à poursuivre *intensivement* les essais sur piste pendant quelques mois seulement. C'est la méthode dite de laboratoire en honneur, entre autres, à la « General Motors », qui a créé, à cette fin, les fameux « proving grounds » (champs d'épreuves) à Flint (E.-U.), où les voitures « en épreuve » totalisent au moins 1.500 kilomètres par jour. C'est le parcours que faisait, il y a dix ans, un châssis d'essai en une semaine !

Encore une réflexion d'ordre général pour terminer cette brève analyse : la grande série en mécanique s'est révélée comme étant la synthèse la plus parfaite des procédés d'usinage : *précision* déterminée et contrôlée, sans laquelle il n'y aurait pas de « série » possible, et, par voie de conséquence, *économie*, sans laquelle il n'y aurait pas de

(1) En 1931, l'Allemagne a construit la 5 CV « D.K.W. » à traction *avant* et la 10 CV Audy Fan dernier, également à traction *avant*.

prix de revient susceptible d'attirer le nombre d'acheteurs suffisant. Sans précision, pas de série; sans série, pas de bas prix; sans prix accessible, pas d'acquéreurs assez nombreux.

Nous regrettons, du reste, qu'en France nous n'en soyons pas, comme en Amérique, à la voiture de moins de 10.000 francs; mais le constructeur français n'est pas seul responsable; il y a les impôts à la production, les charges sociales, le loyer exagéré de l'argent et l'amortissement régulier d'un matériel fort onéreux ne pouvant servir qu'à

un seul type de voiture, enfin le prix des matières premières. Nous n'en sommes pas encore en France au principe américain consistant à créer une usine complète pour un modèle déterminé et à l'amortir sur une seule campagne commerciale (en général, un an, comme chez Pontiac, par exemple).

Nous comptons dresser ici la comparaison des impôts et charges qui frappent, en France, en Europe et aux Etats-Unis, une voiture de même puissance, depuis l'origine jusqu'à la livraison au client. G. B.

M. Louis Renault nous a dit récemment: « J'ai créé une voiture utilitaire de 1.500 centimètres cubes sous le signe de la surpuissance (grande puissance du moteur, faible poids du véhicule) avec le souci primordial de réaliser la plus grande *sécurité d'emploi*. C'est pourquoi j'ai adopté toutes les solutions « classiques » ayant fait leur preuve depuis longtemps. C'est pourquoi j'ai exclu la traction avant et les roues indépendantes. Chevrolet vient d'y renoncer en Amérique. Cela m'a permis, suivant ma formule, d'offrir à la clientèle, une voiture de la meilleure qualité (matière, usinage, montage) au moindre prix. J'ai suivi, cependant, l'évolution moderne des formes extérieures pour satisfaire au goût du jour et j'ai cherché, dans les moindres détails, à réaliser confort et usage pratique (logement des bagages dans l'arrière de la coque). J'ajouterais que je trouve toujours l'incidence excessive des impôts sur les prix (30 % environ du prix de vente). »

On voit que les avis sont partagés en ce qui concerne les roues indépendantes.

Nous ajouterons que la firme Peugeot, unanimement appréciée, les a cependant adoptées l'une des premières, à l'entière satisfaction de sa nombreuse clientèle.

Nous reviendrons, d'ailleurs, sur les différentes conceptions de ces grands constructeurs.

N. D. L. R.

Ce n'est point sans surprise qu'on a pu lire à l'Officiel, dans le compte rendu de la séance du 15 mars de la Chambre des députés, consacrée à la catastrophe de Lagny, la phrase suivante émanant du ministre des Travaux publics lui-même :

« La supériorité de la voiture métallique réside aujourd'hui dans le fait qu'elle a surtout rencontré des voitures en bois ou semi-métalliques. »

Le moins qu'on puisse dire d'une telle affirmation est qu'elle déconcerte. N'a-t-elle pas déjà reçu des faits le démenti le plus péremptoire ?

Qu'on se rappelle les circonstances dans lesquelles s'est produit notamment, en 1932, le déraillement du rapide de Bâle, en gare de Villepatour : à la vitesse de 110 kilomètres à l'heure, un wagon poste métallique, qui suivait un fourgon métallique, la locomotive et son tender, fit, après déraillement des éléments qui le précédaient, un tour complet sur lui-même, après avoir défoncé par une de ses extrémités le mur de la gare dont la marquise s'abattit, tandis que son autre extrémité pulvérisait un wagon de betteraves, en bois, garé sur une voie latérale.

Quelle démonstration plus complète peut-on imaginer de la résistance des voitures métalliques ? Choc à pleine vitesse, et, par conséquent, d'une violence inouïe, contre un mur, c'est-à-dire contre un obstacle d'une autre résistance qu'un véhicule en bois ou semi-métallique. L'obstacle de pierre et de ciment a pourtant cédé, alors que la voiture métallique a soutenu le choc. On n'eut seulement à déplorer que quelques blessés à l'intérieur du wagon-poste.

Il tombe sous le sens, au surplus, qu'un convoi composé uniquement de voitures métalliques n'est point un ensemble rigide, mais une formation souple qu'un choc en tête disloquera latéralement suivant les lignes de moindre résistance.

Cette notion mécanique élémentaire a été parfaitement confirmée par l'accident dont nous parlons, ainsi qu'il était aisé de le prévoir; un certain nombre d'accidents survenus aux Etats-Unis a conduit à des constatations identiques. N'est-il donc point regrettable d'avoir à enregistrer, du haut de la tribune du Parlement, une assertion à laquelle s'opposent à la fois le raisonnement et l'expérience ? En une matière aussi grave que celle de la sécurité des usagers du rail, le moins qu'on puisse demander aux pouvoirs publics c'est de ne point se déterminer sur de simples hypothèses ou sur des opinions a priori, mais sur une étude objective et scientifique des faits. L'opinion publique doit être éclairée et non égarée.

VOICI DE NOUVEAUX DISPOSITIFS DE RÉGLAGES SILENCIEUX QUI AMÉLIORENT LES SYSTÈMES ANTIFADING

Par C. VINOGRADOW

INGÉNIEUR RADIO E. S. E.

Les systèmes antifading, dont l'emploi est maintenant généralisé dans les postes de T. S. F. modernes, présentaient jusqu'à ce jour l'inconvénient assez sérieux d'être exagérément sensibles aux parasites atmosphériques, lorsqu'on passait d'un réglage à un autre. Grâce à l'interposition d'une « lampe de silence », dont le principe est décrit dans l'article que l'on va lire, cette difficulté a pu être élégamment tournée, de sorte que les dispositifs antifading pourront comporter désormais un réglage absolument silencieux. Voilà encore un progrès appréciable pour les « sans-filistes ».

LE fonctionnement des divers systèmes antifading, déjà décrits dans *La Science et la Vie* (1), est basé sur un principe relativement simple. On règle à l'avance la sensibilité du récepteur à une valeur suffisamment élevée pour pouvoir entendre, avec une puissance convenable, les stations les plus faibles. Dès qu'une émission plus forte est captée par le poste, son dispositif antifading entre en jeu et diminue automatiquement sa sensibilité, de façon qu'à aucun moment la puissance finale ne dépasse la limite fixée. Par contre, si, pendant la réception, la puissance de la station émettrice diminue pour une cause quelconque, le dispositif antifading augmente automatiquement et instantanément la sensibilité du récepteur, et continue de maintenir toujours la même puissance d'audition.

C'est la lampe détectrice qui remplit le rôle du régulateur d'amplification. Connectée à un système de résistances, elle diminue la sensibilité des lampes amplificatrices des étages haute fréquence, en augmentant leur

polarisation chaque fois qu'elle reçoit elle-même les oscillations haute fréquence, et ceci proportionnellement à l'amplitude de ces oscillations.

Il s'ensuit que, pendant le réglage du poste, sa puissance se trouve automatiquement portée à son maximum chaque fois que son accord ne correspond pas à une émission, puisque tout se passe, à ce moment, comme si on recevait une émission faible.

Écoutez avec un récepteur antifading une émission de puissance moyenne. L'onde porteuse de cette

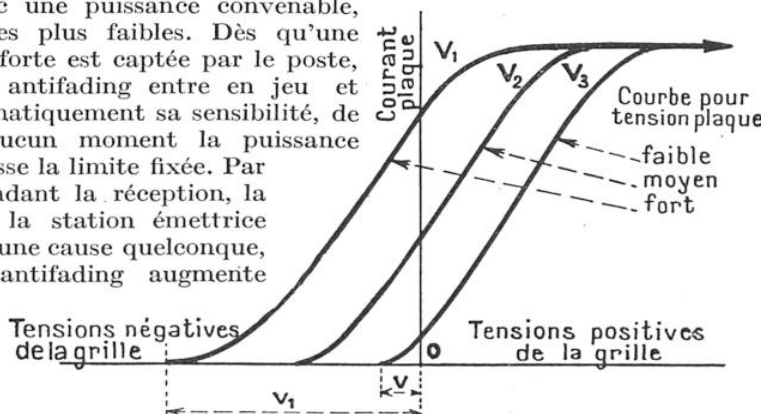


FIG. 1. — LE COURANT « PLAQUE » DÉPEND DE LA TENSION DE LA GRILLE DANS LA LAMPE DÉTECTRICE

En rendant la grille négative, on peut arrêter le courant plaque. Si la plaque a un potentiel élevé, il faut une forte polarisation de la grille pour arrêter le courant plaque (V_1). Si, au contraire, la plaque a une faible tension, un très petit potentiel (v) suffit à cet effet.

émission, pénétrant dans la lampe détectrice, ramènera la sensibilité de l'appareil à une valeur moyenne, nécessaire pour assurer à l'audition la puissance prévue. Mais, en même temps que l'émission, notre poste reçoit les parasites atmosphériques

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 194, page 127.

normaux, toujours présents dans l'espace. Grâce à sa sensibilité atténuée, il les entendra d'une façon imperceptible et, en tout cas, aucunement gênante pour l'audition.

Supposons maintenant que nous déplaçons notre condensateur d'accord, et que nous quittions ainsi l'écoute de l'émission. La lampe détectrice, ne recevant plus l'onde porteuse de l'émission, accroîtra l'amplification en haute fréquence, qui retrouvera instantanément sa valeur maximum. Par suite, les parasites atmosphériques que nous entendions à peine, le récepteur étant réglé sur un poste, seront reçus, en dehors du réglage, avec la plus grande puissance dont le poste est capable. Les décharges atmosphériques, même violentes, sont essentiellement discontinues et irrégulières. Le système antifading exigeant, pour son fonctionnement, une oscillation continue ne peut donc pas entrer en jeu, et le vacarme continue tant que le déplacement du condensateur n'accorde pas notre poste sur une nouvelle station d'émission.

La sensibilité exagérée aux parasites entre deux réglages est un très grave inconvénient des postes antifading, d'autant plus que ces appareils possèdent habituellement un grand nombre de lampes et une sensibilité très poussée.

Pour rendre les postes antifading absolument silencieux entre les deux réglages, il suffirait de pouvoir déconnecter le haut-parleur chaque fois que le récepteur quitte le réglage correspondant à une station. Cette « commutation », évidemment impossible à exécuter par les moyens mécaniques, a été dernièrement réalisée par des moyens purement électriques, en incorporant aux montages antifading une lampe spéciale. Le rôle de cette « lampe de silence » est uniquement d'isoler électriquement du poste la lampe de sortie pendant le déplacement

de l'index entre deux réglages voisins.

Examinons le schéma donné par la figure 2. Le courant haute fréquence, reçu et amplifié par le poste, arrive dans l'enroulement secondaire du transformateur T_2 et attaque la lampe détectrice binode L_1 . Les impulsions unilatérales du courant détecté parcourent le circuit comme l'indique la flèche A et créent, aux extrémités de la résistance R_1 , une différence de potentiel variable, qui est due à la modulation du poste émetteur. Les oscillations ainsi détectées sont transmises, d'une façon classique, par l'intermédiaire de la petite capacité C_y ,

à la grille G_3 (fig. 2) de la première lampe basse fréquence. Cette dernière les amplifie et les transmet ensuite à la lampe de sortie, non représentée sur le schéma. Mais la différence de potentiel existant aux bornes de R_1 est transmise également à la résistance R_2 et à la capacité C_1 , qui l'aplanissent et la transforment en une tension négative stable réglant automatiquement, sous la forme du montage antifading classique, la polarisation des lampes des étages haute fréquence.

Aux bornes de la résistance R_1 est branché également un autre système semblable, composé par la résistance R_5 et la capacité C_2 , et qui crée également une tension négative stable proportionnelle à l'amplitude de l'onde porteuse. Cette tension est appliquée à la grille (G_1 , fig. 2) de la « lampe de silence ». La plaque de cette lampe est réunie, par l'intermédiaire de la résistance R_y , au potentiomètre $R_5 R_6 R_7$, et c'est le tronçon R_5 de ce dernier qui fournit la tension positive nécessaire pour le fonctionnement de la lampe. Cette tension étant relativement faible, il suffit de donner à la grille G_1 une très légère tension négative pour supprimer complètement le courant-plaque de la lampe. La tension négative de la

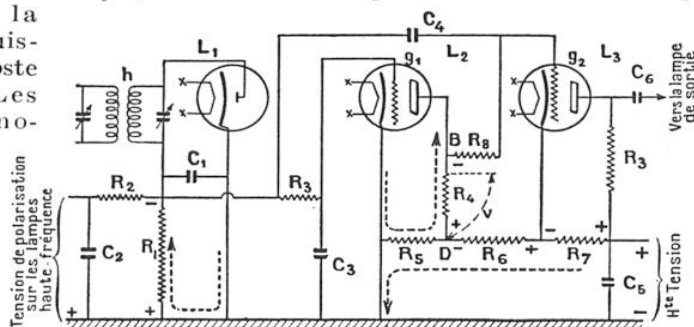


FIG. 2. — MONTAGE DE LA LAMPE ASSURANT, SUR UN POSTE ANTIFADING, UN « RÉGLAGE SILENCIEUX »

L_1 , lampe diode détectrice; L_2 , lampe assurant le réglage silencieux; L_3 , lampe amplificatrice basse fréquence; T_2 , transformateur haute fréquence; R_1 , résistance de cathode de la détectrice; C_1 , petite capacité, filtrant la haute fréquence; R_2 , C_2 , filtre pour tension négative de polarisation des lampes haute fréquence; R_3 , C_3 , filtre de polarisation de la lampe « de silence »; R_5 , R_6 , R_7 , potentiomètre triple; R_4 , résistance plaque de la lampe « de silence »; R_6 , résistance de polarisation de la grille de la lampe L_3 ; C_4 , capacité de couplage pour les oscillations musicales.

grille étant, comme nous avons vu, proportionnelle à la puissance de l'émission captée par le poste, on voit immédiatement que même les émissions les plus faibles peuvent arrêter le courant-plaque traversant la résistance R_y . Notons, pour le moment, que le courant-plaque circule dans le sens de la flèche F , et que son passage rend négative

tème quand le récepteur accordé sur une station quelconque quitte cette dernière, et, traversant une zone sans émissions, s'accorde de nouveau sur une station voisine.

Comme nous avons vu, quand le poste reçoit une émission, même très faible, une tension négative se trouve appliquée à la grille de la « lampe de silence », et aucun

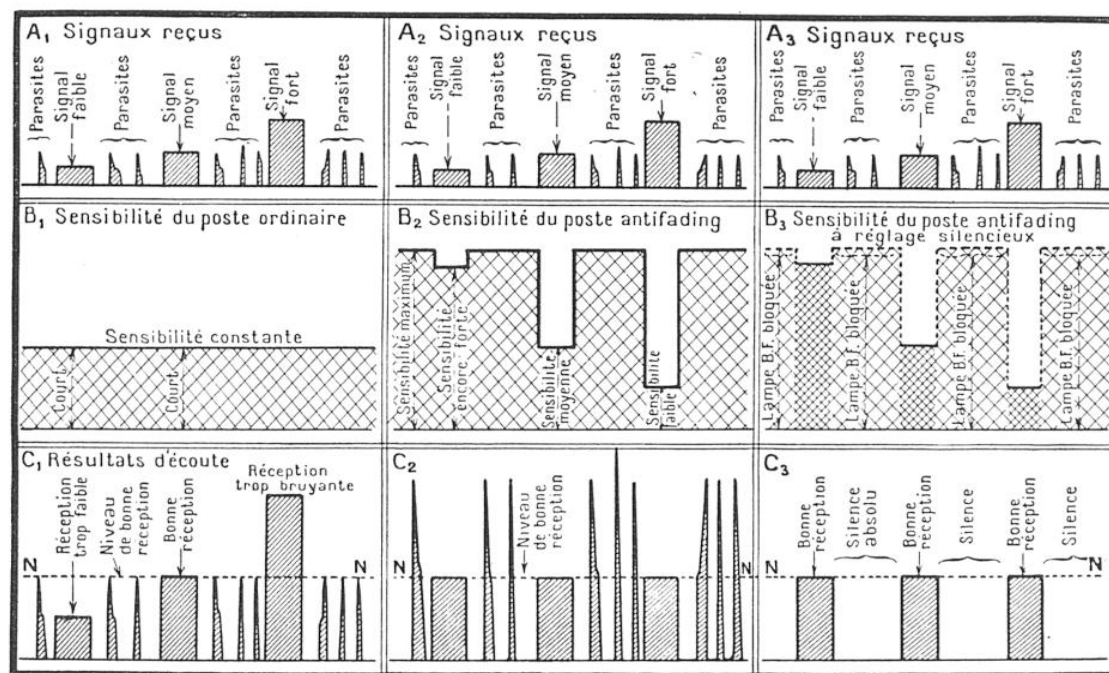


FIG. 3. — TABLEAU DE COMPARAISON DE LA QUALITÉ DES RÉCEPTIONS : AVEC UN POSTE ORDINAIRE, AVEC UN POSTE ANTIFADING ET AVEC UN POSTE A « RÉGLAGE SILENCIEUX »

Soit un groupe de signaux, émission faible, émission moyenne, émission forte, se détachant sur un fond de parasites de moyenne puissance (tableaux A_1 , A_2 , A_3). Ces émissions pénètrent dans trois postes différents : poste ordinaire, poste antifading, poste à réglage silencieux dont les sensibilités sont données respectivement par les tableaux B_1 , B_2 , B_3 . Les tableaux C_1 , C_2 , C_3 donnent les résultats obtenus avec chacun de ces trois postes, la ligne pointillée NN , indiquant le niveau de bonne réception. On voit que, dans le poste ordinaire (C_1), l'émission faible n'est pas assez amplifiée ; par contre, l'émission forte l'est trop ; dans le poste antifading (C_2), les trois émissions sont reçues avec la même puissance, mais en raison de la sensibilité élevée du récepteur, les décharges parasites sont amplifiées démesurément entre les émissions. Au contraire, dans le poste « à réglage silencieux » (C_3), les trois émissions sont reçues avec la même puissance : entre les réglages le silence est absolu avec absence totale des parasites.

l'extrémité supérieure B de la résistance plaque par rapport à son extrémité inférieure D . Comme le montre le schéma, la résistance R_y fait également partie du circuit-grille de la première lampe basse fréquence. Par conséquent, le passage du courant-plaque dans la résistance R_y rendrait encore plus négative la grille G_3 de la lampe basse fréquence, car cette grille possède déjà un potentiel négatif régulier assuré par la résistance R_6 du potentiomètre.

Examinons comment fonctionne le sys-

courtant-plaque ne traverse la résistance R_y , dont les deux extrémités B se trouvent, de ce fait, au même potentiel. En l'absence de courant dans la résistance R_y , la polarisation de la grille G_3 de la lampe basse fréquence se trouve, par conséquent, assurée uniquement par la résistance R_6 , et la lampe fonctionne normalement. Le potentiel basse fréquence, dû aux modulations recueillies aux bornes de R_1 par la capacité C , se trouve donc normalement amplifié et, ensuite, transmis à la lampe de sortie.

Supposons maintenant que nous désaccordons le poste et que les oscillations haute fréquence arrivent vers la lampe détectrice de plus en plus affaiblies. Il est évident que la tension négative v polarisant la grille de la « lampe de silence » diminuera également. A un moment donné, cette tension deviendra tellement petite qu'elle ne pourra plus arrêter le courant-plaque de la « lampe de silence », et ce dernier commencera à traverser la résistance R_y . Cette résistance étant assez élevée, le moindre courant-plaque la traversant portera son extrémité B à un potentiel négatif assez élevé par rapport à son extrémité D . La grille G_a de la lampe basse fréquence réunie au point B deviendra donc, par la même occasion, tellement négative que la lampe ne pourra plus fonctionner normalement et amplifier les oscillations transmises par la petite capacité c . Ainsi, les décharges atmosphériques seront bien transmises à la grille de la lampe basse fréquence, mais cette dernière étant bloquée par la polarisation trop élevée, ne les transmettra pas plus loin, et le haut-parleur restera silencieux.

Le poste restera muet tant que le système

d'accord ne sera pas réglé sur une nouvelle émission. Mais il suffit qu'une onde pénètre de nouveau dans le récepteur pour que la lampe détectrice crée une chute de tension, le long de R_1 , permettant une légère polarisation de la grille de la « lampe de silence ». Cette polarisation arrêtera immédiatement le courant-plaque de la « lampe de silence » et décrochera ainsi la lampe basse fréquence qui recommencera de nouveau à amplifier les signaux.

Le système, comme on voit, ne comporte aucune pièce capable de se détériorer et fonctionne d'une façon parfaite. Il est évident qu'une lampe unique « diode-triode » peut être employée, ou même un détecteur à oxyde de cuivre genre Westector, à la place du détecteur diode et lampe BF du schéma, sans que le principe de fonctionnement soit modifié.

La manœuvre d'un récepteur muni d'un « réglage silencieux » est infiniment agréable et nous ne doutons pas que, la saison prochaine, tous les appareils importants ne soient munis d'une « lampe de silence » ou d'un autre dispositif analogue.

C. VINOGRADOW.

Depuis l'avènement du nouveau régime instauré en Italie, il est juste de reconnaître avec quel sens avisé des circonstances le gouvernement a su orienter le programme de construction de ses forces militaires, maritimes et aériennes.

A propos de l'achèvement prochain des douze nouveaux croiseurs (1934-1935) qui seront mis en service avant l'expiration des conventions de la Conférence de Londres, le Duce a célébré, le 15 avril dernier, la rénovation de la marine italienne. La caractéristique la plus marquante de ces bâtiments de petit tonnage (7.000 tonnes) est constituée par leur rapidité (37 nœuds, 68 kilomètres à l'heure) complétée par une artillerie ultra-moderne. Ce sont des navires redoutables parce que rapides et bien armés, où tous les perfectionnements techniques ont été réalisés comme sur les croiseurs allemands de 10.000 tonnes type Deutschland (1). Pour menacer notamment les communications maritimes en Méditerranée, cette flotte sera fort redoutable. L'amirauté italienne a fort bien compris que les engins modernes de la défense nationale devaient être surtout des instruments de qualité, efficaces par leur grand rendement plus que par leur nombre et répondant au mieux de la politique militaire du pays.

Dans les forces aériennes, c'est, du reste, la même tendance qui se manifeste. L'aviation et l'hydraviation italiennes sont en effet pourvues des appareils les plus rapides et les mieux adaptés aux conditions du combat aérien. Là aussi, c'est avant tout une flotte de qualité plus que de quantité, où la vitesse et l'armement s'avèrent redoutables (avions de chasse et de bombardement atteignant des vitesses de 300 à 400 kilomètres à l'heure). On peut juger du rôle que pourront jouer sur mer comme dans les airs des « unités » se déplaçant à 65 ou 70 kilomètres à l'heure (croiseurs et contre-torpilleurs) et des avions « abattant » le kilomètre en moins de 10 secondes.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 173, page 372.

L'ESPAGNE, ELLE AUSSI, A SON PLAN QUINQUENNAL

Par Pierre-Jean BOURBON

Si l'Espagne a tiré surtout sa richesse de ses revenus agricoles, elle possède des ressources minières fort importantes, dont la mise en valeur se poursuit méthodiquement depuis 1918. Le ralentissement des affaires, imputable à la crise mondiale, a incité le nouveau gouvernement républicain à mettre en œuvre un programme de grands travaux, véritable « plan quinquennal », capable de stimuler l'activité industrielle tout en dotant la péninsule d'un équipement économique vraiment moderne. Comme dans tous les programmes de ce genre, on trouve dans ce plan des projets relatifs à la construction d'édifices publics, de routes et de réseaux de distribution électrique, à l'installation de stations radiophoniques ainsi qu'à la réorganisation de l'aviation militaire et marchande. Mais la partie la plus originale de ce programme est incontestablement le Plan National des Travaux hydrauliques, dont le double objectif est d'assurer, par une irrigation rationnelle, la fertilisation de toute la partie orientale de l'Espagne, en même temps que la pleine utilisation des ressources hydroélectriques du pays. Notre collaborateur, bien placé pour nous parler des choses d'Espagne, expose ici l'effort de ce pays, qui se chiffre par six milliards de pesetas, soit douze milliards de francs, environ.

L'ÉCONOMIE espagnole présente un double caractère. L'agriculture, dont les revenus annuels sont supérieurs à 10 milliards de pesetas (1) — 21 milliards de francs environ — constitue sa principale richesse. A côté d'elle, les ressources minières de l'Espagne sont largement suffisantes pour subvenir à tous les besoins du pays en matières premières.

Depuis 1892 — et surtout depuis 1898, époque à laquelle l'Espagne perd les derniers vestiges de son empire colonial, — a été entreprise la mise en valeur rationnelle de ces ressources naturelles. L'agriculture est restée encore aujourd'hui le fondement de l'économie nationale, mais, favorisé par une politique essentiellement protectionniste, l'essor industriel n'a cessé de se poursuivre.

Un coup d'œil rapide sur l'ensemble de ses richesses naturelles, ainsi que des industries de transformation, permettra de se faire une idée sur les possibilités de développement des moyens de production de ce pays.

Ressources minières et métallurgiques

Les réserves de charbon de l'Espagne peuvent être évaluées en gros entre 8 et 10 milliards de tonnes ; ses gisements de minerais de fer, éparpillés sur tout le territoire — les principaux sont situés dans les régions de Bilbao, Leon et Almeria — représentent

(1) Le cours actuel de la peseta est de 2 fr. 08. Une peseta-or vaut approximativement 5 francs.

approximativement 1 milliard de tonnes.

Pour les pyrites ferro-cuivreuses dont la plus grande partie est destinée à l'exportation, l'Espagne possède les réserves les plus importantes du monde, notamment dans la province de Huelva.

Il faut encore citer les importants gisements de plomb de Carthagène et d'Andalousie, de zinc de Santander. Enfin, l'Espagne est le premier pays producteur de mercure. Les mines d'Almaden, dans la province de Ciudad-Real, exploitées par l'État, constituent le gisement le plus important connu à ce jour. Il a produit, depuis 1864, plus de 160.000 tonnes de mercure à partir de 2 millions de tonnes de minerai.

Quant aux gisements de potasse de la Catalogne, récemment découverts, ils s'étendent dans les provinces d'Aragon et de Pampelune et promettent d'être parmi les plus importants du monde.

La production annuelle, qui a dépassé 2.000 tonnes par jour, tend à concurrencer les potasses d'autre provenance sur les divers marchés européens.

Enfin, la quantité de lignite répandue sur tout le territoire de l'Espagne est incalculable ; parmi les gisements les plus importants, on peut citer ceux de la province de Teruel ; ceux de Utrillas (Saragosse) qui, distillés à basse température, donnent, dans les essais de laboratoire, 10 % d'huiles ; ceux du bassin de l'Ebre qui, dans les mêmes

conditions, donnent 10, 12 et 15 % d'huiles paraffinées ; ceux du bassin de Berga (Barcelone). Ces lignites sont toutefois, dans l'état actuel de la technique, peu propres à la distillation en raison de leur pourcentage de soufre (5 à 6 % en moyenne).

Comme sources de combustibles liquides, on peut citer, en outre, en dehors des sables asphaltiques, les schistes bitumineux de Puertollano (province de Ciudad-Real), dont on a traité, l'an dernier, 65.000 tonnes qui ont produit 1.128.000 litres d'essence.

Industries de transformation

Riche en matières premières, mais dépourvue d'outillage et de moyens de transport faciles, l'Espagne n'a pu développer son industrie de transformation qu'à la faveur d'une législation de protection.

Ces mesures spéciales consistent, outre les barrières douanières, dans la réduction ou l'exemption des impôts, dans l'application de tarifs spéciaux de transport, dans des prêts et garanties d'ordre financier, et enfin dans les commandes de l'État qui, sous la dictature, s'érige en premier client national dans des entreprises de travaux publics, constructions de voies ferrées, réformes urbaines, etc.

Pour le charbon, par exemple, dont le prix de revient est élevé par suite de la forte proportion de menus qui atteint 70 % dans les mines des Asturies (65 % de la production nationale), des mesures spéciales ont été prises pour éviter la trop forte concurrence de la houille anglaise, d'un pouvoir calorifique plus élevé.

L'emploi de 90 % de combustible national a été rendu obligatoire dans les industries placées sous la protection et le contrôle de l'État.

Dès à présent, l'industrie espagnole s'est suffisamment développée pour fabriquer tout le matériel dont le marché offre des caractéristiques stables et un volume suffisant.

C'est ainsi que la fabrication nationale englobe : la construction métallique, une grande partie des machines agricoles, les vaisseaux de la flotte de guerre et de la marine marchande, le matériel électrique de petite puissance, le matériel ferroviaire, etc.

Le matériel électrotechnique lourd commence à être fabriqué également en Espagne

dans les ateliers de Reinos, de la « Constructora Naval », qui construit des transformateurs de 2.000 kVA, par exemple, et dans l'usine de Cornella (Barcelone), de la « Siemens Industria electrica », filiale de la « Siemens » de Berlin.

En ce qui concerne le matériel ferroviaire, la « Compagnie Auxiliaire des Chemins de fer », spécialisée dans ce genre de fabrication, constitue un

exemple type d'industrie nationalisée en Espagne. Ayant livré, en 1905, la première locomotive de fabrication espagnole, cette entreprise construisait en 1929 : 21 voitures de voyageurs, 7 locomotives électriques et 1.630 wagons. Elle construit actuellement des locomotives électriques complètes, des automotrices, etc., et elle peut produire annuellement : 2.000 wagons, 100 voitures de voyageurs, et toutes pièces de rechange telles que : arbres, bandages, roues, etc.

Les ateliers de Beasain (Guipuzcoa) de cette compagnie, qui s'outillent actuellement en vue de la fabrication de voitures et de wagons entièrement métalliques, a obtenu dernièrement, en concurrence avec d'autres constructeurs européens, une commande importante de matériel destiné à la Bulgarie.



FIG. 1. — LES RICHESSES MINIÈRES DE L'ESPAGNE

Cette carte montre la répartition des gisements miniers sur les différents points du territoire de la péninsule. Les mines de pyrites ferro-cuivreuses, situées notamment dans la province méridionale de Huelva, possèdent les réserves de minerais qui comptent parmi les plus importantes du monde.

De la même façon, le développement actuel de l'industrie métallurgique permet à certaines usines espagnoles de commencer à travailler pour l'exportation, sur une échelle réduite bien entendu. C'est ainsi que les « Hauts Fourneaux de la Vizcaya », à Bilbao, construisent des rails pour l'Argentine et le Portugal, et que la « Constructora Naval » a en chantiers des bateaux destinés au Mexique. Le devis d'un milliard de pesetas prévu dans le plan quinquennal pour la construction, dont nous parlons plus loin, va offrir un important débouché à cette industrie.

L'industrie chimique

L'industrie chimique devait naturellement s'orienter vers un marché stable, tel que celui fourni par l'agriculture.

L'industrie des engrais chimiques s'est développée, en effet, au point que tous les *superphosphates* nécessaires aux besoins de l'agriculture sont fabriqués dans le pays. Mais la matière première étant peu abondante (10.000 tonnes de phosphates seulement proviennent de Logrosan, province de Caceres), par suite du manque de moyens de communications, 430.000 tonnes ont été importées durant l'année écoulée, à raison de 310.000 du Maroc français et 120.000 d'Algérie. L'acide sulfurique nécessaire au traitement de ces phosphates est obtenu dans le pays à partir du soufre des pyrites.

Quant aux *engrais potassiques*, ils sont intégralement obtenus dans le pays, provenant des gisements de potasse de la Catalogne. Par contre, en 1933, pour une consommation moyenne de 420.000 tonnes, l'Espagne n'a produit que 30.000 tonnes d'*engrais azotés*.

L'évolution industrielle de l'Espagne depuis la guerre

Sous la dictature du général Primo de Rivera a été mis à exécution un vaste programme de travaux publics, de construction des voies ferrées, de réformes urbaines, etc., qui a provoqué un extraordinaire essor des industries minières et métallurgiques. La valeur de la production est passée de 751 millions de pesetas en 1922 à 1.718 millions en 1928.

L'ère de troubles politiques qui a suivi le régime dictatorial a provoqué une grosse dépression économique nationale, à laquelle est venue se superposer, pendant la période constituante de la République, la dépression économique mondiale. Les chiffres ci-dessous traduisent la baisse de la production des industries extractives entre 1930 et 1932, due en grande partie à la diminution des

exportations. Quant à la dépression du marché intérieur, on peut l'apprécier d'après les chiffres de production du charbon : 6.306.000 tonnes en 1932 contre 7.550.000 tonnes en 1930. L'industrie principalement affectée par cette baisse est l'industrie sidérurgique dont la consommation passe de 2.173.000 tonnes de charbon en 1930, à 1.263.000 tonnes en 1932.

	1930	1932
	Tonnes	Tonnes
Minerai de fer	3.190.000	1.760.000
Pyrites de fer et ferro-cuivreuses.....	2.571.000	754.000
Plomb	151.000	138.000
Mercure	29.000	10.000
Soufre.....	65.000	53.000

Cependant, l'évolution politique récente va entraîner dans l'ordre économique des modifications profondes. La Constitution espagnole de 1931 prévoit la nationalisation des entreprises d'intérêt public, la rationalisation et la coordination des industries et la socialisation de la propriété dans les cas d'utilité sociale. Ce dernier principe a été récemment appliqué dans la réforme agraire pour l'expropriation de grands domaines ruraux. Pour le reste, un « Conseil directeur de l'Economie Nationale » a été chargé d'élaborer un plan rationnel d'exploitation des richesses de l'Espagne.

En attendant, pour résoudre les multiples problèmes économiques et sociaux qui se posent au pays, la crise de chômage et celle des industries nationales en particulier, le gouvernement actuel a jeté les bases d'un vaste *plan quinquennal de reconstruction nationale*.

Ce plan comprend essentiellement :

1° Un programme de construction d'édifices pour les services de l'État, et de travaux publics, dont le devis s'élève à 1 milliard de pesetas ;

2° Un projet de réseau de distribution d'électricité recueillant l'énergie fournie par les chutes d'eau et permettant l'utilisation des charbons inférieurs et des menus sur le carreau des mines ;

3° L'installation de postes de transmission radiophoniques ;

4° La réorganisation des services de l'aviation sur laquelle la République veut baser sa politique de défense nationale ;

5° La création d'un réseau de routes s'étendant, par de multiples ramifications, aux moindres villages d'Espagne.

Une première ouverture de crédit de 1 mil-

liard de pesetas a été prévue pour l'exécution de ce plan.

Un vaste plan de travaux hydrauliques

A ce programme vient s'ajouter un *Plan national des Travaux hydrauliques*, gigantesque projet élaboré par le « Bureau central des Etudes hydrographiques », destiné, d'une part, à développer la production agricole, d'autre part, à utiliser pleinement les ressources du pays au point de vue hydro-électrique. Un devis de 5 milliards de pesetas a été prévu pour la réalisation de ce double objectif.

La mise en valeur du sol de l'Espagne exige des travaux considérables pour corriger le déséquilibre hydraulique naturel. L'irrigation des terres est le problème de toujours. Les Arabes, durant la longue période où ils ont tenu la péninsule sous leur domination, ont entrepris les admirables travaux qui les ont justement rendus fameux. Aujourd'hui encore, dans la plaine de Grenade et dans la vallée de l'Ebre, dans les vergers de Valence et de Murcie, on utilise les canaux d'irrigation creusés par les Maures.

Sous la dictature du général Primo de Rivera, une politique hydraulique coordonnée entre dans la voie des réalisations. Les travaux d'irrigation prévus dans le « plan national » dressé en 1902 sont entrepris dans divers bassins fluviaux, sous la direction d'organismes autonomes : les « Conférences syndicales hydrographiques ». Aujourd'hui, tous ces programmes partiels ont été réunis en un gigantesque et unique projet par le « Bureau central d'Etudes hydrographiques » créé par la République.

Ce projet a pour but la création de nouvelles zones d'irrigation sur une superficie de 1.206.670 hectares et dans l'amélioration d'une zone de 271.665 hectares. Pour cela, il prévoit le détournement d'une partie des eaux du Tage vers la Méditerranée. Il corrige ainsi le déséquilibre hydrographique résultant de ce que la presque totalité des eaux qui se précipitent en abondance sur la ligne de partage des deux versants s'écoule

vers l'Atlantique. Toute la zone orientale de l'Espagne, de Valence à Almeria, région dont le climat est des plus propice au rendement maximum des cultures d'irrigation (oranges principalement), perdra son aridité actuelle. Cette même région est la zone rêvée pour la transformation rapide des cultures de « dry farming » en cultures humides par sa préparation technique, la densité de sa population, l'étendue de ses voies de communications, la division de la propriété, etc.

Le plan national de travaux hydrauliques prévoit une augmentation de la valeur de la production agricole annuelle de l'Espagne de l'ordre de 830 millions de pesetas-or (produits forestiers, 150 ; élevage, 160 ; produits agricoles, 520),

avec une diminution correspondante des importations. Actuellement, 50 % environ des importations espagnoles sont représentées par des produits de l'agriculture et de l'élevage pour une valeur annuelle de l'ordre de 1.200 millions de pesetas-or, ce qui surprend au premier abord pour un pays éminemment agricole. C'est

que l'Espagne, célèbre par ses fruits, ses vins, son huile d'olive, doit importer en grande quantité des céréales, du bétail, du bois, etc., que son sol ne peut produire dans les conditions présentes.

Le plan prévoit que les travaux, répartis sur vingt-cinq ans, coûteront, pour l'installation proprement dite (barrages, canaux d'irrigation), une somme de l'ordre de 2 milliards de pesetas et, au total, y compris les canalisations de distribution, la préparation des terres et tous les ouvrages accessoires, près de 5 milliards de pesetas. Ces chiffres ne paraissent pas exagérés en regard des avantages qu'en retirera l'économie espagnole, parmi lesquels un des moins négligeables est peut-être la mise en valeur des ressources hydroélectriques du pays.

L'industrie hydroélectrique

L'Espagne est un des pays les plus favorisés du point de vue de l'énergie hydraulique ; le versant sud des Pyrénées, dont les deux affluents de l'Ebre, le Segre et le Cinca, recueillent une partie des eaux en fournis-

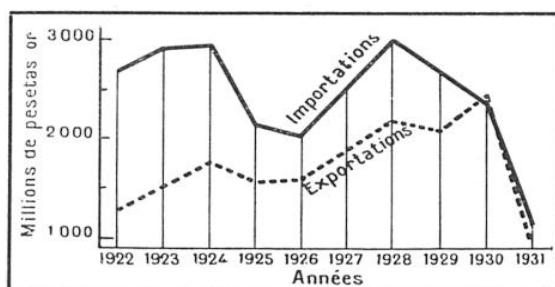


FIG. 2. — L'ÉVOLUTION DU COMMERCE EXTÉRIEUR DE L'ESPAGNE ENTRE 1922 ET 1931. La chute des exportations et des importations est particulièrement rapide depuis 1930, par répercussion de la crise mondiale et des troubles politiques qui ont suivi, dans ce pays, le régime dictatorial.

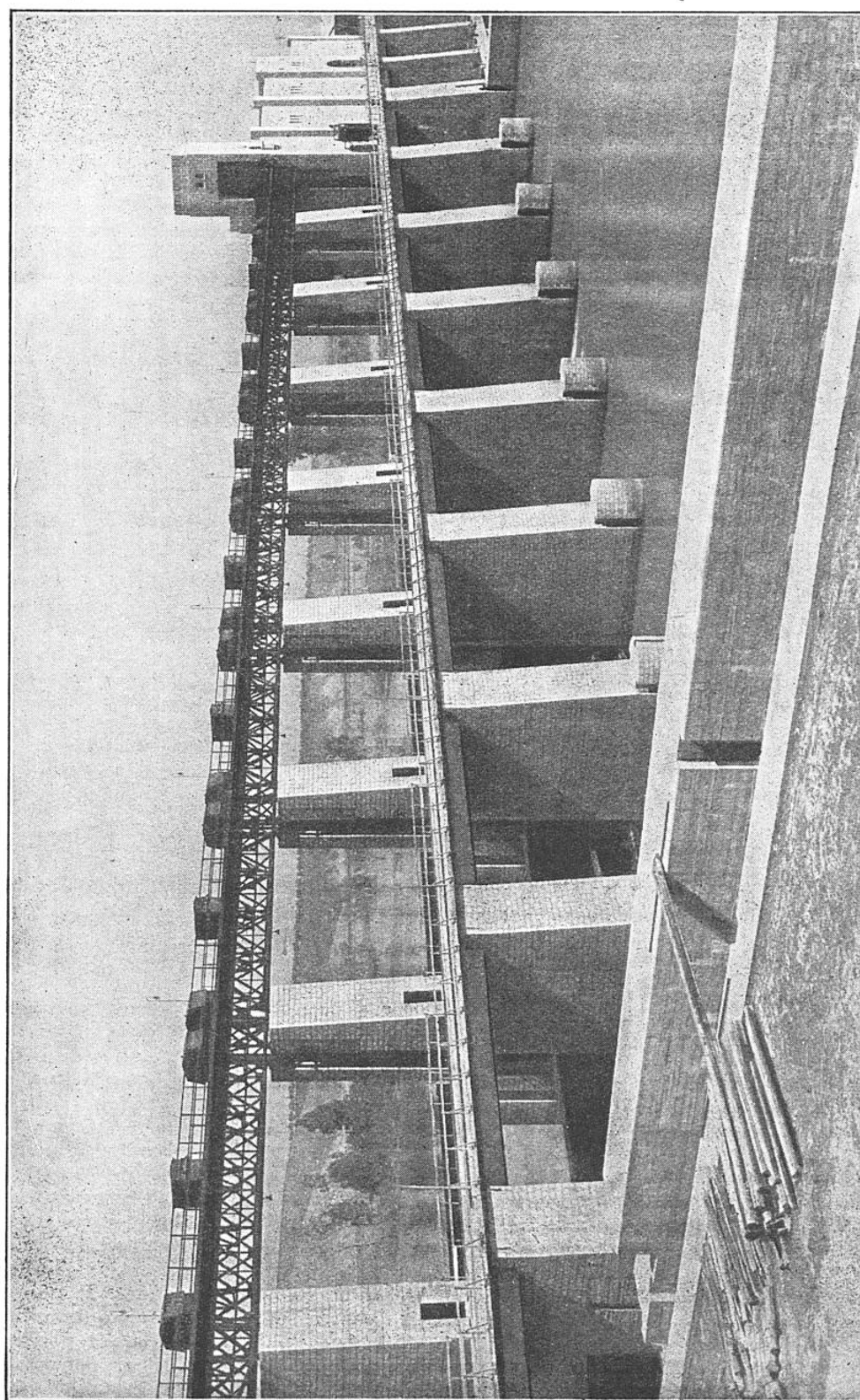


FIG. 3. — LE GRAND BARRAGE SITUÉ A ALCALA DEL RIO, SUR LE GUADALQUIVIR, ENTRE SÉVILLE ET CORDOUE
Ce barrage est l'une des onze chutes d'eau échelonnées sur le Guadalquivir pour l'aménagement hydroélectrique de ce fleuve. Cette vaste entreprise permettra, outre la production d'énergie électrique, la canalisation de cette voie d'eau et l'irrigation rationnelle des terres dans la province de Séville.

sant à eux seuls 500.000 ch de puissance installée, est une des régions les mieux partagées d'Europe à ce point de vue.

Sur 1.800.000 ch de puissance installée en Espagne en 1934, 1.670.000 ch sont fournis par les groupes suivants :

Ebre.....	599.000
Jucar.....	252.000
Douro.....	229.000
Guadalquivir.....	132.000
Tage.....	129.000
Versant cantabrique.....	265.600

électriques qui transforment cette énergie mécanique en énergie électrique.

Pour commencer, six grandes centrales, échelonnées depuis Zamora jusqu'au passage du fleuve à la frontière portugaise, ont été prévues : elles produiront régulièrement au total 6.000 millions de kilowatts-heure avec une puissance totale installée de 2 millions de ch. La centrale sur l'Esla, située à 20 kilomètres à l'ouest de Zamora, est en période d'achèvement ; elle va entrer en service immédiatement ; sa puissance de

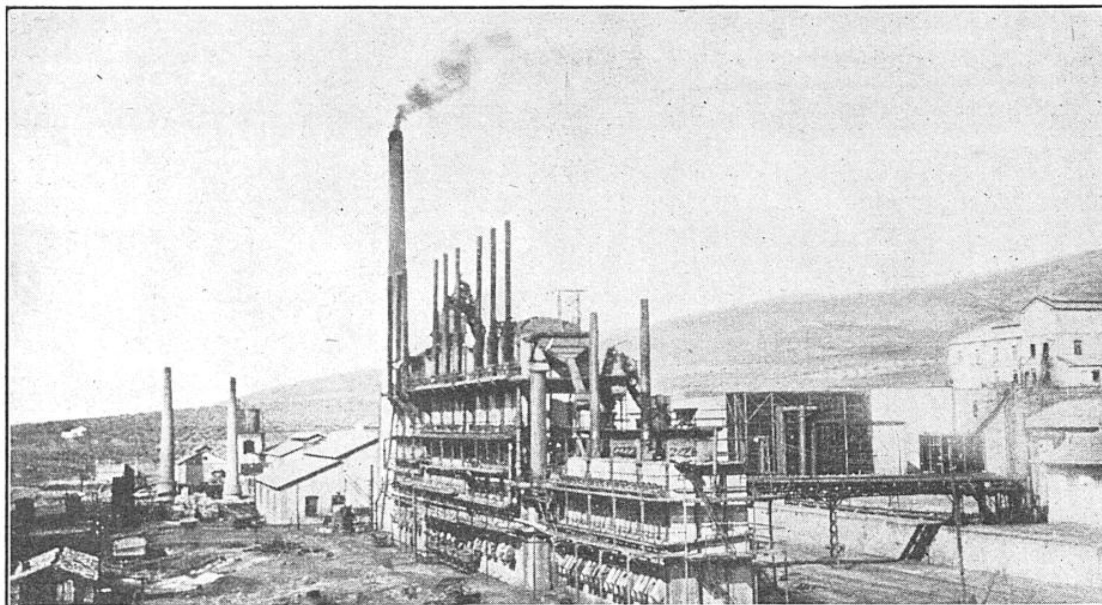


FIG. 4. — UNE BATTERIE DE FOURS DE DISTILLATION, SUR LE GISEMENT PARTICULIÈREMENT RICHE DES SCHISTES BITUMINEUX DE PUERTOLLANO (PROVINCE DE CIUDAD-REAL)
Le traitement des schistes bitumineux permet d'obtenir des engrais ammoniacaux, des huiles combustibles, des huiles créosotées, différents lubrifiants, ainsi que de l'essence légère pour automobiles.

Le plan d'aménagement le plus vaste est celui du Douro, projeté par la Société hispano-portugaise de « Saltos del Duero ».

Le fleuve Douro et ses principaux affluents qui recueillent les eaux venant des Monts Cantabriques, ou Pies de l'Europe (province de Léon), passent des plateaux de Castille et de Léon aux vallées du nord du Portugal, développant une énergie représentée par la chute annuelle de 10 milliards de mètres cubes d'eau tombant de 600 mètres de hauteur, ce qui représente 16 milliards de kilowatts-heure, et une puissance supérieure à 2.500.000 ch. La captation de cette énergie exige la construction de gigantesques barrages pour recueillir ces eaux torrentielles, et l'installation de puissantes centrales hydro-

200.000 ch permettra d'obtenir régulièrement, par an, 450 millions de kilowatts-heure.

Quatre cent mille mètres cubes de béton ont été employés dans la construction du barrage enclavé dans un « cañon » que le fleuve a percé à travers les roches granitiques ; sa hauteur atteint au centre 99 mètres et son épaisseur à la base est de 78 mètres.

Le réservoir ainsi formé, à l'heure actuelle le plus vaste de l'Europe occidentale, constitue un grand lac artificiel navigable sur 90 kilomètres de long, d'une capacité de 1.200 millions de mètres cubes. Il permet de régulariser le débit du fleuve, qui oscillait autrefois entre 0,5 mètres cubes pendant l'étiage et 5.000 mètres cubes en période de crue, et assure, durant toute l'année, un

débit régulier d'environ 96 mètres cubes par seconde.

Grâce à ce premier aménagement du Douro, la production espagnole est passée de 3.000 millions de kilowatts-heure en 1932, à près de 4.000 millions en 1934, augmentation considérable qui doit entraîner une progression du même ordre de la consom-

menté (l'altitude moyenne pour l'ensemble du pays dépasse 600 mètres).

De 1917 à 1934, la puissance hydroélectrique installée est passée de 350.000 à 1.800.000 ch. Le « Plan national des Travaux hydrauliques », dont nous avons déjà parlé, outre ses avantages purement agricoles, permettra une utilisation encore meilleure

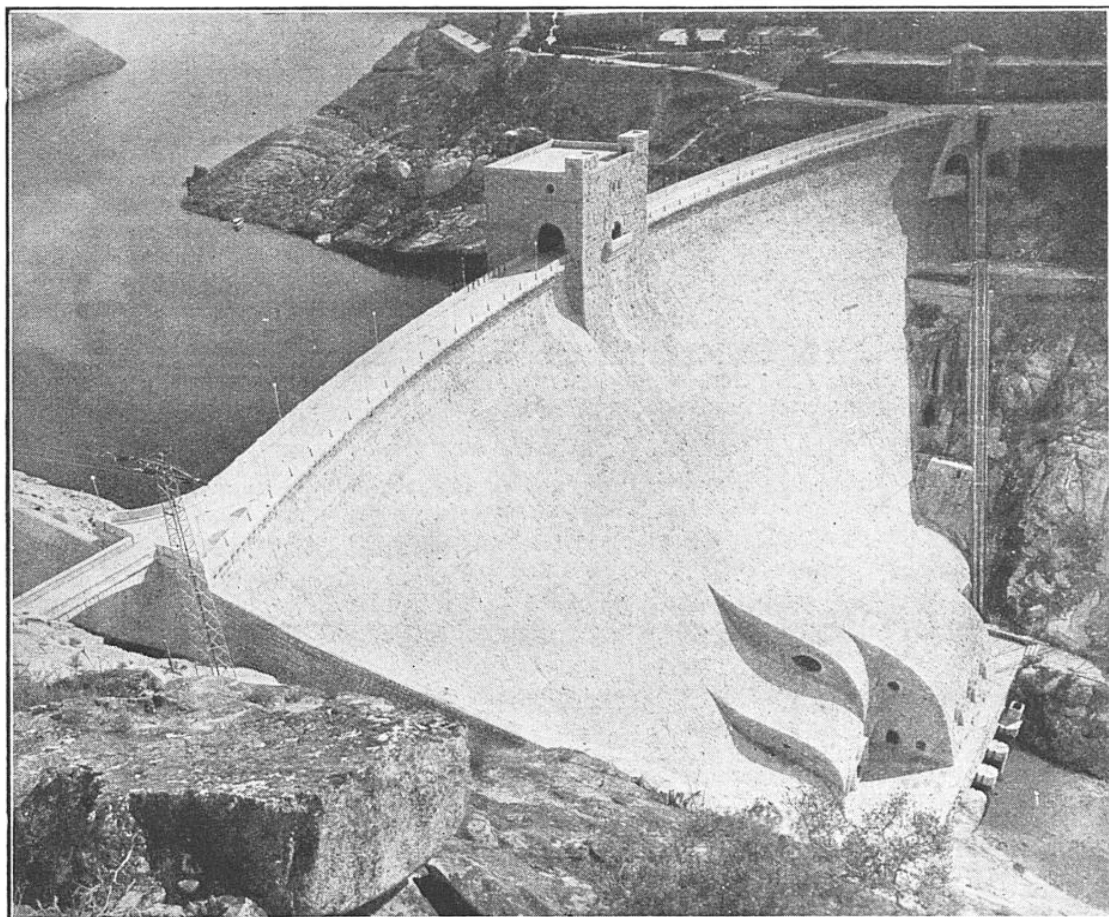


FIG. 5. — VUE DU BARRAGE SUR LA JANDULA, AFFLUENT DU FLEUVE GUADALQUIVIR

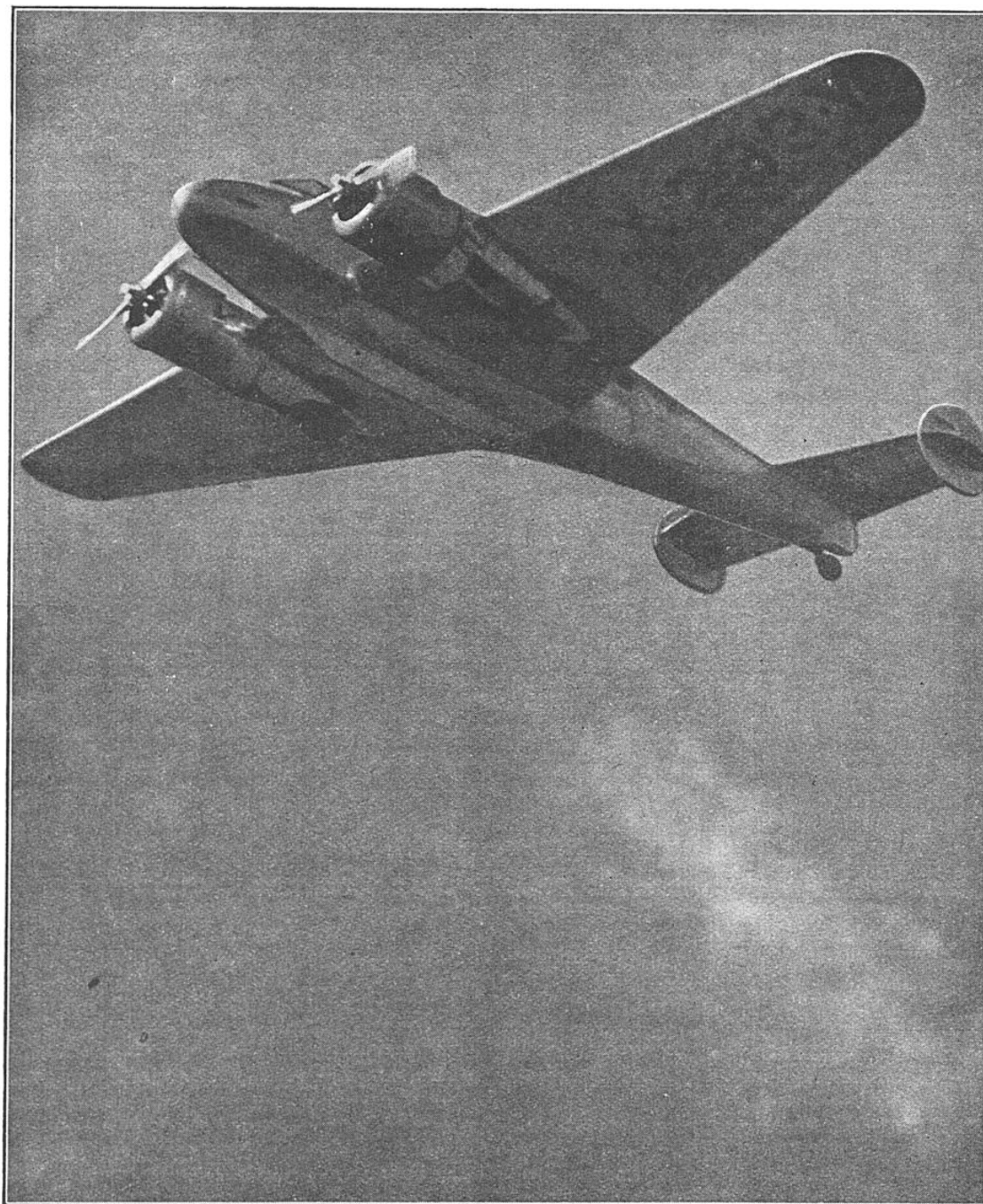
mation par l'électrification des chemins de fer, par l'électrification industrielle et agricole, et par l'augmentation des besoins domestiques.

L'électrification des réseaux ferrés, qui s'étend à peine sur 1.000 kilomètres de lignes au profil accentué ou de trafic intense, est un problème qui intéresse particulièrement l'Espagne par suite de son relief acci-

des ressources hydrauliques du pays. L'énergie abondante et à bon marché favorisera l'extension des réseaux de chemins de fer et les entreprises industrielles de toute nature, tandis que la correction du déséquilibre hydrographique, par l'impulsion qu'elle donnera à l'agriculture, assurera, mieux que toute mesure de protection artificielle, la prospérité économique du pays.

PIERRE-JEAN BOURBON.

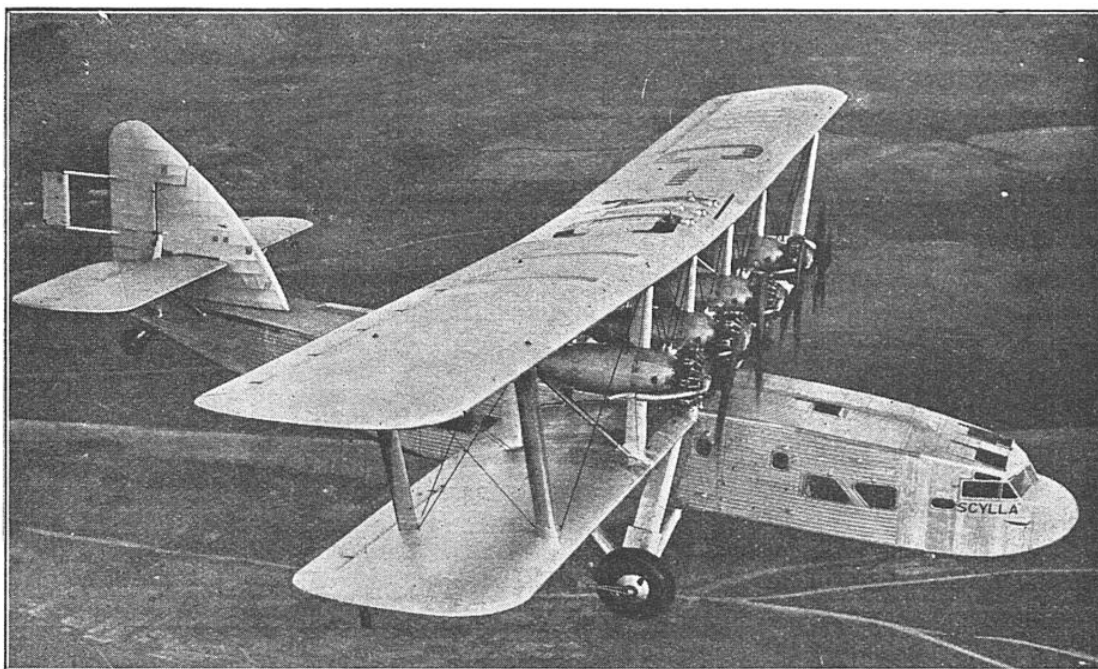
TROIS TYPES LES PLUS RÉCENTS ET LES PLUS SPÉCIFIQUES



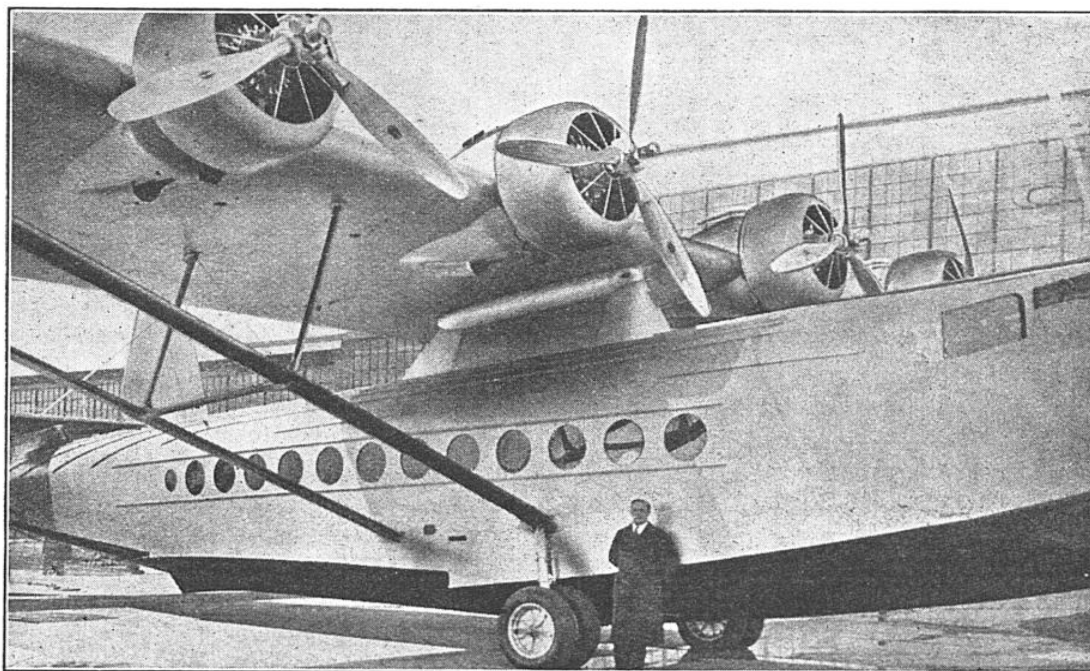
LE BIMOTEUR « LOCKHEED ELECTRA » EN SERVICE SUR LES LIGNES AMÉRICAINES

La vitesse de 327 kilomètres à l'heure atteinte par cet appareil le place au premier rang des avions de transport. L'utilisation judicieuse des solutions les plus modernes, telles que hélices à pas variable et volets de courbure, permettent à cet appareil rapide de se poser dans des conditions de parfaite sécurité. Il convient de noter que la construction américaine revient à la formule du bimoteur — délaissée ailleurs et notamment en France — qui présente de grands avantages lorsqu'il s'agit d'utilisation de ces appareils pour des fins militaires, par le dégagement de vue qu'elle procure vers l'avant de l'appareil.

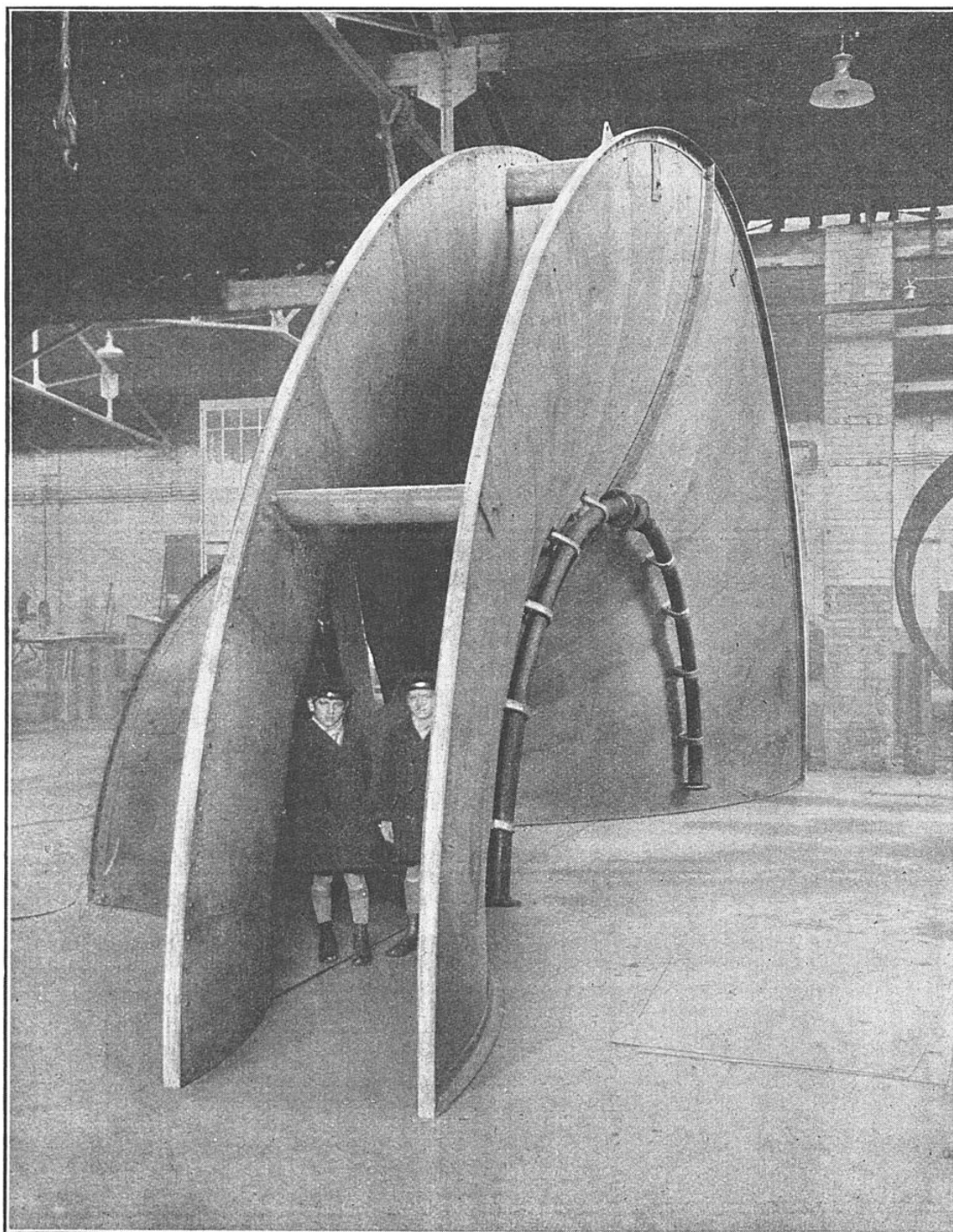
DE L'AVIATION DE TRANSPORT CHEZ LES ANGLO-SAXONS



LE BIPLAN ANGLAIS « SCYLLA », L'UN DES PLUS GROS AVIONS DE TRANSPORT DU MONDE
Cet appareil, dont le montage a dû être effectué à l'air libre à cause de ses dimensions, est muni de quatre moteurs de 600 ch. Il peut transporter 38 passagers et 4 hommes d'équipage. C'est l'avion de transport terrestre le plus important, avec le Junkers allemand D. 2.000, en service sur Paris-Berlin.



LE « SIKORSKY 42 », UTILISÉ AUX ÉTATS-UNIS, QUI ATTEINT 220 KM-HEURE, MONTRE QU'UN
HYDRAVION DE TRANSPORT PEUT ATTEINDRE UNE VITESSE COMMERCIALE ÉLEVÉE



LE DOUBLE PAVILLON D'ASPIRATION DE LA SOUFFLERIE DE LILLE

Les deux cônes géants sont à demi enfoncés l'un dans l'autre (voir le schéma page 45). Le cône intérieur porte à son extrémité les pales de l'aspirateur qui tournent sous l'action du moteur situé hors de la salle. Celle-ci est, en effet, hermétique. L'air y circule en circuit fermé, entrant dans la soufflerie par l'une de ses faces, y rentrant par la face opposée (où le mur est profilé en conséquence), après s'être détendu dans les bas-côtés.

VERS LES FORMES RATIONNELLES

LA SOUFFLERIE AÉRODYNAMIQUE AU SERVICE DE L'AVION ET DE L'AUTO

Par Jean LABADIÉ

La mécanique des fluides, science relativement récente, a permis de dégager les lois de l'aérodynamique dont la connaissance s'est révélée essentielle aux progrès rationnels des techniques, en aviation comme en automobile. Ces connaissances ont permis d'orienter la construction vers les formes les mieux adaptées à donner aux véhicules aériens et terrestres pour qu'ils puissent réaliser, sans accroître leur puissance mécanique, les vitesses les plus élevées. Seules, des données expérimentales précises permettent d'atteindre ce but. Aussi a-t-on construit, au cours de ces dernières années, tant en France qu'à l'étranger, des « souffleries » qui permettent d'effectuer ces expériences afin de soumettre les résultats des études théoriques au contrôle d'essais pratiques se rapprochant le plus possible des conditions mêmes d'utilisation des véhicules étudiés. Ces centres d'expérimentation scientifique ont déjà permis de précieuses acquisitions dans le domaine de l'aérodynamique appliquée ; ils sont à notre avis, indispensables pour déterminer les formes rationnelles de l'avion et de l'automobile modernes. Il serait désirable que non seulement ces essais effectués sur des modèles réduits, comme on le fait pour la construction navale (bassin des carènes) (1), fussent de plus en plus adoptés par les constructeurs, mais encore que les véhicules en vraie grandeur subissent l'épreuve des tunnels « aérodynamiques ».

DANS un précédent article (2), nous avons montré quelle importance avait prise, aux yeux des techniciens, un des chapitres scientifiques les moins avancés du point de vue théorique : la *mécanique des fluides*. La mathématique est impuissante, en l'état actuel, à expliquer certains phénomènes de l'écoulement des fluides que l'expérience met en évidence grâce à des procédés de laboratoire dont nous avons rappelé quelques-uns, parmi les plus curieux. A plus forte raison est-elle également impuissante à résoudre certains problèmes que posent, de toute urgence, les techniques les plus variées, qui doivent tenir compte de cette mécanique des fluides.

L'intérêt général de la mécanique des fluides

Au premier rang de ces techniques, se place naturellement l'aviation, dont le fluide aérien constitue l'élément essentiel. Mais le constructeur d'automobiles parle maintenant, lui aussi, de profils « aérodynamiques ». Le constructeur de locomotives également : les trains rapides d'Amérique sont « stream-lined », profilés contre la résistance de l'air.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 195, page 195.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 190, page 269.

Les architectes navals demandent à leur tour que la science aérodynamique leur indique le meilleur profil à donner aux superstructures des navires, y compris les cheminées. De leur côté, les architectes terriens ne peuvent rester indifférents aux effets du vent et surtout des tempêtes sur leurs édifices : pas un gratte-ciel américain n'est entrepris sans qu'il ait été l'objet d'une telle étude. Sa maquette, établie à une échelle suffisante, est toujours éprouvée dans une de ces « souffleries » dont le modèle fut précisément établi, en France, par Gustave Eiffel, l'architecte des grands viaducs et de la Tour, le premier des gratte-ciel.

Ainsi, née de l'architecture, cette science empirique, qu'on pourrait appeler l'« aérodynamique appliquée », y retourne en englobant un cycle d'applications imprévues de l'initiateur Eiffel, et dont l'aviation occupe maintenant le centre.

Ce développement nous explique la multiplication incessante des établissements qui se donnent pour objet : la mécanique des fluides. En France, il existe à l'heure actuelle, quatre instituts de mécanique des fluides qui sont à Paris, à Toulouse, à Marseille et à Lille. Celui-ci, le dernier fondé, qui fut inauguré en avril, est certainement le plus mo-

derne autant dans sa « soufflerie » que dans son « canal hydraulique ».

Le canal et la soufflerie sont, en effet, les deux compartiments essentiels de tout laboratoire de ce genre. Suivant l'esprit de ses dirigeants, son programme de travail ou, plus simplement, les crédits dont il dispose, tantôt l'Institut de mécanique des fluides se spécialise dans l'étude purement hydraulique (c'est le cas de l'Institut rattaché à la Faculté des Sciences de Toulouse) et tantôt il mène de front les deux ordres de recherches, l'hydraulique et l'aérodynamique, comme à Lille.

Nous savons, d'ailleurs, comment les recherches hydrauliques se relient aux re-

conditions expérimentales, qui permet la transposition à la vapeur des résultats acquis dans l'eau.

Ceci étant rappelé afin de montrer toute la généralité que comporte la science mécanique des fluides, nous devons l'envisager dans ses rapports immédiats avec l'aviation — rapports qui motivent précisément l'établissement toujours si onéreux des grandes souffleries.

Il faut choisir entre les petites souffleries à grande vitesse et les grandes souffleries à petite vitesse

Ce genre de machineries, établi pour la première fois, comme nous l'avons dit, par

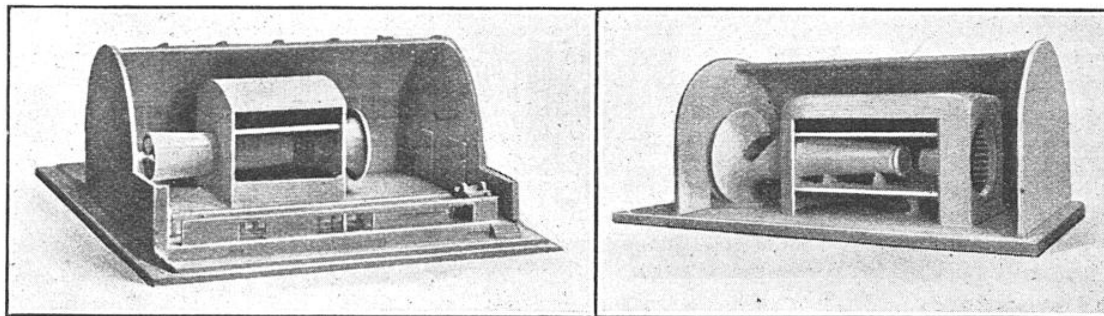


FIG. 1. — LES DEUX MAQUETTES SUCCESSIVES QUI ONT SERVI À ÉTABLIR LA SOUFFLERIE DE L'INSTITUT DE MÉCANIQUE DES FLUIDES DE L'UNIVERSITÉ DE LILLE

Commencant par appliquer la méthode expérimentale à la soufflerie elle-même, les techniciens chargés d'en arrêter le dispositif en firent établir une première maquette (à gauche), dans laquelle ils firent circuler le courant d'air. Ces études méthodiques conduisirent à dessiner les formes définitives de la seconde maquette, à droite. Sur celle-ci on aperçoit (de gauche à droite) : l'aspirateur, le diffuseur, la veine libre (avec les trois étages de la chambre d'expériences) et le collecteur à nid d'abeilles.

cherches aérodynamiques. Grâce à certain facteur variable appelé « nombre de Reynolds », du nom du physicien anglais qui l'a formulé le premier, il est possible de transposer en aérodynamique les résultats obtenus en hydraulique.

Par certains procédés de coloration discontinue, aujourd'hui courants, il est infiniment plus aisé d'observer (non seulement par les yeux, mais par la photographie et le cinéma) les filets d'un courant d'eau, alors qu'il est extrêmement difficile d'appliquer la même méthode aux courants d'air par l'entraînement de fumées ou de fils de soie. En tout cas, l'observation directe devient totalement impossible dans le cas où le fluide est une vapeur. Aussi bien les expériences réalisées sur les turbines hydrauliques ont souvent fourni des renseignements du plus haut intérêt aux constructeurs de turbines à vapeur ; c'est le « nombre de Reynolds », calculé dans l'une et l'autre

Gustave Eiffel à une échelle qui paraissait alors colossale, affecte aujourd'hui trois ordres de dimension dont nous allons voir la raison d'être. Toutefois, nous devons montrer la contradiction inhérente à toute soufflerie construite à l'usage de l'aviation.

Le problème étant d'établir un courant d'air à l'intérieur d'un canal (tunnel aérodynamique), au sein duquel se place la « chambre d'expérience », il faut choisir : ou bien réaliser un courant d'air rapide dans un tunnel étroit, ou bien se contenter d'un courant d'air plus lent dans un tunnel plus large.

Si le courant d'air expérimental est destiné à provoquer les réactions d'un avion de formes données, il convient, de toute évidence, que ce vent artificiel se rapproche le plus possible du vent relatif qui caractérise l'appareil en vol : la réaction d'un corps au déplacement aérien est, en effet, proportionnelle au carré de la vitesse ; la « portance »

d'une aile, comme, d'ailleurs, sa « résistance » à l'avancement, dépendent de ce facteur. Un avion destiné à voler à 200 kilomètres à l'heure exige donc d'être éprouvé dans un vent de 55 mètres à la seconde; aucun cyclone n'atteint cette vitesse. Il faut donc réaliser au laboratoire plus que ne fait la nature.

Quelle doit être la puissance des ventilateurs à mettre en branle dans le tunnel aérodynamique ? Une loi bien simple nous renseigne : la puissance d'un turbo-ventilateur (pour une même vitesse imposée au courant d'air qu'on lui demande de créer) doit croître proportionnellement au cube du volume d'air actionné. Il s'ensuit que s'il n'est pas très difficile d'obtenir de hautes vitesses à l'intérieur de souffleries de faible volume (un mètre de diamètre par exemple), la difficulté grandit terriblement à mesure que le diamètre du tunnel s'approche des dimensions exigées par l'aviation.

Le constructeur de souffleries ne peut donc offrir à l'aérodynamicien-avionneur que de réaliser, à son gré, l'un ou l'autre de ces extrêmes : hyperdimensions du tunnel à vitesse réduite; hypervitesse de l'air sous faibles dimensions du tunnel.

A ces propositions, le technicien de l'avion répond par un choix adapté aux buts qu'il se propose : il n'étudie pas une hélice de la même manière qu'une aile ; et si l'ensemble d'un avion peut faire utilement l'objet d'une maquette réduite aux proportions d'une petite soufflerie, il est souvent possible, d'autre part, de disséquer l'avion afin de soumettre quelques-uns de ses organes à l'essai en vraie grandeur dans le tunnel qui ne pourrait recevoir l'aéronef en entier.

C'est pourquoi, longtemps encore, subsisteront les petites et les moyennes souffleries à côté des machineries géantes qu'on est en train d'établir à Chalais-Meudon, comme on l'a déjà fait en Amérique, à Langleyfield.

Nous appellerons « petites souffleries », celles dont le diamètre de la veine centrale est inférieur à 2 mètres et « souffleries géantes », celles dont le plus grand diamètre

de la veine centrale dépasse 6 mètres.

Entre les souffleries de 2 mètres et celles de 6, se classent les souffleries « moyennes ». Ce dernier type d'outillage ne permet que l'étude de maquettes suffisamment agrandies, et l'étude en vraie grandeur de certains organes détachés. Mais il rachète ces déficiences par des vitesses sensiblement plus élevées que celles réalisées dans les tunnels géants.

La soufflerie de l'Institut de Lille

Aussi bien est-ce dans la catégorie des souffleries moyennes qu'il convient de classer celle qui vient d'être inaugurée à l'Institut de mécanique des fluides de Lille, le 7 avril dernier.

Suivant une technique désormais fixée universellement, ce tunnel aérodynamique se compose de deux tronçons entre lesquels est située la chambre d'expériences. (Cette chambre comporte trois étages : l'un au niveau du courant d'air proprement dit — les

deux autres étant situés au-dessus et en dessous de ce niveau central.) Le premier tronçon constitue le « collecteur » ; le second, le « diffuseur », qui atteint 8 m 40 de diamètre et se termine par le système d'aspiration composé d'une seule turbine. La veine aérienne traverse donc la chambre d'expérience à l'état « libre ». Cette veine est réduite à 2 m 20 de diamètre en cet endroit qui est celui où l'air possède sa vitesse maxima. Cette vitesse peut atteindre 55 mètres à la seconde. L'ensemble de la chambre d'expérience, hermétiquement close, subit alors une dépression de 200 kilogrammes par mètre carré.

Le courant d'air est réalisé par un seul aspirateur à 6 pales de 1 m 90 de longueur, actionné par un moteur de 200 ch seulement. A Chalais-Meudon, nous allons trouver 6.000 ch. Cependant M. J. Kampé de Fériet, directeur de l'Institut de mécanique des fluides de Lille, pouvait encore écrire en avril que, « par ses dimensions et par la vitesse du courant d'air, la Soufflerie de l'Institut se classe l'une des premières parmi celles qui existent actuellement ».

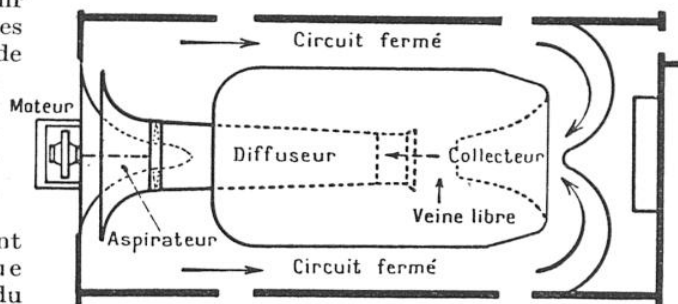


FIG. 2. - COUPE, EN PLAN, DE LA SOUFFLERIE DE LILLE
On retrouve ici les organes que la maquette montre en élévation. L'échelle de ces divers organes est définie par le diamètre de la « veine libre » qui est de 2 m 20.

L'examen du plan comme de la maquette reproduits ici, montre comment le courant d'air s'établit en circuit fermé dans la Soufflerie de Lille. Les murs du circuit sont plâtrés, lissés et passés au ripolin pour faciliter l'écoulement de l'air. La face murale qui regarde le collecteur (cloisonné en nid d'abeilles afin d'éviter les tourbillons parasites) a été affublée d'un redan arrondi et profilé de manière à réaliser l'écoulement optimum de l'air. Mais tous ces détails n'ont pas été établis du premier coup. Une maquette au vingtième fut établie, sur laquelle a travaillé M. A. Martinot-Lagarde, chef des travaux de l'Institut, en opérant graduellement toutes les rectifications que l'expérimentation lui suggérait.

Le diffuseur et le ventilateur sont dus aux services d'études de la plus grande maison spécialiste de France en la matière, la maison Neu, de Lille.

La soufflerie de Lille est équipée pour tous les besoins de l'aéronautique : détermination d'une polaire d'avion (1),* essais d'hélices, études d'éléments d'avions (capotages de moteurs et des trains d'atterrissage, gouvernes, etc...).

Naturellement, toutes les recherches aérodynamiques étrangères à l'aviation (profilage des véhicules rapides, étude des cheminées des navires pour éviter le rabattement des fumées, amélioration des types industriels d'éoliennes, étude des appareils de ventilation, étude des meilleures parois de radiateurs), toutes ces recherches sont possibles à Lille et s'y pratiqueront.

Ne quittons pas cet établissement sans mentionner son canal d'expériences hydrauliques. De dimensions modestes, ce canal est remarquablement équipé de chariots porteurs auxquels sont suspendus les modèles à étudier en plongée, ainsi que l'appareil cinématographique destiné à filmer l'expérience. Sur 10 mètres de parcours, ses parois sont entièrement transparentes. En sorte que les phénomènes hydrauliques peuvent être photographiés et cinématographiés sur quatre faces opposées.

La soufflerie géante de Chalais-Meudon

Voici maintenant une soufflerie géante.

La veine centrale d'essai du tunnel aérodynamique de Chalais-Meudon, qui sera inauguré incessamment, possède une section de 16 mètres sur 8, ces deux nombres étant appliqués aux deux axes d'une ellipse.

(1) La « polaire » d'un avion est la courbe qui accuse, en chacun de ses points, la *portance* et la *résistance* de l'avion en fonction de l'*incidence* des ailes.

La longueur de cette veine est de 11 mètres.

Il résulte de ces dimensions qu'un avion de chasse pourra être essayé dans la soufflerie, avec son moteur et son hélice en fonctionnement. Malheureusement, la vitesse du courant d'air ne dépassera pas 50 mètres par seconde, c'est-à-dire 180 kilomètres à l'heure, soit environ la moitié de la vitesse que doit réaliser ce genre d'avions.

Et pour obtenir ce courant de 180 kilomètres à l'heure, inférieur de 5 kilomètres à celui qui se réalise à Lille, avec 200 ch, il a fallu équiper la soufflerie de Chalais de 6 aspirateurs à 10 pales de 8 m 70 de diamètre, actionnés chacun par un moteur de 1.000 ch. Ainsi, au total, la section de la veine d'essai de Chalais (100 mètres carrés) est approximativement 25 fois plus large que celle de Lille (4 mètres carrés), tandis que la puissance installée est trente fois plus élevée — en accordant que la vitesse est la même, ce qui n'est pas tout à fait exact.

La longueur totale de la soufflerie est de 95 mètres. Le collecteur elliptique par lequel s'effectue l'entrée de l'air est large de 24 mètres à son grand axe. L'aspiration s'effectue à l'extrémité du diffuseur dans une chambre étanche de 27 mètres de hauteur à la voûte et de 42 mètres de largeur, sur laquelle travaillent les six groupes turbo-aspirateurs. Ceux-ci rejettent l'air dans l'atmosphère : la soufflerie de Chalais ne fonctionne donc pas en circuit fermé, comme celle de Lille, mais refoule à l'air libre.

L'utilisation des souffleries et les problèmes de l'aviation

Quels services doit-on attendre des machineries que nous venons de décrire ?

Le fameux problème de l'étude des avions en vraie grandeur est loin d'être résolu. Un avion de chasse suffit à boucher le tunnel de Chalais sans d'ailleurs retrouver le courant d'air sustentateur que lui procure sa propre course libre. Un avion de commerce, capable de prendre en considération la vitesse de 180 kilomètres à l'heure du courant d'air artificiel de Chalais, n'y pourra loger que son fuselage, ou l'une de ses ailes, ou ses ailerons de gouverne pris séparément : encore les vitesses commerciales de demain monteront bien au-dessus de 180 kilomètres.

Cela ne signifie pas que les observations et mesures recueillies à Chalais-Meudon seront inutiles. Leur utilité sera, au contraire, fort grande, car le principe de similitude, convenablement appliqué, permet « d'extrapoler » ces observations et mesures aux

données en vraie grandeur. L'étude d'un avion de chasse à vitesse réduite est particulièrement instructive sur le comportement de l'appareil en vol libre. L'interaction des formes d'un grand avion (ailes et fuselage) peut se révéler au tunnel de Chalais ; il n'y a qu'à présenter le fuselage avec des ailes amputées, leur extrémité n'intervenant pas dans le phénomène. De même pour étudier la valeur d'un aileron de gouverne, il n'est pas besoin de présenter à l'expérience l'ensemble de l'aile ni, moins encore, l'avion tout entier. Il suffit de l'extrémité de l'aile.

Ces délimitations en « scènes » partielles du « drame » aérodynamique dont un grand avion est le théâtre, constituent le seul moyen d'analyse véritablement rationnel. A tel point que certains techniciens jugent excessives les dimensions adoptées à Chalais : ils eussent préféré sacrifier l'hyperdimension à l'hypervitesse.

La seule étude qui doit se faire en vraie grandeur, celle des hélices (plus généralement, du groupe motopropulseur), n'exige guère que 6 mètres de diamètre pour la veine d'essai. Si la vitesse réalisée est bien celle prévue de 50 m/seconde (et ne donne pas de désillusions comme dans la grande soufflerie de 6 mètres de Langleyfield où la vitesse ne dépasse guère 40 m/seconde),

la soufflerie de Chalais permettra de pousser assez loin l'étude, aujourd'hui si confuse, des motopropulseurs. Un des premiers résultats obtenus à Langleyfield a été de montrer qu'il y avait *avantage à entourer* le moteur d'avion d'un anneau (Towsend) destiné à

canaliser l'air autour des cylindres en étoile et qui nous est désormais familier.

Le problème des vitesses « hypersoniques »

Nos explications précédentes laissent prévoir que l'effort à venir, en matière de souffleries, ne consistera pas à dépasser les dimensions réalisées à Chalais, mais plutôt à rechercher les très grandes vitesses. Si l'on appliquait des milliers de chevaux à une soufflerie moyenne, on obtiendrait des vents rapides du plus haut intérêt. Mais encore la petite soufflerie (d'une veine inférieure à 2 mètres de diamètre) demeure plus indiquée si l'on veut pousser

la vitesse jusqu'aux approches de la *vitesse du son*, c'est-à-dire aux environs de 340 mètres par seconde.

On connaît l'importance capitale de la vitesse du son en tant que « point critique » du rendement en aviation. Quand un obstacle rencontre un courant d'air à la vitesse du son ou à une vitesse supérieure, il s'établit ce qu'on nomme « l'onde de choc » : une pale

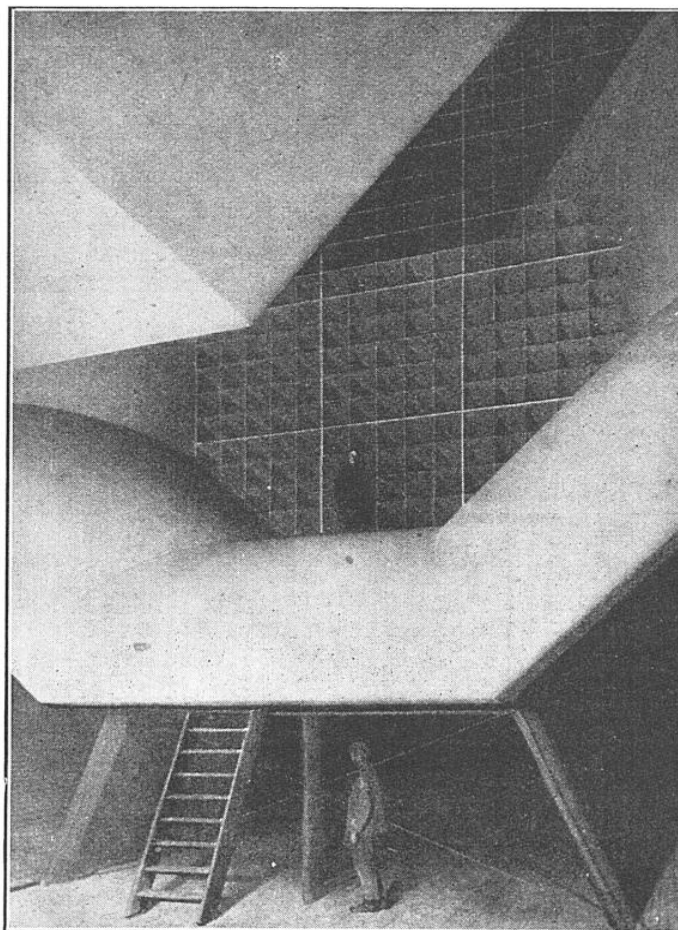


FIG. 3. — LE PAVILLON COLLECTEUR EN « NID D'ABEILLES » DE LA SOUFFLERIE DE MOSCOU

Comme pour la soufflerie de l'Institut aérodynamique de Lille, l'entrée d'air s'effectue à travers un cloisonnement en « nid d'abeilles », dont chaque face élémentaire est orientée de manière à empêcher la formation de tourbillons au sein de la veine aérienne.

d'hélice qui marche parfois sur sa périphérie, à des vitesses supérieures à 340 m/seconde, s'entoure, dans cette zone, d'un spectre aérodynamique anormal ; son rendement en est tout perturbé. D'autre part, une hélice qui doit *avancer* aux vitesses fantastiques que réclame l'aviation moderne (tant de sport

ce qu'il peut donner. Dès aujourd'hui, on sait que le rendement d'une hélice commence à baisser quand sa vitesse périphérique atteint 90 pour cent de celle du son. Ensuite, la perte de rendement s'accroît de *un dixième* chaque fois que la vitesse monte de 30 mètres. Seules les vitesses

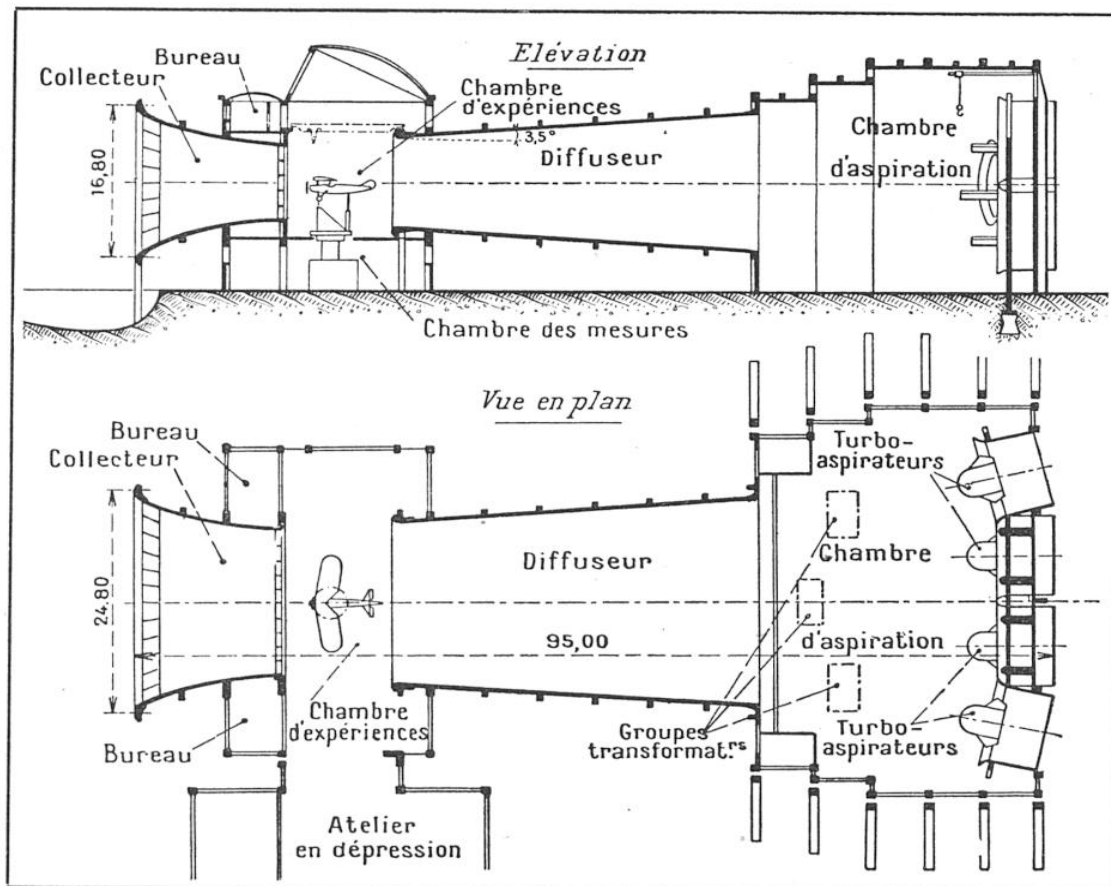


FIG. 4. — LE PLAN SCHÉMATIQUE DE LA SOUFFLERIE GÉANTE DE CHALAIS-MEUDON

En haut, la coupe verticale de la soufflerie. En bas, sa coupe horizontale. Comme on voit, il n'y a pas ici de circuit fermé. L'air est aspiré dans l'atmosphère libre et refoulé de même par six turbo-aspirateurs d'une puissance unitaire de 1.000 ch. La « veine libre », au point où est figuré un avion de chasse en vraie grandeur, a une section elliptique de 16 mètres de hauteur sur 8 mètres de largeur.

ou de guerre que de commerce) doit choisir entre l'accentuation de son « pas » et l'accroissement de sa rotation.

Un pas, fixé une fois pour toutes sur une hélice rigide, ne fournit d'ailleurs son rendement optimum qu'à une certaine vitesse de rotation. L'hélice à pas variable, seule, pourra satisfaire à l'uniformité de rendement pour toutes les vitesses de translation dont la gamme devra être assez variée dans l'avion de l'avenir. Mais il conviendra également d'extraire du facteur « rotation » tout

« hypersoniques », exclusivement réalisables dans de petites souffleries, permettront d'étudier les hélices optima.

Les souffleries à air comprimé

Un autre genre de souffleries, récemment utilisées en Amérique et ailleurs, est celui dans lequel intervient un troisième facteur : la pression.

Rien n'empêche de porter l'atmosphère circulante d'une soufflerie en circuit fermé à telle pression que l'on voudra. A la con-

dition que la machinerie soit de faibles dimensions et parfaitement étanche, il n'est pas impossible, en l'état actuel de la technique, de réaliser des souffleries fonctionnant à 25 et 30 atmosphères. C'est ce qu'ont réalisé les techniciens américains. Une maquette essayée dans un tel milieu fournit des résultats équivalents à ceux de l'expérimentation à échelle plus grande, sous la pression atmosphérique. La théorie du « nombre de Reynolds » rend compte de ce fait. L'exploitation technique de ce point de vue a donné, à Langleyfield, des résultats intéressants, mais fort coûteux. A chaque visite de la chambre d'expérience, il faut nécessairement décompresser la soufflerie, donc perdre l'énergie considérable que représente la compression préalable.

Les Américains ont atténué cette difficulté en détendant l'énorme masse d'air comprimé dans un circuit annexe, où il produit, par induction (ou, si vous préférez, par effet de pompe), des vitesses hyper-soniques.

En conjuguant ces deux modes d'expérimentation : soufflerie en milieu comprimé et puis détente de ce même milieu dans un tunnel ouvert, le laboratoire aérodynamique semble avoir atteint un degré d'ingéniosité, sinon de perfection, difficile à dépasser.

Un mode expérimental trop négligé : l'avion-laboratoire

En conclusion de cette revue succincte des moyens expérimentaux qu'offrent les souffleries, nous sommes obligés de reconnaître que jamais un avion — même de chasse — ne pourra être complètement étudié, entièrement mis au point, dans une soufflerie. Ce serait une folie d'engager les dépenses qu'entraînerait une telle ambition. D'autant que l'aviation se donnera des appareils sans cesse accrus de dimensions.

Logiquement, l'on en vient à se demander s'il ne convient pas de restaurer la vieille conception de l'avion-laboratoire, — c'est-à-dire de l'essai scientifique en vol libre des formes et des organes nouveaux qu'on désire étudier, ou dont on veut vérifier le rendement, au moyen d'appareils de mesure installés à bord.

C'est ainsi qu'aux origines mêmes de l'aviation, furent entreprises les premières recherches méthodiques d'aérodynamique appliquée, par Legrand et Gaudard. Ces techniciens mesurèrent la traction de l'hélice par un montage spécial de cet organe. En

1911, le capitaine Dorand équipa à Villacoublay un avion-laboratoire, dont le moteur était monté sur un véritable banc dynamométrique, mesurant le couple moteur ainsi que sa puissance.

En 1913 et 1914, MM. Lepère et Tous-saint avaient encore perfectionné cette conception en adjoignant à leur avion-laboratoire des

enregistreurs de vitesse de précision, des enregistreurs d'incidence, des indicateurs de pente. L'avion-laboratoire était d'abord essayé avec des hélices tarées au sol ; puis des pilotes exercés (Etévé, Challes, Gonin) exécutaient des vols horizontaux, planés, ascendants, d'où l'on tirait la « polaire » de l'aéroplane.

Rappelons que MM. Magnan, Huguenard, Planiol et Sainte-Laguë ont décrit la technique à employer pour appliquer l'observation cinématographique à la mesure des caractéristiques d'un avion en vol. Ajoutons que les moyens techniques du laboratoire moderne permettent d'enregistrer automatiquement les pressions et dépressions de l'air sur tous les points d'un avion en vol. De tels essais avec mesures en vol s'exécutent d'ailleurs couramment en Amérique.

Les souffleries ne doivent donc pas faire oublier les possibilités de l'avion-laboratoire.

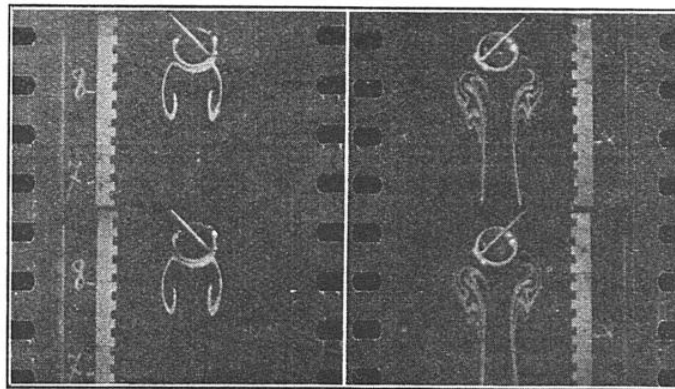


FIG. 5. — UNE EXPÉRIENCE AU CANAL HYDRAULIQUE
Derrière un corps immergé dans un canal hydraulique se forment des tourbillons. On voit, sur la figure de gauche, les tourbillons qui prennent naissance à faible vitesse ; à droite, ceux qui prennent naissance pour une vitesse plus grande. Dans ce dernier cas, les tourbillons se mettent à « battre », c'est-à-dire à se déformer périodiquement en perdant leur symétrie (tourbillons alternés).

L'automobile dans les souffleries

Nous ne devons pas clore cette rapide esquisse des moyens d'expérimentation de l'aérodynamique, sans dire un mot des résultats obtenus en ce qui concerne l'automobile (1).

D'après un spécialiste des plus qualifiés, l'ingénieur Andreau, une voiture de 1.400 kilogrammes, marchant à 70 kilomètres à l'heure — véhicule, par conséquent, de grande diffusion — dépense les deux tiers de sa puissance à vaincre la résistance de l'air. Autrement dit, sur 12 litres d'essence consommés aux 100 kilomètres, 8 litres s'usent à lutter contre l'air. Ce pourcentage s'élève encore aux vitesses supérieures : en course, une auto peut dépenser 85 et 90 pour cent de son énergie à se frayer le passage dans l'atmosphère.

Sur ces chiffres, connus depuis longtemps, on a fondé de grands espoirs d'améliorer la consommation en dotant les carrosseries de profils « aérodynamiques ». On s'est mis à traiter l'automobile à la manière d'un avion réduit à sa carlingue, obligé de ramper. On a fait des maquettes de carrosseries de toutes les formes et l'on a demandé aux souffleries de classer leurs formes, suivant leur moindre résistance à l'air.

Les résultats n'ont pas été ceux que l'on attendait. « L'aérodynamique » des voitures s'est pratiquement révélée sans aucun point commun avec celle des avions.

D'après des mesures obtenues en souffleries et transposées au modèle en vraie grandeur par application des lois de similitude (grâce au nombre de Reynolds), M. Andreau a calculé que le profilage optimum d'une « caisse » de carrosserie n'apportait qu'un gain de vitesse de 1,6 pour cent, par rapport aux carrosseries de série. Ce gain correspond seulement à un abaissement de 5 pour cent dans le coefficient de résistance de l'air d'une voiture de course roulant à 140 à l'heure, pesant 1.610 kilogrammes et mesurant 2 mètres carrés de section au maître couple. Autant dire que les formes profilées de la caisse proprement dite n'ont aucune influence pratique : c'est à la mode beaucoup plus qu'à la science qu'elles doivent leur existence.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 184, page 311, et n° 200, page 153.

Par contre, les mêmes expériences ont apporté des résultats inattendus touchant les ailes, les marchepieds et les phares. Ces organes se sont révélés de véritables parasites, gros mangeurs d'essence. La suppression des « ailes » d'une voiture lui assure un gain de vitesse de 14 pour cent.

Un gain de 11 pour cent sur le coefficient de résistance peut encore être réalisé par la suppression des phares, en leur forme actuelle. Si la voiture fait 10.000 kilomètres par an, c'est une économie annuelle de 180 francs. Pour un million de voitures, 180 millions de francs. Voilà ce que coûte la présence des phares. Corrigez les ailes en même temps que les phares, et l'économie sera de 600 millions.

Donc, les études d'autos en soufflerie ne sont pas stériles. Elles nous enseignent qu'il est inutile de se priver de confort au nom de « l'aérodynamique ». Mais l'écoulement des filets d'air autour de la caisse, que révèlent ces études, démontre pourquoi les phares, les ailes, les marchepieds et les redans du capotage inférieur (paroi du réservoir d'essence arrière, par exemple) sont des facteurs de résistance à l'avancement, *parce que c'est sur eux que butent précisément lesdits filets d'air*.

La science aérodynamique n'est donc pas inutile aux carrossiers ; elle les invite seulement à penser à d'importants détails et à se rappeler, une fois pour toutes, qu'une auto n'est pas un avion — puisque ses « ailes » sont des organes du parasitisme le plus évident.

Le seul effet aérien commun à l'auto et à l'avion, c'est l'effet d'incidence du vent.

Et d'abord, par interrétaction de la caisse de carrosserie et du sol, le vent de la course se traduit par un effort de sustentation dont la poussée verticale peut atteindre 35 kilogrammes dans une auto qui marche à 140 à l'heure. Ensuite, il faut tenir compte des effets du vent naturel lorsqu'il souffle latéralement à la voiture en marche. Cet effet est extrêmement net dans les virages ; le vent tend à faire sortir la voiture de la route si le virage lui présente sa concavité. Inversement, il tend à l'y faire rentrer et à raccourcir le rayon de giration, s'il souffle de l'extérieur de la courbe. Voilà un facteur dont les conducteurs doivent tenir compte, s'ils marchent à vive allure et s'ils veulent éviter d'inopportunes embardées.

JEAN LABADIÉ.

LES NOUVELLES APPLICATIONS DU PICK-UP ET L'AUTOMATISME MODERNE

Par Jean HESSE

INGÉNIEUR DES ARTS ET MANUFACTURES

Les progrès considérables accomplis par le phonographe (1) depuis une dizaine d'années n'ont été rendus possibles que grâce à l'emploi du «pick-up» (2), petit appareil permettant d'enregistrer, sur bande ou sur disque, des variations de courant électrique, et, inversement, de reproduire à volonté, par le moyen du disque, les variations de courant enregistrées. Mais l'application au phonographe ne constitue qu'une faible partie du domaine d'utilisation du pick-up. L'inventeur F.-R. Dussaud vient, en effet, après de patientes recherches, de mettre au point tout récemment des dispositifs qui permettent d'enregistrer sur disque ou sur bande et de reproduire, grâce au pick-up, des phénomènes lumineux ou mécaniques. C'est là le point de départ de techniques toutes nouvelles telles que la cinématographie électrique et surtout l'endomécanique, c'est-à-dire la commande automatique de mécanismes quelconques suivant un programme réglé à l'avance. Nous exposons ici non seulement les résultats remarquables déjà obtenus dans ce domaine inexploré, mais encore les possibilités que cette invention nous laisse entrevoir dès maintenant.

Une invention française : le pick-up

QUI connaît l'origine du pick-up, universellement utilisé aujourd'hui ? Pour les uns, il a été découvert peu à peu ; pour les autres, il vient d'Amérique. C'est en 1896 que François Dussaud a présenté le pick-up pour la première fois à une réunion de savants à la Sorbonne.

Le pick-up se compose, en principe, d'un petit électroaimant du genre des bobinages des écouteurs téléphoniques devant les pôles duquel se trouve une petite armature en fer à laquelle est fixée l'aiguille.

Lorsqu'on envoie un courant modulé dans l'électroaimant, il agit sur le fer doux qui vibre en s'éloignant et se rapprochant des pôles de l'électro et communique ces vibrations à l'aiguille. L'aiguille enregistre alors une trace du courant dans une matière plastique.

Lorsque l'on fait repasser l'aiguille dans la trace ainsi obtenue, elle épouse les vibrations gravées dans la cire et reproduit les mêmes mouvements qu'elle possédait lors de l'enregistrement : elle les communique au fer doux qui, en vibrant, engendre par induction un courant dans l'électro. Ce courant reproduit le courant qui avait été envoyé dans l'électro.

D'une façon générale, le pick-up enregistre et reproduit les phénomènes électriques ; l'inventeur du pick-up avait dit,

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 46, page 217.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 127, page 83.

en le présentant à la Sorbonne : « On pourra conserver les phénomènes électriques. »

Il est bien évident que si l'on transforme en phénomènes électriques d'autres phénomènes vibratoires, le pick-up pourra indirectement conserver ces phénomènes vibratoires.

La première application du pick-up est née en même temps que lui : c'est le *phénomène électrique*. Les autres sont tout à fait récentes : la *photographie* et la *cinématographie électrique*, d'une part, la *mécanographie électrique*, de l'autre.

Ainsi l'inventeur du pick-up a appliqué successivement celui-ci à l'enregistrement et à la reproduction des phénomènes sonores, lumineux et mécaniques.

Enregistrement et reproduction électriques des phénomènes sonores

Dès 1896, F. Dussaud fit entendre à la Sorbonne le premier phonographe électrique (qu'il avait inventé en 1894, âgé de 23 ans) avec ses quatre organes maintenant si répandus :

- 1° Le microphone d'enregistrement ;
- 2° Le pick-up enregistreur ;
- 3° Le pick-up reproducteur ;
- 4° Le haut-parleur.

Phonographe électrique enregistreur

Le microphone d'enregistrement était un microphone du type à grenaille de charbon. Il recueillait fidèlement les sons, les trans-

crivait et les interprétait en courants électriques qui venaient impressionner le pick-up, du type électromagnétique universellement employé aujourd'hui; il l'appelait alors électroaimant graveur. L'appareil était appelé microphonographe.

Grâce à cet appareil, l'inventeur put enregistrer les bruits de l'auscultation, les battements du cœur, la marche des insectes. Le courant qui passe dans le microphone et le pick-up était amplifié en augmentant le nombre des éléments de pile. On se servait aussi du courant du secteur, réduit conve-

Première application industrielle du phonographe électrique

C'est dans les laboratoires de la Sorbonne, en 1897, que furent posées les premières bases scientifiques de la combinaison du phonographe électrique avec le cinéma, afin de faire de celui-ci un cinéma parlant; il était réalisé, au cours de cette même année 1897, dans un petit théâtre de Paris, où l'on pouvait assister, écrit Yung, « au curieux spectacle de voir et d'entendre un orateur parlant du haut d'une tribune, un ora-

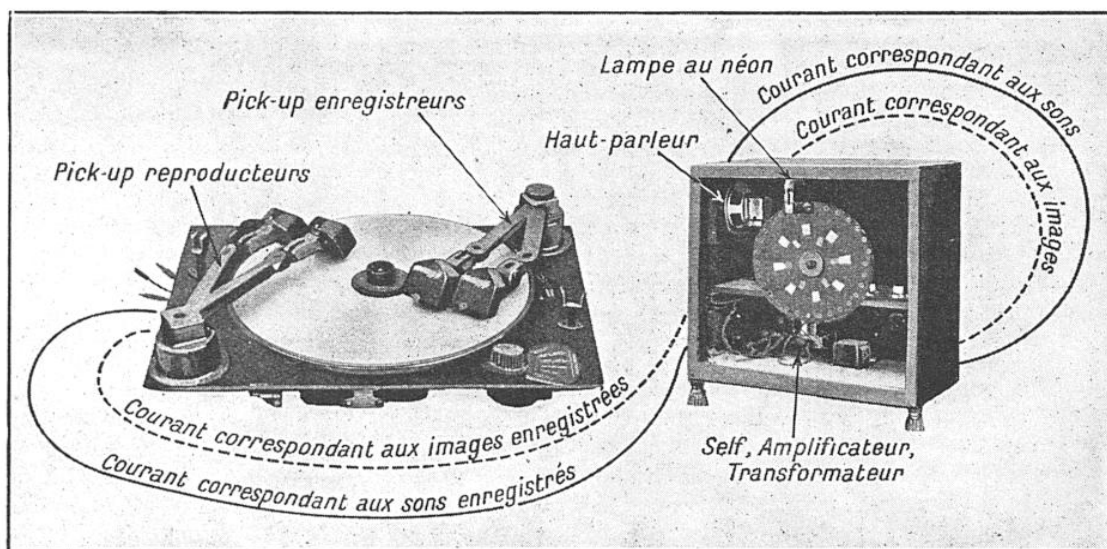


FIG. 1. — LE CINÉMA PARLANT ÉLECTRIQUE DE DUSSAUD, MONTÉ POUR LA REPRODUCTION. On a indiqué, schématiquement, les liaisons entre les pick-up reproducteurs et les appareils de projection et de reproduction sonore. Les mêmes appareils peuvent être utilisés pour l'enregistrement.

nablement, et on amplifiait en utilisant le rhéostat.

Pour la reproduction, l'inventeur avait imaginé un autre type de pick-up « à grenaille de charbon », car l'appareil enregistreur ne pouvait, tel quel, être utilisé à cet effet.

Aujourd'hui, grâce aux amplificateurs de T. S. F., le même pick-up du type électromagnétique peut être utilisé comme enregistreur et reproducteur.

Il est toutefois curieux de constater que le pick-up à grenaille de charbon est encore employé quand on veut se dispenser entièrement de l'intermédiaire de l'amplificateur. On obtient une reproduction incomparablement plus pure.

Le cylindre utilisé au début comme organe d'inscription, a été remplacé par le disque.

teur en effigie, dont l'image et les mouvements ont été saisis par le cinématographe et dont les paroles ont été inscrites sur un rouleau de phonographe ».

Puis l'invention fait son chemin. En 1910, le phonographe électrique est exploité avec le cinématographe, sous le nom de phonoscènes; en juin 1913, des représentations sont données à New York.

Si la guerre arrête momentanément l'élan du phonographe électrique, son essor reprend dès 1920. Le phonographe électrique enregistreur fait disparaître le phonographe mécanique enregistreur. Le phonographe électrique reproducteur prend chaque jour une place plus grande au détriment du phonographe mécanique reproducteur (1).

(1) On a remplacé la première aiguille à a fois graveuse et reproductrice par deux aiguilles de forme

L'existence de postes de T. S. F., en nombre toujours plus considérable, permet d'ailleurs de se servir de leur amplificateur et de leur haut-parleur, ce qui évite d'en acheter pour le phonographe électrique.

Des centaines de modèles très différents de phonographes électriques ont aussi été construits, mais tous sont basés exactement sur le principe du premier appareil de Dus-saud.

L'enregistrement et la reproduction électriques des phénomènes lumineux

C'est tout récemment que F. Dus-saud est arrivé à utiliser le pick-up pour l'enregistrement et la reproduction électriques des phénomènes lumineux. Le problème posé était : traduire les modulations lumineuses en modulations électriques et les retraduire en modulations lumineuses.

Pour photographier et pour cinématographier sans manipulation et avec vision immédiate des sujets fixes ou animés, Dus-saud place les sujets devant un transmetteur de télévision (1) et enregistre le courant créé par ce dernier au moyen d'un enregistreur électrique.

A cet effet, l'image du sujet fixe ou animé est projeté, au moyen d'un système optique, sur un disque explorateur. Ses différents points viennent successivement impressionner une cellule photoélectrique qui transforme les variations lumineuses en variations de courant électrique. C'est ce courant qu'à son tour enregistre le pick-up. La reproduction se fait en sens inverse. Le pick-up reproducteur redonne le courant ainsi enregistré, que l'on envoie alors dans un récepteur de télévision.

Celui-ci comporte, en général, une lampe au néon, dont l'intensité lumineuse varie proportionnellement au courant électrique reçu (c'est-à-dire à l'éclairement de la cellule photoélectrique exploratrice), lors de l'enregistrement ; cette lampe, à son tour, éclaire un disque récepteur tournant en synchronisme parfait avec le disque émetteur.

Ainsi, en remplaçant, dans le phonographe électrique, le microphone par un transmetteur spéciale, l'une pour enregistrer, l'autre pour reproduire, qu'on place tour à tour dans le pick-up. On a construit aussi des appareils avec deux pick-up spéciaux, l'un pour enregistrer, l'autre pour reproduire, et qu'on fixe alternativement sur un même bras. Enfin, on a réalisé des appareils où les deux pick-up ont chacun leur bras ; avec ces appareils, on peut copier un disque enregistré sur un disque vierge plus petit et placé sur la partie centrale, et non enregistrée, du premier disque.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 163, page 25.

teur de télévision et le haut-parleur par un récepteur de télévision, on obtient un cinématographe électrique.

Le problème du synchronisme, primordial en télévision, est réalisé de la façon suivante ; les deux appareils, enregistreur et reproducteur, auront chacun :

a) Le même rapport de vitesse entre leurs organes rotatifs de télévision et leur plateau porte-disques ;

b) Des repères assurant toujours la même position des disques sur le plateau et le même point de départ des pick-up enregistreurs et reproducteurs.

Signalons, à ce sujet, que l'on va tenter de réaliser une entente entre tous les pays pour que les disques enregistrés dans l'un d'eux puissent être entendus dans tous les autres.

Le cinématographe électrique commence à se répandre parmi les possesseurs de récepteurs de télévision. Sa première application consiste à enregistrer les images reçues par télévision sans fil, pour pouvoir les reproduire à volonté. Par ailleurs, on peut, sur le même disque, enregistrer, puis reproduire ce que l'on entend en radiophonie. C'est donc le *cinéma parlant* à la portée de tous, sans aucun apprentissage, sans manipulation et avec reproduction immédiate.

Le jeudi 22 décembre 1932, à l'Aula de l'Université de Genève, ont eu lieu des démonstrations publiques de télévision enregistrée. Les expériences étaient compliquées du fait qu'il n'y a pas, en Suisse, de poste émetteur de télévision, et que, par conséquent, on dut utiliser un enregistrement d'émissions londoniennes données sur 30 lignes, alors que l'appareil reproducteur était construit pour 60 ; de plus, Londres émet des lignes verticales et l'appareil doit recevoir des lignes horizontales. Les reproductions étaient couchées et difficiles à voir. On put néanmoins se rendre un compte exact de la manière dont les lignes lumineuses modulées étaient reproduites et ce au moyen d'un disque et du mélographe.

Enfin eut lieu une expérience extrêmement intéressante, prouvant que le pick-up est capable d'enregistrer des phénomènes mécaniques.

L'enregistrement sur disque des phénomènes mécaniques

Cette expérience consistait à commander par disque une aiguille tournant sur un cadran, au moyen d'un appareil appelé mécanographe électrique, comprenant un manipulateur, un pick-up et un tourne disque.

Le manipulateur électrique permettait, suivant une table établie expérimentalement, de traduire les mouvements mécaniques d'un levier de commande en courant électrique, correspondant à l'amplitude desdits mouvements et aux intervalles de temps qui les séparent.

Le pick-up électromagnétique recevait le courant électrique ainsi produit et gravait une trace correspondant à ce courant (donc correspondant aussi aux mouvements du levier de commande).

En ce qui concerne le mécanographe électrique reproducteur, il comprenait un pick-up, un tourne-disque, un électroaimant et un levier de commande.

L'aiguille du pick-up repassait dans les traces qui avaient été gravées et reproduisait le même courant que celui qui leur avait donné naissance. Le courant était amplifié par les moyens usuels (amplificateurs de T. S. F., relais).

L'électro-aimant recevait donc un courant identique à celui qu'avait expédié le manipulateur à main, et retraçait ce courant en mouvements correspondants à son armature, qui les transmettait par cliquet à une roue dentée actionnant le levier de commande ; ce dernier exécutait ainsi tous les mouvements que l'on voulait qu'il produisît.

Ce fut là la première application pratique de ce que M. Dussaud a dénommé l'« endomécane » — par opposition à la « télé-mécane » — c'est-à-dire la commande, soit d'une machine fixe ou mobile, soit d'un ensemble de travaux, à l'intérieur même de cette machine ou de l'ensemble de ces travaux, au moyen d'un « mécanographe » électrique suivant un plan préétabli.

Les applications nouvelles de l'« endomécane »

Voici maintenant de nouveaux et intéressants résultats obtenus récemment, et qui montrent tout le parti que l'on pourra

tirer, à l'avenir, de cette nouvelle branche de la technique.

Il s'agit ici de la commande d'un véhicule non monté (1) que l'on fait évoluer suivant des ordres enregistrés, au préalable, au moyen d'un pick-up.

Ici, les disques sont remplacés par un ruban non conducteur de l'électricité, du papier, par exemple, qui se déroule d'une première bobine, passe sur un cylindre bon conducteur de l'électricité et va s'enrouler sur une seconde bobine. Une série de manipulateurs, placés chacun dans le circuit d'un courant auxiliaire alimentant un pick-up à stylet acéré, permet d'exécuter simulta-

nément sur ce ruban de papier des sillons perforés parallèles.

Mais, pour la confection des bandes porteuses d'ordre en endomécane, le courant qui parcourt le bobinage du pick-up n'est pas modulé : il est rendu intermittent par le jeu des manipulateurs, et c'est cette intermit-

tence voulue qui se trouve enregistrée mécaniquement sur la bande de papier.

Le nombre des manipulateurs dépend du degré de complication des ordres à inscrire.

Il s'agit d'abord, dans ce qui nous occupe, de commander les temps de marche et d'arrêt du véhicule. A cet effet, un premier manipulateur trace un sillon composé de perforations successives séparées par des espaces non perforés et dont les longueurs sont proportionnelles à ces données.

Il s'agit ensuite de commander les changements de direction aux moments voulus. Un second manipulateur trace à cet effet un sillon composé de perforations dont la longueur est proportionnelle aux angles dont le véhicule doit tourner.

Le troisième manipulateur trace un sillon composé de perforations qui correspondent aux lieux où le véhicule doit exécuter une

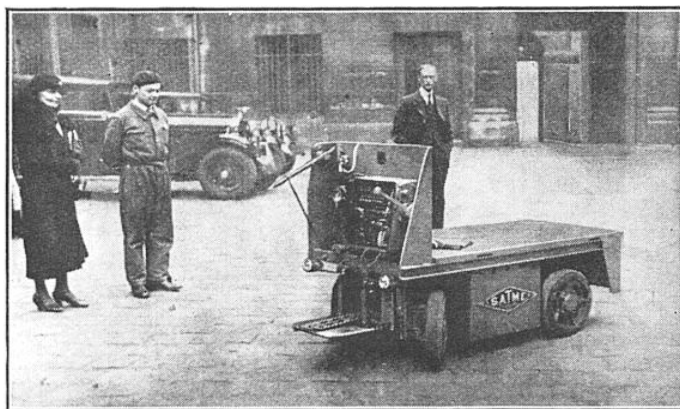


FIG. 2. — VOICI UN VÉHICULE ÉVOLUANT « SANS PILOTE », SUIVANT UN PROGRAMME TRACÉ À L'AVANCE ET ENREGISTRÉ GRÂCE À L'« ENDOMÉCANIQUE »

(1) Le dispositif en question a fait l'objet d'une note de M. Dussaud à l'Académie des Sciences, le 4 avril 1934.

action quelconque (par exemple tir de mitrailleuses dans le cas d'un tank) et qui ont une longueur proportionnelle à la durée fixée pour cette action.

D'autres manipulateurs servent de même dans le cas où il faut circuler à vitesses variables, marcher et tourner en sens inverse ou changer la direction dans le plan vertical des véhicules aériens ou sous marins. Si l'on ne peut être près du véhicule à l'heure choisie pour son départ, un chronorupteur le fera partir au moment voulu. Pour exécuter les ordres ainsi enregistrés sur le ruban, l'inventeur remplace le stylet tranchant des pick-up par un balai en cuivre. Chaque fois que l'un de ces balais, du fait d'une perforation, se trouve en contact avec le cylindre bon conducteur, un circuit se ferme, le courant passe dans le bobinage en pick-up, qui fait aussitôt son métier de relais dans le sens déterminé. Le courant électrique de commandement, celui qui excite les électro-aimants des pick-up, est de faible intensité : trois dixièmes d'ampère ; mais le courant d'exécution peut être naturellement de l'intensité nécessaire au travail demandé.

En faisant dérouler le ruban beaucoup plus vite à l'enregistrement des ordres que lors de leur exécution, l'enregistrement peut être beaucoup plus court.

On pourra aussi enregistrer et reproduire par le mécanographe électrique les mouvements de tous les organes de commande nécessaires, soit à une machine, soit à un ensemble de travaux scientifiques ou industriels, de besognes domestiques, de traitement médical électrique ou vibratoire.

On pourrait de même enregistrer et reproduire les mouvements de tous les organes de commande relatifs à des jeux artistiques d'eau, de lumière ou de sonorité, à des gestes d'automates, à des programmes civils ou autres d'explosions, d'allumage de feux, d'inondations, de jets de substances, de tirs.

L'endomécanique aura des applications innombrables toutes les fois qu'une mission, pouvant être réglée à l'avance, aura intérêt à demeurer exclusivement matérielle : canot de sauvetage, entouré de bouées, auquel l'état de la mer interdit la présence d'un équipage, véhicule envoyé pour créer une zone de protection par fumée, gaz, tank mitrailleur, avion stratosphérique destiné à transporter du courrier, etc.

Application à un tank non monté

Pour diriger un tank non monté, on procédera suivant l'itinéraire prévu à des

enregistrement sur disques, comme il a été indiqué ci-dessus.

Les disques ainsi enregistrés seront ensuite placés sur le mécanographe électrique reproducteur qui se trouve à l'intérieur du tank ; deux pick-up électromagnétiques reproduiront respectivement l'une et l'autre des deux séries de courants enregistrées.

Ces deux séries de courant seront envoyées dans un moteur électrique à mise en marche et à arrêt instantanés, d'où elles agiront respectivement par l'intermédiaire d'une démultiplication sur le levier de direction du tank pour que celui-ci parte successivement du point A, passe par le point B et C, et revienne en A.

On pourra suspendre le mécanographe reproducteur à la cardan et empêcher l'aiguille de quitter son sillon par un guide spécial à ressort, quels que soient les cahots ou la position du tank.

Un second mécanographe enregistreur et reproducteur permettra d'assurer des arrêts et des départs à volonté au cours de la marche du tank.

Un troisième mécanographe enregistreur et reproducteur assurera la commande de mitrailleuse ou de toute autre arme ainsi que le jet ou la pose de tout engin, aux moments choisis, pendant tout le trajet du tank.

En un mot, toutes les commandes sont données au tank du dedans, d'où leur nom d'endocommandes (suivant un plan *prédéterminé* et *secret*).

L'avenir de l'« endomécanique »

Si, au lieu d'un tank, il s'agissait d'un véhicule ayant besoin de se déplacer dans le plan vertical (sous-marin, avion, hydravion, hélicoptère, torpille, fusée), les mécanographes enregistreur et reproducteur assureraient le fonctionnement du levier de commande relatif au plan vertical.

C'est ainsi que l'endomécanique semble avoir son application toute indiquée dans la calme voie stratosphérique accessible aux avions munis de turbo-compresseurs ; elle permettrait, par exemple, de faire le service postal Europe-Amérique en deux heures environ avec des véhicules non montés, munis des plus récents *modèles automatiques* de stabilisateur en plein vol, d'ouvreur de parachute protégeant l'avion lui-même, de sirènes avertisseuses du retour au sol et d'atterrisseurs.

On voit ainsi les multiples perspectives qui s'ouvrent à nous, grâce à l'endomécanique.

JEAN HESSE.

COMMENT LE CINÉMA NOUS FABRIQUE DU « MERVEILLEUX »

Par P. HÉMARDINQUER

Les films merveilleux ou fantastiques qui ont connu une grande vogue, aux débuts mêmes du cinématographe, semblent de nouveau séduire le grand public. Les progrès de l'exécution technique ont, d'ailleurs, contribué à améliorer si notablement les procédés de truquage optique, doublés du truquage sonore, que l'illusion du spectateur est aujourd'hui complète. Il est curieux de constater que cette perfection dans l'illusionnisme est obtenue cependant avec des procédés fort simples, mais d'une mise au point délicate dans le détail d'exécution.

L'AVÈNEMENT du film sonore avait relégué au second plan les truquages optiques, étudiés dès les débuts du cinématographe, qui permettaient de représenter des scènes irréalisables dans la vie courante.

Mais le succès remporté, tout dernièrement, par les bandes telles que *King-Kong* et *l'Homme invisible*, montre que le public a toujours du goût pour le merveilleux : il est donc vraisemblable que les metteurs en scène vont exploiter cette veine, et utiliser de nouveau les ressources du truquage optique. L'avènement du film « parlant » apporte d'ailleurs aux cinéastes de nouveaux moyens qui leur permettent de conjuguer le truquage sonore et le truquage optique, et d'obtenir des effets d'illusionnisme d'un effet impressionnant et d'une perfection encore inégalée.

Les truquages optiques ne sont pas nouveaux

La plupart des « trucs » appliqués au cinématographe étaient connus des photographes. On sait ainsi qu'on peut réaliser facilement des épreuves dans lesquelles, par exemple, on voit un même modèle dans des attitudes différentes, le personnage dédoublé jouer aux cartes avec lui-même, ou encore, ce qui est d'un goût plus douteux, porter sa propre tête sur un plat, à la manière de Jean-Baptiste !

Ce serait, semble-t-il, M. Méliès, directeur du théâtre Robert-Houdin, qui aurait eu l'idée de réaliser les premiers films truqués. Par l'effet du hasard, il réalisa un effet de substitution et, par la suite, exécuta les premiers films féériques tels que *le Manoir du Diable* ou *Cendrillon*, qui eurent un grand succès de nouveauté.

Les trucs classiques

Il est peut-être bon de rappeler ici quelques-uns des trucs classiques, dont les effets intriguent encore les spectateurs, et parfois même certains praticiens.

La prise de vue à vitesse accélérée permet, on le sait, d'obtenir, lorsque le film positif est ensuite projeté à la vitesse normale, un effet de ralenti plus ou moins accentué. Inversement, une prise de vues lente permet d'obtenir une projection dans laquelle les mouvements paraissent rapides.

Il est bien certain que de tels films ne peuvent comporter qu'un accompagnement sonore effectué après coup ou, en tout cas, réalisé sur une bande distincte, puisque l'enregistrement des sons doit toujours être effectué à une vitesse parfaitement constante.

On a également essayé, quelquefois, d'effectuer des enregistrements « à l'envers », en tournant le système d'entraînement du film en sens inverse du déroulement normal à l'aide d'un engrenage spécial, d'où des images curieuses qui semblent en désaccord avec les lois de la pesanteur et même du temps, puisque nous pouvons revenir ainsi sur les faits passés.

On nous représentera ainsi, à contre-sens, les différentes phases de l'explosion d'un rocher ou d'une usine, et nous verrons les différents éléments disloqués par cette explosion, se reconstituer pour reproduire la roche ou l'édifice dans leur état primitif. Nous verrons, de la même façon, une plante en fleurs revenir en bourgeons puis remonter le cours de sa croissance jusqu'à l'apparition de la tige hors du sol.

D'autres effets de truquage peuvent être obtenus par le simple déplacement de la camera : son installation au sommet d'un

support permet, par exemple, par simple inclinaison de l'axe optique, de donner l'illusion d'un homme grimpant un mur lisse d'une grande hauteur ou suspendu au plafond, alors qu'en réalité, l'acteur marchera à quatre pattes sur un décor posé à terre et sera filmé de haut.

Plus curieux encore, mais, en réalité, aussi aisés sont les effets de substitution. Grâce à une prise de vue convenable, on peut amener brutalement ou par fondus successifs le remplacement d'un personnage par un autre, ou représenter le même personnage sous des formes différentes.

Le procédé général consiste simplement à interrompre la prise de vue au moment où le changement de personnage ou d'objet doit se produire. Le personnage ou l'objet nouveau est placé exactement à la place du premier, et la camera est remise en marche.

De la sorte, on obtient des escamotages immédiats, des chutes ou des catastrophes qui ne font courir aucun danger aux acteurs, etc.

Le film négatif, exécuté de cette manière peut présenter quelques images défectueuses. Un contrôle minutieux et la suppression de quelques images permettent d'obtenir souvent des résultats parfaits.

Les truquages au moyen de maquettes

À la même catégorie de procédés se rattachent les films pour lesquels on utilise, à certains moments, soit des maquettes exécutées à échelle réduite avec un grand soin, et comportant des fonds naturels afin de compléter l'illusion ; des prises de vues, avec un agrandissement con-

venable de ces maquettes, permettent d'obtenir des résultats souvent excellents à peu de frais, surtout si l'on intercale, parmi les vues truquées, par un montage convenable, des vues exécutées d'après les objets réels.

C'est ainsi que, pour représenter l'explosion d'une forteresse, on commencera par cinématographier une forteresse réelle, et on en exécutera ensuite la maquette ; pour filmer le naufrage d'un navire, on enregistrera d'abord des vues réelles du navire, et ensuite on filmara le naufrage de sa maquette.

C'est surtout le procédé de la substitution qui est utilisé dans les films modernes, substitution de personnages ou d'objets. La substitution brutale est remplacée par les effets de fondus, obtenus par la manœuvre du diaphragme combinée avec une double impression.

L'opérateur ferme graduellement le diaphragme, de manière à obtenir une centaine d'images de moins en moins impressionnées. À ce moment, la prise de vues est arrêtée, et les nouveaux personnages ou objets que l'on veut faire apparaître, viennent prendre une place exactement définie. L'opérateur tourne d'abord la manivelle à rebours, sans prendre de vues, de manière à faire rentrer dans le magasin la bande correspondant aux images peu impressionnées.

Ensuite, il actionne la camera dans le sens normal, en agrandis-

sant progressivement le diaphragme. L'image se précise de plus en plus et se superpose à celle à laquelle elle est substituée. On peut obtenir de la même manière, le passage graduel d'une scène à la suivante.

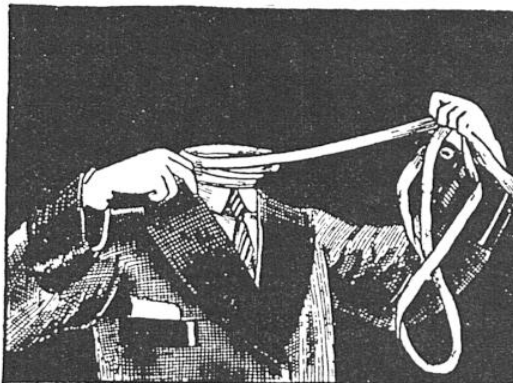


FIG. 1. — « L'HOMME INVISIBLE » ENROULE LES BANDES AUTOUR DE SA TÊTE

Cet effet est obtenu en filmant, sur un fond noir, l'acteur, dont le visage est recouvert d'un masque noir qui n'impressionne pas la pellicule.

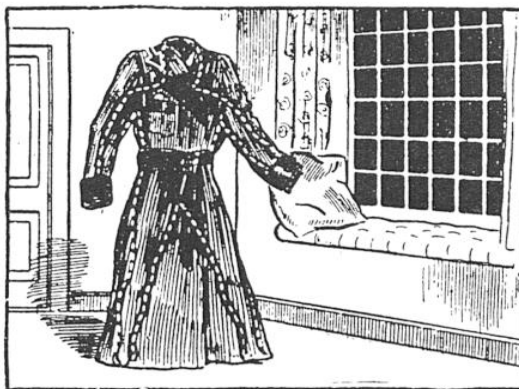


FIG. 2. — « L'HOMME INVISIBLE » SE PROMÈNE, REVÊTU DE SA ROBE DE CHAMBRE
Ici, le truquage est simple : comme on le voit par le tracé en pointillé, l'acteur a rentré la tête et les mains dans un vêtement trop grand pour lui.

L'emploi des fonds noirs

L'emploi de fonds noirs ne déterminant aucune impression sur le film négatif permet encore de réaliser des images surprenantes, en faisant défiler plusieurs fois la même bande. C'est ainsi qu'on pourra voir des personnages face à face avec leur double, dans des positions différentes. En plaçant les sujets à des distances variables, on peut réaliser des différences de proportions très amusantes, soit par prise de vue directe, soit par réflexion.

Au lieu d'employer des fonds noirs, on peut, d'ailleurs, plus souvent, utiliser des caches de diverses formes, se plaçant entre l'objectif et le film, ou plutôt en avant de l'objectif.

Par un procédé analogue, on peut, sans quitter le studio, enregistrer des prises de vues dans un décor qui paraît parfaitement naturel et animé. Il suffit d'avoir des premiers plans en relief et, au fond, une toile sur laquelle on projette une prise de vue cinématographique naturelle du paysage considéré. C'est là le principe du procédé *Dunning*.

Tels sont les truquages optiques les plus connus, mais, en cette matière, on peut dire qu'il n'y a pas beaucoup de principes à appliquer, mais uniquement des *cas d'espèces*. C'est essentiellement au metteur en scène qu'il convient de rechercher, suivant les effets désirés, les dispositifs les mieux appropriés.

Ces différents modes de truquage sont couramment employés dans les studios et généralement pour suppléer à l'insuffisance des moyens matériels de réalisation des films, notamment pour représenter des catastrophes, des naufrages, des explosions, des accidents, des incendies et autres événements dramatiques. On les a adoptés également dans ces films, toujours impressionnants pour le public, où l'on représentait de grands fauves qui semblaient être constamment en compagnie des acteurs, alors qu'il s'agissait de deux films photographiés à part et conjugués par surimpression.

Mais, en dehors de ces films, dont les scénarios ne comportent aucune scène d'ordre « surnaturel », il en est d'autres qui font intervenir la représentation de faits ou d'événements fantastiques ou merveilleux, irréalisables dans la vie courante.

« L'Homme invisible »

C'est ainsi qu'au cours de ces dernières années, ont été présentés des films tels que *King-Kong*, *Frankenstein*, *Le Docteur Jekyll*, qui ont

obtenu le plus vif succès auprès du public. Tous ces films faisaient largement appel au truquage optique et sonore. Mais le film qui a, jusqu'à présent, atteint de plus près la perfection en cette matière, est *L'Homme invisible*, réalisé par le spécialiste *Fulton*, d'après le célèbre roman de *Wells*, et qui a eu une

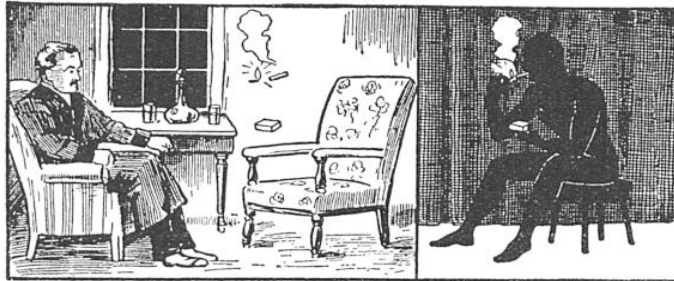


FIG. 3. — « L'HOMME INVISIBLE » FUME UNE CIGARETTE, ASSIS EN FACE DE SON AMI (A GAUCHE)

Pour réaliser cet effet, un premier film (à droite) est pris : l'acteur, vêtu d'un maillot noir avec un masque noir, est filmé sur fond noir. Seules impressionnent la pellicule la boîte d'allumettes et la cigarette. Un deuxième film est tourné, représentant son ami en face d'un fauteuil vide : ces deux bandes sont ensuite soigneusement conjuguées par surimpression.

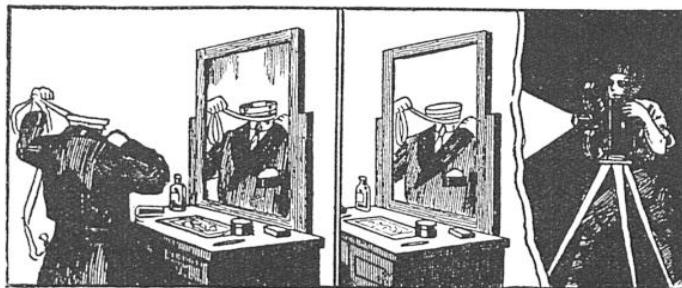


FIG. 4. — « L'HOMME INVISIBLE », PLACÉ DEVANT UN MIROIR, ENROULE DES BANDES AUTOUR DE SA TÊTE. A gauche, le film tel qu'on le voit à l'écran. A droite, le procédé de truquage : le miroir est remplacé par un écran où l'on projette un film positif sur lequel on a préalablement photographié l'acteur, sur fond noir, la tête recouverte d'un masque noir.

réussite éclatante à la fois par ses mérites techniques et ses qualités artistiques.

L'Homme invisible est un des romans du romancier anglais qui paraît le plus propre à séduire un metteur en scène : seul, d'ailleurs, le cinématographe pouvait permettre de donner une illustration suffisamment adroite pour retenir l'intérêt du spectateur.

Que fallait-il représenter dans le film ? Un jeune savant ambitieux a étudié des produits mystérieux qui permettent de décolorer les tissus organiques et de les rendre invisibles aux yeux humains. Au commencement

du film, le savant s'est injecté le produit qu'il a composé, et son corps est devenu invisible. Bien entendu, lorsqu'il est complètement recouvert de vêtements qui moulent sa forme extérieure, on ne s'aperçoit pas de ce phénomène ; seules la tête et les mains sont invisibles si elles ne sont pas recouvertes respectivement de masque et de gants.

Dans la suite du film, le héros ayant quitté ses vêtements, et devenu complètement invisible, commet une série d'excentricités et même de crimes. Il terrorise ainsi la population jusqu'au jour où, trahi par la trace de ses pas dans la neige, il est abattu par la police ; et, peu à peu, après sa mort, sa forme humaine redevient visible.

Comment de tels effets, rendus, nous le répétons, avec un art vraiment extraordinaire, ont-ils pu être obtenus ? De la manière la plus classique, en réalité, mais grâce, pour chaque cas particulier, à l'ingéniosité du metteur en scène, servie par une parfaite exécution technique.

Nous voyons — c'est la première image étonnante — l'artiste représentant « l'homme

invisible » défaire lentement les bandes qui recouvrent sa figure : derrière ces bandages, il semble n'y avoir que le vide.

On obtient un tel effet par un simple procédé de surimpression. La tête ou une partie de la tête de l'acteur est couverte d'un masque noir et elle est cinématographiée sur fond noir. Seules les bandelettes blanches

apparaissent donc ; à mesure qu'elles disparaissent, on n'aperçoit plus rien.

Un peu plus tard, nous apercevons « l'homme invisible » qui entoure sa tête de bandelettes. Peu à peu, celle-ci prend forme hu-

maine, et on le voit qui exécute cette opération devant un miroir.

Cette opération fait grand effet, et l'enregistrement a d'ailleurs été parfaitement réussi. Il s'agit d'un effet de surimposition complète. On a d'abord filmé « l'homme invisible » sur un fond noir, ainsi que nous l'avons indiqué plus haut. Puis, ensuite, on a exécuté un film positif, d'après la première épreuve négative.

Ce qu'on voit en réalité, ce n'est pas un miroir dans lequel se réfléchit l'image étrange de « l'homme invisible » sans tête, mais bien un écran sur lequel est projeté par derrière le film positif obtenu précédemment. A la projection, on aperçoit donc dans le miroir l'homme invisible qui enroule des bandes autour de sa tête.

Dans d'autres scènes, on voit des vêtements portés par « l'homme invisible » s'avancer dans un appartement, mais, comme les mains et la tête sont invisibles, il semble que ces vêtements avancent tout seuls. Ce résultat est obtenu simplement en demandant à l'acteur de rentrer les mains et la tête à l'intérieur d'une robe de chambre,

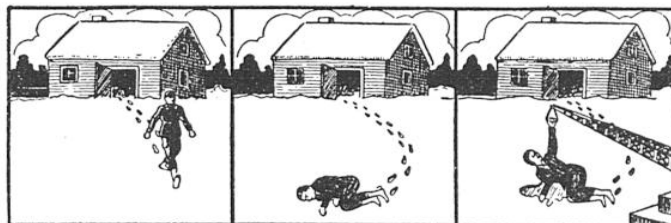


FIG. 5. — COMMENT ON OBTIENT L'EFFET FINAL ET TRÈS SAISSANT DU FILM « L'HOMME INVISIBLE »

A gauche, l'acteur marque dans la neige des traces de pas. Au centre, l'empreinte de son corps. A droite, il se relève, à l'aide d'un support, pour ne pas déformer la trace faite dans la neige.

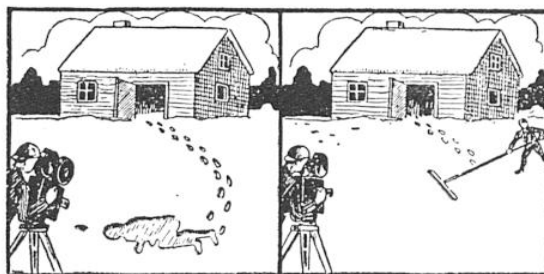


FIG. 6. — COMMENT ON FILME LA SCÈNE, APRÈS LA PRÉPARATION CI-DESSUS

Les empreintes, obtenues comme il a été indiqué au schéma précédent, sont filmées, en les effaçant progressivement à partir de la camera. Le film est, sur l'écran, projeté à l'envers.

plus grande que celle qui conviendrait à sa taille. Cette dernière comporte des bourrages convenables et des fils qui permettent, s'il y a lieu, d'obtenir un mouvement plus naturel.

Nous voyons, à d'autres moments, des objets tels que des bicyclettes, leviers d'automobile, vêtements, livres, se déplacer mystérieusement sous l'action de « l'homme invisible ». Des chaises, des escabeaux volent en l'air, des portes s'ouvrent et se ferment, etc...

Comment obtient-on ces effets? De la manière la plus simple, au moyen de fils très fins qui servent à projeter ou à suspendre les objets, ou à les entraîner et qui, grâce à leur finesse, ne sont pas enregistrés sur le film. Mais si le principe est simple, l'application en est délicate.

« L'homme invisible », à un autre moment, s'installe dans un fauteuil, en face de son ami, et on voit les objets se déplacer mystérieusement : une allumette semble sortir elle-même de la boîte, venir se

frotter contre un côté de celle-ci et allumer une cigarette. On obtient aussi cet effet curieux par surimpression. L'acteur, recouvert d'un maillot noir et ganté de noir, est photographié sur fond noir, accomplissant les gestes du fumeur et, dans une deuxième prise de vue, son ami est en face d'un fauteuil évidemment vide ; les deux bandes sont ensuite conjuguées par surimpression.

Mais ce sont les scènes finales qui produisent sur le spectateur la plus forte impression. « L'homme invisible », traqué par la police, sort d'une grange ; on voit seulement ses pas qui s'impriment sur la neige ; puis on tire sur lui, et sa forme s'inscrit peu à peu en creux dans la neige.

On obtient ces images surprenantes par le principe du déroulement à l'envers dont nous avons parlé plus haut. On exécute d'abord sur la neige des traces de pas, depuis l'entrée de la grange jusqu'à l'emplacement de la camera, mais sans mettre cette dernière en fonctionnement.

Une fois ces traces exécutées, on com-

mence la prise de vues par tranches successives en effaçant graduellement les traces de pas, et en entraînant le film en sens inverse du déroulement normal. Ainsi, au moment de la projection, les traces paraîtront être imprimées sur la neige, et avancer peu à peu depuis l'entrée de la grange jusqu'au spectateur.

Il en est à peu près de même pour la trace du corps dans la neige. L'acteur se laisse tomber dans la neige, devant l'emplacement de la camera et, pour se relever, s'aide d'ailleurs d'un support auquel il se suspend par la main, de façon à ne point déformer l'empreinte qu'il vient d'y laisser. Cette

empreinte en creux obtenue est effacée peu à peu, et l'on filme à l'envers comme précédemment, également par tranches avec effet de fondu ; à la projection, l'empreinte du corps semble donc se creuser comme par la chute d'un corps.

Quant à l'effet final, où l'on voit le corps du malheureux revenir peu à

peu à la forme humaine et visible après sa mort, il y a là un effet de fondu désormais classique, mais réalisé avec un art accompli : on filme d'abord l'empreinte en diaphragmant de plus en plus près ; on filme l'acteur étendu sur l'empreinte en augmentant au contraire le diaphragme.

L'illusion, tout au long de la projection, est encore augmentée par l'accompagnement sonore, puisque au moment où aucune forme visible n'apparaît, on entend toujours la voix mystérieuse de « l'homme invisible » mais présent.

On le voit, dans un film aussi saisissant, les principes du truquage optique n'ont rien que de courant : mais l'art du spécialiste a permis, par le soin de l'exécution, et le fini des détails, de donner aux spectateurs une impression véritablement hallucinante. Il y a là un modèle du genre dont nos cinéastes pourront s'inspirer dans la réalisation des scénarios comportant une part de merveilleux, films dont le public paraît particulièrement friand. P. HÉMARDINQUER.

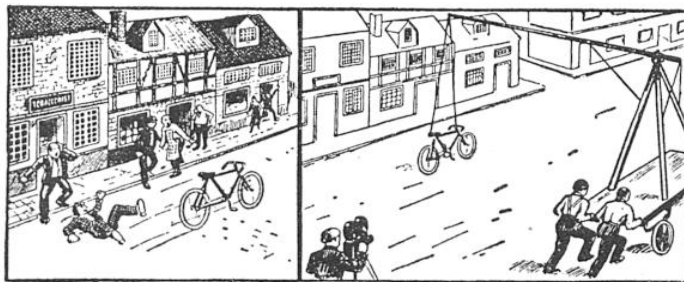


FIG. 7. — UNE BICYCLETTE, MONTÉE PAR « L'HOMME INVISIBLE », RENVERSE UN PASSANT

A gauche, le film tel qu'il est projeté. A droite, le procédé de truquage : la bicyclette, suspendue par des fils imperceptibles à l'écran, est entraînée par un charriot qui se meut en dehors du « champ » de la camera.

POUR NOUS AFFRANCHIR DES IMPORTATIONS DE PÉTROLE

LES HUILES VÉGÉTALES COLONIALES CONSTITUENT POUR LA FRANCE UN CARBURANT DE REMPLACEMENT PAR EXCELLENCE

Par M. GAUTIER

INGÉNIEUR EN CHEF DU GÉNIE MARITIME

La mise en exploitation récente des gisements pétroliers de Mossoul (1) n'a que partiellement résolu le problème du ravitaillement autonome de la France en combustibles liquides. Les besoins de notre consommation exigent, en effet, l'importation annuelle de plus de 4 millions et demi de tonnes de carburants, alors que les pétroles de Mésopotamie ne pourront nous fournir — du moins pour le moment, — que 900.000 tonnes de brut, ce qui est peu. La recherche d'une source nationale de carburant n'a donc rien perdu de son intérêt : redressement de la balance commerciale en temps de paix et sécurité accrue en cas de conflit armé, tels sont les avantages essentiels qui s'attachent à ce problème capital. Depuis plusieurs années, les efforts s'étaient surtout orientés vers les carburants tirés soit de la houille, soit des alcools de distillation ; mais, dans l'un comme dans l'autre cas, nos ressources ne sont pas suffisamment abondantes pour permettre d'envisager une production intensive de combustibles liquides issus du charbon ou de l'alcool. Or nous disposons, fort heureusement, sur le sol de la métropole et dans nos colonies, d'une inépuisable source de combustibles liquides : ce sont les huiles végétales, dont les récents progrès de la technique industrielle permettent aujourd'hui l'utilisation pour l'alimentation normale des moteurs genre Diesel, dont les applications se généralisent de plus en plus aussi bien pour la locomotion : véhicules industriels, moteurs marins, aviation, que pour la production de l'énergie dans les branches les plus diverses de l'industrie.

L'ACCROISSEMENT incessant des besoins nationaux en combustibles liquides, du fait du développement de l'automobile, de l'aviation et de la substitution du moteur Diesel aux machines à vapeur, notamment dans la Marine marchande, pose, et chaque jour de façon plus pressante, le problème du ravitaillement de la France en carburants tirés de son propre sol ou de celui de ses colonies. On serait, à cet égard, naturellement porté à envisager l'emploi de combustibles liquides tirés, soit de la houille, soit de l'alcool de distillation, mais il convient d'observer, que la production française, tant en charbons qu'en alcools, est insuffisante pour permettre d'en espérer, en dehors de leur utilisation normale, un appoint important comme sources de carburants.

Toutefois, il est une catégorie de combustibles à laquelle on n'est pas naturel-

lement porté à songer, peut-être parce que les combustibles dont il s'agit ne sont pas, dans leur état naturel, directement utilisables dans le moteur à explosion et qu'il convient, pour pouvoir les y utiliser, de les transformer, au préalable, en produits assimilables, par leurs qualités physiques et chimiques, à l'essence, et ceci par une opération qui porte le nom de catalyse : opération qui n'est pas entrée encore, en ce qui les concerne, dans le domaine de la pratique industrielle et qui, en tout cas, doit se traduire par une élévation appréciable du prix de revient. Cependant, étant donné l'évolution rapide de la technique des moteurs à combustion, ceux-ci tendent de plus en plus, et dans tous les domaines, à se substituer aux moteurs à explosion, et les combustibles en cause peuvent, de ce fait, devenir particulièrement intéressants et précieux. Ces combustibles sont les corps gras.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 204, page 19.

Les corps gras végétaux

Parmi les corps gras, ceux dont nous sommes le plus naturellement conduits à envisager l'emploi, ce sont les corps gras végétaux qui constituent, on le conçoit aisément, une source de combustibles inépuisable tant qu'il y aura de l'air, de l'eau et de la lumière.

Ils sont constitués par des mélanges de corps complexes, appelés éthers glycériques, et dont les principaux sont : la palmitine, la stéarine et l'oléine.

Tandis que les produits du pétrole renferment seulement, en dehors des impuretés, du carbone et de l'hydrogène, éléments éminemment combustibles, les corps gras

En résumé, comparativement aux produits du pétrole, au benzol et à l'alcool, les propriétés physiques et chimiques des corps gras végétaux les plus intéressants, au point de vue combustibles, sont indiquées au tableau ci-dessous.

Nous avons dit, précédemment, que les corps gras sont susceptibles d'être utilisés comme combustibles dans le moteur Diesel alors qu'ils ne peuvent, sans transformation importante préalable, en raison de leurs propriétés physiques et chimiques, très différentes de celles des essences, être utilisés dans le moteur à explosion. Cela tient à ce que, dans le moteur Diesel, il règne dans le cylindre une température et une pression très élevées en fin de compression (350° à

Nature du combustible	Densité à 15°	Température d'inflammabilité Luchaire	Pouvoir calorifique		Composition chimique				
			Sup ^r	Inf ^r	C %	H %	O %	Eau %	S %
Essence.....	0,725	< 0°	11.100	10.400	86	14			< 0,05
Pétrole lampant....	0,820/0,805		11.000	10.300	86	13,14			
Gas oil.....	0,888	82°	10.945	10.324	88	11,5			0,33
Benzol.....	0,899	10°(1)			92,3	7,7			
Alcool.....	0,794	41°	7.080		52,2	13	34,8		
Huiles {	Arachide.....	233°	9.560	8.927	75	12	13		
	Palme.....	105°	9.400	8.752	74	12	13	1,45	
	Karité.....	112°	9.640	9.017	77	11,5	11	0,10	
	Ricin.....	175°	9.165	8.557	73,5	11	15	0,01	

TABEAU COMPARATIF DES PROPRIÉTÉS DES HUILES VÉGÉTALES AU POINT DE VUE COMBUSTIBLE

renferment, en outre, de l'oxygène qui ne l'est pas ; d'où il résulte que, à poids égal, les corps gras dégagent moins de chaleur en brûlant que les produits de pétrole et qu'il en faut, par suite, davantage pour produire la même puissance.

Les corps gras se présentent sous l'aspect de liquides plus ou moins visqueux, voire de graisses plus ou moins consistantes. Même amenés à l'état de liquides fluides par chauffage, ils sont peu volatils. Ils sont, d'autre part, beaucoup moins inflammables que l'essence et le pétrole ; toutefois, leur température d'inflammation dans l'air décroît rapidement quand la pression augmente. Enfin, ils sont, naturellement, acides et peuvent s'altérer à l'air soit par rancissement (décomposition partielle des éthers glycériques avec mise en liberté des acides gras), soit par épaissement ou siccatisation (avec fixation de l'oxygène de l'air), si on ne prend pas les précautions nécessaires, d'ailleurs très simples, pour les conserver.

(1) Peasky-Martais.

à 34 kilogrammes), grâce à quoi le combustible, pulvérisé un peu avant la fin de la course de compression, doit pouvoir s'enflammer facilement et brûler plus ou moins rapidement pendant la fin de la course de compression et une partie de la course de détente.

Des essais fragmentaires avaient, autrefois, montré la possibilité de faire fonctionner de tout petits moteurs Diesel, d'une puissance de 5 à 20 ch, en les alimentant avec de l'huile d'arachide. Il convenait de montrer que cette possibilité pouvait s'étendre, sans difficultés appréciables, à des moteurs de grande puissance. Une étude expérimentale méthodique fut entreprise, à cet effet, à l'Etablissement National de la Marine, à Indret, sous la direction de l'auteur.

Elle porta, tout d'abord, sur un moteur à 4 temps 6 cylindres, de 300 ch effectifs à 450 tours-minute, à injection pneumatique. On détermina, en premier lieu, au cours d'essais préliminaires, les valeurs optima des facteurs qui conditionnent la combus-

tion (taux de compression du moteur, avance à l'injection, orientation de la came d'injection, pression et température de l'air qui sert à pulvériser le combustible, température du combustible et de l'eau de réfrigération à la sortie des culasses du moteur); puis on effectua un certain nombre de relevés de puissance et de consommation de combustible à diverses allures du moteur et on termina en faisant subir au moteur un essai d'endurance de 24 heures sans arrêt, au voisinage de la puissance maximum.

L'étude, qui avait porté sur les combustibles suivants : huile d'arachide, huile de palme, huile de ricin, beurre de karité, aboutit à des résultats les plus encourageants. Sans modifier le taux de compression normal du moteur (36 pour le fonctionnement avec le combustible habituel qui est le gas oil), en augmentant légèrement l'avance normale à l'injection (12° avant le point mort au lieu de 11° avec le gas oil), et les huiles végétales étant portées à une température suffisante pour les rendre assez fluides (15° environ pour l'huile d'arachide, 60° environ pour l'huile de palme, 70° environ pour le beurre de karité, 70° environ pour l'huile de ricin) :

1° Le départ à froid du moteur lancé à l'air s'effectue normalement, plus doucement et plus progressivement qu'avec le gas oil ;

2° L'allure du moteur est très régulière à toutes les puissances et la combustion est bonne, l'échappement demeurant incolore ;

3° La pression moyenne indiquée dans le cylindre, pendant la durée d'un cycle, est égale, sinon supérieure, à celle réalisée avec le gas oil ;

4° La consommation spécifique effective, c'est-à-dire la quantité de combustible brûlée pour fournir une puissance effective de 1 ch, est plus élevée qu'avec le gas oil, ce qui est normal, puisque les huiles végétales ont, avons-nous dit, un pouvoir calorifique plus petit que celui du gas oil. Mais alors que, théoriquement, on s'attendrait à une consommation spécifique égale à celle relevée avec le gas oil, multipliée par le rapport inverse des pouvoirs calorifiques des huiles végétales et du gas oil, les chiffres relevés au cours des essais, sont un peu plus faibles, ce qui permet de conclure à une meilleure utilisation des huiles végétales dans le cylindre moteur.

Ainsi, lorsque le moteur fournit 225 ch (3/4 de sa puissance maximum 300 ch), ce qui correspond à la plus faible consom-

mation spécifique avec tous les combustibles, les chiffres relevés comparativement aux chiffres calculés sont les suivants :

Désignation	Consommation spécifique effective à 225 ch	
	relevée	théorique, d'après le pouvoir calorifique
	(Grammes)	(Grammes)
Gas oil	212	
Huile d'arachide..	248	249
Huile de palme..	260	264
Beurre de karité..	236	256
Huile de ricin...	243	257

5° Le rendement effectif qui mesure le rapport entre la puissance effective relevée et l'énergie contenue dans la quantité de combustible dont la combustion produit cette puissance, est légèrement supérieur avec les huiles végétales. Alors qu'à 225 ch il dépasse légèrement 0,28 avec le gas oil, il oscille aux environs de 0,29 avec les huiles végétales ;

6° Enfin, les diagrammes indiquant les variations de la pression en fonction de la position du piston dans le cylindre relevés avec un indicateur spécial, sont semblables, pour les huiles végétales, à ceux relevés avec le gas oil et révèlent une combustion plus progressive.

La pression de l'air qui sert à injecter le combustible ou air d'insufflation a pu être maintenue à sa valeur normale avec l'huile de palme ; on a dû l'accroître légèrement avec les autres combustibles ; le maximum de surpression a atteint seulement 11 % avec l'huile de ricin (78 kilogrammes au lieu de 70 kilogrammes avec le gasoil).

Les essais sur un moteur de 660 ch

En présence de ces résultats encourageants, il fut décidé de poursuivre les essais sur de gros cylindres de 540 millimètres d'alésage au lieu de 360 millimètres sur le moteur précédent.

Le nouveau moteur d'essais avait 2 cylindres. Il était du type à 4 temps, simple effet, à injection mécanique et pouvait fournir une puissance effective de 660 ch à 390 tours-minute. On fit d'abord une étude expérimentale préliminaire pour déterminer les valeurs optima des facteurs réglant la combustion, puis une étude du fonctionnement aux diverses allures et un essai d'endurance de 24 heures à une puissance variable entre les 3/4 et la pleine charge.

L'étude a porté, en principe, sur l'huile d'arachide. Toutefois, quelques essais effectués avec de l'huile de palme et du beurre de karité qui restaient des essais précédents ont confirmé les résultats obtenus, qui ont confirmé complètement les conclusions antérieures, savoir, que sans modifier le taux de compression du moteur et en augmentant très légèrement l'avance à l'injection :

1° Le départ à froid sur l'huile d'arachide non réchauffée s'effectue doucement et graduellement comme le départ d'une machine à vapeur alternative ;

2° L'allure du moteur est régulière à toutes les puissances et l'échappement reste incolore ;

3° La consommation spécifique effective (194 gr 5 à 3,4 de charge) est plus élevée, bien entendu, qu'avec le gas oil (172 grammes). Elle est, toutefois, légèrement plus faible que celle qu'on calculerait théoriquement en multipliant celle relevée avec le gas oil par le rapport des pouvoirs calorifiques de l'huile d'arachide et du gas oil, ce qui dénote une très bonne utilisation de l'huile d'arachide dans le cylindre moteur ;

4° Le rendement thermique effectif, un peu supérieur aux puissances inférieures à 330 ch, est sensiblement le même qu'avec le gas oil aux puissances supérieures à 330 ch.

Conclusions à tirer de ces essais

Les conclusions générales de ces essais sont donc les suivantes : les huiles végétales amenées, le cas échéant, par un chauffage approprié, à une fluidité suffisante pour assurer leur pompage et leur pulvérisation, peuvent être utilisées dans d'excellentes conditions aux lieu et place du gas oil, même dans les moteurs à vitesse élevée (450 tours minute), même dans les gros cylindres (540 millimètres d'alésage) — sans qu'il soit nécessaire de modifier le taux normal de compression — simplement en augmentant légèrement l'avance à l'inject-

tion de 1 degré au plus, et la pression d'insufflation (1/11^e au plus) : le moteur démarre progressivement, tourne régulièrement et sans la moindre trace de fumée à l'échappement, et obéit rapidement aux changements d'allure.

Pour affermir ces conclusions, il fut décidé d'effectuer un essai de longue durée à puissance variable et pour que les conditions soient plus sévères, le moteur à 2 cylindres de 660 ch à 390 tours-minute, accouplé à une dynamo, fut disposé de manière à fournir à un secteur de l'usine, sur lequel étaient branchés les moteurs électriques de gros

ponts-roulants à démarrages fréquents, du courant continu à 220 volts. De temps en temps, il était effectué des mesures de puissance et de consommation spécifique effective, en faisant débiter la dynamo sur une résistance liquide au lieu de fournir le courant au secteur. Le moteur a tourné ainsi pendant 90 heures à raison de 8 heures par jour environ. Les variations de charges ont pu être réalisées très aisément, en maintenant sensiblement

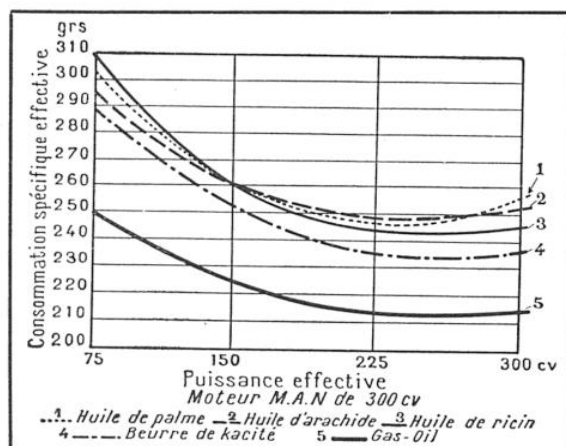


FIG. 1. — COMPARAISON DES PUISSANCES ET DES CONSOMMATIONS SPÉCIFIQUES EFFECTIVES POUR LE GAS OIL ET POUR DIFFÉRENTES HUILES VÉGÉTALES, SUR UN MOTEUR DE 300 CV

le voltage avec le rhéostat de champ de la dynamo, le nombre de tours au moyen de la commande de combustible du moteur, la pression d'insufflation étant réglée à l'avance à une valeur moyenne. Le nombre de tours avait été fixé à 320 tours-minute correspondant sensiblement à la puissance moyenne à fournir de 330 ch, soit 211 kilowatts à la dynamo, la consommation effective spécifique correspondante étant de 197 gr 5.

En fait, la puissance moyenne a oscillé entre 250 ch (ou 157 kilowatts à la dynamo) et 358 ch (ou 229 kilowatts à la dynamo), les pointes extrêmes négatives et positives atteignant parfois respectivement 155 ch (ou 90 kilowatts à la dynamo) et 510 ch (ou 330 kilowatts à la dynamo).

Néanmoins, la consommation spécifique effective n'a pas notablement varié. Ainsi, aux environs du régime normal, 330 ch à 320 tours-minute, elle a oscillé entre 187 et 210 grammes, pour 197 gr 5 relevés aux essais.

Les diagrammes d'indicateur sont demeurés corrects, avec des pressions naturellement plus élevées pendant les fortes surcharges, mais ne dépassant pas néanmoins 44 kg 5, ce qui est tout à fait normal.

Entre le début et la fin des essais, la consommation spécifique effective n'a pas varié de plus de 2 à 3 grammes et le rendement effectif de plus de quelques millièmes.

En fait, la visite des organes du moteur, après les 90 heures de fonctionnement, a montré qu'ils étaient tous en très bon état. Les surfaces en contact avec les gaz (têtes de pistons, partie supérieure de la paroi des cylindres, fonds de culasses, clapets et sièges de soupapes d'échappement, conduits des boîtes de soupapes d'échappement) étaient seulement revêtues d'une légère couche de suie très douce, très facile à enlever.

La preuve est donc définitivement faite que les huiles végétales sont d'excellents combustibles pour le moteur Diesel et que leur emploi ne soulève aucune difficulté d'ordre technique ; l'adaptation du moteur, réglé pour le gas oil, se faisant très simplement, moyennant quelques retouches sommaires au réglage de la commande de l'aiguille d'injection et de la pression d'insufflation, le combustible étant, d'autre part, amené, si besoin, à un degré de fluidité suffisant par un réchauffage approprié.

Les ressources françaises en huiles végétales

Mais pour pouvoir tirer tout le bénéfice escompté de la substitution de ces huiles aux produits pétrolifères actuellement utilisés pour le chauffage des chaudières et l'alimentation des moteurs Diesel, encore faut-il, tout d'abord, que leur production puisse devenir suffisante, non seulement pour assurer les besoins actuels, mais encore, et surtout, les besoins futurs afin que, si l'avenir ne dément pas le développement incessant des applications du moteur Diesel en voie de remplacer le moteur à explosion, en raison de ses précieuses qualités et particulièrement de l'accroissement de la sécurité contre l'incendie qu'il procure à l'aviation, nous puissions produire toute la force

motrice dont nous aurons besoin, en utilisant uniquement les huiles végétales comme combustibles.

Quelle est donc notre situation à l'égard de ces huiles ? Si nous passons sous silence l'huile d'olive et l'huile de colza, qui sont produites par la métropole en quantités tout juste suffisantes pour les besoins du commerce et de l'industrie et dont la production n'est pas susceptible d'un grand développement, nous disposons, par contre, aux colonies, de ressources inespérées. Ces colonies, suivant leur situation géographique, produisent, ou peuvent produire et en abondance, des plantes susceptibles de fournir de l'huile. C'est ainsi que le palmier à huile croît en Afrique-Occidentale française et en Indo-

chine ; l'arachide, particulièrement en Afrique-Occidentale française, à Madagascar et en Indochine ; le karité, au Niger ; le coprah, en Indochine ; le coton, au Niger, en Indochine et en Nouvelle-Calédonie ; le ricin, en Indochine, à Madagascar et même en Afrique septentrionale ; le

sésame, en Indochine et à Madagascar. Il existe encore beaucoup d'autres plantes à huile aux colonies ; elles sont moins intéressantes parce que leur production est peu importante et n'est pas susceptible de le devenir.

La production actuelle des huiles tirées de ces plantes peut paraître actuellement peu élevée.

C'est ainsi qu'en ne tablant que sur les huiles produites en plus grandes quantités — l'huile d'arachide et l'huile de palme — d'après les statistiques des agences du ministère des Colonies, et pour l'année 1927, il n'a été livré que : 414.399 t 699 d'arachides en cosses et 87.027 tonnes d'arachides décortiquées, ce qui, avec un rendement en huile estimé de 31 % pour les premières et de 40 % pour les secondes, correspond à 163.140 tonnes d'huile d'arachide. De même, au cours de la même année, il n'a été livré que 85.027 tonnes d'amandes de palme, ce qui, avec un rendement en huile estimé de 49 % et en y joignant la production directe d'huile, correspond à 64.562 tonnes d'huile de palme.

Cette production a dû s'accroître depuis 1927, puisque, déjà en 1931, le Sénégal a fourni 455.232 tonnes d'arachides en

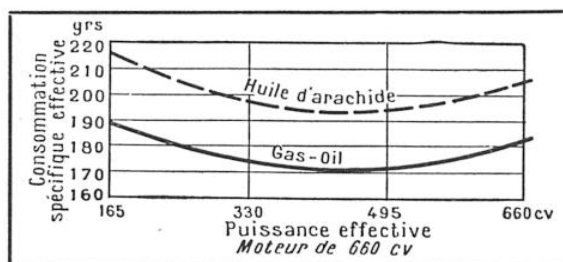


FIG. 2. — COMPARAISON DES CONSOMMATIONS SPÉCIFIQUES EFFECTIVES POUR LE GAS OIL ET L'HUILE D'ARACHIDE, SUR UN MOTEUR DE 660 CV

cosses au lieu de 405.349 tonnes en 1927 et que la quantité totale d'amandes de palme livrée est passée de 85.027 tonnes en 1927 à 129.694 tonnes en 1932.

Mais ces chiffres ne sauraient donner une idée exacte des efforts faits pour développer la production et des possibilités de production de nos colonies — car les besoins actuels sont faibles, les moyens de culture, les procédés de fabrication et d'emballage et les moyens de transport dans les colonies sont rudimentaires, ce qui vient à la fois entraver la production et accroître notablement les prix à l'arrivée en France, prix déjà grevés par une quantité surprenante de taxes de toutes natures, d'ailleurs la plupart en voie d'atténuation ou de disparition.

Possibilités d'accroissement de la production en huiles végétales

En fait, même en ne considérant que le seul palmier à huile, la Côte d'Ivoire renferme, paraît-il, 12 millions d'hectares de forêts absolument propices à une culture méthodique et intensive de ce palmier. Il s'agit d'éclaircir les forêts trop touffues, de préparer des pépinières bien exposées et d'y sélectionner les plants les meilleurs, en vue d'aménager de nouvelles palmeraies. On pourrait, paraît-il, escompter alors un rendement en huile de près de 3 tonnes à l'hectare pour satisfaire à tous nos besoins actuels en combustibles liquides.

Cette extension de la culture du palmier à huile est d'ailleurs envisagée, d'ores et déjà, favorablement un peu partout et l'agence de l'Afrique-Equatoriale française signalait, en 1932, que la Compagnie Française du Bas et du Haut-Congo, en particulier, montait, sur place, des huileries motrices et que ces plantations, qui couvraient déjà une superficie de 8.000 hectares, allaient s'étendre sous peu sur 33.500 hectares. A la fin de 1929, cette Compagnie, qui possédait déjà 600.000 arbres en forêts, avait adjoint à cette plantation 500.000 autres arbres en palmeraie aménagée.

Ainsi, on conçoit que les ressources en plantes à huile de nos colonies et, particulièrement de l'Afrique, sont considérables, et on commence à se soucier de leur utilisation.

Il faut considérer que les mesures suivantes sont de nature à améliorer et à accroître rapidement la production et à réduire notablement le prix de vente, savoir :

1^o Sélection des plants, éclaircissement des forêts existantes, organisation de nouvelles palmeraies dans les terrains propices et les mieux placés en ce qui concerne les

installations de fabrication et les voies de transports (fluviaux ou par fer), ce qui aura pour effet d'accroître le rendement en huile et l'importance de la production ;

2^o Fabrication sur place dans des usines dont la force motrice sera fournie par des moteurs Diesel fonctionnant à l'huile — qui nécessitent peu d'eau pour leur fonctionnement — d'où réduction des déchets à la colonie, des frais d'emballage, de manutention et de transport jusqu'au port d'embarquement ;

3^o Transports à la côte par trains-citernes sur un réseau ferré convenablement aménagé, les locomotives étant du type Diesel ou Diesel électrique, utilisant l'huile comme combustible et nécessitant très peu d'eau pour leur fonctionnement — ou bien, dans le cas où c'est possible, par transports fluviaux à citernes propulsés par des moteurs Diesel également, ce qui aura pour effet de réduire le prix de revient au port d'embarquement ;

4^o Transports par mer au moyen de bateaux huiliers à moteurs Diesel, analogues aux bateaux pétroliers actuels, ce qui aura pour effet de réduire le fret et l'assurance maritime, et par suite le prix de revient au port français de débarquement ;

5^o Réduction des frais et taxes de toute nature qui viennent grever lourdement le prix de l'huile, entre le lieu de production et le port français.

Cette réduction des taxes est, du reste, actuellement envisagée très favorablement et les agences du ministère des Colonies signalent, en particulier, que, par suite de l'application de la loi du 6 août 1933 sur la protection des oléagineux, les tarifs de chemin de fer viennent de subir une réduction de 20 à 35 % suivant les colonies, la taxe sur le chiffre d'affaires et la taxe de circulation viennent d'être réduites notablement, voire supprimées et le droit de sortie supprimé.

Tous les espoirs paraissent donc permis pour l'avenir, si l'on consent à investir les capitaux nécessaires pour mener à bonne fin une entreprise de pareille envergure, et si l'on songe, d'une part, que ces capitaux semblent pouvoir être trouvés assez aisément, puisqu'on consent bien actuellement à une dépense annuelle de un milliard et demi de francs environ pour acquérir à l'étranger des produits pétrolifères et que, d'autre part, l'intérêt national et la sécurité du pays sont directement en jeu, il apparaît nettement désirable que cet avenir soit proche, d'autant que, par incidence, il doit en résulter un accroissement de la prospérité de nos colonies.

M. GAUTIER.

POUR SUPPRIMER LES FUMÉES INDUSTRIELLES QUI EMPOISONNENT L'ATMOSPHÈRE DES VILLES

Par René HUMERY

INGÉNIEUR CIVIL DES MINES

L'essor industriel moderne n'a pas été sans entraîner, dans les villes autour desquelles se sont concentrées les grandes usines, un certain nombre d'inconvénients, au premier rang desquels il faut placer la pollution atmosphérique résultant de l'émission de fumées toxiques essaimant des corpuscules de poussière. L'intervention récente du législateur — fort justifiée en cette matière — impose aujourd'hui l'application de dispositifs qui permettent de supprimer pratiquement les fumées nocives tout en assurant une meilleure utilisation thermique des combustibles industriels.

C'EST n'est pas d'aujourd'hui qu'a été posée la question de la nocivité des fumées et, dès le XVI^e siècle, les médecins normands en avaient dénoncé la « nuisance » ; mais, avec l'accroissement de la superficie des villes et du nombre de foyers domestiques et industriels, il est certain que cette question se pose d'une manière de plus en plus impérieuse, si bien qu'une loi a dû être promulguée récemment en France pour interdire aux établissements industriels, commerciaux et administratifs d'émettre des fumées.

Cette loi a d'ailleurs provoqué de nombreuses polémiques, car elle imposera aux industriels des dépenses qui seront, dans certains cas, sans contrepartie.

Quoiqu'il en soit et sans entrer dans ce domaine financier, nous allons essayer de montrer comment le problème se pose et comment il peut être résolu en France.

Définition de la fumée (1)

Examinons tout d'abord l'objet du débat. On peut définir la fumée comme un mélange de gaz et de vapeurs, s'élevant des matières en combustion et qui entraîne souvent des particules solides et liquides.

(1) N. D. L. R. — Les arrêtés préfectoraux pris en exécution de la loi Morize, interdisent les fumées dont l'opacité dépasse le n° 1 de l'échelle des opacités de fumées défini par l'échelle dite de Ringelmann.

Des tolérances sont accordées après chaque allumage et après chaque chargement (n° 2 de l'échelle de Ringelmann pendant trente secondes).

Ces cartons de Ringelmann, nécessaires à l'industriel pour connaître sa position vis-à-vis de la loi sur les fumées, ne se trouvant pas dans le commerce, nous sommes heureux de faire part à nos lecteurs qu'ils pourront s'en procurer en s'adressant à nous.

Les constituants essentiels de la fumée sont :

1° Les gaz brûlés, qui comprennent toute la partie gazeuse (combustible ou non) de la fumée et, accessoirement, les vésicules liquides entraînées par cette partie gazeuse ;

2° Les poussières, qui comprennent toute la partie solide (combustible ou non) de la fumée et, accessoirement, les vésicules liquides entraînées par cette partie solide.

Composition des gaz brûlés.

Les « gaz brûlés » résultent de la combinaison à peu près complète des éléments combustibles du charbon avec une partie de de l'oxygène passé dans le foyer ; on doit y joindre l'azote et l'oxygène en excès, qui s'y mélangent intimement.

D'une manière approchée, il faut, en général, 10 kilogrammes d'air par kilogramme de houille (1).

Mais qu'arrivera-t-il si l'air fourni n'est pas exactement dosé ?

S'il y a *insuffisance d'air*, les gaz de la couche moyenne ne peuvent pas brûler ; les carbures d'hydrogène subsistent sous forme de gouttelettes de goudron, ou bien — surtout dans la série oléifiante — se décomposent en donnant de la vapeur d'eau, de l'oxyde de carbone et même du carbone sous forme de suie.

L'oxyde de carbone ne brûle pas. Divers composés complexes de soufre, d'azote, d'oxygène et de carbone se forment. La flamme est froide et fuligineuse. Elle dépose,

(1) On trouvera une étude complète de la question dans mon ouvrage : *La Lutte contre les fumées, poussières et gaz toxiques* (Dunod, éditeur, Paris, 1933).

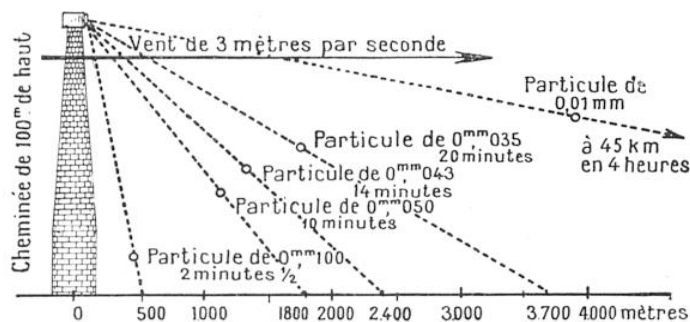


FIG. 1. — SCHÉMA DONNANT LA DISPERSION DANS L'AIR DES PARTICULES ÉMISES PAR UNE CHEMINÉE

sur les surfaces de chauffe, des suies mauvaises conductrices de la chaleur.

Remarquons, d'ailleurs, que, si l'on a mis dès l'origine la quantité d'air juste nécessaire, une certaine partie de l'oxygène aura déjà été enlevée mécaniquement par les gaz précédents. L'oxygène manquera alors et le foyer fumera. Un excès d'oxygène est donc indispensable et dans l'insuffisance d'air réside l'une des causes des fumées.

Mais si, au contraire, il y a trop d'air, cet excès d'air refroidit la flamme qui peut fumer et amène, lui aussi, une baisse de rendement par perte de chaleur à la cheminée. La somme des deux pertes passe par un minimum correspondant à une zone favorable dans laquelle la venue d'air doit se maintenir.

Suivons maintenant le trajet des gaz de distillation. Ils mettent un certain temps, très court, mais non nul, à brûler complètement.

S'ils rencontrent auparavant une surface froide (parois de maçonnerie, tubes de chaudières, par exemple), ou encore s'il survient un excès d'air froid intempestif, par exemple au-dessus de la grille, par les portes mal fermées ou par des fissures, la combustion s'arrête et les produits, incomplètement brûlés, passent à la cheminée. *Le refroidissement prématuré des flammes est donc une nouvelle cause de fumées.*

De tout ce qui précède, il résulte que la combustion complète dispense à la fois le bon rendement et la bonne fumivoricité ; et, ainsi, la notion d'économie se confond avec la notion d'hygiène.

Les cendres et les poussières

Que deviennent les gaz chauds chargés ou non de produits incomplètement brûlés ?

Nous savons que les combus-

tibles solides contiennent toujours une partie stérile : les cendres (1).

Ces cendres sont plus ou moins fusibles, selon leur composition et, notamment, suivant leur teneur en alcalis, et sont soumises à une température plus ou moins grande, selon leur exposition à la flamme et à la température de celle-ci.

La répartition des cendres entre celles qui s'agglomèrent en mâchefer et celles qui s'échappent du foyer est fort variable. Elle dépend, en effet :

De la nature chimique des cendres (certaines sont pratiquement infusibles) ;

De la grosseur des morceaux de charbon.

Les cendres entraînées sont constituées par des sphérules d'une dimension inférieure à 1 millimètre et dont les plus fines échappent au microscope lui-même et constituent avec l'air une solution pseudo-colloïdale (*aérosol*).

Une partie, comprenant les sphérules les plus grosses, se dépose dans les carnaux et à la base de la cheminée. Certaines, plus fusibles, sont entraînées à l'état pâteux et vont se coller, sous forme de « nids d'hirondelle », sur les tubes de chaudières, surtout quand les chambres de combustion sont insuffisantes.

Le reste est entraîné par les gaz chauds et s'échappe à l'air libre. Les sphérules moyennes (d'un diamètre supérieur à 0 mm 01) retombent dans le voisinage et constituent l'une des nuisances des fumées.

Quant à la partie la plus fine, elle est formée de sphérules si ténues qu'elles échappent pratiquement à la pesanteur ; ces fines poussières se diluent dans l'atmosphère à des

(1) Les arrêtés préfectoraux interdisent d'émettre des gaz contenant plus de 1 gr 5 de poussières au mètre cube (mesuré à 0°760 mm) pour les établissements postérieurs au 20 avril 1932 et 2 grammes pour les établissements antérieurs au 20 avril 1932.

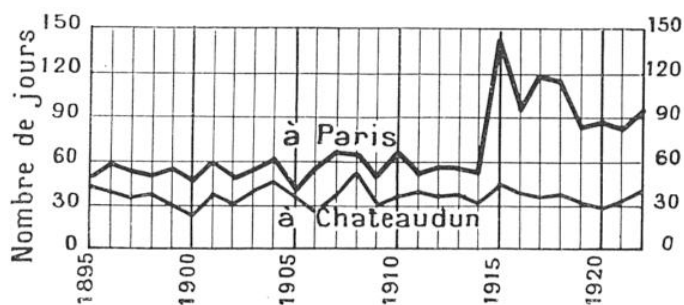


FIG. 2. - GRAPHIQUE DONNANT LES NOMBRES RESPECTIFS DES JOURS DE BROUILLARD A PARIS ET A CHATEAUDUN

distances telles (plusieurs dizaines de kilomètres) que leur nuisance peut être considérée comme nulle, à condition que les zones de dispersion de plusieurs usines ne se recoupent pas sur la même surface.

Nous pouvons résumer ces faits par le tableau schématique ci-dessous, qui se rapporte surtout aux houilles, mais s'applique, en fait, à la plupart des combustibles.

Comment lutter contre les fumées ?

« Pour ne pas faire de fumée », aurait dit M. de la Palisse, ce grand méconnu de notre

de ses avantages hygiéniques et de sa commodité, mais surtout, dans l'industrie, de son prix de revient, qui demeurera toujours le grand critérium.

C'est pourquoi les autres combustibles continuent à être employés. Dans ce cas, il faut utiliser des dispositifs spéciaux qui empêchent la propagation des fumées.

Appareils fumivores

Les appareils fumivores ont pour objet d'améliorer la combustion d'un foyer :

1° En y introduisant de l'air secondaire ;

ÉLÉMENTS INITIAUX		FUMÉES
Comburant air.....	Oxygène. { se combine avec les éléments combustibles. en excès	Oxygène en excès.
	Azote.... passe à la cheminée	Azote.
Combustible..	Partie combustible : Carbone fixe, hydrocarbures	brûlés complètement
		brûlés incomplètement. { se dégagent ou se recombinent. se décomposent
		entraînés par les gaz chauds et plus ou moins décomposés.
	Partie stérile : Cendres	s'agglomèrent sous forme de mâchefers.
		sont entraînées par les gaz chauds
		diamètre supérieur à 1 mm environ : cendres de trémies
		diamètre inférieur à 1 mm environ : s'échappent par la cheminée
		Poussières moyennes (de 0,01 à 1 mm).
		Poussières fines (de 0 à 0 mm 01).

COMPOSITION DES FUMÉES EN FONCTION DES COMBURANTS ET COMBUSTIBLES UTILISÉS

époque un peu bousculée, « employez des sources de chaleur sans fumée ». En effet, il existe certains combustibles qui sont incapables de dégager des fumées.

Ce sont le gaz et le coke. C'est pourquoi les compagnies gazières ont affiché que, « grâce au coke de gaz, le ciel de Paris pourrait être sans fumée ».

D'autres combustibles, comme les houilles maigres, dégagent très peu de fumée, quel qu'en soit l'emploi.

D'autres enfin peuvent, grâce à certaines précautions, rendre le même service, comme les mazouts.

Enfin, nous comprendrons dans la classe des sources de chaleur sans fumée l'électricité, dont l'emploi généralisé clarifierait complètement l'atmosphère des grandes villes.

Bien entendu, la faveur dont jouit chacune de ces sources sans fumée tient compte

2° En brassant les gaz de combustion. L'air secondaire peut être amené :

- Par tirage naturel ;
- Par trompe à vapeur ;
- Par ventilateur avec chauffage de l'air.

Le tirage naturel n'apporte qu'une quantité relativement faible d'air secondaire. Ces appareils doivent donc être établis avec soin ; moyennant quoi ils donnent de fort bons résultats. De plus, ils sont simples, ne consomment ni vapeur, ni force motrice et n'emploient aucune pièce mécanique ; ils sont donc peu coûteux d'achat, d'entretien et d'exploitation.

Dans cet ordre d'idées, il existe des appareils où une légère injection de vapeur brasse les gaz et provoque une dépression supplémentaire qui favorise l'entrée d'air secondaire par la porte du foyer.

Une des façons les plus simples — après le tirage naturel — d'introduire de l'air secon-

daire dans le foyer, est de l'y entraîner par un jet de vapeur ; ce procédé est, par ailleurs, extrêmement efficace pour brasser les gaz de combustion.

Les ventilateurs, plus chers et plus encombrants que les trompes, ont un rendement mécanique plus élevé. En outre, tous les systèmes par ventilateur injectent dans le foyer de l'air préalablement chauffé, ce qui est avantageux pour obtenir une combustion plus complète. Le choix, entre les deux catégories d'appareils, s'inspirera donc de considérations financières.

Foyers fumivores

Nous les classerons ainsi :

1^o Les foyers à chargement à main, soit à tirage naturel, soit à tirage forcé. Dans les premiers, les constructeurs essaient, d'une part, d'obliger les hydrocarbures distillés à passer par la flamme, et, d'autre part, de doser exactement l'air nécessaire. C'est ce que fait dans les seconds,

foyers soufflés, un mécanisme indépendant ;

2^o Les foyers à chargement mécanique suppriment l'ouverture des portes et tâchent de proportionner exactement la quantité de charbon aux besoins, ce qu'on obtient par divers moyens qui nous serviront de critérium de classement :

- a) Le pelletage automatique ;
- b) La grille tournante ;
- c) Le tapis grille ;
- d) L'alimentation en charbon par en dessous.

Les foyers à alimentation par en dessous conviennent plus spécialement aux chaudières de chauffage central et aux chaudières industrielles de petite et moyenne puissance.

Le principe consiste à amener le combustible frais au-dessous de la couche en ignition, soit par des poussoirs actionnés par des

pistons, soit par une vis d'Archimède.

Le charbon frais s'échauffe progressivement en montant dans la « cuve-foyer », les matières volatiles distillent progressivement et brûlent obligatoirement en passant à travers la couche incandescente, où est disposée une rangée de tuyères.

Le coke se déverse sur les côtés et achève de se consumer soit librement, soit sous l'action d'une seconde rangée de tuyères.

Les cendres et mâchefers sont évacués par maints systèmes différents, automatiques ou non.

Ces foyers ont de grands avantages : ils brûlent des fines et des grains, même de charbons gras.

Leur principe même leur assure une fumivorité parfaite et, par suite, un rendement extrêmement élevé.

Appareils dépoussiéreurs

Il existe des dépoussiéreurs à sec, des dépoussiéreurs électriques et des dépoussiéreurs humides.

Les dépoussiéreurs à sec

Les appareils dépoussiéreurs à sec sont tous basés sur la différence de masse entre les particules solides et les molécules gazeuses.

Les deux éléments des fumées (poussières et gaz) se comportent, en effet, différemment quand on les soumet à un champ de force (pesanteur ou force centrifuge) ou quand leur force vive est brusquement réduite par détente, par choc ou par frottement contre un obstacle. Il est par conséquent possible, en utilisant l'un ou l'autre de ces moyens, d'obtenir une séparation.

De plus — la viscosité des gaz augmentant avec la température, — dans la plupart des procédés, les gaz sont refroidis.

Bien que presque tous les appareils s'appuient simultanément sur plusieurs lois

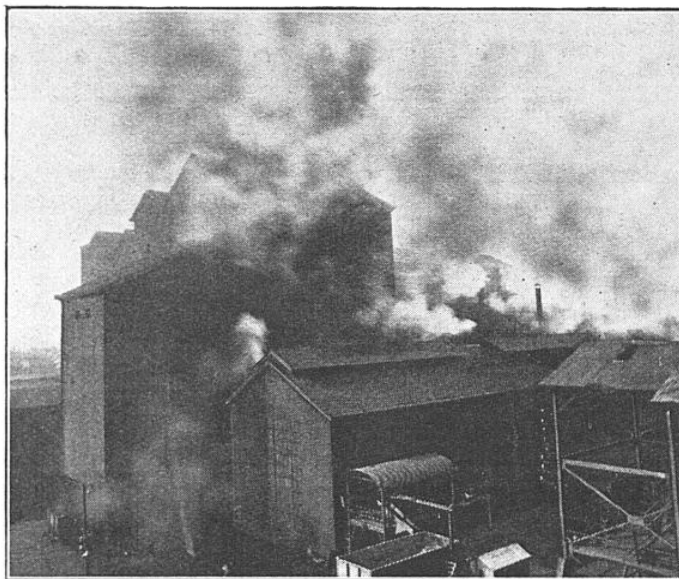


FIG. 3. — VUE D'UNE USINE FONCTIONNANT SANS UTILISER D'APPAREILS FUMIVORES

physiques, nous les classerons ainsi, selon leurs principes dominants :

1° Les appareils à *gravité* et à *refroidissement* qui comprennent surtout les carnaux de dépoussiérage et les chambres de dépôt ;

2° Les appareils à *perte de charge*, comprenant les capte-suie et les escarbilleurs, qui utilisent surtout les changements de direction, de section et la détente ;

3° Les appareils à *frottement* ou à *chocs* contre des fils, des plaques perforées ou non, des tamis, des spires, des anneaux et dont certains utilisent, en plus, la viscosité de l'huile ;

4° Les appareils à *filtres*, où les gaz sont filtrés à travers des étoffes ;

5° Les appareils utilisant la *force centrifuge* et qui se subdivisent en *cyclones*, en appareils à *turbine fixe* et en *ventilateurs dépoussiéreurs*.

Fruits de tentatives empiriques, ils peuvent maintenant être soumis à la recherche scientifique, grâce aux méthodes de calcul dont M. Marcel Veron, le savant professeur de l'Ecole Centrale, a été l'initiateur.

Les appareils qui utilisent la force centrifuge se classent en trois catégories :

a) Les *cyclones*, où les gaz à dépoussiérer entrent, projetés *tangentiellement*, dans un récipient cylindrique où ne se meut aucun dispositif mécanique ;

b) Les *dépoussiéreurs axiaux à turbine fixe*, où les gaz sont projetés suivant l'axe dans un récipient cylindrique où une turbine fixe transforme le mouvement rectiligne en un mouvement hélicoïdal ;

c) Les *ventilateurs dépoussiéreurs*, où les gaz sont entraînés par des aubes mobiles.

Les dépoussiéreurs électriques

Le captage électrique des poussières tire son origine de la plus ancienne expé-

rience humaine sur le « fluide » électrique : l'attraction des poussières par l'ambre frotté qu'étudia, dès le VI^e siècle avant notre ère, le philosophe grec Thales.

Vingt-quatre siècles plus tard, en 1824, Hohlfeld étudia avec les vieilles machines statiques « la précipitation de la fumée par l'électricité ». Le physicien français Guitard publia de nouvelles recherches en 1850. Enfin, en 1886, sir Olivier Lodge installa sur le toit de l'Université de Birmingham un mât hérissé de peignes reliés à une machine élec-

trostatique, qui clarifia l'atmosphère brumeuse sur plusieurs centaines de mètres carrés.

L'un des premiers appareils en service donne un schéma très clair du principe.

Un fil métallique lisse de faible section, parfaitement isolé, est tendu dans l'axe d'un tube métallique mis à la terre. Le fil est traversé par un courant continu à haute tension, 50.000 volts par exem-

ple. Le gaz à épurer passe à travers le tube, les particules de suie et les poussières se chargent d'une électricité de même signe que le fil, qui, par conséquent, les repousse et elles se déposent sur les parois du tube où elles se déchargent.

Les dépoussiéreurs humides

Le dépoussiérage à sec devient de moins en moins efficace à mesure que les particules sont plus petites, car, au-dessous d'une certaine dimension, elles échappent, en pratique, à l'action de la pesanteur et de la force centrifuge.

L'idée est donc toute naturelle de chercher à mouiller les poussières, pour augmenter à la fois leur masse (de façon à les rendre plus sensibles à la pesanteur ou à la force centrifuge) et leur surface (afin qu'un courant gazeux ait prise sur elles), d'autant plus que

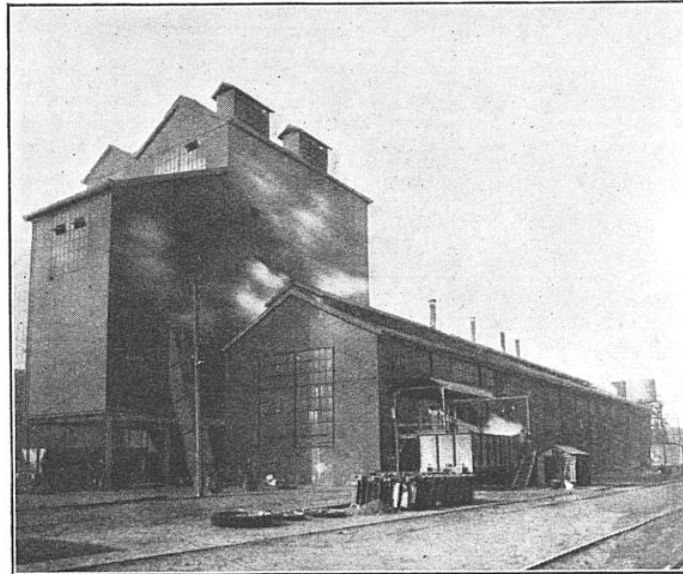


FIG. 4. — LA MÊME USINE APRÈS INSTALLATION DES APPAREILS FUMIVORES

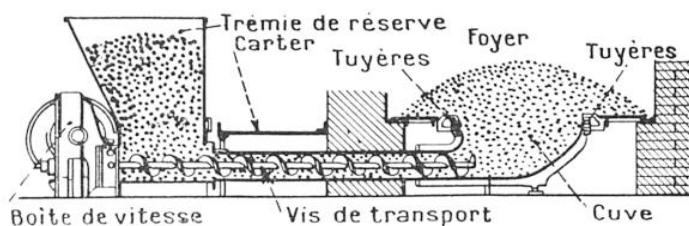


FIG. 5. — SCHÉMA D'UN FOYER DE COMBUSTION A VIS
Le charbon est transporté automatiquement par une vis sans fin.

le courant liquide servira aussi pour l'évacuation des impuretés.

La surface des liquides opposant une « tension superficielle » aux corps solides qui veulent les pénétrer, tout se passe comme si l'eau était recouverte d'une pellicule élastique.

Il faut donc donner aux poussières une force vive suffisante pour percer cette pellicule superficielle, ou multiplier les hasards des rencontres entre le liquide et les poussières.

La force vive peut être imprimée soit au gaz (par tirage naturel ou forcé), soit au liquide (jet d'eau, disques ou barreaux mobiles).

Le liquide est généralement de l'eau, soit pure, soit chargée de divers corps chimiques, surtout pour débarrasser les gaz de leur anhydride sulfureux.

Deux grandes classes d'appareils : ceux qui divisent le gaz et ceux qui divisent le liquide.

Parmi ceux qui divisent le gaz :

- 1° Les appareils à bulles ;
- 2° Les appareils à cuve d'eau.

Parmi ceux qui divisent le liquide :

3° Les appareils à engluement, où le liquide est visqueux (huile) et coule lentement le long de plaques ou de grilles ;

4° Les appareils à ruissellement, où le liquide est divisé par des empilements, des cages d'écureuil, des grilles, des toiles métalliques, des plaques fixes ou bien encore ruisselle sur la surface extérieure d'éléments de forme appropriée ;

5° Les appareils à rideau d'eau, où le

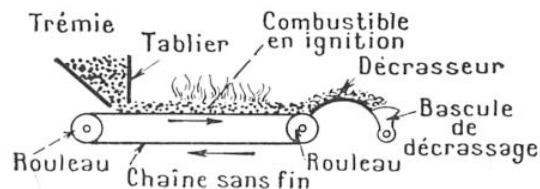


FIG. 6. — SCHÉMA D'UNE INSTALLATION DE GRILLES MÉCANIQUES A TAPIS-GRILLE

liquide est réduit en lame mince par cascade ou par centrifugation ;

6° Les appareils à pluie ou à brouillard, où le liquide est pulvérisé en gouttes fines ou même microscopiques.

Conclusion

On voit, par cette rapide revue technique, que l'on dispose d'un arsenal très varié de moyens permettant de lutter contre les fumées.

Certes, le choix des appareils spéciaux est délicat. Chaque cas d'espèce est justiciable de l'étude attentive d'un spécialiste.

Personne ne peut se targuer de tout connaître et l'aide de spécialistes sera, en effet, toujours précieuse.

Chacun essaiera d'employer les combustibles sans fumée (coke ou gaz) ou l'électricité, voire le chauffage urbain, ou tout au moins munira ses appareils domestiques de dispositifs qui atténuent les fumées.

Pour le chauffage central et pour les grosses unités de chauffage (restaurants et hôtels), on aura avantage à prendre des foyers spéciaux à coke, à alimentation par en dessous, ou des brûleurs à mazout.

Si, pour quelque raison que ce soit, des fumées s'échappent des cheminées particulières, les capte-suie atténueront largement les dommages.

Enfin, dans le cas de déversements abondants de poussières, il faudra avoir recours aux appareils dépoussiéreurs.

Tel est le schéma du plan d'ensemble de la lutte contre les fumées qu'à l'heure actuelle permet de concevoir l'état de la technique, de l'opinion publique et des prescriptions législatives.

Le fléau des fumées disparaîtra comme par enchantement le jour où les hommes, qui disposent des pouvoirs de la science, auront enfin la sagesse de s'unir, de vouloir et d'oser.

R. HUMERY.

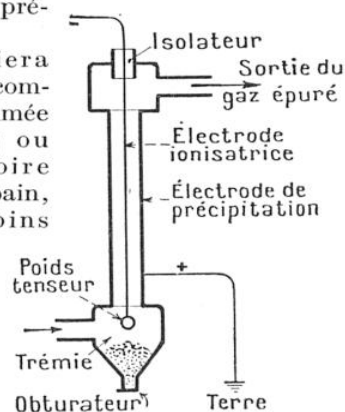


FIG. 7. — SCHÉMA D'UN DISPOSITIF ÉLECTRIQUE POUR LA PRÉCIPITATION DES POUSSIÈRES

POURQUOI ADOPTÉ-T-ON LES ROUES INDÉPENDANTES EN AUTOMOBILE ?

Par G. LEROUX

ANCIEN ÉLÈVE DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE

Parmi les problèmes que pose la construction automobile, les plus complexes sont peut-être ceux qui concernent la suspension et, par répercussion, la direction des voitures. Ils ont donné lieu à d'innombrables travaux, dont beaucoup, malheureusement, n'ont pas eu les conclusions pratiques que l'on pouvait en attendre. Mais, depuis deux ou trois ans, en ces problèmes comme en beaucoup d'autres, une évolution décisive s'est manifestée. Les constructeurs qui, jusqu'alors, « respectaient » un certain schéma de châssis, se sont lancés résolument vers des conceptions neuves. Abandonnant peu à peu les anciennes formules, autour desquelles ils piétinaient, ils ont cherché des solutions plus audacieuses et mieux adaptées aux fins de la construction automobile en utilisant les plus récents progrès de la technique (matériaux et mécanique). C'est ainsi que, délaissant les essieux rigides et les roues accouplées, ils ont été conduits à étudier la solution des roues indépendantes, qui semblait réservée jusqu'ici à quelques modèles d'avant-garde. Il ne s'agit pas simplement d'une question de mode ; bien au contraire, cette innovation importante apparaît comme l'aboutissement logique des recherches effectuées en matière de suspension. Elle constitue actuellement la solution la plus heureuse parce que la plus rationnelle.

Exigences complexes et souvent contradictoires d'une bonne suspension

Nous avons examiné, dans un précédent article (1), une partie du problème de la suspension. Cette première étude portait, d'une façon plus particulière, sur les actions et réactions d'un des quatre jeux de ressorts.

Nous avons vu que, pour un seul jeu de ressorts, le problème est déjà très complexe. Les oscillations de la « masse suspendue » (châssis et carrosserie), que freine normalement l'amortisseur, sont, en effet, constamment troublées par l'action des inégalités du sol sur la « masse non suspendue » (roue, essieu, freins, etc...) ; aussi doit-on se contenter de compromis entre l'amortissement des oscillations résultant des chocs précédents et l'absorption, avec le minimum de réactions consécutives, des chocs nouveaux.

Rappelons, par exemple, que le serrage de l'amortisseur, très utile pour le freinage des oscillations établies, ne peut cependant être réalisé comme il convient parce qu'il a pour effet de durcir la suspension, soit en accentuant l'effet des chocs nouveaux, soit en empêchant la détente libre des ressorts à la demande des dénivellations de la route.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 182, page 143. -

Limités par ces exigences contradictoires quant aux amortisseurs, par des questions de « tenue de route » quant à la flexibilité des ressorts, nous avons pu, toutefois, dégager de cette première étude une importante conclusion : la nécessité de réaliser l'allègement des masses non suspendues, c'est-à-dire de l'ensemble de l'essieu, des roues, pneus, freins, et, pour une part, des ressorts.

Elargissant le champ de notre étude initiale, nous allons examiner maintenant les réactions de l'ensemble des quatre jeux de ressorts et d'amortisseurs. Nous verrons que le problème se complique singulièrement ; les interactions des ressorts impriment, en effet, au châssis des mouvements secs et violents, que l'on peut difficilement freiner sur les suspensions classiques.

Nous examinerons également les mouvements secondaires des ressorts, ceux de torsion notamment, dont la conséquence est le redoutable phénomène du « shimmy ». Ce mouvement parasite de la direction a causé aux constructeurs trop de soucis, dans ces dernières années, pour que nous le passions sous silence.

Nous voyons d'ailleurs en lui une des raisons qui militent le plus en faveur de l'abandon des anciens dispositifs et de l'adoption des systèmes à roues indépendantes.

Une expérience facile permet de réaliser en laboratoire les phénomènes d'interactions des ressorts

Voici une expérience facile à réaliser chez soi, et, cependant, très importante pour l'étude des phénomènes d'interactions. Elle permet de faire comprendre parfaitement ce qui se passe sur une voiture. Prenons une longue tige AB (fig. 1), sur laquelle se déplace une masse M , dont nous pourrions faire varier ensuite les dimensions et, au besoin, les formes. L'ensemble est supporté, en ses extrémités, par deux ressorts R et R' , que nous supposerons initialement semblables, mais dont nous pourrions ensuite faire varier à volonté les caractéristiques.

L'ensemble de la barre et de la masse joue le rôle de la masse suspendue de la voiture ; les ressorts R et R' représentent le dispositif de suspension avant et arrière du châssis.

Supposons que nous soulevions A en A' , et l'abandonnions aussitôt. Le ressort R se trouve tout d'abord détendu et nous nous trouvons dans le cas d'une voiture dont la roue avant, par exemple, passant au-dessus d'un trou, s'est trouvée projetée dans le fond par la détente des ressorts. Nous allons donc pouvoir examiner les mouvements du châssis consécutifs à la détente d'un des ressorts extrêmes.

Bien qu'un seul ressort ait été mis en action, nous constatons, après avoir abandonné A , que le mouvement oscillatoire consécutif intéresse les deux ressorts, et cela d'autant mieux que la masse M se trouve plus concentrée vers le milieu de AB . Si même cette masse se trouve au centre de la barre, le mouvement devient une trépidation rapide de pivotement autour du centre et les points A et B ont des mouvements de même amplitude, mais de sens opposés. Le phénomène est, à ce moment, d'une particulière netteté.

Nous pouvons ensuite recommencer l'expérience en plaçant en A un ressort moins flexible que celui de l'extrémité B et en donnant à la masse une forme rappelant celle d'une voiture automobile, avec masses en surcharge pour représenter moteur, carrosserie, passagers, etc. ; nous trouvons ainsi l'image de la réalité. Nous constatons alors que le mouvement affecte toujours la forme d'un pivotement autour d'un certain axe,

appelé axe d'inertie, dont la position dépend des flexibilités des ressorts, des dimensions et de la répartition des masses.

Le mouvement de galop est l'effet le plus sensible de ces interactions des ressorts

Cette dernière expérience est l'image du phénomène parasite, très justement nommé « galop », qui donne à la voiture un mouvement de pivotement autour d'un axe transversal, généralement situé à hauteur des sièges avant. Toutes proportions gardées, le mouvement des passagers avant est alors semblable à celui d'un cavalier dans le galop, et se traduit par un léger balancement horizontal d'avant en arrière du haut du corps.

On peut provoquer artificiellement, au repos, le galop d'une voiture en faisant mouvoir verticalement les pare-chocs avant. Un observateur latéral constate parfaitement le mouvement de bascule de la partie suspendue et peut se rendre compte de la position approximative de l'axe de galop.

La position de cet axe d'inertie ou de galop dépend de bien des causes : longueur du châssis, empattement, répartition des masses, flexibilité des ressorts, etc. ; en calculant judicieusement ces diverses dimensions, on peut amener l'axe de galop dans la région la plus favorable pour le confort des passagers. Pour un cabriolet, par exemple, il sera très important de le placer à hauteur des sièges avant ; le conducteur et son voisin seront ainsi soustraits à la plupart des réactions verticales des ressorts.

Un des effets sensibles du galop est de reporter sur l'arrière une partie des réactions de l'avant, toujours assez sèches comme l'on sait, puisque les ressorts avant sont courts et peu flexibles. L'amplitude des réactions est assez faible, mais les passagers les ressentent très désagréablement ; c'est un fait que, sur la plupart des voitures, le confort des places arrière, malgré la grande douceur de leur suspension propre, est moindre que celles des places avant, situées près de l'axe de galop.

Lorsque la voiture franchit rapidement une bosse suivie d'une dénivellation, la chute de l'essieu avant dans la dénivellation entraîne un mouvement de bascule très brutal de la voiture. Les passagers arrière

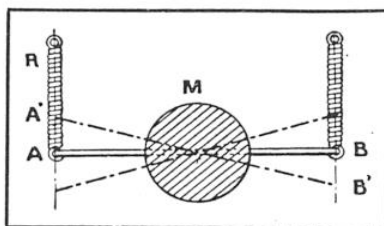


FIG. 1. — SCHÉMA D'UNE EXPÉRIENCE MONTRANT L'INTERACTION DE DEUX RESSORTS

sont projetés violemment hors de leur siège, sans que cependant un observateur latéral ait l'impression d'un fort mouvement du châssis.

Des mouvements transversaux peuvent également se produire

Les mêmes phénomènes d'interactions peuvent également se produire transversalement, par réactions des ressorts de droite sur ceux de gauche et inversement. Evidemment, en ce cas, l'inégalité des flexibilités des groupes de ressorts avant et arrière, interdisant tout synchronisme, entraîne un freinage rapide du mouvement ; mais celui-ci peut toutefois s'amorcer et même s'entretenir dans les limites où le châssis est susceptible, par ses déformations, de donner aux deux extrémités avant et arrière une certaine indépendance plus ou moins accentuée.

On constate effectivement que l'avant d'une voiture est soumis à une rapide trépidation transversale ; il suffit, pour s'en rendre compte, de fixer le regard sur un phare ou le bouchon de radiateur, par exemple ; l'effet de la trépidation est alors manifeste.

Le « shimmy », mouvement parasite de la direction, est le plus redoutable défaut des voitures modernes.

Les mouvements parasites que nous venons d'étudier ont été tant bien que mal combattus, pendant longtemps, par le soin extrême apporté au calcul des éléments de la voiture. Mais, en même temps que l'on améliorait la suspension proprement dite par l'augmentation des flexibilités des ressorts et du diamètre des pneus, on introduisait un autre défaut, affectant cette fois la direction, auquel on a donné le nom bien représentatif de « shimmy ».

Ce défaut est caractérisé par un tremblement violent de la colonne de direction, qui arrache le volant des mains du conducteur ou tout au moins rend impossible une tenue ferme de cet organe de commande.

Ce qui a le plus dérouté peut-être, dans le shimmy, c'est que cette trépidation semble être fonction d'un nombre important d'organes du châssis. On a successivement rendu responsable de son apparition : les grandes flexibilités des ressorts avant, les pneus ballons, les freins sur roues avant, les dé-

formations des châssis, l'équilibrage des roues, etc... Et le plus curieux est que tout ceci est exact et qu'il suffit de modifier un des éléments en question pour que la trépidation caractéristique du shimmy apparaisse ou disparaisse.

La cause essentielle du « shimmy » est la forme de l'essieu avant

En fait, une analyse du phénomène permet de reconnaître que ces causes multiples, entre lesquelles aucun lien n'apparaît, ne sont que secondaires. La véritable raison du shimmy est la forme coudée de l'essieu avant.

Sur toutes les voitures classiques, le centre O de la roue avant (fig. 2) se trouve légèrement plus haut que le point d'attache A des ressorts. Il en résulte que le

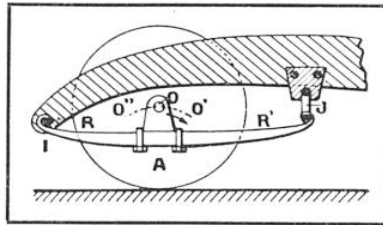


FIG. 2. — SCHÉMA MONTRANT COMMENT PREND NAISSANCE LE « SHIMMY »

centre O de la roue a la possibilité d'un léger déplacement OO' ou OO'' , dans la limite où les ressorts $R R'$ sont susceptibles de supporter une certaine torsion autour d'un axe transversal (c'est-à-dire normal au plan de la figure) passant par A .

Si la roue est amenée en O' par un choc quelconque, les ressorts, par réaction de torsion, la renvoient en O'' , puis en O' , et ainsi de suite.

Un mouvement oscillatoire se produit, que les frottements freinent le plus souvent, mais que les chocs répétés de la route peuvent parfois entretenir ou amplifier. Dans ce dernier cas, la barre de direction, solidaire de la roue, est entraînée par le mouvement oscillatoire et en transmet la trépidation au volant.

Le mouvement s'entretient d'autant plus aisément que la barre d'accouplement qui relie les deux roues permet à celles-ci de vibrer ensemble et facilite la production de phénomènes de résonance.

Tant que les ressorts avant des voitures ont été « durs », c'est-à-dire peu aptes à la flexion et à la torsion, l'amplitude de la trépidation $O' O''$ n'a pas dépassé le jeu existant entre les divers organes de la direction, jeu d'ailleurs partiellement absorbé par des ressorts. Mais dès que les ressorts modernes, à grande flexibilité, ont apparu, l'amplitude $O' O''$ est devenue suffisante pour que le mouvement soit transmis au volant de direction.

Alors, tout ce qui pouvait provoquer un déplacement OO' ou OO'' est devenu une cause de shimmy. Les pneus ballons d'abord, soit par l'effet de leur masse dans les chocs de la route, soit par la variation constante

de leur adhérence au sol, soit par leur influence variable sur l'angle de chasse de la direction, soit encore par le déséquilibre dû à leurs déformations, ont multiplié les possibilités de shimmy. Les freins, eux aussi, ont favorisé la production de ce mouvement parasitaire ; sous un coup de frein, en effet, l'axe O de la roue demeure en arrière par rapport au point d'attache A du châssis ; il en résulte un fort mouvement de torsion OO' , amorce du shimmy. D'autre part, l'alourdissement de la masse non suspendue qui résulte de l'adjonction de freins avant a pour effet d'augmenter la violence de ses chocs sur les obstacles de la route et par conséquent de provoquer le déplacement de torsion OO' , générateur de shimmy.

Une autre cause du shimmy est le déséquilibre des roues. S'il y a du « balourd », soit sur les pneus (emplâtre par exemple), soit sur la partie métallique, il se produit un déséquilibre centrifuge qui, périodiquement, amène O en O' et en O'' . Quand la période est la même que celle de la torsion des ressorts, le shimmy est inévitable. C'est d'ailleurs de cette façon qu'on le provoque en laboratoire.

Nous verrons plus loin qu'une autre cause de shimmy, très importante d'ailleurs, est la trop grande flexibilité de certains châssis. Mais, dès maintenant, nous pouvons conclure que le meilleur remède au shimmy consiste dans une modification de l'avant de la voiture. Il faut soit guider le centre O de la roue dans ses déplacements verticaux, de telle sorte qu'il ne puisse se déplacer selon $O'O''$, soit donner à l'essieu une légère possibilité de translation, de telle sorte qu'un choc sur la roue ait plutôt pour effet un mouvement de recul du point A qu'un mouvement de torsion.

C'est à cette dernière solution que se sont arrêtés, dans ces dernières années, nombre de constructeurs. On sait que sur presque toutes les voitures anciennes (fig. 2), les ressorts avant étaient « articulés » d'un côté sur un axe fixe I , de l'autre sur une jumelle J , qui permettait leur allongement longitudinal. Désormais, sur les châssis à essieux, l'axe fixe est remplacé par un dispositif élastique permettant un déplacement horizontal de quelques millimètres. Une de nos marques les plus anciennes vient même de lancer un dispositif tout à fait remarquable : les anciens axes fixes sont remplacés par une sorte de balancier fixé au centre de la voiture dans une grosse bague en caoutchouc (*silentbloc*), qui lui donne les possibilités de déplacement désirées.

Pour les voitures plus anciennes, il existe des appareils spéciaux qui, moyennant une légère modification du châssis, permettent le coulisement des ressorts. Ces appareils sont malheureusement d'un prix assez élevé, mais leur efficacité est absolue.

A défaut de ces dispositifs, signalons que l'on arrive généralement à limiter le shimmy en gonflant un peu plus fort les pneus. Si la vibration, malgré tout, s'amorce, il suffit, le plus souvent, d'un léger coup de frein pour l'arrêter.

Le châssis est très souvent responsable du « shimmy »

Nous avons réservé pour la fin la responsabilité du châssis qui, dans cette question comme dans celle du galop, est pourtant (ou plutôt fut, jusqu'à ces dernières années) la première en cause.

Des châssis flexibles favorisent le shimmy de deux façons. D'abord et surtout en donnant, à hauteur de la colonne de direction, des déformations élastiques, dont l'effet est d'approcher et d'éloigner alternativement le bas de la colonne de l'essieu O ; ce mouvement se transmet aux roues par la barre de direction et la barre d'accouplement, et une vibration, dont la période est égale à celle des déformations du châssis, prend alors naissance.

Ensuite, en permettant au mouvement vibratoire transversal, dont nous avons parlé plus haut, de s'établir avec une amplitude telle que la direction puisse en être influencée.

Les cris d'alarme poussés par d'éminents spécialistes de la suspension ont incité quelques constructeurs à renforcer leur châssis. Immédiatement, le shimmy s'est atténué, et la suspension est devenue nettement meilleure.

Inconvénients du couplage des roues sur le même essieu

Jusqu'ici, nous avons fait abstraction des liaisons existant entre les deux roues d'une même extrémité, ou, si l'on veut, de la dépendance des roues. Dans une étude consacrée à l'indépendance des éléments de la suspension, cela a pu paraître paradoxal. Cependant, il ne faut pas en être surpris : les phénomènes que nous avons étudiés sont peut-être, en effet, des arguments plus importants en faveur des solutions nouvelles que ceux que l'on peut tirer de l'inopportune existence des essieux de liaison.

Lorsqu'une des roues franchit un obstacle, en creux ou en relief, elle subit un mouvement vertical, dont l'effet est d'incliner

l'essieu par rapport à l'horizontale. Le châssis demeurant immobile, par inertie, pendant le choc, l'autre roue se couche légèrement. Il en résulte une certaine torsion des ressorts et une imperceptible déformation des pneus. En revenant à leur forme première, ressorts et pneus amorcent un mouvement oscillatoire transversal du châssis. Presque toujours ce mouvement est amorti par les nouvelles déformations qu'impose aux éléments de la suspension un obstacle du sol présentant une forme contraire à celle du premier ; mais parfois aussi il peut être entretenu par la répétition synchrone des mêmes obstacles.

L'effet est d'autant plus prononcé que le mouvement vertical de la roue a été plus grand. C'est pourquoi la suspension classique avec essieu exclut la possibilité de flexibilités élevées. Avec des ressorts trop flexibles, le châssis est constamment déporté de droite à gauche ou inversement, entraînant par sa masse tout l'ensemble de la voiture ; d'où direction imprécise et marche non rectiligne. On dit que la voiture « ne tient plus la route ». En même temps, l'usure des pneus s'accroît de façon sensible. On ne peut donc obtenir une suspension plus douce, avec les dispositifs classiques sur essieux, qu'en sacrifiant la tenue de route et la direction. C'est dire qu'il n'y a guère de solution possible dans cette voie. Les constructeurs, après nombre d'essais infructueux, l'ont bien compris, et c'est ainsi qu'ils ont été conduits à la solution des roues indépendantes.

La synthèse des éléments du problème conduit à la solution des roues indépendantes

Ayant examiné les principaux éléments du problème, nous pouvons, désormais, en faire la synthèse et voir comment l'on a pu être amené aux solutions actuelles.

Nous savons qu'un bon dispositif de suspension et de direction exige les conditions suivantes :

1° L'allègement des masses non suspendues qui rend instantanée la détente des ressorts et limite l'effet des percussions du sol, proportionnelles, on le sait, à la masse soumise au choc.

Ces masses non suspendues se composent de la roue, du pneu, des freins, d'une partie de l'essieu et des ressorts. La roue et les pneus étant hors cause, les éléments sur lesquels on peut jouer sont : les freins, l'essieu et les ressorts.

Du côté des freins, rien n'a pu être fait

jusqu'à ce jour, sans danger pour la robustesse de ces accessoires primordiaux. En revanche, on a réussi, grâce à la solution des roues indépendantes, c'est-à-dire à la suppression de l'essieu de liaison, à réduire au minimum les masses formant le support de la roue. Et quelques constructeurs ont pu également alléger la masse en mouvement des ressorts, soit en adoptant des ressorts à demi-lames, ou à boudins, soit en utilisant l'élasticité de blocs de caoutchouc ou de l'air comprimé. Signalons, tout particulièrement, certains dispositifs mis au point récemment, dans lesquels les ressorts sont remplacés par une simple tige travaillant à la torsion. Sur ces mêmes châssis, les bielles supportant les roues sont également très allégées.

2° La suppression du galop, c'est-à-dire du report périodique sur l'arrière (par une sorte de mouvement de bascule autour de l'axe d'inertie) des réactions subies par l'avant.

Ces réactions sont de deux sortes : chocs et rebonds de bas en haut qui soulèvent brutalement l'avant et font, par contre-coup, baisser l'arrière, ou bien chute de l'avant, qui renvoie l'arrière d'un coup sec vers le haut. Dans l'un et l'autre cas, le remède consiste dans l'adoption de ressorts très flexibles et très sensibles à l'avant, et dans l'allègement des masses non suspendues.

Nous avons vu que la suspension classique sur essieu exclut la possibilité de mettre en jeu de grandes flexibilités. En supprimant l'essieu, on rend possible l'utilisation de nouveaux ressorts ; on obtient donc une amélioration certaine, mais nous devons ajouter que l'augmentation des flexibilités ne peut dépasser certaines limites. D'une part, les cotes relatives du châssis et des éléments non suspendus ne le permettraient pas ; d'autre part, il faut considérer qu'avec des ressorts trop flexibles le jeu des articulations et des déformations élastiques peut permettre à la voiture de se coucher sur le côté et de rouler autour d'un axe longitudinal médian ; à partir de ce moment, la tenue de route est compromise.

Il est bien certain que certains dispositifs s'opposent moins bien que d'autres à ce mouvement de roulement. Nous devons même ajouter, pour être juste, que quelques-uns le favorisent singulièrement et c'est pour cela que l'on a si longtemps accusé les voitures à roues indépendantes de mal tenir la route. Mais, d'une façon générale, il est possible de concevoir des dispositifs qui s'opposent suffisamment à

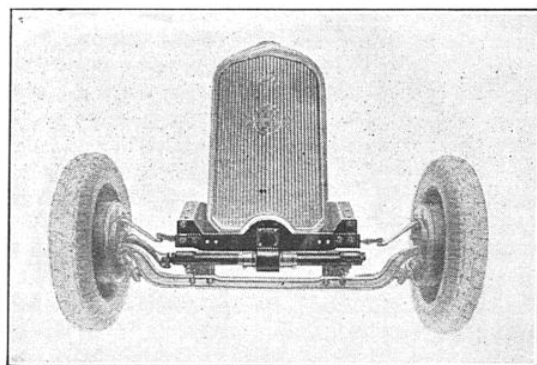


FIG. 3. — VUE AVANT D'UN CHASSIS MONTÉ SUR LEVIER ANTIVIBRATEUR
(Voir le détail de ce montage, figure 5.)

ce défaut pour que l'on puisse avoir à la fois une grande flexibilité des ressorts et une bonne tenue de route.

3° La suppression du shimmy, c'est-à-dire du tremblement de la direction provoqué par les vibrations de torsion des ressorts avant.

Nous avons vu que, contre cette vibration longitudinale $O'O''$ du centre de la roue (fig. 2), un seul remède était réellement efficace : guider ce centre de telle sorte que la vibration soit impossible. Or, malheureusement, avec les anciens dispositifs de suspension, il n'y a pas d'amélioration absolue, mais seulement des palliatifs, dont le meilleur est de substituer un mouvement parasitaire de translation au mouvement de torsion des ressorts.

Avec les systèmes à roues indépendantes, au contraire, le guidage de la roue devient facile. Mais là encore, il faut savoir reconnaître les bons des mauvais dispositifs. Les bons comprennent un guidage absolu du centre de la roue, interdisant toute torsion des ressorts. Les mauvais, au contraire, utilisant presque toujours les ressorts comme supports de roues, ne comportent pas de liaison rigide capable d'interdire tout mouvement des lames autre que leur flexion normale.

Nous sommes donc amenés à conclure que si la suspension avec roues indépendantes s'impose, il ne s'ensuit pas que n'importe quel dispositif soit acceptable.

Des divers dispositifs à roues indépendantes

Par suite de la multiplicité des maisons d'automobiles, des obstacles créés par les brevets et de l'ingéniosité des inventeurs,

le nombre des types de suspension sur roues indépendantes est presque égal à celui des maisons constructrices.

Mais, si l'on va au fond des choses, on s'aperçoit que les innombrables dispositifs en usage peuvent se ramener à quatre types principaux, caractérisés par le mode de guidage du centre de la roue :

1° *Guidage rectiligne.* — Le centre de la roue se déplace selon une droite, étant lié au mouvement d'un piston dans un cylindre, mouvement qui a pour effet de comprimer un ou plusieurs ressorts, et, souvent, de déplacer l'huile d'un dispositif amortisseur hydraulique.

Ce type est assez peu répandu, parce que de réalisation mécanique difficile. Mais, lorsque l'on peut obtenir que le déplacement rectiligne de la roue ne puisse pas modifier la « voie », c'est-à-dire l'intervalle entre les traces sur le sol des deux pneus avant (ou des deux pneus arrière), ni la « chasse », c'est-à-dire l'angle que forme, par rapport au plan vertical du radiateur l'axe de pivotement de la roue, il fournit une solution très satisfaisante ; il permet, en effet, le groupement du ressort et de l'amortisseur dans le même corps de cylindre. Il a, d'ailleurs, donné lieu à d'excellentes réalisations.

2° *Guidage circulaire longitudinal.* — Le centre de la roue est solidaire d'un ou plusieurs leviers pivotant autour d'un axe transversal (parallèle aux pare-chocs). Il décrit donc un arc de circonférence dans un plan vertical parallèle aux longerons du châssis.

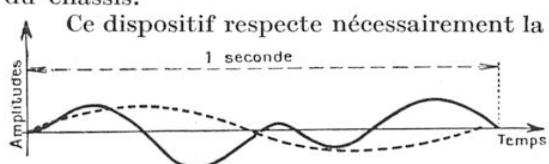


FIG. 4. — MOUVEMENT DE L'ARRIÈRE D'UNE VOITURE AUTOMOBILE DANS LE GALOP

Le trait pointillé donne le mouvement que prendrait normalement l'arrière d'une voiture de dimensions moyennes, s'il oscillait sur ses seuls ressorts porteurs. Dans l'exemple choisi, l'arrière fait une oscillation complète en une seconde (environ). Le mouvement est doux et régulier. Le trait plein indique, au contraire, le mouvement de l'arrière de cette même voiture sous l'action d'un mouvement oscillatoire pris par l'avant (chute dans un trou). Les réactions sont sèches et irrégulières. On compte deux oscillations et demie au lieu d'une, la première à peu près régulière, la seconde à peine sensible ; la troisième, au contraire, s'amorce par un rebond brutal et d'amplitude sensible.

constance de la « voie ». En revanche, s'il ne comporte qu'un levier, il fait varier la « chasse » de la roue en fonction de la position du centre de la roue ; il faut donc un jeu de deux leviers, pour que les caractéristiques des roues directrices soient convenablement maintenues.

Comme le précédent, il ne laisse aucune possibilité de shimmy. Il permet également — et cela se généralise de plus en plus — l'utilisation en guise de levier, du bras de l'amortisseur.

Ce dispositif est susceptible d'une bonne réalisation mécanique. A notre avis, il est un des plus intéressants et mérite de se répandre.

3° *Guidage circulaire transversal.* — La roue est solidaire, comme dans certains cas précédents, de deux leviers (dont l'un peut être le bras de l'amortisseur) ; mais ceux-ci pivotent autour d'axes longitudinaux, c'est-à-dire parallèles aux longerons du châssis. Le centre décrit donc une certaine courbe, dans un plan normal aux longerons, qui dépend de la longueur et de la position relative des leviers.

Ce dispositif maintient l'angle de « chasse » à peu près constant. Il s'oppose également bien au shimmy. Mais il favorise le roulis et, s'il est mal calculé, il provoque une variation incessante de la « voie » qui a pour effet une médiocre tenue de route

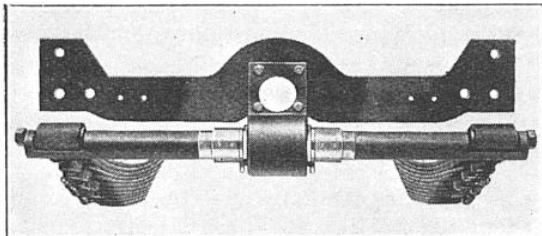


FIG. 5. — SUSPENSION AVANT SUR LEVIER ANTIVIBRATEUR

L'extrémité des ressorts de suspension avant est montée ici non plus sur des jumelles, mais au bout d'un levier tubulaire, dont le milieu est tenu par une grosse bague de caoutchouc fixée au châssis. L'axe du tube ne coïncide pas avec celui de l'œil des ressorts, afin de permettre l'allongement des lames lorsqu'elles fléchissent. L'extrémité arrière des ressorts avant est articulée sur un axe fixe. Il n'y a donc pas de jumelles. La bague de caoutchouc intervient dans ce montage comme dispositif amortisseur et antivibrateur. Elle supprime les résonances. Les résultats sont remarquables. Il n'y a plus de réaction, ni de shimmy. En outre, la précision de la direction, le confort et la sécurité sont sensiblement accrus.

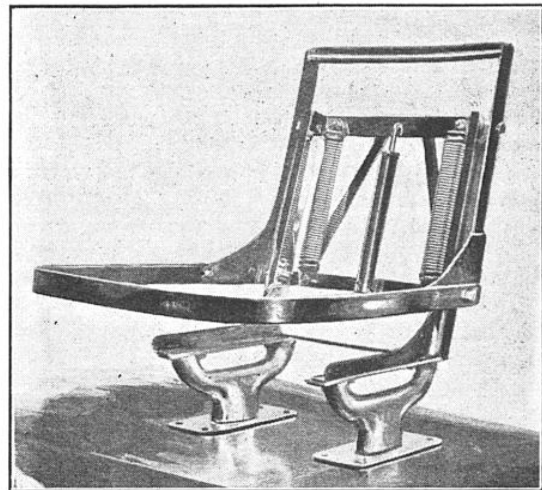


FIG. 6. — SIÈGE SUSPENDU

Le fauteuil tout entier (siège et dossier) est suspendu par deux ressorts à boudins ; huit galets guident son déplacement de montée et de descente et s'opposent aux mouvements transversaux ou de bascule. Un amortisseur à huile, visible entre les deux ressorts, freîne la remontée du fauteuil. Les fortes réactions sont donc parfaitement absorbées et, grâce à l'amortisseur, il n'y a pas de rebonds ni de mouvements de trop grande amplitude. Des coussins, très souples et sans rebonds, destinés à améliorer l'assise et à absorber les petites trépidations, complètent le dispositif. Ils forment un tout avec la carcasse recouverte de drap qui enveloppe l'appareil. Pour donner plus de confort, ces coussins reposent non sur des planchers, mais, à la façon des fauteuils transatlantiques, sur une toile flottante fixée à l'avant du siège et au haut du dossier. Le confort ainsi obtenu est tout à fait remarquable.

et une usure assez rapide des pneumatiques.

C'était là un des grands défauts des premières réalisations de ce type. On y remédie actuellement en calculant les leviers de telle sorte que le point figuratif de contact du pneu avec le sol décrive sensiblement une verticale par rapport au châssis, lorsque l'on soulève ou abaisse la roue.

Ce dispositif, de réalisation facile, est actuellement l'un des plus répandus.

4° *Guidage mixte.* — Dans un but de simplification et d'économie, on remplace parfois l'un des leviers de guidage transversal, sinon les deux, par les ressorts eux-mêmes. La roue se trouve liée ainsi à l'extrémité des ressorts de suspension, montés transversalement. Son centre décrit une courbe, dont la forme dépend des caractéristiques des ressorts utilisés et de leur

position, l'un par rapport à l'autre.

Comme précédemment, quoique avec beaucoup plus de mal, on peut obtenir, en différenciant les longueurs des ressorts ou des leviers, que la « voie » demeure sensiblement constante. Mais la plupart des constructeurs ne s'astreignent pas à cette réalisation difficile et sacrifient délibérément à une plus grande simplicité de la construction les avantages qui résultent de la constance de la « voie ».

D'autre part, le parallélogramme formé par les ressorts et les roues est susceptible de déformations hors de son plan, d'autant plus importantes que la flexibilité des ressorts est plus grande. Cela arrive, notamment, lors d'un coup de frein, ou dans un choc violent sur la roue. Les ressorts subissent une certaine torsion, qui est, nous l'avons vu, à l'origine du shimmy. De même cette déformation du parallélogramme peut entraîner une variation de l'angle de « chasse ».

A moins donc qu'un levier capable de résister au couple de torsion n'ait été prévu, ce mode de guidage peut laisser subsister une partie des inconvénients de la suspension sur essieu. Il n'en est pas moins vrai qu'il constitue encore un sérieux progrès sur les dispositifs classiques, ne serait-ce que par l'allègement des masses non suspendues. Très employé aux Etats-Unis, il semble, d'ailleurs, avoir donné lieu à des réalisations très satisfaisantes, ne présentant pas, grâce aux précautions prises, les inconvénients dont nous venons de parler. Ce montage a toutes chances de se développer également en France, grâce à une élégante combinaison ressorts-amortisseurs.

Quelques mots sur la direction

Le schéma classique de la direction d'une voiture automobile comprend : une barre de direction commandant directement l'une des roues directrices pour la faire pivoter de l'angle voulu ; un dispositif de barres d'accouplement généralement trapézoïdal, transmettant le mouvement de pivotement à l'autre roue de telle sorte que les axes de rotation des quatre roues se coupent toujours au même point (centre du virage).

La barre de direction est articulée, d'une part au dispositif de commande situé à l'extrémité inférieure du tube de direction *A* qui porte le volant, d'autre part au bras de levier *B* qui meut la roue. Quand les ressorts fléchissent, le bras de levier *B* décrit, à la demande de la roue, une certaine courbe *C*. Pour que l'épure de direction soit bonne, il faut que cette courbe coïncide avec la

circonférence *C'* décrite par l'extrémité *B* du levier de direction autour de l'axe fixe *A*.

Or, pratiquement, il n'en est jamais ainsi. Qu'il s'agisse de roues indépendantes ou de suspension classique, les deux courbes divergent toujours plus ou moins, et l'on doit prévoir des ressorts de rattrapage de jeu sur la barre de direction. L'écart peut être tel que, malgré ces ressorts, un à-coup soit transmis au volant de la direction. La répétition de ces à-coups rend la conduite de la voiture difficile et fatigante, et compromet en même temps la tenue de route.

Dans les dispositifs à roues indépendantes comportant des leviers support de roues, une épure de direction parfaite pourrait être réalisée à condition de placer le dispositif de commande *A* au centre de rotation des leviers. Les courbes *C* et *C'* seraient ainsi deux circonférences identiques. Ceci créerait naturellement une certaine complication, car il faudrait réaliser un relais entre l'extrémité du tube de direction et les centres de commande *A*. Mais on aurait le double avantage d'une excellente épure et d'une commande entièrement indépendante de la direction des roues.

Remarquons, toutefois, qu'une épure trop parfaite n'est pas toujours désirable. Il est, en effet, nécessaire que le conducteur « sente » un peu la route par le volant, et, pour cette raison, un très léger décalage des courbes peut être toléré sans inconvénients.

La suspension par roues indépendantes n'apporte donc ni facilités ni améliorations spéciales en ce qui concerne l'épure de direction. Son avantage — considérable d'ailleurs — réside dans la suppression des mouvements de shimmy.

En corollaire de l'application de dispositifs de suspension indépendante, il paraît logique de réaliser également la commande indépendante de la direction de chaque roue. Certes, les épures classiques du trapèze d'accouplement donnent un réglage satisfaisant des angles de pivotement ; mais des commandes distinctes donneraient plus de précision et de sécurité ; elles éviteraient en même temps la transmission, d'une roue à l'autre, des à-coups provenant d'une mauvaise épure de direction, ou, s'il y a lieu, des vibrations de shimmy. Nombre de commandes de ce genre ont été réalisées déjà et donné d'autant plus de satisfaction que l'épure de direction se trouve mieux réalisée.

L'avenir des nouveaux dispositifs

Les premières réalisations de suspension sur roues indépendantes datent de long-

temps déjà, et nous avons pu paraître injuste envers plusieurs constructeurs en donnant les réalisations actuelles comme des nouveautés.

En fait, ce qui est nouveau, c'est l'expérience que l'on a de ces dispositifs. On sait aujourd'hui pourquoi ils s'imposent et comment on doit les réaliser pour en tirer le maximum d'avantages ; leur technique s'est considérablement précisée et améliorée.

Nombre de réalisations actuelles peuvent être considérées comme très satisfaisantes, à tel point que de gros progrès sur les modes de liaison du châssis avec les roues paraissent peu probables. Ce qui peut être amélioré, par contre, c'est la composition de la masse non suspendue. Il est permis d'envisager, par exemple, le report des freins à hauteur des axes d'articulations sur le châssis ; l'allègement de la masse en mouvement serait ainsi plus effectif.

Sous ces quelques réserves, il est permis de dire que la période actuelle marquera un nouveau stade dans l'histoire de la suspension des automobiles. La formule nouvelle a toutes chances de demeurer classique pendant quelque temps, et il est probable que les années à venir seront plutôt marquées par des perfectionnements de détail, dont l'importance n'est d'ailleurs pas négligeable, que par des innovations sensationnelles.

Si l'on voulait essayer de voir plus loin, en se basant sur les résultats acquis et sur les tendances actuelles, peut-être pourrait-on considérer que l'avenir sera à d'autres dispositifs, dérivés du pneumatique, mais comportant un amortisseur de vibrations. Le pneumatique tire sa valeur de sa grande sensibilité, qui lui permet de réagir dans tous les sens au moindre choc, et de sa faible masse non suspendue, qui se réduit à l'élément de caoutchouc déformé par les inéga-

lités de la route. Il réalise la suspension parfaite sous les petits chocs. Mais on ne peut accroître indéfiniment ses dimensions ; ses déformations transversales, son écrasement sous les surpressions et l'impossibilité d'amortir ses oscillations sont autant d'obstacles à l'augmentation de son diamètre. De trop gros pneus donnent tous les défauts que nous cherchons à combattre : réactions brutales, galop, mauvaise tenue de route, adhérence variable, et entraînent, par frottement sur le sol, une perte de la puissance motrice.

Mais si la réalisation de pneus plus gros paraît en ce moment chimérique, il n'est pas impossible d'envisager la création d'autres types de bandages élastiques ou pneumatiques qui, à eux seuls, constitueraient toute la suspension. La roue, liée d'une façon non élastique au châssis, deviendrait masse suspendue et cela simplifierait d'une façon considérable les problèmes de direction, de freinage et de suspension. En fait, c'est là la véritable solution synthétique du problème que nous venons d'étudier, et l'on ne doit pas désespérer d'en avoir, quelque jour prochain, une première réalisation.

En attendant, nous devons enregistrer avec satisfaction les progrès importants qui viennent d'être acquis. Nombre de voitures donnent, désormais, à leur conducteur et à leurs occupants, la possibilité de faire de longs trajets sans fatigue et avec une sécurité accrue. Ajoutons, pour être juste, qu'une grande partie de ce progrès est due à l'amélioration des routes. Cette collaboration des techniciens de la suspension et de ceux de la route a été remarquablement fructueuse, et les automobilistes lui doivent un confort qu'ils n'auraient pas osé espérer il y a quelques années.

G. LEROUX.

Le gouvernement fasciste vient d'accorder un crédit exceptionnel de 1 milliard de lires (pour 1934-35) à l'Aéronautique italienne, afin de lui permettre de construire un matériel d'aviation répondant aux derniers progrès de la technique dans les domaines de la vitesse et de l'altitude. C'est dans ce but que successivement ont été créés récemment les groupes d'études de la « grande vitesse » et de la « haute altitude ». Ce dernier fonctionne, depuis juin dernier, près de Rome (aérobases de Montecello) et a pour mission de préparer des appareils spéciaux et des équipages entraînés pour le vol dans la stratosphère (au delà de 10.000 mètres). A cette fin, les problèmes de la cabine étanche, de l'hélice à pas variable, du surcompresseur sont activement poussés pour permettre ces vols à grande vitesse et à haute altitude pouvant atteindre 1.000 kilomètres à l'heure. Le maréchal Balbo n'a-t-il pas laissé entrevoir le déplacement « vertigineux » d'escadres aériennes à grand rayon d'action à 10.000 mètres de hauteur dans un avenir prochain ?

L'ALUMINIUM AU SERVICE DE L'ARCHITECTE ET DU DÉCORATEUR

Par Charles LEBLANC

L'ALUMINIUM, qui, il y a cinquante ans seulement, était une curiosité de laboratoire, a pris aujourd'hui, aussi bien dans l'industrie que dans la vie courante, un développement véritablement prodigieux.

C'est, à l'heure actuelle, un des « matériaux » les plus couramment employés, et qui occupe, du reste, de par ses qualités propres, une place à part — entre le bois et l'acier.

Nous avons eu, récemment, l'occasion d'exposer ici (1) comment, grâce à sa légèreté et à sa robustesse, il pouvait souvent remplacer l'acier d'une manière avantageuse dans le domaine des transports. Nous allons montrer aujourd'hui comment, grâce à la facilité avec laquelle on le travaille, à sa résistance à l'oxydation et à son beau poli, il a conquis une place de choix dans l'architecture et la décoration moderne.

Comment on « travaille » l'aluminium

L'aluminium
et ses alliages

(1) V. *La Science
et la Vie*, n° 201,
page 258.

sont susceptibles de subir tous les traitements : fonderie, forgeage, tréfilage, laminage, etc., auxquels on soumet les autres métaux usuels.

En particulier, en ce qui concerne le *filage* et *l'étirage*, l'aluminium et ses alliages se prêtent remarquablement bien à ces opérations et, en particulier, au filage à la presse. On peut ainsi obtenir des « profilés » de

toutes sortes et de toutes formes, ce qui n'est pas le cas pour les métaux ferreux. L'opération s'effectue à chaud à 400 de-

grés. Le forgeage, le matriçage, l'estampage sont également faciles à réaliser. Le travail est effectué à chaud, de 400 à 500 degrés, et on arrive ainsi aujourd'hui à forger des pièces de grandes dimensions.

Nous n'insisterons pas sur les autres traitements : emboutissage, repoussage, chaudronnage, pliage, cintrage, qui ne présentent pas de difficultés bien particulières.

Par ailleurs, signalons que contrairement à l'opinion cou-

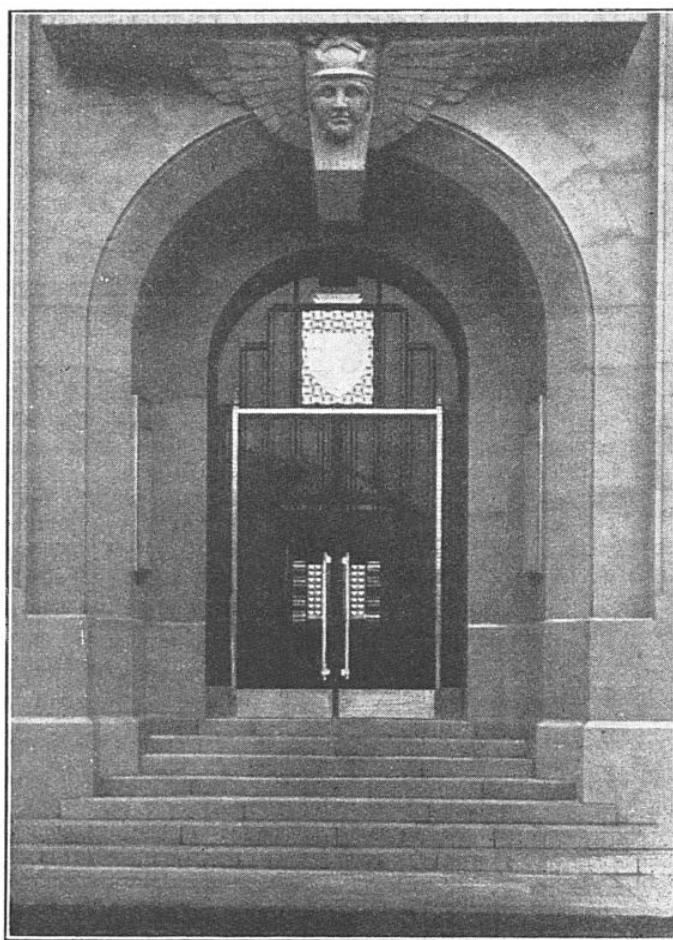


FIG. 1. — PORTE PRINCIPALE DE L'HOTEL DE LA CHAMBRE DE COMMERCE DE CHAMBERY ET DE LA SAVOIE :
DÉCORATION RÉALISÉE EN ALUMINIUM

rante les alliages d'aluminium se prêtent parfaitement, aussi bien à la soudure autogène (soudure avec apport d'un cordon de métal de même nature) qu'à la soudure électrique par résistance.

Nous venons ainsi d'exposer brièvement les divers traitements « métallurgiques » de l'aluminium.

En ce qui concerne les traitements mécaniques, c'est-à-dire l'« usinage », là encore, nous allons voir que l'aluminium et ses alliages sont des matériaux faciles à travailler.

Qu'ils s'agisse, en effet, de *décolletage*, de *tournage*, de *rabotage*, de *fraisage*, de *filetage* ou de *sciage*, aucune difficulté sérieuse ne se présente. Il suffit de choisir judicieusement les différents outils à employer. D'une façon générale, on peut dire que l'usinage de l'aluminium et de ses alliages est deux à trois fois plus rapide que celui des métaux ferreux, d'où la possibilité de

réduire considérablement l'outillage, la surface des ateliers, la main-d'œuvre, etc. On constate, d'ailleurs, que les méthodes employées se rapprochent beaucoup de celles que l'on utilise pour le travail du bois dur. Cela nous fait comprendre pourquoi, comme nous l'avons signalé au début de cet article, l'aluminium est de plus en plus employé en décoration.

Il est évidemment nécessaire, après l'avoir « modelé » à la forme désirée, de lui donner le fini voulu.

Là, différentes méthodes sont applicables.

La plus simple est le polissage qui permet de donner au métal cet aspect blanc et brillant, si agréable à l'œil.

Il y a lieu de noter à ce sujet le grand avantage qu'a l'aluminium sur les métaux ferreux de pouvoir résister à l'action des agents atmosphériques.

Si, au lieu d'un aspect brillant, on désire, par contre, un aspect mat et velouté, on

procédera, au contraire, au « satinage », soit par voie chimique (soudure caustique), soit à la brosse métallique, soit par jet de sable. On pourra, par ailleurs, obtenir des effets décoratifs par « chenillage » (obtenu par déplacement sur le métal d'une petite meule tournant à grande vitesse).

Lorsque nous aurons rappelé enfin que les alliages d'aluminium peuvent être également nickelés, chromés, etc., nos lecteurs pourront se rendre compte des prodigieuses ressources qu'ils nous offrent

pour la création de motifs décoratifs aussi élégants que variés.

Comment on utilise l'aluminium en architecture et en décoration

L'emploi de l'aluminium en architecture et en décoration est relativement récent, puisqu'il n'y a guère plus d'une dizaine d'années qu'il a commencé à se répandre. Mais, depuis lors, les progrès ont été particulièrement rapides, et ils s'affirment, désormais, de jour en jour.

Les applications dans ce domaine sont

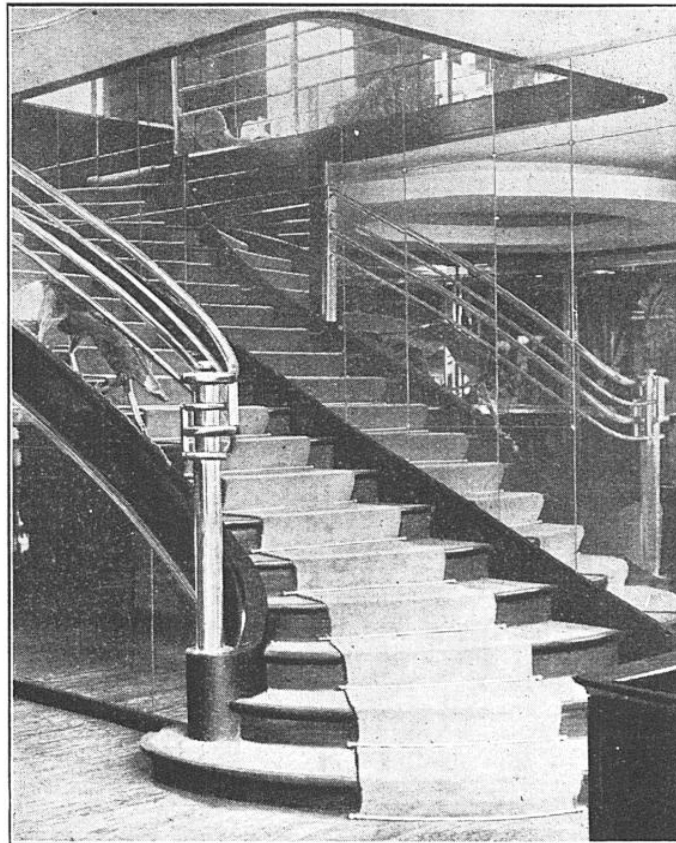


FIG. 2. — RAMPE ET MAIN COURANTE EN TOLE ET TUBE D'ALUMINIUM POUR DÉCORATION DE MAGASIN

d'ailleurs extrêmement variées et permettent d'apprécier les qualités propres à l'aluminium que nous avons indiquées au début de cet article : légèreté, facilité de travail, inaltérabilité, qualités thermiques, etc...

En ce qui concerne la construction proprement dite, signalons une utilisation qui a pris un grand développement en Amérique : le revêtement des façades. Il s'agit, soit de panneaux coulés en alliage aluminium-silicium, fixés directement à la charpente, soit de doubles parois en tôle d'aluminium, sépa-

pes d'escaliers, plaques de propreté, etc...

En ce qui concerne la décoration proprement dite, les domaines d'utilisation sont également variés. Le poli et la facilité d'entretien du métal sont alors les qualités recherchées. Notons, parmi tant d'autres applications, les devantures de magasins, lettres, enseignes, etc.; les plinthes, encadrements et revêtements des portes, parquetages, etc...

Enfin, à côté de l'architecture et de la décoration, voici une autre branche des arts décoratifs où l'aluminium fait merveille : il

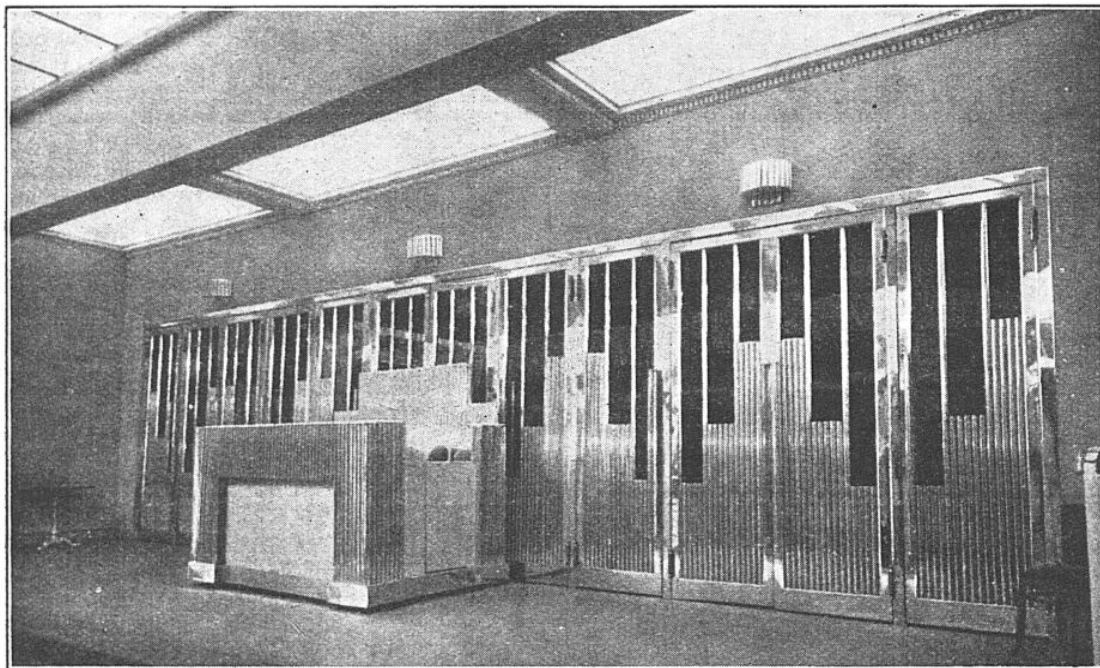


FIG. 3. — DÉCORATION EN PROFILÉS DE DURALUMIN (HALL D'ENTRÉE DU CASINO DE PARIS)

rées par un calorifuge. L'avantage de ce système est d'alléger la construction, ce qui, pour les gratte-ciel, offre un intérêt primordial.

Pour les toitures, l'aluminium peut, dans certains cas, remplacer le zinc avantageusement. On l'utilise soit sous forme de tuiles, soit sous forme de tôles ondulées. Sa légèreté, son inaltérabilité et ses propriétés calorifuges sont, ici, les qualités qui comptent le plus.

Pour les mêmes raisons, l'aluminium est appelé souvent à se substituer au fer dans la menuiserie métallique : châssis de fenêtres, de verrières, de portes, etc...

Mais ce n'est pas seulement à l'extérieur que l'aluminium est employé en architecture. On l'utilise également, d'une façon courante, à l'intérieur des immeubles, pour la fabrication des béquilles, crémones, targettes, ram-

s'agit du mobilier. On fabrique aujourd'hui des meubles de toutes sortes en alliages de ce métal : sièges, tables, classeurs, armoires, vitrines, portemanteaux, etc...

En particulier, les sièges en duralumin présentent, sur les meubles en bois, l'avantage de la légèreté, de l'incombustibilité et des facilités d'entretien.

Parmi les divers matériaux utilisés en construction et en décoration, nous voyons ainsi que l'aluminium a déjà conquis rapidement une place importante. Mais ses possibilités ont encore à peine été exploitées jusqu'ici ; il y a tout lieu de penser que, dans un avenir prochain, ce métal sera d'un emploi courant dans l'industrie du bâtiment, tout comme le bois, le fer et les autres métaux usuels.

CH. LEBLANC.

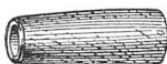
LES A COTÉ DE LA SCIENCE

INVENTIONS, DÉCOUVERTES ET CURIOSITÉS

Par V. RUBOR

*Pour fumer sans inconvénients,
voici un fume-cigarette
hygiénique*

LA nocivité du tabac pour le cœur et le système nerveux n'est plus à démontrer. On a donc été amené à rechercher des articles de fumeurs permettant de filtrer la fumée et de la débarrasser de la plupart



LE NOUVEAU FUME-CIGARETTE « BUTTNER »

des substances nuisibles qu'elle contient. La pipe *Buttner*, que nous avons déjà eu l'occasion de signaler ici, a parfaitement résolu ce problème et acquis, fort justement, une grande renommée.

Sur le même principe vient également d'être fabriqué le *fume-cigarette Nicex Buttner*, qui filtre la fumée en retenant notamment la nicotine, pyridine, ammoniacque qu'elle recèle.

Comme on le verra par le dessin ci-dessus, ce fume-cigarette est composé d'un embout en ébonite (à gauche), gainé de métal à l'intérieur pour que le feu de la cigarette brûlée à bout ne puisse le détériorer. Le filtre (qu'on voit à droite) est d'une matière poreuse très efficace pour l'absorption des substances toxiques : il est façonné en forme de vis, de façon que la fumée le traverse en spirale, ce qui facilite la condensation et le dépôt sur les parois de ce filtre des substances nocives.

Un avantage particulièrement appréciable de cette partie efficiente du fume-cigarette *Nicex Buttner* est qu'il peut être complètement nettoyé en le chauffant à une flamme jusqu'à incandescence. Après refroidissement, le filtre est comme neuf et peut être de nouveau utilisé.

D'invention française, ce fume-cigarette est fabriqué en modèles courts ou longs, de forme élégante, et en différentes couleurs :

il est au surplus livré avec douze filtres de réserve.

C'est l'antinicotique par excellence, qui permettra aux fumeurs de se livrer sans inconvénient pour leur santé à leur plaisir favori.

BUTTNER, 11, rue de la Paix, Saint-Louis (Bas-Rhin).

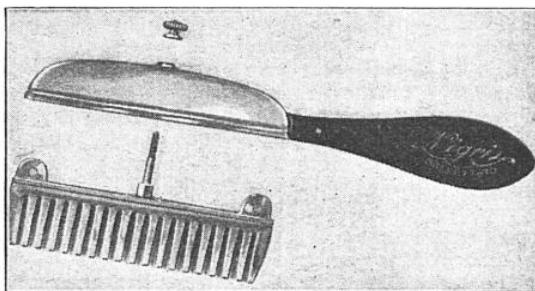
*Un nouveau procédé absolument
inoffensif pour teindre les cheveux*

ON sait que la plupart des teintures pour cheveux actuellement utilisées sont dangereuses à différents points de vue.

Certaines d'entre elles font tomber les cheveux ; d'autres donnent des teintes véritablement impossibles, d'un coloris ridicule. En outre, l'application de la teinture exige des lavages abondants et minutieux.

Il convient de signaler, enfin, que les teintures provoquent souvent des affections cutanées qui peuvent même présenter une certaine gravité.

Le nouveau procédé de teinture que nous présentons ici n'offre aucun de ces inconvénients. Il est absolument inoffensif et permet de rendre aux cheveux blancs ou gris leur belle teinte naturelle et primitive, sans



LE PEIGNE « NIGRIS »

mouiller la tête, sans tacher le cuir chevelu, sans détruire l'ondulation et surtout sans nuire à la santé.

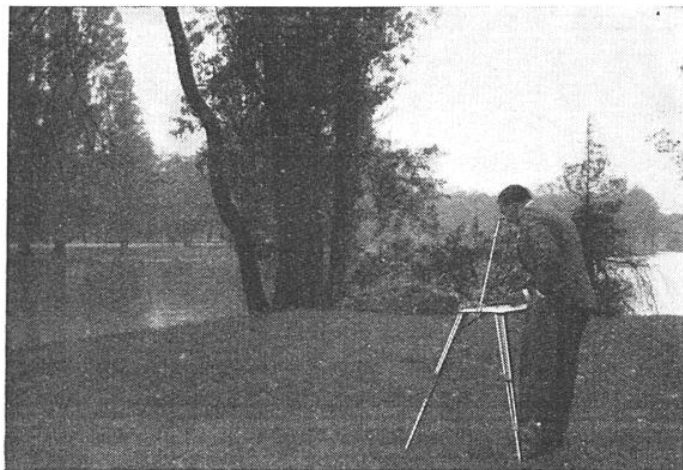
Il s'agit de l'emploi de l'huile végétale balsamique du docteur Nigris. Cette huile a la merveilleuse propriété de rajeunir les cheveux en leur rendant rapidement une

belle et riche teinte naturelle, stable. On l'applique avec un peigne spécial — qui est représenté sur la figure ci-contre.

Il suffit de passer à intervalles réguliers ce peigne dans les cheveux. L'huile balsamique du docteur Nigris, ainsi absorbée, pénètre jusqu'à la racine et ne laisse pas les cheveux gras.

C'est la véritable et l'unique solution de la teinture rationnelle.

PEIGNE NIGRIS, 46, rue de Provence, Paris.



COMMENT ON UTILISE LE DESSINEUR « BERVILLE »

Pour dessiner tous les sujets sans effort et sans études

L'ÉTUDE du dessin d'agrément ou industriel est toujours chose ingrate et de longue haleine. Parmi les dispositifs imaginés pour faciliter l'acquisition des connaissances indispensables en ce domaine, il convient de citer comme particulièrement efficace, en même temps que simple et pratique, un nouvel appareil : le *Dessineur*.

Cet appareil se compose essentiellement d'une tige articulée, en bois, se fixant aisément, sans risque de détérioration, sur n'importe quelle table ; à la partie supérieure de cette tige se trouve un système optique qui permet, en regardant dans l'oculaire, de voir se projeter sur le papier, à la grandeur souhaitée, tous les sujets placés devant l'opérateur.

Il est aisé, dès lors, d'en suivre les contours et de les reproduire, soit au crayon, soit au pinceau : les couleurs naturelles étant également fidèlement reproduites, on peut traiter directement le sujet à l'aquarelle, à l'huile ou aux crayons.

Le *Dessineur* n'est point seulement d'ailleurs un appareil idéal d'instruction ; il peut rendre de grands services dans les affaires ou dans l'industrie, et notamment pour le dessin de modes, de bijoux, de machines, de

portraits d'après photographies, en facilitant singulièrement le report immédiat d'un modèle à toutes grandeurs.

Ajoutons que cet appareil, qui se plie, est aisément transportable en promenade ou en vacances, ce qui permet de dessiner les paysages ou les points de vue pittoresques, comme de copier ou d'agrandir de petites photos. Son prix, modeste, le met d'ailleurs à la portée de toutes les bourses.

P. BERVILLE, 18, rue Lafayette, Paris.

La T. S. F. en auto

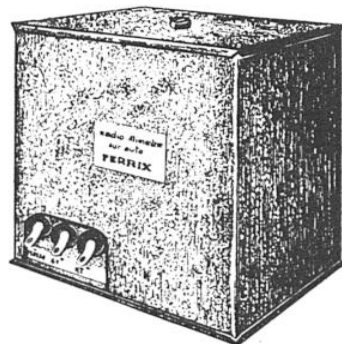
LA radiophonie, considérée comme un délassement intellectuel, est devenue indispensable à un nombre sans cesse accru de nos contemporains. Aussi s'est-on efforcé de rendre les postes de plus en plus commodément transportables, notamment en automobile, pour l'agrément du week-end ou des vacances. Une des difficultés techniques suscitées par l'usage de la T. S. F. en automobile réside dans l'alimentation des appareils sur la batterie de la voiture. On a donc dû créer des « radio-alimenteurs » capables de fournir, sous 150 à 180 volts, un courant filtré de 40 milliampères environ.

La société *Ferrix*, spécialisée dans la construction des transformateurs et redresseurs, vient de créer deux appareils spécialement étudiés pour l'alimentation des postes de T. S. F. en automobile.

Le premier, utilisable par les constructeurs, fournit les tensions et débits convenables avec un blindage éliminant tout ronflement parasite. L'autre, du type amateur, est destiné aux sans-filistes qui emportent en auto un poste ordinaire alimenté soit par accus, soit sur secteur.

Cet appareil, muni d'un diviseur de tension, fournit 160, 80 et 40 volts, ainsi que la polarisation de 15 volts environ. Il suffit, pour utiliser son poste habituel, de le brancher sur ce radioalimenteur, dont les fils sont réunis l'un à la masse, l'autre à une des bornes du disjoncteur.

FERRIX, 98, av. Saint-Lambert (Valrose), à Nice.



LE RADIOALIMENTEUR « FERRIX »

Une nouvelle formule de récepteur tous courants, le « R. S. 5 »

Nos lecteurs savent que la réalisation d'appareils de T. S. F. pouvant fonctionner indifféremment sur secteur continu ou alternatif est relativement récente. Jusqu'à présent, il ne s'agissait d'ailleurs, en général, que de petits appareils « miniatures », utilisant des lampes de caractéristiques américaines et munis de haut-parleurs électrodynamiques de trop petites dimensions pour pouvoir fournir une bonne musicalité.

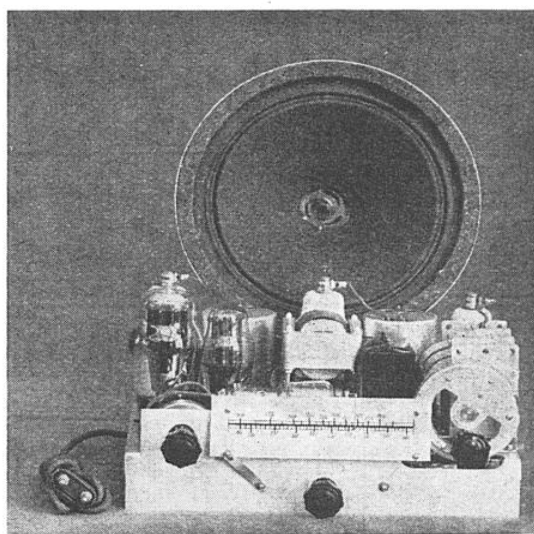
L'appareil que nous présentons aujourd'hui, est un superhétérodyne 5 lampes « tous courants » de faible encombrement (hauteur 31 centimètres, largeur 29 centimètres, profondeur 18 centimètres), mais suffisant pour pouvoir être muni d'un haut-parleur électrodynamique de dimensions normales qui, seul, peut fournir une excellente musicalité. Ce récepteur comporte les nouveaux tubes « Tungstram » de caractéristiques européennes.

Les principaux avantages de ces lampes peuvent se résumer ainsi : dépense minimum de courant grâce à leur faible intensité de chauffage, fonctionnement direct sur le secteur sans interposition d'aucune résistance, et surtout rendement très supérieur à celui des modèles correspondants.

Voici, enfin, le plus gros avantage de l'appareil R. S. 5 :

On sait que, jusqu'à présent, le principal inconvénient des appareils tous courants était la faible durée de leurs lampes. Cet inconvénient tenait non pas à la constitution même de ces lampes, mais aux services très durs qui leur étaient demandés.

Grâce à un régulateur automatique appro-



LE RADIORÉCEPTEUR « R. S. 5 »

prié, on arrive maintenant à supprimer cet inconvénient, ce qui prolonge d'une manière notable la durée des lampes.

En résumé, le R. S. 5, plus léger et sensiblement aussi puissant qu'un appareil secteur habituel, est appelé à satisfaire les amateurs desservis aussi bien par les secteurs alternatifs, toutes fréquences et tous voltages, que par tous les secteurs continus. Grâce à son poids réduit (6 kilogrammes) et sa luxueuse présentation, il peut orner les appartements les plus modernes. Logé dans une petite valise, il est un agréable compagnon de vacances du public radiophile.

R. S. 5 RADIO, 82, avenue Parmentier, Paris (11^e).

V. RUBOR.

CHEZ LES ÉDITEURS

Récepteurs modernes de T. S. F., par P. Hémardinquer. 1 vol. 382 pages. Prix franco : France, 32 fr. 50 ; étranger, 36 fr. 80.

Notre distingué collaborateur a le talent de l'exposition lorsqu'il s'agit de mettre le public moderne au courant de la T. S. F. moderne.

Dans cet ouvrage fort bien documenté, il a su montrer l'évolution et le choix d'un radiorécepteur, décrire les organes de réception : récepteurs simples et récepteurs sensibles, sans faire appel à des connaissances techniques trop élevées, de façon à être compris de tous.

Il a examiné également les postes à super-résonance et superhétérodynes, ainsi que les postes-secteur et les postes tous courants : toutes questions d'actualité.

Pour le sans-filiste, par L.-D. Fourcault et R. Tabard. 1 vol. 254 pages. Prix franco : France, 19 fr. 60 ; étranger, 22 fr. 50.

Le petit livre que viennent de publier MM. Fourcault et Tabard, sous le vocable de « Guide de l'amateur de T. S. F. », vaut beaucoup mieux que son titre. On y rencontre, en effet, une documentation technique très poussée, susceptible d'intéresser tous ceux qui suivent, au jour le jour, l'évolution de la « radio » moderne. Les praticiens y trouveront notamment tout ce qui concerne la construction des postes de réception : circuits, amplification, lampes, montage, alimentation, etc. Excellent manuel mis à jour, en tenant compte des perfectionnements de l'industrie radio-électrique qui évolue si rapidement.

L'Atomistique, par Marcel Boll, 1 vol. de 136 pages. Prix franco : France, 22 francs ; étranger, 25 fr. 60.

La physique moderne a disséqué les atomes et le résultat de cette dissection c'est la prévision de tous les phénomènes : mécaniques, électriques, optiques, chimiques, etc., dont la matière peut être le siège. C'est l'œuvre méritoire de la science contemporaine d'avoir su construire l'édifice moderne de l'atomistique dont notre éminent collaborateur, Marcel Boll, a fait ici un exposé élémentaire. Ainsi il peut être accessible à tout esprit cultivé désireux de comprendre les théories les plus nouvelles dans ce domaine, si vaste et si ardu, que constituent la physique moléculaire, la chimie, la colloïdologie. Celles-ci reposent, en effet, sur des considérations atomistiques dont personne ne saurait nier la réalité. Ces théories neuves et audacieuses, qu'avec son talent habituel nous expose l'auteur, contribuent à faire connaître une partie de la microphysique sans laquelle on ne peut comprendre le monde extérieur.

Le nouvel univers astronomique, par Théo Varlet. 1 vol. 293 pages. Prix franco : France, 22 fr. 75 ; étranger, 24 fr. 50.

Aucune science n'a fait plus de progrès depuis vingt ans que l'astronomie. Aucune science ne répond mieux aux besoins spirituels les plus élevés de l'heure présente, alors que les conditions de la civilisation sont venues donner aux hommes, avec le sentiment direct de leur unanimité, l'intuition de leur destinée planétaire.

Telles sont les sages réflexions qui, sous forme d'introduction, initient le lecteur au

nouvel univers astronomique, tel qu'on le conçoit actuellement. Ce petit ouvrage, rédigé d'une façon fort simple, sait mettre à la portée de tous les conceptions les plus modernes de la cosmogonie.

Notre éminent collaborateur, M. Emile Belot, dont le nom fait autorité à tout ce qui touche la diffusion scientifique, a fait l'éloge de ce livre dans sa préface, et *La Science et la Vie* s'y associe pleinement.

Notions de photogrammétrie terrestre et aérienne, par Ch. Abdullah. 1 vol. relié 267 pages. Prix franco : France, 36 fr. 80 ; étranger : 40 francs.

Peu d'ouvrages existaient jusqu'ici sur la photogrammétrie. *La Science et la Vie* avait déjà exposé ce sujet en 1933, et c'est avec plaisir que nous avons enregistré la parution de ce volume, consacré entièrement à la photographie terrestre et aérienne, d'après les derniers progrès de cette technique nouvelle.

On y trouve exposé avec clarté les applications de la photographie aux mesures précises, dans les domaines les plus variés, tels que : architecture, topographie, urbanisme, géologie, chirurgie, etc.

L'auteur, un spécialiste en la matière, a su fort bien présenter au grand public ces questions peu connues, et même assez ardues. Nous conseillons vivement à tous les esprits cultivés et curieux de nouveautés scientifiques de s'initier ainsi à la photogrammétrie que l'on désigne encore sous le nom de métrophotographie.

N. D. L. R. — Les ouvrages annoncés dans cette rubrique peuvent être adressés par LA SCIENCE ET LA VIE, au reçu de la somme correspondant aux prix indiqués.

TARIF DES ABONNEMENTS A « LA SCIENCE ET LA VIE »

FRANCE ET COLONIES

Envois simplement affran-	{ 1 an 45 fr.	Envois recommandés	{ 1 an 55 fr.
chis.....	{ 6 mois... 23 —		{ 6 mois... 28 —

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 affran-	{ 1 an 80 fr.	Envois recommandés	{ 1 an 100 fr.
chis.....	{ 6 mois... 41 —		{ 6 mois... 50 —

Pour les autres pays :

Envois simplement affran-	{ 1 an 70 fr.	Envois recommandés	{ 1 an 90 fr.
chis.....	{ 6 mois... 36 —		{ 6 mois... 45 —

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

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

Directeur : G. BOURREY. — Gérant : M. LAMY.

Paris. — Imp. MAURICE BERNARD, 18, rue d'Enghien.

Participez, pendant Juin et Juillet, au

Grand Concours des Pronostics

ORGANISÉ PAR

l'Aéro

ET DOTÉ DE

100.000 francs de Prix

3 Motos, 3 grands Voyages, 3 Meubles Phonos T. S. F.,
2 Brevets de Pilote, cinq cents prix de valeur et
10.000 francs en espèces

A partir du 15 juin

lisez dans

l'Aéro**“ 70.000 TÉMOINS ”**

le plus extraordinaire et passionnant roman policier que vous ayez
jamais lu, dont l'action criminelle se déroule au sein d'une équipe de rug-
by, sur le stade, pendant un grand match, devant 70.000 spectateurs.

C'est un roman du célèbre
romancier américain

**CONRAD
FITZSIMMONS**

aux péripéties inattendues et mystérieuses, qui vous
tiendront en haleine d'un bout à l'autre.

NUMÉRO SPÉCIMEN SUR DEMANDE A

l'AÉRO, 79, Champs-Élysées, 79 - PARIS



Nos appareils luttent, l'été, pour un sou par semaine, contre moustiques, mites, dépressions nerveuse et cérébrale, odeurs, air suffocant, etc...

S.G.A.S., 44, r. du Louvre, Paris-1^{er}

MANUEL-GUIDE GRATIS
INVENTIONS
 OBTENTION de BREVETS POUR TOUS PAYS
 Dépôt de Marques de Fabrique
L. BOETTCHER fils, ingénieur-Conseil, 21, Rue Cambon, Paris

CHEMINS DE FER D'ORLÉANS ET DU MIDI

LES CHATEAUX DU BLÉSOIS ET DE TOURAINE EN AUTOMOBILE

du 25 MARS au 14 OCTOBRE 1934

Les CHEMINS DE FER D'ORLÉANS ET DU MIDI organisent des circuits pour la visite des plus intéressants

CHATEAUX DE LA LOIRE

—■—
 AU DÉPART DE BLOIS (2 circuits)

CHAMBORD - CHEVERNY - CHAUMONT

Prix du circuit : 18 fr. ou 28 fr.

AU DÉPART DE TOURS (5 circuits)

LOCHES - CHENONCEAUX - AMBOISE
 VILLANDRY - AZAY-LE-RIDEAU - CHINON
 USSÉ - LANGEAIS - CINQ-MARS
 LAYNES - BLOIS - CHAMBORD
 CHEVERNY - CHAUMONT

Prix du circuit : 22 fr., 25 fr., 34 fr., 36 fr., 52 fr.

RENSEIGNEMENTS :

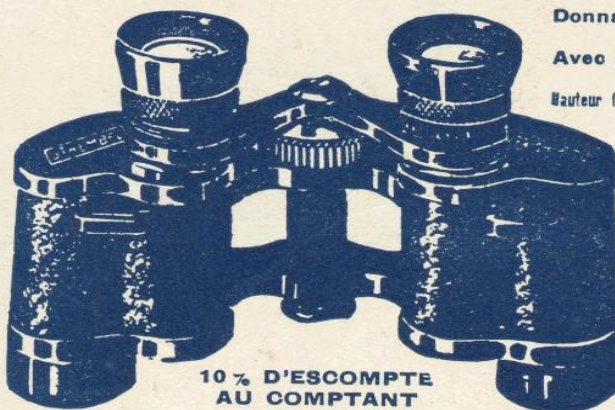
A PARIS : aux agences Orléans-Midi, 16, boulevard des Capucines et 126, boulevard Raspail ; à la Maison de France, 101, avenue des Champs-Élysées ; à la gare du Quai d'Orsay (Bureau des renseignements de la gare et Bureau de l'Union Nationale des Agences de Voyages) ;

A BLOIS : à la gare, au Bureau du Service d'Auto-Cars, 2, place Victor-Hugo ;

A TOURS : à la gare, au Bureau du Service d'Auto-Cars, 8, boulevard Béranger ;

Aux principales agences de voyages.

JUMELLES A PRISMES " STREMBEL "



10 % D'ESCOMPTE
AU COMPTANT

Donnant le maximum de champ et de clarté.

GROSSISSANT 8 FOIS

Avec étui cuir Havane, avec courroie bandoulière et courroie sautoir.

Hauteur fermée 106 mm. Poids, sans étui : 520 gr. -- Avec étui : 850 gr.

N° 10. — **MODÈLE RÉCLAME**

Prix exceptionnel : **360 fr.**

N° 11. Bonne qualité 400 frs

N° 12. Très bonne qualité..... 450. »

N° 13. Qualité sup., choix extra. 500. »

Payables : 30, 40 ou 50 francs par mois, suivant le modèle choisi

MODÈLES AVEC GRANDS OBJECTIFS

N° 14. Bonne qualité..... 550 frs

N° 15. Qual. sup., choix extra. 600. »

N° 16. Grossissant 12 fois 800. »

N° 17. Grossissant 16 fois.... 1.000. »

Payables : 40, 50, 60, 80 ou 100 fr. p. mois, suiv. le modèle choisi

JUMELLE MILITAIRE

perfectionnée d'Etat-Major
Marque " STREMBEL "

N° 3. — Notre JUMELLE MILITAIRE perfectionnée d'Etat-Major est une excellente jumelle à tous points de vue. Sa monture rigide et résistante est de construction éprouvée, on ne peut faire mieux comme solidité. Quant à son élégance, il suffit de l'examiner avec son gainage en cuir épais et son émail de luxe, pour apprécier combien cette jumelle est fine et gracieuse. Peu encombrante une fois fermée, elle s'allonge doucement par la molette centrale pour donner toute sa puissance. Son optique est à six lentilles de précision, ses objectifs achromatiques ont 43 m/m de diamètre, et sa portée est de 32 kilomètres. Elle est munie de bonnettes creuses très pratiques pour les yeux, de parasoleils à glissières permettant d'observer les objets durant la pluie ou le plein soleil, d'une boussole indéréglable de précision, d'un étui cuir cousu, avec courroie bandoulière et une petite courroie pour porter la jumelle en sautoir. Son prix extrêmement réduit et les conditions avantageuses que nous offrons permettent à tout le monde d'en faire l'acquisition.

Prix : **180 FR.** payables **15 FR.** par Mois
OU AU COMPTANT AVEC 10 % D'ESCOMPTE

N° 4. — Même modèle de qual. sup., optique de tout 1^{er} choix

Prix : **220 FR.**, payables **20 FR.** par Mois

N° 5. — **JUMELLE MARINE " LONG COURS "**

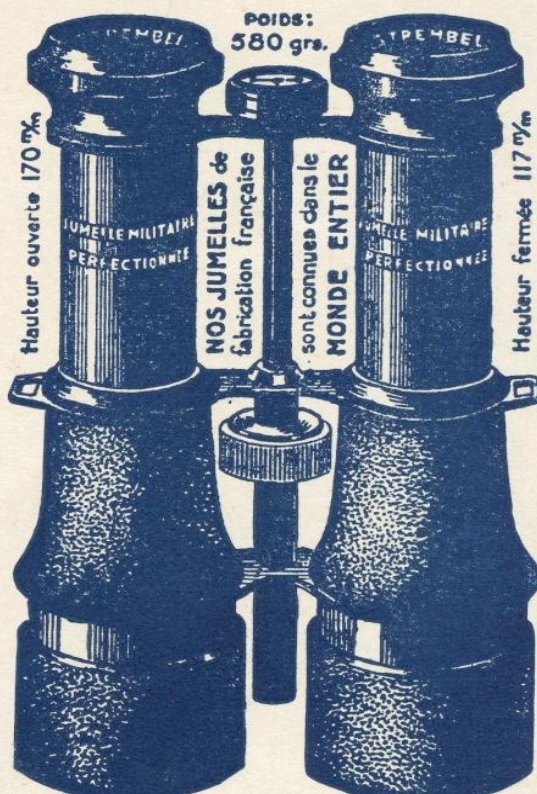
Portée 22 km. Poids 375 gr. Gainée maroquin noir. Livrée en étui cuir et 2 courroies. Hauteur ouverte : 14 cm.

Prix : **120 FR.**, payables **10 FR.** par Mois
Au comptant 10 % d'escompte

N° 6. — Même modèle de qual. sup., optique de premier choix

Prix : **150 FR.**, payables **10 ou 15 fr.** par Mois

ENVOI FRANCO SUR DEMANDE DU CATALOGUE GÉNÉRAL DE TOUTS NOS ARTICLES



BULLETIN DE COMMANDE

POUR COMMANDER
Ecrire en adressant le bulletin
ci-contre à la

MAISON

Pierre STREMBEL

Fondée en 1906

LES SABLES-D'OLONNE

(VENDEE)

Veillez m'adresser votre Jumelle N°

du prix de payables frs par MOIS (au gré de l'acheteur). Le premier versement à la réception, et, ensuite, je verserai moi-même à la poste chaque mois, au crédit du compte de chèques postaux Nantes n° 5.324, le montant d'une mensualité, ou au comptant au prix de fr. (Rayer les mentions inutiles).

Nom et prénoms.....

SIGNATURE :

Profession ou qualité.....

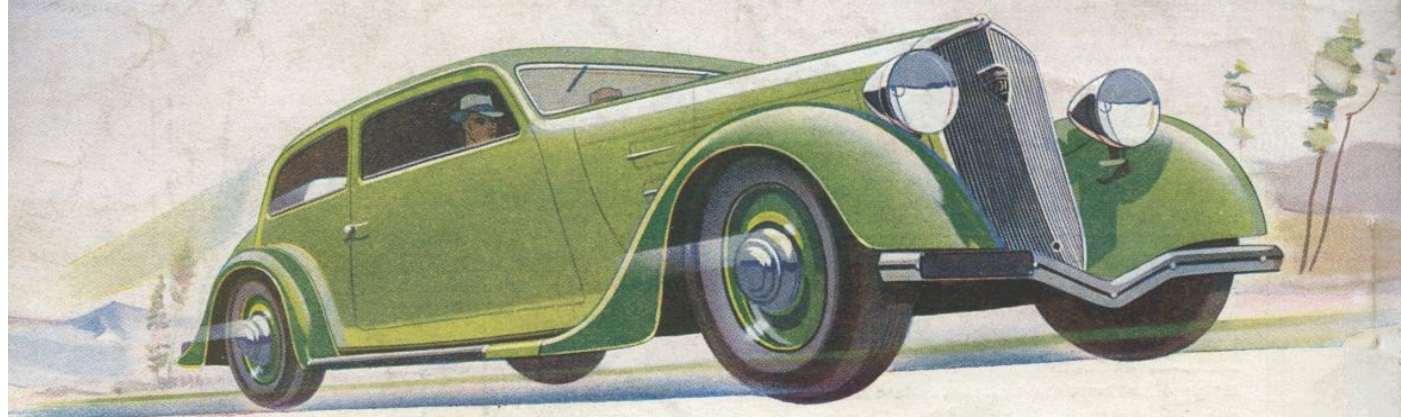
Adresse de l'emploi.....

Domicile.....

Le 193

601

... ENFIN LA



Peugeot

ROUES AVANT INDÉPENDANTES

601 VOITURE DE GRAND RAID A LA PORTÉE DE TOUS

Puissance effective 60 CV., 115 kmh en palier, 13 à 15 lit. aux 100 suivant moyenne horaire.

...et le silence dans la vitesse, pierre de touche de la perfection mécanique.

La conduite intérieure grand luxe 30.000 frs