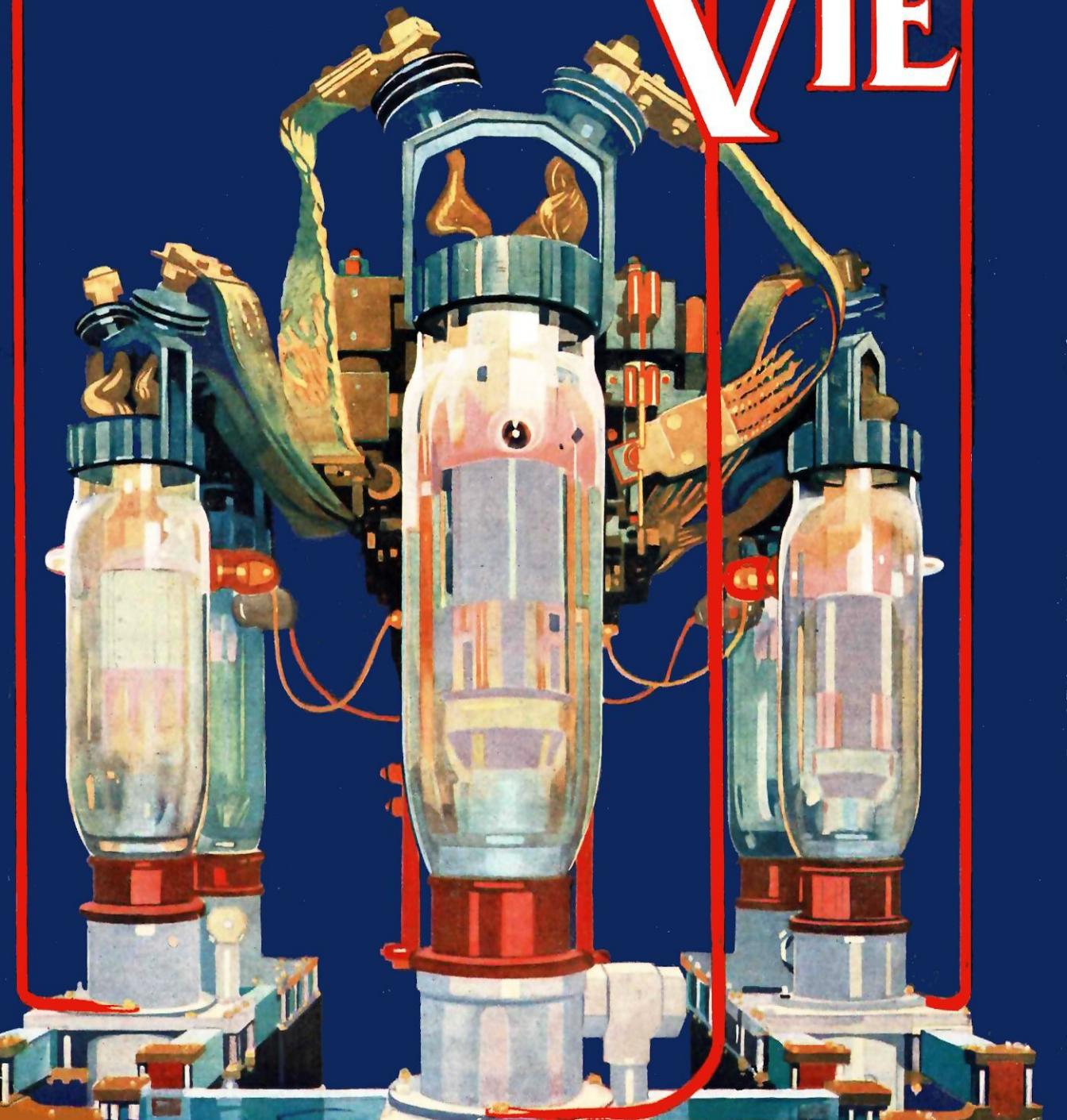


France et Colonies : 4 fr.

N° 213 - Mars 1935

LA SCIENCE ET LA VIE





la balance ne dit pas tout

Elle mesure bien le poids de votre bébé, mais elle ne peut mesurer sa santé, sa résistance, son potentiel de vie.

Or, mieux vaut un enfant dense, aux muscles fermes, aux os bien charpentés, aux nerfs vivaces, aux glandes actives, au teint frais, qu'un enfant lourd, mais bouffi, pâle, gonflé de mauvaise graisse.

seul compte le poids utile

Et c'est pourquoi il importe de bien choisir l'aliment qui va "relayer" le lait en le complétant.

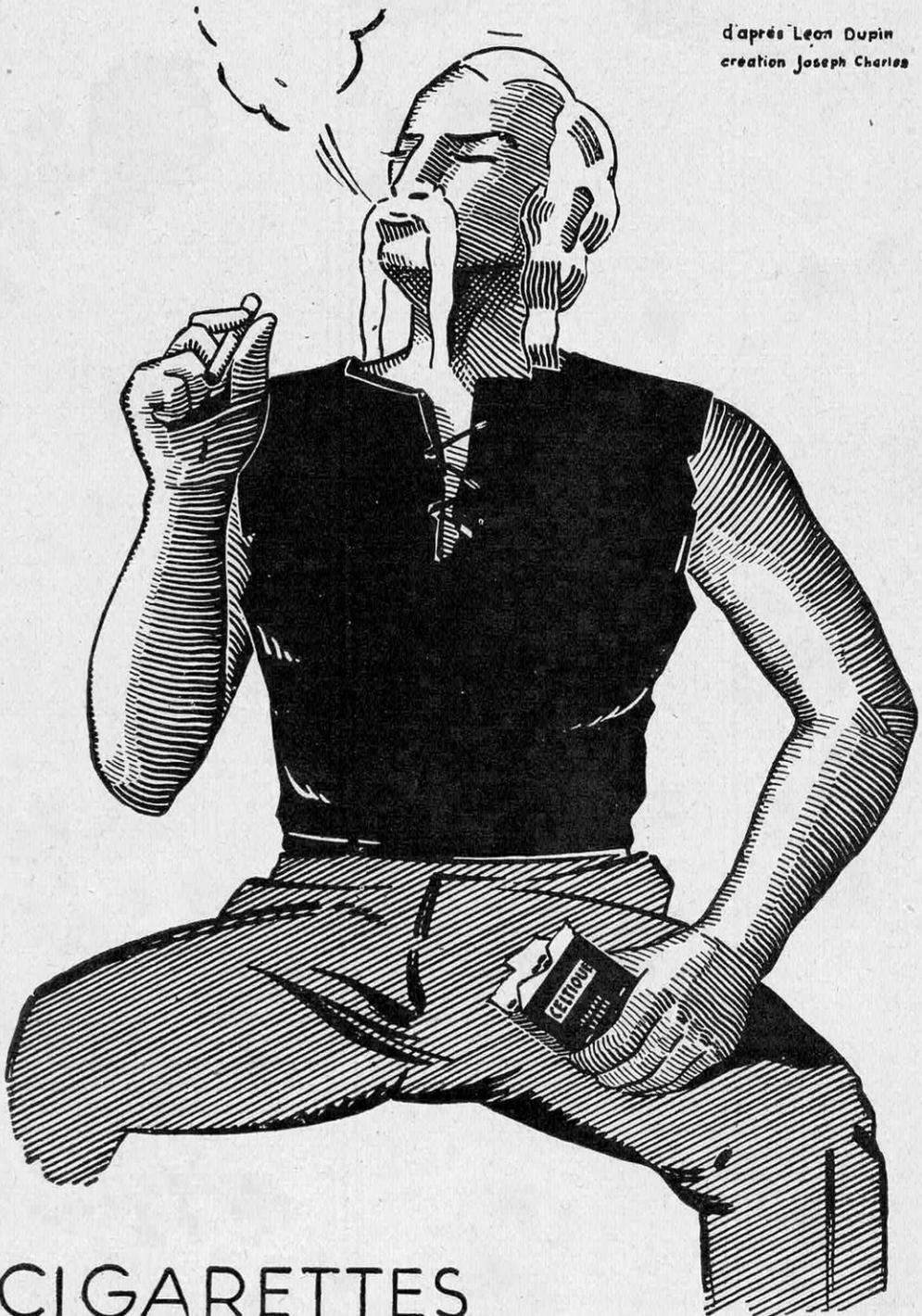
Les farines ordinaires, dépouillées de leur germe, de leurs ferments naturels, de leurs substances minérales vitalisées, donnent du poids, certes, mais du "poids mort".

Or, c'est du "poids vif" qu'il faut donner à Bébé : une proportion déterminée de substances minérales et azotées, de vitamines de croissance, dans un aliment complet, spécialement préparé pour les enfants en bas-âge :

la

Blédine

d'après Leon Dupin
creation Joseph Charis



CIGARETTES

CELTIQUE

CAISSE AUTONOME
D'AMORTISSEMENT ■

GROS MODULE

On apprend à tout âge

AUJOURD'HUI, la vie en évolution continuelle exige de vous de nouvelles aptitudes et de nouvelles connaissances. L'homme qui se croit arrivé sera demain distancé.

Vous avez encore beaucoup de choses à apprendre, et l'on apprend à tout âge.

NOUS ne nous maintiendrons dans un heureux état d'équilibre et de prospérité, qu'en entretenant l'usage et le perfectionnement continu de nos aptitudes. Les plus belles carrières humaines ne sont-elles pas celles des hommes qui ont eu la joie d'étudier pendant toute leur existence ?

*Les plus instruits
sont les plus forts.*

C'est donc une grave erreur de croire qu'à vingt ans, à trente ans, à quarante ans, même à cinquante ans, on n'a plus rien à apprendre. Erreur malheureusement fort répandue, encore qu'elle n'ait plus d'excuse dans un temps où les connaissances les plus variées peuvent être acquises à domicile, sans dérangement, sans surmenage, et à peu de frais. L'étude ainsi comprise coûte sensiblement moins cher que les plaisirs les plus vulgaires.

Et quelle joie passagère pourrait se comparer à celle d'augmenter durablement votre valeur personnelle, vos chances de succès dans la lutte quotidienne, vos aptitudes à comprendre et à goûter la vie ?

*Les connaissances pratiques
valent mieux que les diplômes.*

Entre toutes les méthodes d'enseignement par correspondance, celles de l'Ecole A. B. C. sont les plus attrayantes et celles qui assurent le maximum de réussite, parce que ce sont les plus directes, les plus exemptes de contrainte, les plus conformes à l'esprit du siècle, aux exigences et aux possibilités de la société contemporaine.

*Comment le Dessin
est devenu accessible à tous
à très peu de frais.*

Dès que vous saurez dessiner, vous arriverez muni d'un prestige incomparable dans tous les métiers où il y a quelque chose à

créer, comme l'imprimerie, l'édition, la publicité, la couture, l'ameublement, l'automobilisme, l'architecture, etc., etc.

Est-ce difficile ? Non ! Avec des capacités moyennes, à très peu de frais, vous pouvez acquérir ce talent fascinant qui ajoutera tant de plaisirs et de profits à votre existence.

Les meilleurs maîtres de Paris, grâce à l'Ecole A. B. C. de Dessin, vous font travailler directement d'après nature, chez vous, à vos loisirs. Vous recevez leurs conseils personnels, et même avant la fin de vos études vous pouvez vendre vos travaux : caricatures, illustrations, dessins pour modes et publicité, compositions décoratives pour étoffes, papiers, céramiques, meubles, affiches, catalogues, cependant que de nombreux métiers vous offrent des situations rémunératrices et du plus grand avenir.

Un beau métier est plus sûr pour vous qu'une fortune. La brochure illustrée qui sort actuellement des presses, très beau volume attrayant comme un magazine, vous informera complètement sur ce que peut faire pour vous l'Ecole A. B. C. de Dessin. Demandez sans faute ce bel album au moyen du coupon ci-contre, puisque le Dessin vous intéresse.

*En ce qui concerne
les langues étrangères,
par la méthode la plus moderne.*

Vous vous qualifiez pour les situations privilégiées du commerce, de la banque, de l'industrie, des administrations, quand vous parlez correctement une langue étrangère. C'est par routine qu'en France on néglige de parler couramment au moins une autre langue.

Or, vous pouvez apprendre les langues chez vous, sans vous déranger ! La Méthode Linguaphone met à votre portée, à tout moment, les plus grands professeurs d'Université du pays même. Ces professeurs éminents, des Anglais, des Allemands, des Espagnols, etc., vous enseignent leur propre langue par la parole vivante, au phonographe. Grâce à une méthode incomparablement simple, ils vous imprègnent l'accent exact et les tournures correctes, et vous supplantent facilement les malheureux qui savent la même langue, mais qui restent interdits si on leur

adresse la parole. Ils ont pâli sur des livres, mais n'ont pas assez écouté et parlé. Ce qu'il faut, c'est écouter, écouter, écouter, puis répéter sans déformer en écoutant encore, ce que Linguaphone vous fait pratiquer à toute minute libre.

Quelle que soit votre profession, quel que soit le genre de votre activité, la connaissance d'une langue vous sera utile, sinon nécessaire, à un moment de votre carrière. N'attendez pas de vous trouver pris au dépourvu. Apprenez dès à présent cette langue qui vous servira toujours.

*Dans toutes les professions
il faut savoir rédiger.*

Tous ces journaux que l'on publie, quotidiens, hebdomadaires, mensuels, revues techniques et littéraires, — les illustrés, les grands journaux de province et des colonies, — l'immense production publicitaire en catalogues, brochures, annonces, — il faut beaucoup de monde pour rédiger tout cela. C'est intéressant et cela rapporte. Qui sont ces journalistes dont les « papiers » s'imposent partout ? C'est vous, c'est moi, c'est tous ceux qui ont su faire un effort dans ce but.

Les rédacteurs en chef — comme les lecteurs des maisons d'édition — exigent des « manuscrits » très clairs et bien au point. Ils n'ont pas le temps de corriger vos fautes, vos faiblesses de style. Ils donnent la préférence à d'autres moins doués que vous, mais qui réussissent parce que leur « copie » est immédiatement insérable.

Rattrapez-les. Mettez au point vos dons innés, puisque vous avez quelque chose à dire. Nos maîtres vous enseigneront à équilibrer vos phrases, à serrer de près vos idées, à faire un plan, à pétrir un texte jusqu'à lui faire tout exprimer. Les plus grands écrivains ne se perfectionnent-ils pas en écoutant, en acceptant, en rejetant les avis de leurs aînés, de leurs amis, des critiques ?

Rédiger est essentiel dans toutes les situations. Combien de techniciens, de véritables savants pleins d'idées et de volonté, ne veulent pas comprendre qu'on refusera de les prendre au sérieux tant qu'ils parleront — et écriront — dans une langue impossible !

Ne restez pas au-dessous de vous-même en gardant un style qui vous trahit. L'École A. B. C. vient d'édition un joli volume très attachant, plein de révélations qui vous montreront comment vous pouvez très vite et à peu de frais, sans quitter vos occupations habituelles, devenir celui à qui le métier de rédacteur et d'écrivain ouvre de larges horizons. Remplissez le coupon ci-contre pour recevoir gratuitement cette brochure.

*On demande partout des experts
de la Publicité et de la Vente.*

Devenez un véritable homme d'action moderne, en possession des connaissances laborieuses

amassées par les grands hommes qui ont fait le succès des grands magasins, des grandes marques.

Quelle que soit, jusqu'ici, votre situation, la connaissance des lois de la publicité et de la vente la transformera. La plupart des erreurs que l'on commet dans la Vente proviennent d'une connaissance insuffisante de la Publicité. Pour faire rendre le maximum à votre affaire, pour lui ouvrir les nouveaux marchés où vous avez une place à prendre, appliquez à coup sûr les lois de la Publicité et de la Vente, apprenez comment on pose solidement et sans erreur chaque jalon de la route vers le succès ; ne vous entourez que de collaborateurs sachant appliquer avec méthode les mêmes principes sûrs.

Il faut connaître ce que vous offre cet enseignement essentiellement pratique de la Publicité et de la Vente, qui vous munit de tous les éléments du succès dans les affaires. L'extrême originalité de l'École A. B. C., c'est qu'elle adapte chaque cours exactement aux besoins de chaque élève. C'est le succès individuel par l'enseignement individuel.

La brochure « Mieux Vendre, Gagner Plus » vous le montrera, et vous y trouverez beaucoup de choses que vous avez besoin de savoir, et peut-être une nouvelle orientation de votre vie.

*Un enseignement
pour les belles carrières,
à la portée de tous.*

C'est dans la certitude d'ouvrir à ses élèves les carrières les mieux rémunérées et les plus passionnantes, que l'École A. B. C. a développé ces quatre enseignements, aujourd'hui parfaitement au point comme le prouvent les résultats obtenus par ceux qui en profitent.

Trop limités ici pour les exposer en détail, nous vous invitons bien cordialement à venir nous voir. Quelques minutes de conversation dissipent bien des incertitudes.

Mais en tout cas, demandez tout de suite celui qui vous intéresse parmi les quatre beaux albums, véritable première leçon gratuite dans chaque branche, mentionnés dans le coupon ci-dessous.

ENVOYEZ CE COUPON AUJOURD'HUI MÊME

ÉCOLE A. B. C., Division C 12, rue Lincoln, PARIS
(Champs-Élysées)

Je vous prie de m'envoyer, gratuitement et sans engagement pour moi, la brochure d'information m'apportant des précisions complètes sur l'enseignement suivant, qui m'intéresse. (Indiquer dans l'un des cadres ci-dessous celui des quatre Cours A. B. C. sur lequel vous désirez être informé.)

DESSIN NOM

LINGUAPHONE Profession Age

RÉDACTION Rue N°

PUBLICITÉ ET VENTE Localité Dép^t

Santé Force Vigueur
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, débilisés, 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, Varicocele, Pertes Séminales, Prostatorrhée, 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

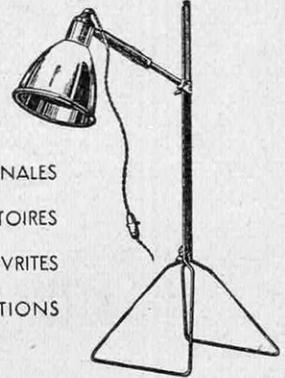
Hommes et femmes, célibataires et mariés, écrivez une simple carte postale à Mr le Docteur L. P. GRARD, 30, Avenue Alexandre-Bertrand, BRUXELLES-FOREST, pour recevoir par retour, sous enveloppe fermée, le précis d'électrothérapie avec illustrations et dessins explicatifs. Affranchissement pour l'Étranger: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

L'INFRA-ROUGE

— A DOMICILE —

PAR LE PROJECTEUR
 THERMO-PHOTOThÉRAPIQUE
 DU DOCTEUR ROCHU-MERY

*Soulage
 Les douleurs*



RHUMATISMES

DOULEURS ABDOMINALES

TROUBLES CIRCULATOIRES

NÉVRALGIES - NEVRITES

PLAIES - ULCÉRATIONS

ETC., ETC.

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

**un ensemble
 unique...**

PHOTOGRAVURE
 CLICHERIE
 GALVANOPLASTIE
 DESSINS
 PHOTOS
 RETOUCHES

**pour
 illustrer vos
 Publicités**

Établissements

Laureys Fres * Q
 17, rue d'Enghien, Paris

LA CARRIÈRE DE VÉRIFICATEUR DES POIDS ET MESURES ⁽¹⁾

La Fonction

Le service des Poids et Mesures a pour but d'assurer la loyauté des transactions commerciales.

La mission peut se résumer ainsi :

- 1° Maintenir l'emploi exclusif d'un seul système de mesures : le système métrique décimal ;
- 2° Vérifier les instruments de mesure neufs, avant leur mise en vente ;
- 3° Contrôler périodiquement les instruments de mesure en service chez les commerçants et industriels, et ordonner la réparation des instruments défectueux ;
- 4° Surveiller l'emploi des appareils de mesure dans le débit des marchandises et réprimer les fraudes quantitatives.

A ce rôle, à la fois technique et répressif, s'ajoute un rôle fiscal : taxation des poids et mesures possédés par les personnes assujetties à la vérification. Le service des Poids et Mesures est aussi chargé de la surveillance des appareils susceptibles d'être employés à la frappe des monnaies, et ses agents sont compris parmi ceux qui peuvent relever les infractions aux règlements concernant la police du roulage.

Avantages de la carrière

Travail intéressant. — Le travail des Vérificateurs des Poids et Mesures présente un réel intérêt. L'étude des dispositifs nouveaux et souvent très ingénieux employés dans les appareils de mesure (exemple : balances et bascules automatiques, appareils de pesage continu sur transporteurs, distributeurs d'essence automatique, etc.), est une des plus attrayantes pour un esprit curieux et amateur de mécanique. La visite des usines assujetties au contrôle du Vérificateur lui permet d'acquérir une foule de notions utiles sur les produits fabriqués, les machines employées, les procédés de fabrication, etc...

Travail sain. — La profession réunit, dans une juste proportion, l'exercice physique et le travail de bureau, pour le plus grand bien de la santé des agents.

Déplacements en automobile. — Pour effectuer leurs tournées dans les communes rurales, les Vérificateurs ont une carte de circulation sur les chemins de fer (2^e classe), mais beaucoup d'entre eux possèdent une automobile et il est question d'augmenter les indemnités actuelles pour frais de tournées, de manière à généraliser ce mode de transport. A noter que l'Administration met à la disposition des agents chargés du contrôle des distributeurs d'essence, une voiture 10 ch, conduite intérieure.

Indépendance. — Le Vérificateur des Poids et Mesures est, dans sa circonscription, un véritable Chef de Service. Jouissant d'une grande indépendance, il organise ses tournées comme il l'entend, sous la seule réserve d'en faire approuver l'itinéraire par l'Inspecteur Régional.

Considération. — Le Vérificateur jouit d'une grande considération près des industriels et commerçants d'une part, près du public, d'autre part. Pour les premiers, il est le conseiller technique qui renseigne sur la valeur et l'exactitude des instruments ; pour le second, il est le défenseur des intérêts du consommateur, l'agent qui veille au bon poids et à la bonne mesure. Le Vérificateur a d'ailleurs le sentiment d'assurer une tâche utile et il en éprouve une légitime satisfaction qui a bien son prix.

Choix d'un poste. — L'Administration s'est efforcée jusqu'ici de donner, dans la plus large mesure, satisfaction aux agents qui demandent à être nommés dans une région de leur choix. Lorsqu'un Vérificateur se trouve dans un poste à sa convenance, il peut y passer toute sa carrière, s'il le désire, car l'avancement n'entraîne pas un changement de résidence : la classe de l'agent est attachée à la personne et non au poste occupé.

Congés. — Comme tous les fonctionnaires, les Vérificateurs des Poids et Mesures ont droit à trois semaines de congé par an.

En cas de maladie, ils peuvent obtenir trois mois de congé à plein traitement et trois mois à demi-traitement.

Emoluments (1).

Avancement (1).

Retraite (1).

(1) La nature de la fonction de Vérificateur des Poids et Mesures aux Colonies est la même que celle de Vérificateur des Poids et Mesures en France. Pour le Maroc, les limites d'âge sont de 21 à 40, ou plus, suivant les services militaires. **AUCUN DIPLOME EXIGÉ.** Renseignements gratuits par l'Ecole Spéciale d'Administration, 28 boulevard des Invalides. Paris-7^e.

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 loisir, 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'École Universelle, méthodes qui sont, depuis 28 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'École Universelle, envoyez-lui aujourd'hui même une carte postale ordinaire portant simplement **vosre 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 engagement de votre part.

BROCHURE N° 89.300, 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° 89.306, 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° 89.313, 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° 89.318, concernant la préparation aux concours d'admission dans **toutes les grandes Ecoles spéciales** : Agriculture, Industrie, Travaux Publics, Mines, Commerce, Armée et Marine, Enseignement, Beaux-Arts, Colonies, etc.

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

BROCHURE N° 89.323, 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° 89.330, 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° 89.336, 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, Minic., 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° 89.343, 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° 89.348, 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° 89.354, 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° 89.361, concernant la préparation aux carrières du Cinéma : Carrières artistiques, techniques et administratives.
(Enseignement donné par des Techniciens spécialistes.)

BROCHURE N° 89.366, concernant la préparation aux carrières du Journalisme : Rédacteur, Secrétaire de Rédaction, Administrateur-Directeur, etc.
(Enseignement donné par des Professeurs spécialistes.)

BROCHURE N° 89.372, 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° 89.379, 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° 89.385, 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° 89.390, 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° 89.396, 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

LE PLUS MODERNE DES JOURNAUX

Documentation la plus complète et la plus variée

EXCELSIOR

GRAND 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.	32 fr.
	Six mois.	60 fr.
	Un an.	120 fr.
ÉTRANGER.	Trois mois.	50 fr.
	Six mois.	100 fr.
	Un an.	200 fr.

Situation lucrative

agréable, indépendante et active

dans le Commerce ou l'Industrie, sans Capital

Pour faire travailler un ingénieur dans une usine, il faut vingt représentants apportant des commandes: c'est pourquoi les bons représentants sont très recherchés et bien payés, tandis que les ingénieurs sont trop nombreux. Les mieux payés sont ceux qui ont des connaissances d'ingénieur, même sans diplôme, car ils sont les plus rares et peuvent traiter les plus grosses affaires.

Pour une situation lucrative et indépendante de **représentant industriel, ingénieur commercial** ou, si vous préférez la vie sédentaire, de **directeur commercial**, pour vous préparer rapidement, tout en gagnant, il faut vous adresser à

L'Ecole Technique Supérieure de Représentation et de Commerce

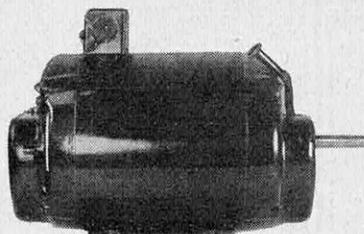
Fondée et subventionnée par "l'Union Nationale du Commerce Extérieur"
pour la formation de négociateurs d'élite.

Tous les élèves sont pourvus d'une situation

L'Ecole T. S. R. C. n'est pas universelle, elle est spécialisée, c'est la plus ancienne, la plus importante en ce genre, la seule fondée par des hommes d'affaires qui sont les premiers intéressés à faire gagner de l'argent à leurs élèves ou les utilisant comme collaborateurs, et qui, seuls, sont qualifiés pour décerner un diplôme efficace; la seule de ce genre qui enseigne d'abord par correspondance les meilleures méthodes et qui perfectionne ensuite facultativement l'élève sur place en le faisant débiter sous la direction de ses professeurs, avec des gains qui couvrent ses frais d'études. Avant toute décision, demandez la brochure n° 66, qui vous sera adressée gratuitement avec tous renseignements, sans aucun engagement, à l'Ecole T. S. R. C.

3 bis, rue d'Athènes, PARIS

*vous l'attendiez,
le voilà!...*



le moteur parfait
et pas cher!

Ragonot-Delco

Deux noms qui sont deux garanties.
Deux noms à qui vous devez un essai.

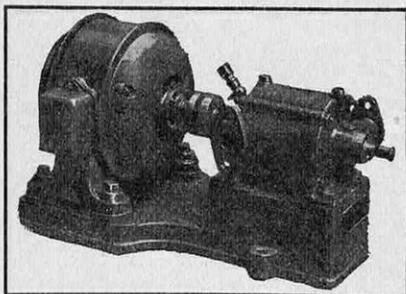
E^{TS} RAGONOT

"Les grands spécialistes des petits moteurs"

15, Rue de Milan - PARIS - Tél.: Trinité 17-60 et 61

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

Nouvelle Loupe binoculaire réglable

à écartement pupillaire variable

(Brevetée France et Etranger)

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 grossis^{se}ments, 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^{ément} pour frais d'envoi, France et Colon., 1 fr. 50, ou contre rembours^{ement}, 3 fr.



L. BERLAND

Opticien-Const^{ru}

ÉTRÉCHY

(Seine-et-Oise)

Chèques post. 527.87 Paris

POUR LE TOURISME
DEUX MACHINES PARFAITES
LE **VÉLOCAR** 4 ROUES (en famille)
2 ROUES (en solo)
GRATUITEMENT NOTICE
VÉLOCAR
PUTEAUX Seine.

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

11 francs

Adresser les commandes avec un mandat-poste, dont le talon sert de reçu, à M. Pierre RIVIER, fabricant des Combinés Barral, 8, villa d'Alésia, PARIS-14^e.
PROSPECTUS GRATUITS SUR DEMANDE



SPÉCIALISTES DES MÉTHODES MODERNES
les Etablissements

JAMET-BUFFEREAU

sont les mieux organisés pour vous apprendre

la **COMPTABILITÉ**

la **STÉNO-DACTYLO**

Brochure grat. S : 96, rue de Rivoli, PARIS

**Recherches des Sources
Filons d'eau**

**Minerais, Métaux,
Souterrains, etc.**

PAR LES

**DÉTECTEURS
ÉLECTRO-MAGNÉTIQUES**

L. TURENNE

INGÉNIEUR E. C. P.

19, rue de Chazelles, 19
PARIS (17^e)

Vente des Livres et des Appareils
permettant les Contrôles.

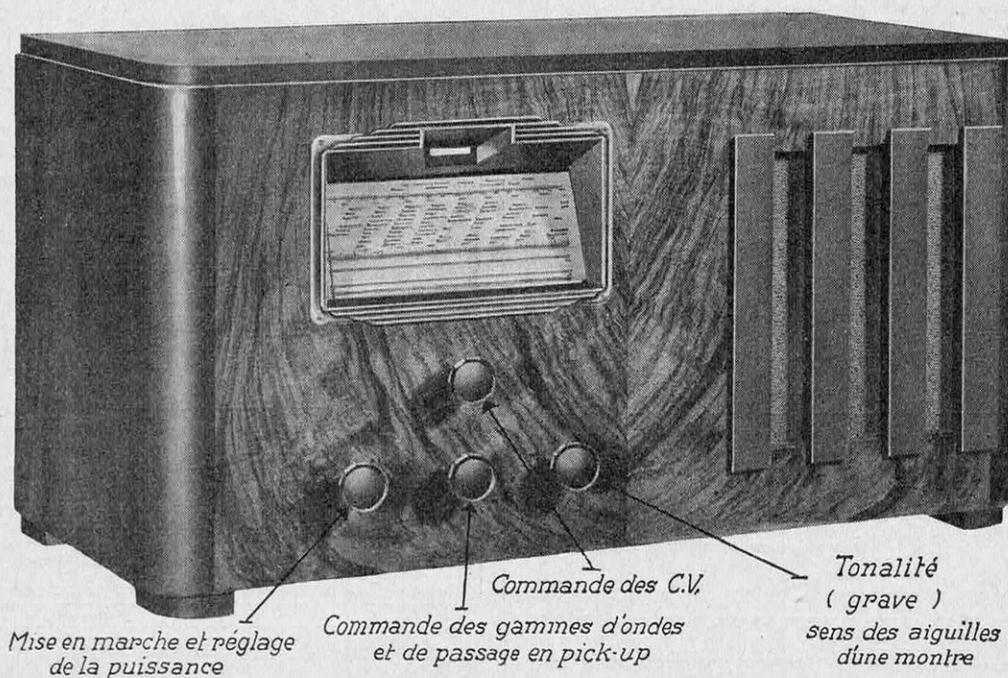
**POMPES - RÉSERVOIRS
ÉLECTRICITÉ - CHAUFFAGE**

LES ÉTABLISSEMENTS RADIO-SOURCE

attirent l'attention des lecteurs de " La Science et la Vie " sur

le véritable SUPER P. B. - 3

Push-pull cathodyne à 9 lampes dont 1 valve
APPAREIL DÉCRIT A LA PAGE 257 DE CE NUMÉRO



Ce récepteur de grande classe donne des résultats excellents en ondes courtes, petites ondes et grandes ondes et couvre réellement la gamme de 11 à 2000 mètres.

APPAREIL FRANÇAIS
 ÉTUDIÉ POUR LA FRANCE
 ET LES COLONIES

Ce superhétérodyne de 9 lampes obtient de plus en plus un gros succès en raison de son **rendement musical parfait** et sa construction particulièrement robuste. Demandez notice technique et prix bas aux

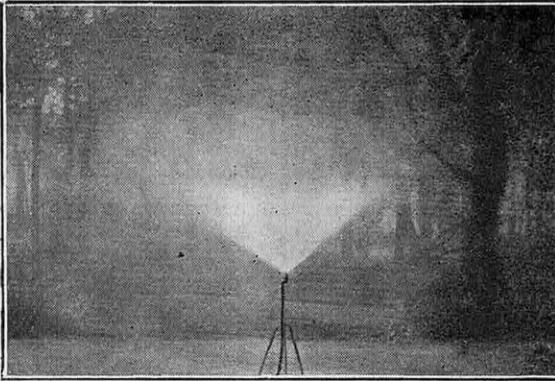
ÉTABLISSEMENTS RADIO-SOURCE

82, avenue Parmentier, 82 - PARIS (11^e)

Chèques Postaux Paris 664-49

R. C. Seine 291.975

Téléphone Roquette 62-80 et 62-81



L'Arroseur IDEAL E. G.

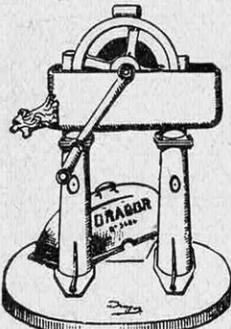
BREVETÉ S. G. D. G.

Ne tourne pas et donne l'arrosage en rond, carré, rectangle, triangle et par côté; il est garanti inusable et indéréglable.

L'Arroseur rotatif IDEAL

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

Eug. GUILBERT, Const^r
160, avenue de la Reine
BOULOGNE-SUR-SEINE
Tél. : Molitor 17-76



DRAGOR

Élévateur 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.**

Élévateurs DRAGOR
LE MANS (Sarthe)
Pour la Belgique :
39, allée Verte - Bruxelles

Voir l'article, n° 83, page 446.

Pourquoi rester



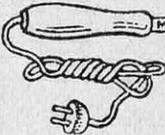
SOURDS

puisque AUDIOS présente pour 1935

L'EXTRA-PLAT MAGNÉTIQUE
et le **SUPER-MAGNÉTIQUE**
merveilles de la technique moderne

Demandez le livre illustré du Docteur RAJAU
DESGRAIS, 140, rue du Temple, PARIS
(Joindre 3 francs en timbres)

UN FER A SOUDER ÉLECTRIQUE



POUR 10fr.!

Marche sur tous courants 110 volts. Fonctionnement garanti. Envoi c. remb.. Le fer seul, 12 fr. — Av. soudure décapante à l'étain et à l'aluminium, 17 fr.
F. GAL, 4, rue Florac, MARSEILLE



Pour Amateurs et Professionnels:
VOLT-OUTIL +++++
+++ **VOLT-SCIE** +++
+++++ **WATT-OUTIL**
sur courant lumière, sans apprentissage.
3.000 références :: Notices franco
S. G. A. S., 44, rue du Louvre, Paris-1^{er}

DES IMPRIMÉS SOIGNÉS
DES DÉLAIS RESPECTÉS
DES PRIX INTÉRESSANTS



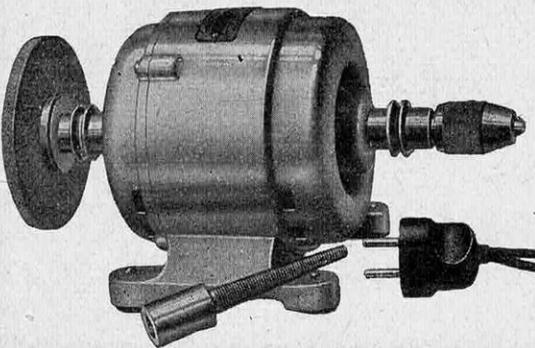
Imprimerie R. DELAUDAUD

Cours National -- SAINTES (Char.-Inf.)
Composition mécanique — Machines automatiques

INVENTEURS

Pour vos
BREVETS

Adr. vous à: **WINTHER-HANSEN**, Ingénieur-Conseil
35 rue de la Lune, PARIS (2^e) *Brochure gratis!*



UN COLLABORATEUR MODÈLE...

Toujours prêt à rendre service en silence
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 volts (220 volts sur demande). Vitesse : 1.400 tours-minute.

Deux puissances différentes : 1/100 cv. et 1/25 cv.
Moteur avec poulie..... 125 fr. 195 fr.
Le jeu d'accessoires..... 50 fr. 65 fr.
Supplément pour cône fileté.. 18 fr. 20 fr.
Supplément pour 220 volts... 10 fr. 15 fr.

Expéditions franco gare française

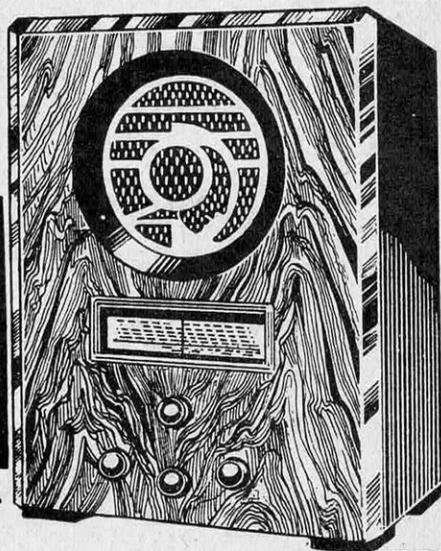
PRODUCTION DE LA

Soc. Anon. de **CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES MINICUS**
5, r. de l'Avenir, GENNEVILLIERS (Seine)

L'HEPTODYNE ULTIMA

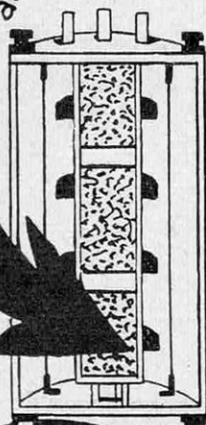


le poste
extraordinairement puissant
qui étonne les techniciens



**BOBINAGE
A NOYAU DE FER**

assurant une puissance double.
Unique en France.



Toutes ondes Antifading intégral

Un prix étonnant, une technique prodigieuse...

L'**HEPTODYNE** marque vraiment une nouvelle étape dans le progrès de la T. S. F.

Cet appareil changeur de fréquence 5 lampes, 7 circuits accordés, dont 2 en présélecteur, comporte un perfectionnement de toute première valeur : l'accord, l'oscillateur et les transfos à **noyau de fer sur stéatite**, assurant une amplification double (à Paris, 145 émissions européennes), toutes ondes, antifading intégral, grand dynamique (25 cm 10 watts), prise pick up et de télévision.

GARANTIE UN AN

BELLE PRÉSENTATION

Prix complet : 895 fr.

**RADIO HOTEL-DE-VILLE
PARIS - 13, rue du Temple - PARIS**

MAISON FONDÉE EN 1914

Magasins ouverts de 9 h. à 20 h. - Dim. et fêtes, de 10 à 18 h.

MÉTRO : HOTEL-DE-VILLE

PRIX COMPLET

895^{f.}

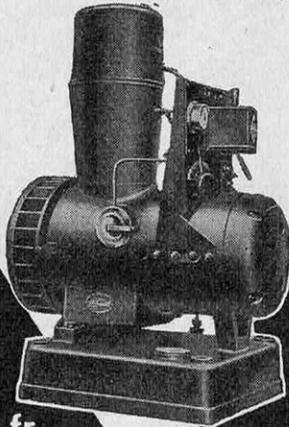
A CRÉDIT

125^{f.} A LA COMMANDE
A LA LIVRAISON
ET 6 TRAITES
DE 125^{f.}

L'ELECTRIFÈRE RENAULT

A ESSENCE OU A HUILE LOURDE

met à la portée de
chacun la possibilité
d'éclairer sa ferme ou
sa maison de campagne



PRIX :
3.900 fr.

Batterie 90 ah
1450 fr.

BILLANCOURT
(Seine)

4920

Un nouveau microscope
binoculaire,
le
nacor



Contrairement aux autres
microscopes, avec le NACOR,
aussi simple à manœuvrer
qu'une jumelle à prismes,
vous obtiendrez une **vue**
stéréoscopique redressée
avec un relief saisissant des
objets infiniment petits que
vous examinerez.

Le grossissement du NACOR
en surface peut varier de 145
à 1600. C'est un appareil fa-
briqué par NACHET avec le
même soin et la même précision
que ses fameux instruments
scientifiques.

(Demander notice technique illustrée).

PRIX
au comptant

540^{F.}

MICROSCOPES

NACHET

17 bis, RUE SAINT-SEVERIN, PARIS (5^e)

Publ. J. BAZAINE

POUR LA SCIENCE
ET L'INDUSTRIE

LES APPAREILS Jules Richard

sont appréciés dans
le monde entier

PHOTOGRAPHIE STÉRÉOSCOPIQUE
Homéos Glyphoscope
VÉRASCOPE

AVIATION

Tous les Appareils de Contrôle
Enregistreurs et Indicateurs

BAROMÈTRES ANÉMOMÈTRES
MANOMÈTRES CINÉOMÈTRES
DYNAMOMÈTRES AMPÈRÈMÈTRES
VOLTÈMÈTRES SOLARIMÈTRES

JUMELLES de THÉÂTRE et de TOURISME

E^m Jules RICHARD

25, rue Mélingue, PARIS

« César ce qui est à César
... Sa précision aux appareils J. Richard ! »

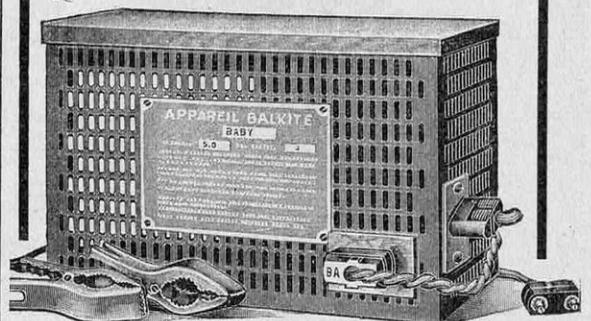
BON à découper
pour recevoir gratui-
tement le catalogue K

Publicité 8.77

Aucune surveillance - Entièrement automatique
Insensibilité aux variations du secteur
Entretien nul — Economique

Telles sont les qualités du
“**BALKITE-BABY**”

GARANTI 2 ANS

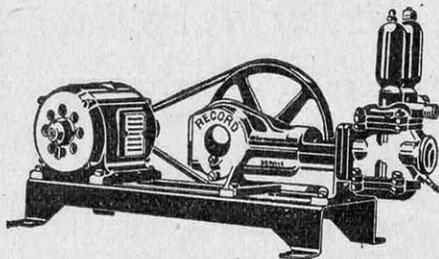


CHARGE : 6 volts à 3 a, 5 — 12 volts à 2 a, 5

PRIX :

(110 et 130 volts) **295 fr.** - (220 volts) **315 fr.**

Etab. BALKITE, 6, rue des Ternes, PARIS (17^e)



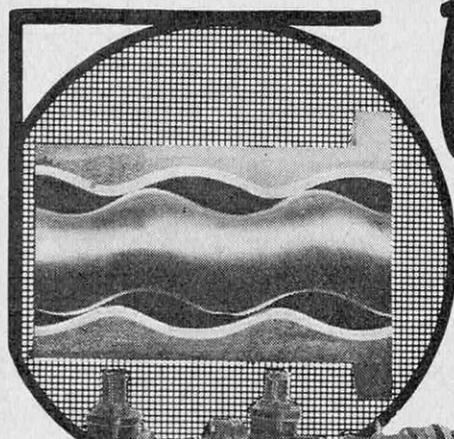
*triomphe
sans précédent*

DE L'EAU SOUS PRESSION A BON MARCHÉ

AVEC LA NOUVELLE ÉLECTRO-POMPE DOMESTIQUE

MONOPISTON "RECORD" *Ni surveillance ni entretien
Dépense de courant insignifiante. — Silence absolu.*

Aspire à 8 mètres — Refoule à 4 kgs de pression — Convient partout : Pavillons, Villas, Fermes, Usines, Laboratoires, Garages, Immeubles où la pression de l'eau de ville est insuffisante, etc. — *Demandez aujourd'hui même le catalogue gratuit PP 36*
aux Etabl^{ts} G. GOBIN, Ing. Const., 3, r. Ledru-Rollin, SAINT-MAUR (Seine)



Un Succès

LA POMPE EN CAOUTCHOUC

Pompes P. C. M. LICENCE R. MOINEAU

SES AVANTAGES :

- **SILENCIEUSE**
- EAU ▪ MAZOUT ▪ ESSENCE
- LIQUIDES ÉPAIS ET ABRASIFS
- LIQUIDES ALIMENTAIRES
CRAINANT L'ÉMULSION
- AUTO-AMORÇAGE
- NE GÈLE PAS

*bon marché
toutes pressions*

Soc. POMPES, COMPRESSEURS, MÉCANIQUE

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



MOTEURS ÉLECTRIQUES MONOPHASÉS

1/200° A 1/2 CV

pour toutes applications industrielles et domestiques

DÉMARRANT EN CHARGE — SANS ENTRETIEN

SILENCIEUX — VITESSE FIXE

NE TROUBLANT PAS LA T. S. F. — (Arrêté du 1^{er} avril 1934, P. T. T.)

Soumettez-nous vos problèmes, sans engagement de votre part nous les solutionnerons

R. VASSAL, Ing.-Const., 13, rue Henri-Regnault, ST-CLOUD (S.-&-O.)

Téléphone : VAL D'OR 09-68

PROPULSEURS HORS-BORD
ARCHIMÈDES
 27, Quai Victor Augagneur. LYON

POUR
tous bateaux:
 PLAISANCE
 PÊCHE
 VOILIER
 SPORT
 TRANSPORT

DEMANDEZ CATALOGUE
 GRATUIT N° 23

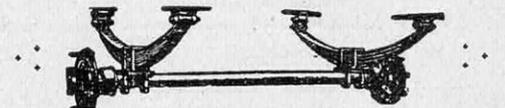
GARANTIS UN AN

REMORQUES

à 2 et 4 roues • Tous modèles • Toutes charges
 Transformation de tous véhicules sur roues à pneus

NOUVEAU FREIN NOUVELLE ROUE
 breveté S. G. D. G. pour pneumatiques
 à double mâchoire (facilité de montage)

ESSIEUX - ROUES - PNEUMATIQUES - BANDAGES



**Emile DURAND, 80, avenue de la Défense, 82
 COURBEVOIE (Seine) - Tél. : Défense 06-03**

LE
303...

CONTIENT

4 FOIS

PLUS D'ENCRE
 que votre stylo
 de même taille

Breveté et
 usiné par
STYLOMINE

2, Rue de Nice - PARIS, XI^e

LA PHOTOCOPIE à la portée de tous

PAR LE

Procédé A.R.P.

le moins cher pour la reproduction
 de tous documents par simple contact



Brochure et éléments
 nécessaires pour re-
 produire 10 docu-
 ments, franco contre
 envoi de

55 francs

Le PHOTOCO- PISTE CONTACT,

basé sur le même principe, permet rapidement et économiquement de copier tous documents (noir ou couleurs) sur feuille séparée ou livre épais.

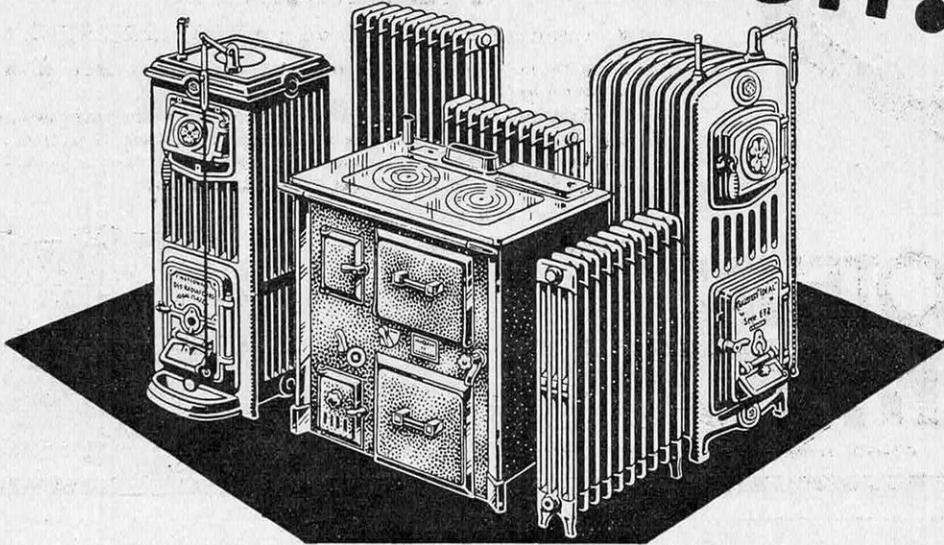
PAPIERS SPÉCIAUX POUR REPRODUCTION DE DOCUMENTS ET DESSINS

(Voir la description de cet appareil, page 254)

A. R. P., 25, r. Henri-Monnier, PARIS (9^e)

Chèque postal 177.316

CHER? Mais Non!



LE
CHAUFFAGE
CENTRAL

IDEAL CLASSIC

est le moins cher de tous les chauffages

N° 409

*Veillez m'adresser gratuitement votre
Brochure N° 68 donnant tous renseignements
sur "IDEAL CLASSIC".*

NOM _____

RUE _____ N° _____

VILLE _____ DÉP^t _____

Songez que sa consommation de charbon est inférieure à
7 centimes l'heure par radiateur

Aucun autre chauffage n'est aussi économique !

Il s'installe partout à partir de deux pièces.

POURQUOI VOUS EN PRIVER ?



COMPAGNIE NATIONALE DES RADIATEURS

149, Boulevard Haussmann, PARIS (8^e)

LILLE

141, Rue du Molinel

LYON

1, Rue de la République

MARSEILLE

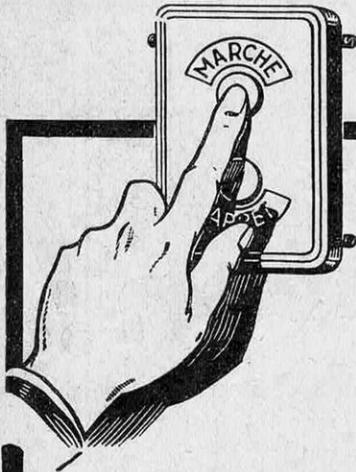
26, Cours Lieutaud

BORDEAUX

128, Cours d'Alsace-Lorraine



USINES à : DOLE, AULNAY-s/-BOIS, DAMMARIE-les-LYS, CLICHY, SI-OUEN, ARGENTEUIL, BLANC-MESNIL



L'automatisme à bon compte

Pour le prix d'un moteur à bagues, vous pouvez vous procurer un moteur qui vous évitera la délicate manœuvre d'un rhéostat. Il vous suffira, en effet, d'appuyer sur un bouton pour que le moteur électrique

“AUTOMATIC”

« le moteur à rotor bobiné qui DÉMARRE SEUL »

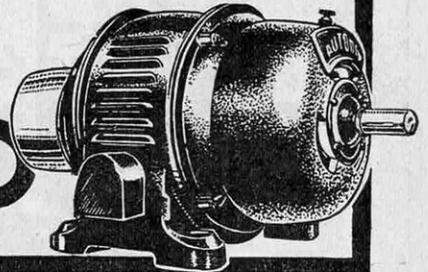
démontre en souplesse, sans créer plus d'appel de courant qu'un moteur à bagues.

Sans bagues, ni frotteurs, l'“AUTOMATIC” ne demande aucun entretien et ne crée aucun parasite. Son dispositif, breveté S. G. D. G., est caractérisé par des résistances auto-ventilées et par des contacts à déclenchement retardé et à contacts glissants.

Demandez la brochure spéciale aux

MOTEURS CH. ROULLAND

42-60, Avenue Aubert - VINCENNES - Did. 56-10



le confort de la ville à la campagne!

BUTAGAZ

LE GAZ BUTANE

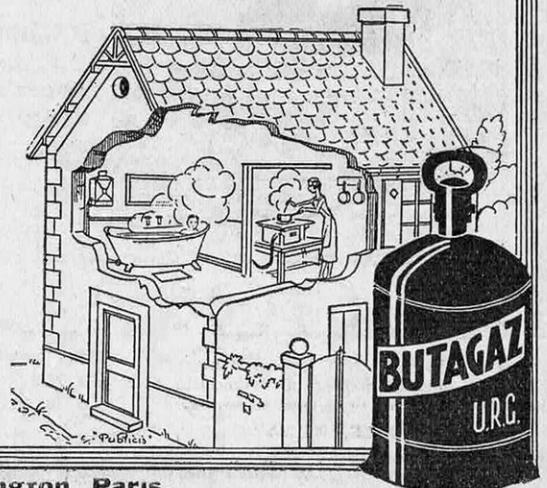
LE PREMIER BUTANE FRANÇAIS

gaz en bouteille, liquéfié
sous basse pression
toutes les applications
du gaz de ville

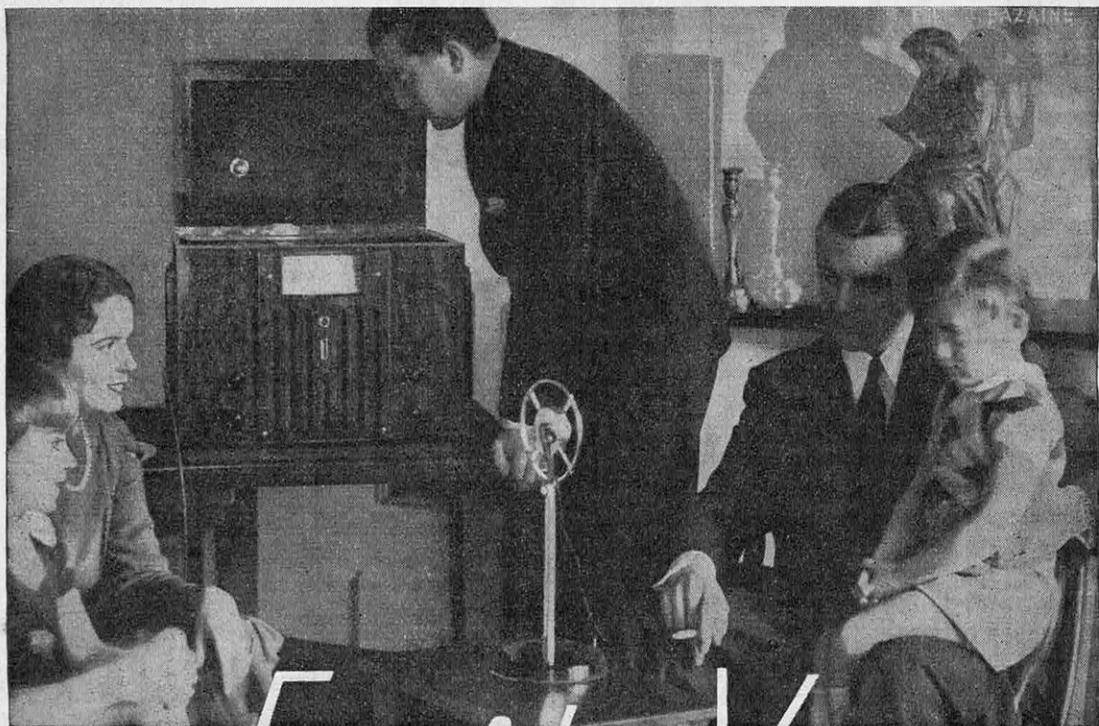
5000 DÉPOTS

Service à domicile dans toutes les Communes
FRANCE - ALGÉRIE - TUNISIE - MAROC

Notice explicative gratuite sur demande

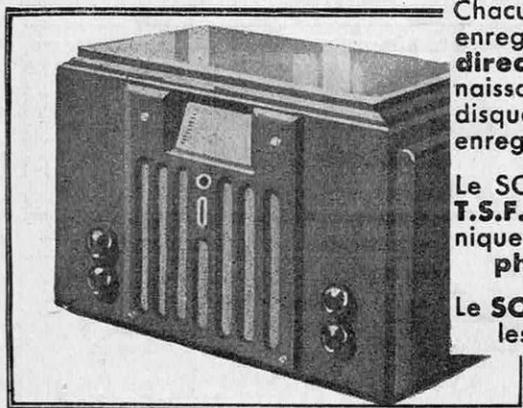


BUTAGAZ, 44, rue Washington, Paris.



Enregistrez Vous-même vos disques

aussi simplement que vous faites
fonctionner un phonographe.



Chacun peut, aujourd'hui, grâce au **SOUBITEZ 77**, enregistrer **chez soi** ses disques, **paroles, musique directe** ou **émissions de T.S.F.**, sans aucune connaissance technique. Les résultats sont surprenants: les disques ainsi obtenus sont comparables aux meilleurs enregistrements professionnels et durent indéfiniment

Le **SOUBITEZ 77** est aussi un **excellent poste de T.S.F.** doté des tous derniers perfectionnements techniques (Superhétérodyne 6 lampes américaines) et un **phonographe pick-up** puissant et musical.

Le **SOUBITEZ 77** apporte à tous une des nouveautés les plus considérables de la science moderne.

Radio-Phono-Enregistreur

3.800^F

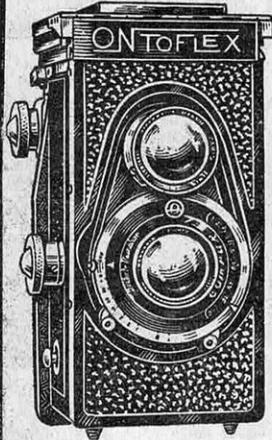
L'appareil complet prêt à fonctionner.
Plaquette illustrée franco sur demande.
Démonstration à domicile dans toute la France, sans engagement

SOUBITEZ FRÈRES

188 bis, Rue de la Roquette -- PARIS
Téléphone : Roquette 60-35 (trois lignes)

SOUBITEZ

ONTOFLEX



NOUVEAUTÉ 1935

Format : 6 × 9 cm.
Pellicules et Plaques

Une conception nouvelle de l'appareil REFLEX à pellicules en rouleaux par le format rationnel 6×9.

Appareil photographique de grand luxe

BROCHURE S SUR DEMANDE



Des représentants sont demandés à l'étranger par les
Etablissements G. CORNU, Constr.
175, rue des Pyrénées, PARIS - XX^e

Concessionnaire exclusif pour la France :

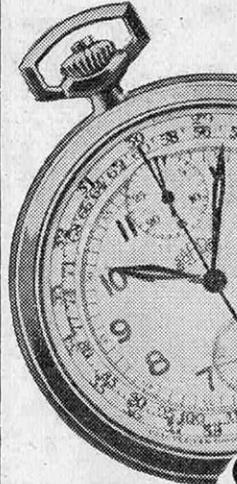
CENTRAL-PHOTO

112, rue La Boétie, PARIS-VIII^e

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
250 fr.

Pour tous autres genres de chronomètres, chronographes et de montres Hommes et Dames (600 modèles), demandez le catalogue gratuit "Montres" N° 35-65 des réputés Etablissements

250 fr.

SARDA
BESANÇON
FABRIQUE D'HORLOGERIE DE PRÉCISION



TRÉSORS 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.
SWEERTS FRÈRES Dep^t 52
36^{me} RUE DE LA TOUR D'AUVERGNE, PARIS-9^e.

CADEAU UTILE : Un presse-fruits idéal
pour les Cures de Fruits

LE SQUEEZIT

En vente dans toutes les bonnes maisons et chez
BASZANGER, 48, Bd des Batignolles, Paris

ÉVITEZ LES ÉPIDÉMIES

◀ **FILTRE** ▶

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

MALLIÉ

LA **SCIENCE**

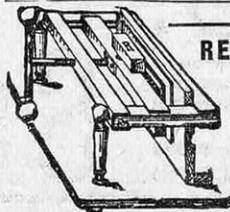
ET LA **VIE**

est
le seul Magazine
de Vulgarisation

Scientifique et Industrielle



OSGA Jouvence d'oxygène naissant, reconstitue, tonifie, fortifie, par LA VIE AU GRAND AIR AU FOYER pour un sou par semaine. Sur cour. lum. alternatif 110 ou 220 v. Complet, **210 fr.** franco France. C. R. S. G. A. S., 44, r. du Louvre, Paris-1^{er} Anémie, Asthme, Coquel., Nez, etc.



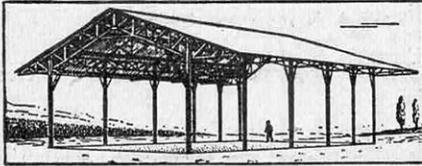
RELIER tout SOI-MÊME

avec la *Relieuse-Mèredieu*
est une distraction
à la portée de tous

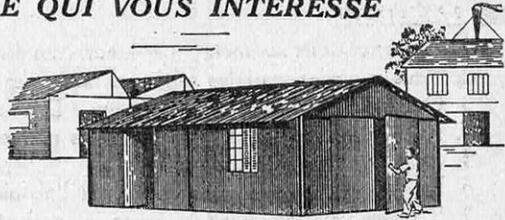
Outillage et Fournitures générales
Notice illustrée franco: 1 franc
V. FOUBÈRE & LAURENT, à ANGOULÈME

Quelques-unes de nos Constructions métalliques

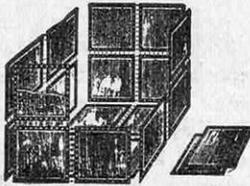
DEMANDEZ LA NOTICE QUI VOUS INTÉRESSE



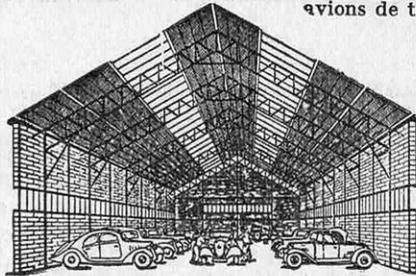
HANGAR AGRICOLE SIMPLE
5 à 22 mètres de portée. (Notice 144)



GARAGES MÉTALLIQUES pour voitures et avions de tourisme. (Notice 192)



RÉSEROIRS MÉTALLIQUES DÉMONTABLES pour eau et gas-oil. 1.000 à 27.000 litres. Plus de 460 modèles différents. (Notice 187)



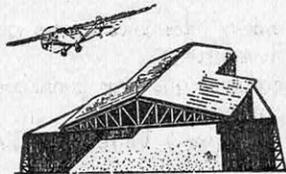
GARAGES ET ATELIERS
Si vous voulez être prêt pour Pâques ou la Pentecôte, occupez-vous aujourd'hui même de votre agrandissement ou nouvelle construction. (Notice 212)



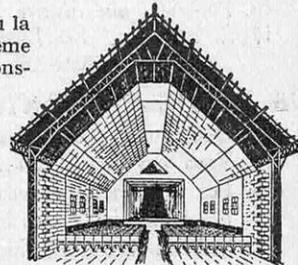
Utilisez vos murs en y adossant des APPENTIS EN ACIER (Notice 123)



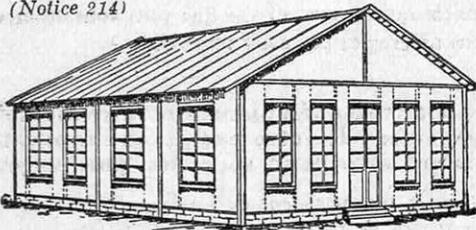
ÉGLISES ET TEMPLES COLONIAUX avec toiture en pente de 80 centimètres au mètre. (Notice 214)



NOUVEAU MODÈLE DE HANGAR pour avion de tourisme. (Notice 210)

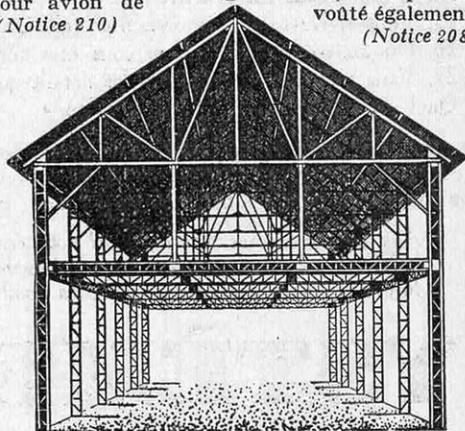


SALLE DE PATRONAGE ET CINÉMA. — Pente de 75 % au mètre, avec plafond voûté également. (Notice 208)



PAVILLONS D'HABITATION A ÉDIFIER COMPLÈTEMENT SOI-MÊME. — 77 modèles distincts. — Fabrication en série. (Notice 205)

NOUS INVITONS NOS HONORÉS LECTEURS A NOUS ÉCRIRE AU SUJET DE LA CONSTRUCTION SUSCEPTIBLE DE LES INTÉRESSER.



GRAND HANGAR de 28 m. x 9 m., à grenier calculé pour 500 kilos au mètre carré. La charpente coûtait 29.000 francs.

Etablissements JOHN REID, Ingénieurs-Constructeurs
6 bis, rue de Couronne, PETIT-QUEVILLY-LEZ-ROUEN (Seine-Inférieure)

Que vaut votre mémoire ?

POUR L'ÉTUDE

1. Apprenez-vous aisément « par cœur » un texte quelconque, la poésie, la musique ?
2. Vous rappelez-vous les faits, les noms, les dates ?
3. Que retenez-vous d'un livre sérieux ? D'un roman ? D'une pièce de théâtre ? D'une conférence ?
4. Retenez-vous promptement les mots nouveaux ?
5. Avez-vous la mémoire des idées ?
6. En classe apprenez-vous facilement l'histoire ? La géographie ? Les sciences ? La géométrie ?
7. Trouvez-vous aisément les mots en parlant ?
8. En copiant, pouvez-vous retenir une longue phrase d'un coup d'œil ou devez-vous y revenir plusieurs fois ?

DANS LA PROFESSION

9. Vous rappelez-vous toujours les instructions données ? Vous les rappelez-vous en temps voulu ?
10. Pouvez-vous en retenir plusieurs à la suite ? Combien ?
11. Retenez-vous aisément les opérations successives d'un travail nouveau et compliqué ?
12. Vous souvenez-vous des divers incidents d'une journée ? D'une semaine ? D'un mois ?
13. Pouvez-vous vous remémorer instantanément tous les faits qui concernent les affaires d'un client ?
14. Retenez-vous les noms des clients nouveaux ? Leur physionomie ? Leurs attitudes ? Leur numéro de téléphone ?
15. Pouvez-vous les revoir en imagination après une seule visite ?
16. Pourriez-vous décrire leur bureau ?
17. Si l'on vous pose brusquement une question alors que vous êtes absorbé par un travail, votre mémoire fonctionne-t-elle aussitôt ?

DANS LA VIE COURANTE

18. Que vous rappelez-vous le mieux : les joies ou les ennuis ?
 19. Vous rappelez-vous les anniversaires ?
 20. Les événements survenus aux gens que vous connaissez ?
 21. Les faits relatés dans les journaux ?
 22. Oubliez-vous : d'éteindre la lumière ? Votre parapluie ? Les paquets que vous entreposez ? Les commissions dont on vous charge ?
 23. Les résolutions que vous avez prises et auxquelles il suffit de penser ?
 24. Oubliez-vous assez souvent ce que vous avez l'intention de dire ?
 25. Vous arrive-t-il d'être certain de faits qui, par la suite, s'avèrent faux ?
 26. Doutez-vous des faits dont vous êtes sûr, aussitôt qu'on vous affirme que vous vous trompez ?
 27. Vous rappelez-vous souvent les détails que vous ne croyiez pas avoir remarqués ?
- Quel est votre âge ? Votre profession ?

Posez-vous ces diverses questions et faites-nous connaître les défaillances de votre mémoire. Nous vous adresserons gratuitement et sans engagement de votre part, avec l'explication de nos méthodes, les conseils qui nous paraissent être pour vous des plus urgents.

Aux cent premières personnes qui nous écriront en se recommandant de La Science et la Vie, il sera, en outre, envoyé gracieusement le moyen de retenir, après une seule lecture, des listes de plusieurs pages, les nombres les plus longs, les dates les plus rebelles.

SYSTÈME PELMAN

80, boulevard Haussmann, 80 - PARIS - 8^e

LONDRES
DUBLIN

AMSTERDAM
DURBAN

NEW YORK
MELBOURNE

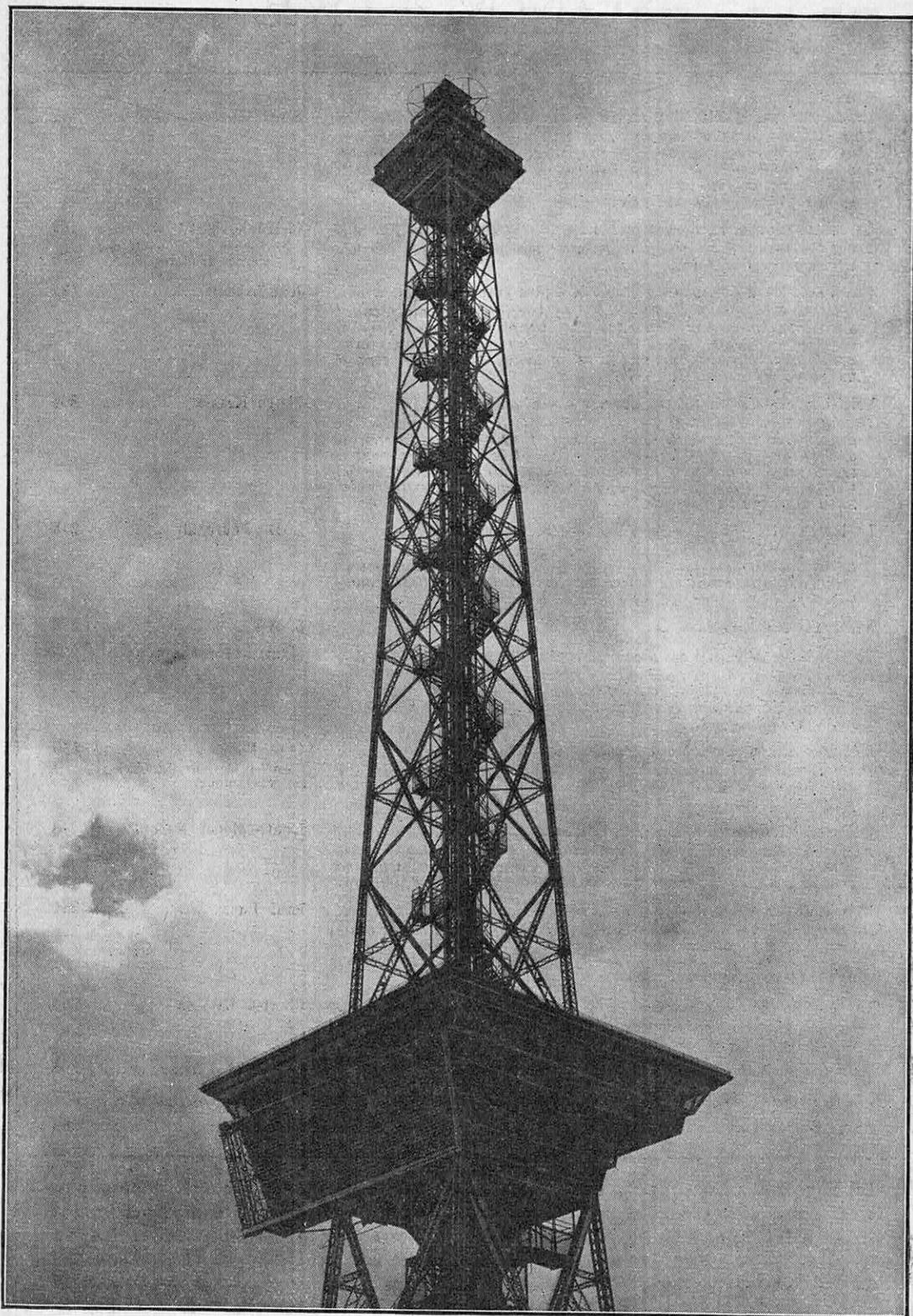
CALCUTTA
DELHI

**Sous la Direction effective de Professeurs de Facultés et d'Hommes d'Affaires expérimentés
40 ans d'expérience mondiale dans toutes les classes de la société**

MARS 1935

En Allemagne, la télévision est au point..	Hans Goetsch	179
<i>Une station merveilleusement équipée procède deux fois par jour à des émissions qui peuvent être reçues dans un rayon de 30 kilomètres autour de Berlin. En France, comme en Angleterre, rien n'a encore été fait dans cet ordre d'idées, mais ces deux pays vont, dès cette année, suivre cette voie.</i>		
La constitution et la vie des étoiles..	L. Houllévigüe	189
<i>Voici les conceptions les plus récentes des physiciens modernes sur le monde stellaire.</i>		
Vers l'aviation à plus haute altitude et à plus grande vitesse..	Jean Labadié	195
<i>Le moteur à compresseur et l'hélice à pas variable sont maintenant au point et doivent permettre, dans un temps relativement proche, de voler à 10.000 mètres d'altitude, à une vitesse d'au moins 1.000 kilomètres à l'heure. A ce moment, New York sera à moins de dix heures de Paris.</i>		
Voici les derniers progrès réalisés par le cinéma sonore..	Pierre Keszler	204
<i>Ils ont permis d'éliminer les graves défauts dans la reproduction des sons et, en particulier, le « bruit de fond » qui se superposait aux paroles en les déformant. En réglant le « niveau sonore », on a pu également rendre les bruits beaucoup plus naturels. Ces perfectionnements techniques tout récents ont considérablement amélioré l'audition.</i>		
La lampe triode, « âme » de l'émission radiophonique..	L.-D. Fourcault	215
<i>Chaque grand poste émetteur comporte un ensemble de lampes triodes, dont nous exposons ici le fonctionnement. Nous y verrons la technique délicate de leur fabrication et les résultats remarquables de leurs applications à la T. S. F.</i>		
Notre poste d'écoute..	S. et V.	223
Voici le bilan industriel des plans quinquennaux en U. R. S. S.	Maurice Percheron	229
<i>Cette étude impartiale, faite par un Français ayant séjourné longtemps en U. R. S. S., constitue une mise au point précise de l'activité économique de ce pays. Sur ce sujet, la littérature technique n'abonde pas.</i>		
L'équipement national des Etats-Unis en 1935..	Jean Bodet	239
<i>Pour combattre le chômage, le président Roosevelt a établi, lui aussi, un plan d'équipement national, dont nous traçons ici les grandes lignes.</i>		
Que sera le moteur d'aviation de demain ?..	Lieut.-colonel Reboul	243
<i>Augmentation de puissance, diminution de poids au cheval utile, sécurité d'utilisation, tels sont les principaux problèmes qui se posent aux constructeurs pour améliorer sans cesse l'aviation.</i>		
Le gaz de houille et la traction automobile..	Paul Lucas	251
<i>Dans un pays producteur de houille, comme la France, le gaz comprimé peut remplacer avantageusement, dans certains cas, l'essence, comme carburant, sur les voitures automobiles. A ce titre, ce problème intéresse la défense nationale.</i>		
Les progrès de la photocopie..	Charles Leblanc	254
<i>On peut, aujourd'hui, reproduire très simplement, par voie photographique, des documents de toute nature.</i>		
Voici une école spéciale pour la préparation aux carrières de l'Etat..	J. Rouget	256
Les « A côté » de la science..	V. Rubor	257
Chez les éditeurs..	S. et V.	262

Le développement rapide de la technique radioélectrique a abouti, depuis peu d'années, à la création de stations de radiodiffusion à grande puissance atteignant jusqu'à 500 kilowatts (Cincinnati, Moscou). Ces remarquables progrès sont dus, en majeure partie, aux perfectionnements apportés à la lampe triode. La couverture de ce numéro représente le châssis de montage d'une tourelle de 100 kilowatts comportant des lampes triodes utilisées dans les stations modernes. L'énergie électrique absorbée par ces lampes est telle qu'il faut prévoir leur refroidissement par circulation d'eau. (Voir l'article, page 215 de ce numéro.)



LA TOUR DE LA STATION DE RADIO-TÉLÉVISION DE BERLIN-WITZLEBEN PORTANT LES DEUX ANTENNES ANNULAIRES D'ÉMETTEURS A ONDES TRÈS COURTES. LES LONGUEURS D'ONDES UTILISÉES SONT : 6 MÈTRES 985 POUR LE SON ET 6 MÈTRES 670 POUR LA TÉLÉVISION.

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^e — Téléph. : Provence 15-21

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

Copyright by La Science et la Vie, Mars 1935, R. C. Seine 116 514

Tome XLVII

Mars 1935

Numéro 213

EN ALLEMAGNE, LA TÉLÉVISION EST AU POINT

Par Hans GOETSCH

Dans tous les pays se poursuivent patiemment les recherches scientifiques pour aboutir à la réalisation pratique de la télévision. Mais si ces travaux sont effectués en général par des savants et des techniciens isolés, livrés à leurs propres moyens financiers et matériels, l'Allemagne a compris, dès l'origine, qu'il fallait coordonner les efforts de tous pour atteindre plus sûrement et plus rapidement le but poursuivi. Aussi est-ce au ministère des P. T. T. allemand qu'incombe la mission de contrôler toutes les initiatives effectuées par les spécialistes dans ce domaine de la recherche. C'est ainsi que la télévision allemande dispose d'une station merveilleusement équipée, émettant deux fois par jour sur une onde très courte (6 m 670), ce qui permet aux industriels de contrôler leurs propres appareils récepteurs. Voici déjà les principaux et récents progrès réalisés : une plus grande finesse d'exploration du sujet à transmettre, des dimensions plus importantes des images reçues. Le dernier Salon de la T. S. F. de Berlin a permis à notre collaborateur, particulièrement qualifié, de décrire, pour La Science et la Vie, les réalisations présentées par les firmes les plus réputées du Reich. On y trouvera des renseignements techniques inédits. Déjà, un Allemand peut installer chez lui, pour 600 marks, un appareil de télévision combiné avec son radiorécepteur. En France, nous n'en sommes pas là.

LA direction technique du développement de la télévision appartient, en Allemagne, au ministère des P. T. T. Sous la forme d'une collaboration très étroite, ce dernier suit de très près les recherches effectuées par les industries spécialisées. Il leur indique les étapes qu'elles doivent atteindre avant d'avoir le droit de mettre les appareils en vente. Cette méthode empêche le lancement des systèmes chers, mal au point, risquant de compromettre l'intérêt que le public porte à la télévision.

Grâce à l'appui du ministère des P. T. T., la télévision allemande a fait, pendant les dernières années, des progrès énormes, et le moment semble être proche où la télévision sera englobée dans le système général de la radiodiffusion d'Etat.

Le ministère des P. T. T. possède, à la Direction technique principale, un laboratoire de télévision richement aménagé et

chargé d'étudier les diverses questions que soulève le développement de cette branche.

Parmi ces questions, on doit noter : le problème des ondes très courtes à l'émission, à la réception, à l'amplification ; le problème chimique d'établissement des cathodes et des écrans dans les tubes cathodiques ; les questions optiques et physiques soulevées par le calcul de ces tubes ; la question d'établissement du vide, ainsi que les questions de la mécanique posées par la fabrication des tubes cathodiques.

Ces études sont grandement facilitées par le fait que le ministère des P. T. T. a, actuellement, à sa disposition une station complète d'émission de télévision. Cette installation se trouve à Berlin-Witzleben, à proximité de la « radio-tour ». Cette tour est construite sur l'emplacement du parc d'expositions de T. S. F. Elle a la forme d'une tour Eiffel en miniature et est utilisée, par le

ministère allemand des P. T. T., pour les expériences radiotechniques. L'installation comporte deux émetteurs d'ondes extra-courtes, dont l'un est utilisé pour la transmission des images, et l'autre pour la transmission sonore accompagnant ces dernières. L'émission sonore est faite sur l'onde de 6 m 985 (fréquence 42.950 kilocycles), tandis que l'image est transmise sur l'onde de 6 m 670 (fréquence, 44.978 kilocycles).

On ne peut pas envisager d'employer pour la télévision les longueurs d'ondes, déjà surchargées, utilisées pour la radiodiffusion. L'énorme largeur de la bande de transmission exigée par la télévision interdit l'emploi des ondes au-dessus de 10 mètres et oblige à adopter les ondes ultra-courtes présentant un champ beaucoup plus vaste.

Pour faciliter l'étude et la réalisation des installations d'émission de sons et de visions, ainsi que pour faciliter la réception, on a donné aux deux ondes nécessaires des valeurs très voisines. Les antennes annulaires du centre d'émission sont placées côte à côte au sommet de la « radio-tour » (fig. 1). Elles sont alimentées par les câbles à haute fréquence passant à l'intérieur de la tour et aboutissant aux deux émetteurs placés à proximité immédiate de la tour. Ces émetteurs sont modulés, à leur tour, par les câbles les réunissant au laboratoire d'Etat équipé pour la transmission des films parlants.

Les films sonores sont analysés à 180 lignes par un disque perforé à rotation très rapide. Le disque explorateur est réuni à un autre disque, dont les quatre-vingt-dix orifices hexagonaux se rangent en cercle et non en spirale. Il est entraîné à la vitesse de 3.000 tours-minute par un moteur synchrone.

Pour surmonter les difficultés que présente l'amplification des courants très faibles produit par les cellules électriques, on superpose ce dernier à une fréquence auxiliaire de 1.300 kilocycles. Le courant module cette fréquence suivant les impulsions dues à la prospection de l'image. La fréquence auxiliaire ainsi modulée peut être amplifiée sans aucune difficulté et est ensuite transmise à l'émetteur par un câble à haute fréquence de construction spéciale. A l'arrivée, les impulsions dues à l'image sont séparées de la fréquence auxiliaire. Ces impulsions, dont la fréquence varie de 0 à 500.000 oscillations par seconde, modulent alors les oscillations de l'émetteur d'ondes extra-courtes en agissant sur leur premier étage amplificateur. Ainsi l'amplificateur du courant porteur est, en même temps, l'amplificateur du courant d'image. Il est établi pour permettre l'am-

plification de la bande passante jusqu'à 600 kilocycles.

Le choix correct des amplificateurs, pour une bande passante aussi large, est essentiel pour la qualité de la réception de l'image. Malheureusement, ceci n'est pas toujours facile. En particulier, les amplificateurs à transposition de fréquences que nous venons de décrire introduisent facilement des déformations assez difficiles à éviter. Pour cette raison, à la station de Berlin, on procède actuellement à des essais d'amplificateurs à « courant continu » travaillant parallèlement avec l'amplificateur à fréquence porteuse. L'amplificateur à « courant continu » permet de transmettre la « composante continue » du courant, c'est-à-dire a l'avantage de ne pas couper les fréquences très basses et permet de faire apparaître nettement les endroits sombres des images. L'émetteur destiné à la transmission des sons travaille avec le couplage normal utilisé pour la modulation téléphonique ordinaire.

Les progrès effectués pour la transmission des images

Cette première installation allemande de la télévision doit être considérée comme une installation d'expérience. Les essais qui y seront faits permettront le développement ultérieur de la télévision. Quelques progrès doivent être signalés dès maintenant.

Pour améliorer la qualité de l'image, le nombre de lignes d'exploration a été porté, ces derniers temps, de 90 à 180, et le nombre d'explorations à 25 par seconde. Ainsi le nombre de points d'exploration se trouve porté à environ 40.000 pour une image normale de film cinématographique de 5×6 cm. De cette manière, dans une seconde, doivent être transmis $25 \times 40.000 = 1.000.000$ de points séparés.

Ce grand nombre de points transmis exige une étude spéciale des émetteurs. Pour transmettre 1 million d'impulsions séparées, il est nécessaire d'utiliser une bande de fréquence de $\frac{25 \times 40.000}{2} = 500.000$ cycles, c'est-à-dire une bande cinquante fois plus large que celle employée dans les diffusions ordinaires.

C'est pour cette raison qu'il est impossible d'employer pour la télévision les longueurs d'onde utilisées pour la radiodiffusion et qu'il faut avoir recours à des ondes extra-courtes, appartenant à une région encore peu chargée.

Des perfectionnements essentiels ont été réalisés, au cours de l'année 1934, dans le domaine de la synchronisation. La concordance entre le mouvement de l'émetteur et



FIG. 1. — SOMMET DE LA TOUR DE BERLIN-WITZLEBEN MONTRANT LES ANTENNES ANNULAIRES POUR L'ÉMISSION DES ONDES COURTES

celui du récepteur n'est plus réalisée par l'utilisation du réseau ; c'est l'émetteur lui-même qui transmet, à la fin de chaque ligne d'exploration et après chaque exploration complète, des impulsions de synchronisation qui contrôlent automatiquement la concordance des mouvements.

Les perfectionnements apportés à la réception

Tandis que l'exploration des images à la transmission est réalisée, encore maintenant, par des moyens mécano-optiques, leur reconstitution à la réception a fait des progrès beaucoup plus importants.

Les appareils de réception de

la télévision utilisent actuellement, en Allemagne, presque uniquement les tubes cathodiques (1). Leur perfectionnement, pendant cette dernière année, consiste essentiellement dans le fait que les tubes à gaz sont remplacés par les tubes à « vide poussé ». Ce perfectionnement a apporté un grand nombre d'avantages physiques et mécaniques. L'écran du tube cathodique est également amélioré, et les images faibles et bleuâtres sont transformées actuellement en images claires et nettes, légèrement teintées en jaune. L'image elle-même est considérablement plus grande.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 188, page 93.

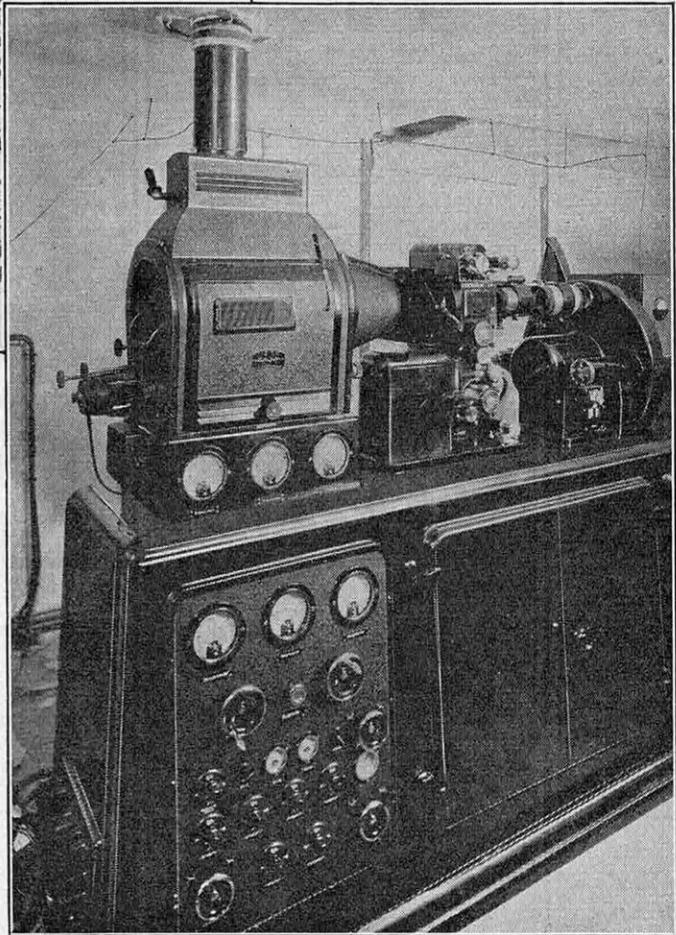


FIG. 2. — ÉMETTEUR-TRANSMETTEUR DE FILMS SONORES, A 180 LIGNES D'EXPLORATION, DE L'ADMINISTRATION DES P. T. T. EN ALLEMAGNE. LE GRAND NOMBRE DE LIGNES D'EXPLORATION DES IMAGES ET LA CADENCE DE 25 PAR SECONDE ASSURENT UNE GRANDE FINESSE

Autant qu'on peut juger, il semble que la réception de la télévision a trouvé sa réalisation définitive, au moins en ce qui concerne le principe essentiel. Par contre, la question des perfectionnements de détail des appareils de réception est encore à l'ordre du jour, et de grands perfectionnements peuvent être apportés à la simplification du maniement de ces derniers.

L'état actuel de la technique de la télévision en Allemagne, présentée au dernier Salon de Berlin

La dernière Exposition de T. S. F. de Berlin a permis de jeter un coup d'œil circulaire sur l'état de la technique de la réception de télévision allemande.

Au stand du Ministère des P. T. T. allemand

Le ministère allemand des P. T. T. a présenté, à l'Exposition, des récepteurs de télévision utilisant soit des tubes cathodiques remplis par des gaz rares, soit des tubes à vide poussé. Les cathodes chauffées indirectement assuraient aux tubes une longue durée, une constance d'émission et une grande sécurité d'emploi. Le diamètre des tubes exposés varie de 35 à 40 $\frac{\text{cm}}{\text{m}}$. La construction de ces tubes pose des questions très délicates.

Dans les tubes cathodiques à gaz rare, la concentration du rayon cathodique est réalisée par des charges spatiales dues aux ions positifs. Dans les tubes à vide poussé, cette concentration est réalisée grâce aux lentilles électrostatiques. L'optique électronique a permis la construction des tubes à vide poussé d'une manière beaucoup plus facile que celle des tubes à gaz, et les tubes à vide poussé donnent des images très « contrastées » et très vivantes.

L'emploi de divers nouveaux matériaux pour l'écran fait apparaître les images en blanc jaunâtre, blanc bleuâtre, et, quelquefois, légèrement teinté de vert.

« Fernseh A. G. »

(Société anonyme de télévision)

Cette société a été la première à présenter, à l'Exposition de T. S. F. de 1933, un tube cathodique à vide poussé. Depuis, cette maison a développé ce type de tube. Les tubes utilisés dans ses récepteurs de télévision sont de deux dimensions différentes. Le plus grand modèle possède un écran ayant un diamètre de 40 centimètres et permet de recevoir des images de $24 \times 30 \frac{\text{cm}}{\text{m}}$. C'est la dimension la plus grande réalisée actuellement. Bien réglées, ces images donnent une

impression extraordinaire de relief. Le modèle plus petit permet d'obtenir une image de $20 \times 24 \frac{\text{cm}}{\text{m}}$. Par une construction judicieuse, le fabricant s'est efforcé de donner le maximum de durée aux tubes. Les essais réalisés avec des tubes présentés ont donné des résultats très encourageants.

Une ébénisterie d'un aspect très agréable enferme le récepteur de T. S. F., le dispositif de synchronisation, ainsi que le tube cathodique. L'attention la plus minutieuse a été apportée à la réalisation d'un appareil d'une grande sécurité de fonctionnement.

La « Fernseh » a également construit des appareils de télémission destinés à permettre la vision à distance des films cinématographiques.

Le système analyseur est à 180 lignes et utilise un disque de Nipkow (1). Ce dernier, ainsi que le moteur qui l'entraîne, tournent dans le vide avec une vitesse de 6.000 tours à la minute. Le diamètre du disque étant de 75 centimètres, sa vitesse périphérique est de 250 mètres à la seconde.

Le mouvement du disque est absolument silencieux. Le disque porte les contacts de synchronisation donnant les impulsions à la fin de chaque ligne d'exploration, et à la fin de l'exploration de l'image entière.

Un combinateur permet soit de passer des films ordinaires ayant jusqu'à 1.500 mètres de long et pouvant durer plus de 50 minutes, soit des films continus servant à l'expérience, qui peuvent avoir jusqu'à 250 mètres de long et être transmis sans interruption.

La plus grande attention a été apportée à la réalisation de la partie optique. Une lampe « artisoile » de 75 ampères est utilisée comme source de lumière.

On peut dire que ce télémetteur de films sonores, aussi bien que le système optique décrit plus loin, présentent une réalisation standard pouvant être considérée comme une étape décisive dans la construction des appareils de télévision. L'émetteur à exploration par rayon lumineux est analogue à celui commandé par le ministère des P. T. T. allemand pour la reproduction directe des personnes, afin d'élargir d'une façon considérable le programme d'essai d'émetteurs de télévision de Berlin.

Les signaux de synchronisme, nécessaires pour la transmission par T. S. F., sont envoyés par un dispositif spécial dépendant du disque principal. Comme source de lumière, on emploie une lampe à arc d'un modèle spécial appelée « supersole », qui produit un éclaircissement de 25.000 lumens

(1) Voir *La Science et la Vie* n° 163 page 26.

pour un courant de 150 ampères. L'emploi d'objectifs appropriés rend possible la transmission des images ayant des formats différents. Normalement, on explore l'image de 40×50 %, mais cette dernière peut être portée, s'il le faut, jusqu'à 100×130 %. Les cellules photoélectriques employées mesurent 15×30 %, et les personnes devant être télévisées sont placées dans une cabine spéciale.

La télévision par le cinéma a donné des images de grandes dimensions

Le récepteur fonctionne d'après le principe dit à « film intermédiaire », inventé par « Fernseh ». D'après ce principe, on a recours à un film sans fin de 70 mètres de long. Ce dernier est émulsionné, c'est-à-dire couvert par une émulsion sensible et séchée. L'image

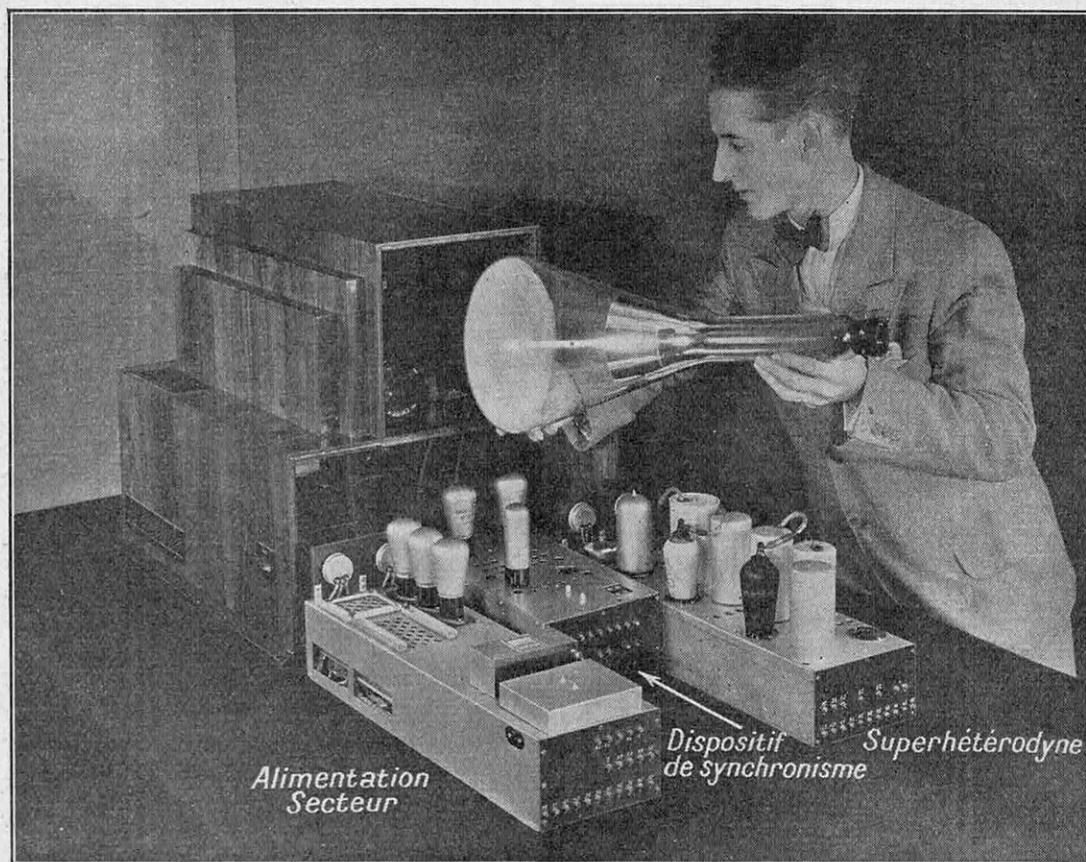


FIG. 3. — VUE INTÉRIEURE D'UN RÉCEPTEUR POPULAIRE DE TÉLÉVISION, ÉTABLI PAR LA MAISON LÛEWE, AU MOMENT OU L'ON INTRODUIT LE TUBE CATHODIQUE

De gauche à droite : alimentation secteur, dispositif de synchronisme, récepteur superhétérodyne.

Les deux émetteurs de « F. A. G. », que nous venons de décrire, possèdent des dispositifs qui permettent de passer instantanément de la transmission d'un film à une transmission parlée, ou de faire accompagner un film de quelques mots d'explication. C'est une étape vers le journal de demain, télévisé et parlé.

La « Fernseh » a présenté également un récepteur à grosse projection. Ce dernier, montré pour la première fois l'année passée, a été transformé et, en général, notablement amélioré. En particulier, l'exploration a été portée de 120 à 180 lignes.

reçue est imprimée point par point sur le film ainsi sensibilisé. L'éclairement est très court et ne dure, pour chaque point du film, que 1 millionième de seconde. Le film ainsi impressionné est développé, fixé et lavé. Il est projeté ensuite par un appareil cinématographique ordinaire, et l'image ainsi télévisée peut atteindre les dimensions de 3×4 mètres, c'est-à-dire les dimensions d'un écran cinématographique ordinaire.

La projection termine le cycle que doit accomplir le film. Sa couche sensible est enlevée et, après séchage, le film est de nouveau prêt à être réémulsionné et à recom-

mencer le cycle que nous venons de décrire. Par ce procédé, l'image est montrée à peu près une minute après avoir été reçue.

Pour pouvoir transmettre par télévision les divers événements d'actualité, la « Fernseh » a étudié et construit un appareil de prise de vues monté dans une voiture. Ce dernier a été montré en fonctionnement lors de la dernière Exposition de T. S. F., et, depuis, est utilisé régulièrement par les installations d'émission. L'ensemble travaille également d'après le principe d'un film intermédiaire, mais légèrement différent du précédent.

Un film sonore est pris à l'aide d'un appareil de prise de vues. Ce film est instantanément développé, fixé et lavé, et, ensuite, dirigé vers un télétransmetteur de films sonores se trouvant également dans la voiture. Le retard entre la prise de vue et la transmission ne dépasse pas une minute et demie.

Pour la prise de vues, on utilise un film spécial à très grande sensibilité. L'appareil est armé de trois objectifs différents et peut être employé dans les cas les plus divers. Les distances focales de ces objectifs sont de 40, 255 et 640 mètres (téléobjectif). Par conséquent, les gros plans peuvent être pris jusqu'à 15 ou même 20 mètres de distance.

L'appareillage est particulièrement intéressant par le détail suivant : le film qui doit être employé pour la transmission est instantanément séché et enroulé, et peut être utilisé comme film négatif pour produire des films-copies.

Les émissions de télévision envoyées peuvent donc être répétées à volonté, absolument comme dans la radiodiffusion ordinaire des actualités inscrites sur disques. Ceci présente un très grand intérêt et rend possibles les retransmissions ultérieures.

Un dispositif spécial permet de ne pas avoir recours à la partie photographique de l'installation et de faire fonctionner l'ensemble comme un appareil émetteur de télévision ordinaire.

L'appareil de prise de vues peut être enfermé et protégé par une bâche pour rendre possible le transport par tous les temps. La voiture est munie de tous les perfectionnements : ventilation, chauffage, etc.

« Radio-Loewe »

La maison Loewe, en étudiant son récepteur de télévision, est partie du principe que le récepteur destiné à être utilisé dans un appartement doit permettre une vision très nette de l'image à la distance de 1 m 50 ou 2 mètres de l'appareil. A cette distance,

les lignes d'exploration ne sont pas visibles et ne gênent pas la finesse de reproduction. Par conséquent, les images reproduites par le tube cathodique du récepteur Loewe sont relativement petites, mais d'une netteté tout à fait exceptionnelle.

La partie électrique du télé-récepteur a été particulièrement étudiée. Le contrôle de l'image et du son est assuré par le même récepteur qui reçoit, grâce à une onde porteuse commune, aussi bien l'image que son accompagnement sonore. Les mêmes lampes sont utilisées simultanément pour la reproduction de l'image, du son et pour la synchronisation. Cette dernière est contrôlée par l'émetteur et son ajustage ne présente aucune difficulté. Le maniement du récepteur est excessivement simple, et un seul bouton permet de régler et l'image et le son. L'amplification réalisée par le récepteur est très élevée et dépasse 500.000.

Couvrant la gamme des longueurs d'ondes de 3 à 9 mètres, le téléviseur peut recevoir un grand nombre d'émetteurs différents. Il est alimenté entièrement par le secteur, et la partie assurant la télévision ne consomme pas plus de courant qu'un radiorécepteur ordinaire.

Le récepteur Loewe peut être considéré, sans aucun doute, comme un récepteur standard. La maison le construit d'ailleurs dès maintenant, sans toutefois le lancer sur le marché.

La maison Loewe a également construit un émetteur mobile, travaillant sur les ondes très courtes, permettant de transmettre l'image et le son et les signaux de synchronisation. Cette dernière a été essayée dernièrement en Angleterre, où elle a donné la plus complète satisfaction.

Institut « Manfred von Ardenne »

Cet Institut a été le premier ayant utilisé, pour la télévision, le tube cathodique (1). Ces premiers essais remontent à 1930. A la dernière Exposition de T. S. F., elle a exposé des tubes à vide poussé ayant tous les avantages de ce genre d'appareil et permettant de reproduire des images de 18×24 $\frac{m}{m}$.

Les tubes cathodiques mis au point par von Ardenne utilisent le principe des lentilles électroniques et possèdent un spot lumineux d'une grande intensité, pouvant être dévié par de très faibles tensions alternatives. Ainsi la déviation totale du spot peut être effectuée par des tensions de 10 à 20 volts seulement.

Le récepteur de télévision présenté par

(1) Voir *La Science et la Vie* n° 188, page 95.

von Ardenne possède derrière l'étage mélangeur quatre étages de fréquence intermédiaire. Ces derniers permettent l'amplification régulière de la bande passante, pouvant avoir jusqu'à 500 kilocycles de large. La fréquence intermédiaire du superhétérodyne est redressée par le tube cathodique même. On évite de cette façon la déformation des très basses fréquences.

La synchronisation s'effectue par voie ra-

quables. On doit surtout apprécier la netteté géométrique de l'image, qui représente les lignes droites réellement comme des droites et non comme des courbes.

« Telefunken » utilise deux modèles de tubes ayant des dimensions différentes et pouvant employer des écrans de colorations variées permettant de reproduire les images en jaune, bleu ou vert.

On doit également noter que la « Tele-

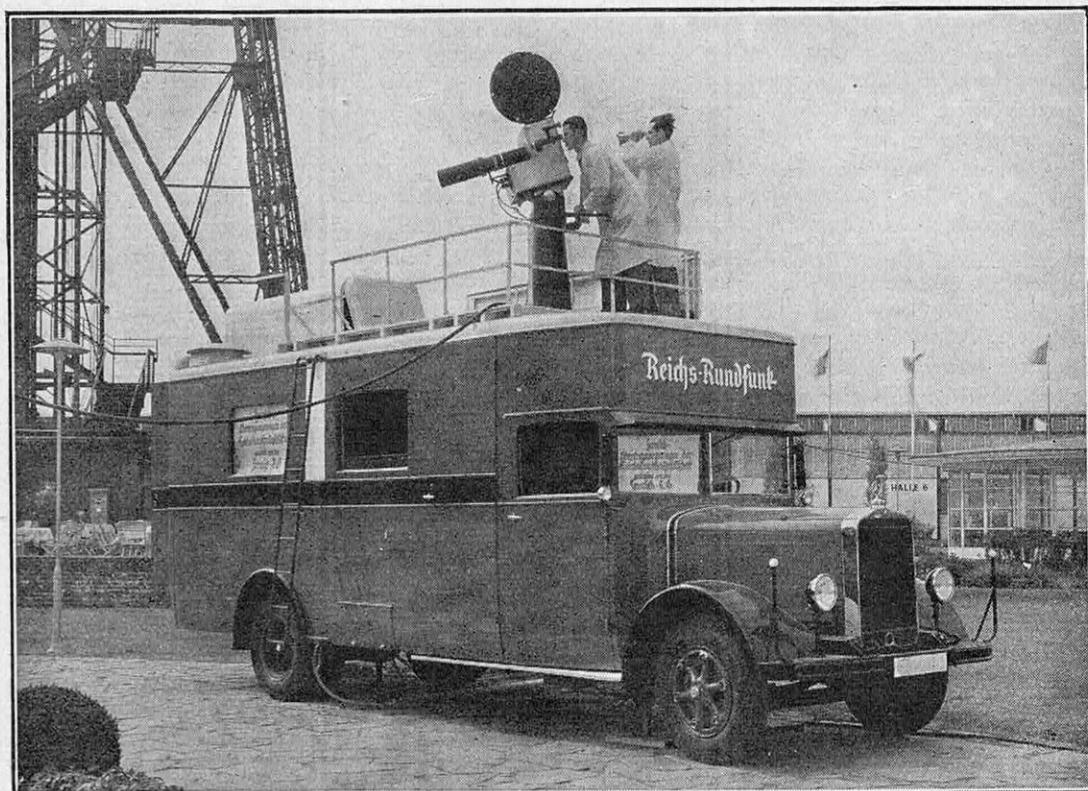


FIG. 4. — VUE EXTÉRIEURE DE LA VOITURE UTILISÉE, POUR LA PRISE ET LA TRANSMISSION DE VUES PAR TÉLÉVISION, PAR LA SOCIÉTÉ GOUVERNEMENTALE DE RADIODIFFUSION ALLEMANDE
L'émetteur analyse les images par 180 lignes et 25 explorations par seconde.

dioélectrique. Les décharges déclenchées pour dévier le rayon cathodique sont contrôlées par les signaux envoyés par l'émetteur.

En plus des tensions d'anode, de chauffage et de déflexion, les tubes de von Ardenne permettent d'obtenir une bonne luminosité avec des tensions variant de 3.000 à 4.000 volts.

« Telefunken »

La Société « Telefunken » a également étudié un récepteur utilisant les tubes cathodiques. Ses récepteurs ont été très améliorés pendant l'année écoulée. Ils se distinguent par une luminosité et une netteté remar-

quables. « Telefunken » a été la première à réussir la reproduction des images en blanc et noir.

Le diamètre du tube de petit modèle est de 25 centimètres et donne des images de $15 \times 17 \frac{1}{m}$. Le gros modèle a un diamètre de 35 centimètres, une longueur de 75 centimètres, et permet de reproduire des images de $23 \times 24 \frac{1}{m}$.

L'appareil de télévision contient le récepteur de l'image et le récepteur du son. Il comporte un étage de haute fréquence, un étage mélangeur-oscillateur et un amplificateur à fréquence intermédiaire.

Les circuits oscillants de l'amplificateur sont très amortis et permettent la repro-

duction régulière d'une très large bande de fréquence, donnant une grande netteté de l'image.

Pour obtenir, malgré l'emploi des circuits très amortis, une amplification importante, on a recours à des lampes spéciales à pente très élevée.

Le récepteur du son est un récepteur réflexe à trois lampes. Les deux récepteurs sont branchés sur une antenne unique.

Après avoir traversé le récepteur d'images, les oscillations sont utilisées pour contrôler, d'un côté, la luminosité du spot, de l'autre, le synchronisme du mouvement.

Le téléviseur est alimenté par un transformateur réuni à deux redresseurs du courant. Un de ces redresseurs fournit la haute tension anodique nécessaire pour le tube, et l'autre la tension anodique utilisée dans les lampes du récepteur de l'image et du son. « Telefunken » a également étudié et construit un émetteur de télévision. Grâce à l'emploi d'un nouveau système optique, on a obtenu un éclaircissement beaucoup plus régulier. Ainsi, l'éclaircissement a pu être triplé, malgré que la puissance de la lampe à arc ait été réduite de deux tiers. L'image est analysée par un disque dont les orifices sont disposés en cercle. Il tourne à 3.000 tours-minute et réalise, avec quatre-vingt-dix orifices, l'analyse à 180 lignes.

On emploie, à l'émission, un amplificateur qui rend possible le passage de la bande de fréquence allant de 0 à 600 kilocycles. L'amplification des différentes fréquences est absolument uniforme et, même lors de la transmission de fréquences très basses, l'éclaircissement de l'image reste bon et permet de distinguer les détails jusque dans les parties très sombres.

En plus des appareils de télévision qui viennent d'être décrits, « Telefunken » a construit un émetteur à film intermédiaire au développement rapide. Cet émetteur a été étudié pour permettre des prises de vues en plein air. Les scènes à transmettre sont prises avec un appareil de prise de vues ordinaire qui, grâce à l'emploi de films spéciaux, produit instantanément l'image positive au lieu d'image négative ordinaire.

Le film impressionné est dirigé vers un appareil spécial où il est rapidement développé, fixé, coloré et mené ensuite vers un téléémetteur de films cinématographiques. Ainsi l'image apparaît sur le tube cathodique sept minutes après que le film a été pris.

En collaboration avec le professeur Karolus, « Telefunken » a étudié dernièrement un système de transmission directe à liaisons

multiples, qui permet la reproduction d'un portrait « vivant et parlant » d'une personne. La personne dont l'image et la parole doivent être transmises est prise par l'objectif, par l'intermédiaire d'une roue de Weiller qui porte sur sa circonférence vingt-quatre miroirs et sert d'analyseur.

Les rayons doivent traverser un diaphragme fixe muni d'une fente ayant la longueur de quatre éléments, ce qui permet donc à chaque miroir d'être utilisé pour l'exploration des quatre éléments voisins et analyser l'image à 96 lignes. Un miroir spécial dévie l'image passant par le diaphragme sur quatre cellules photoélectriques. Le courant produit par ces cellules est amplifié, superposé à une fréquence porteuse et réparti régulièrement entre quatre conducteurs qui le dirigent vers une roue, analogue à la roue analyseur, se trouvant en liaison avec une cellule de Kerr divisée en quatre parties. Cette dernière contrôle ainsi quatre rayons lumineux émanant d'une lampe à arc de 30 ampères.

Les dimensions de l'image sont plus grandes que les dimensions normales et sont de $120 \times 96 \frac{c}{m}$. La personne peut être facilement reconnue, malgré que la finesse d'exploration ne soit pas très poussée. Un filtre thermique de sulfate de cuivre, faisant partie de la cellule de Kerr, donne à l'image une coloration légèrement bleuâtre.

L'avantage du système à quatre conducteurs réside dans le fait que chaque conducteur ne transmet qu'un quart de la bande totale de fréquences. Ceci autorise l'emploi d'une roue à miroirs à vingt-quatre éléments et permet de réaliser l'éclaircissement qu'on n'aurait pu obtenir, avec un système normal, qu'avec une roue à quatre-vingt-seize miroirs.

« Tekade Nurnberg »

La « Tekade Nurnberg » est la seule maison qui construise des récepteurs de télévision non avec des tubes cathodiques, mais avec des hélices à miroirs.

Elle a étudié deux types de récepteurs : le récepteur à hélice à miroirs à lampe à cratère, pour l'analyse à 180 lignes, et le récepteur à cellule de Kerr et à analyseur pouvant varier sa finesse de 90 à 120 lignes.

Les récepteurs à 180 lignes pour lampes à cratère sont d'une grande nouveauté et utilisent des hélices à miroirs sphériques. On doit signaler deux réalisations. La première se caractérise par le fait que la lampe se trouve à une certaine distance de l'hélice à miroirs. La deuxième se distingue de la première principalement par le fait que tous

les éléments de l'appareil sont enfermés dans une même ébénisterie. Pour cela, il a été nécessaire, afin d'économiser l'espace disponible, de réaliser une hélice sous la forme d'une hélice à miroirs sphériques.

La distance entre la lampe cathodique et l'hélice à miroirs plans dépend du nombre de lignes d'exploration : pour la largeur de l'image de 15 centimètres, cette distance est de 3 mètres pour l'exploration à 120 lignes ; elle est de 5 mètres pour l'exploration à 180 lignes. Pour des éloignements aussi considérables, l'éclairement faiblit d'une façon appréciable.

obtenues avec un nombre de lignes d'exploration beaucoup plus élevé.

La « Tekade » donne aux amateurs la possibilité de construire eux-mêmes des récepteurs utilisant des roues à miroirs. Elle a également mis en vente un ensemble de pièces nécessaires pour la construction d'un récepteur superhétérodyne pour les ondes ultra-courtes. Ce dernier peut fonctionner sans étage basse fréquence, ce qui est évidemment un avantage indiscutable si on songe que cet ampli basse fréquence doit pouvoir amplifier sans déformation des fréquences allant de 0 à 500.000.

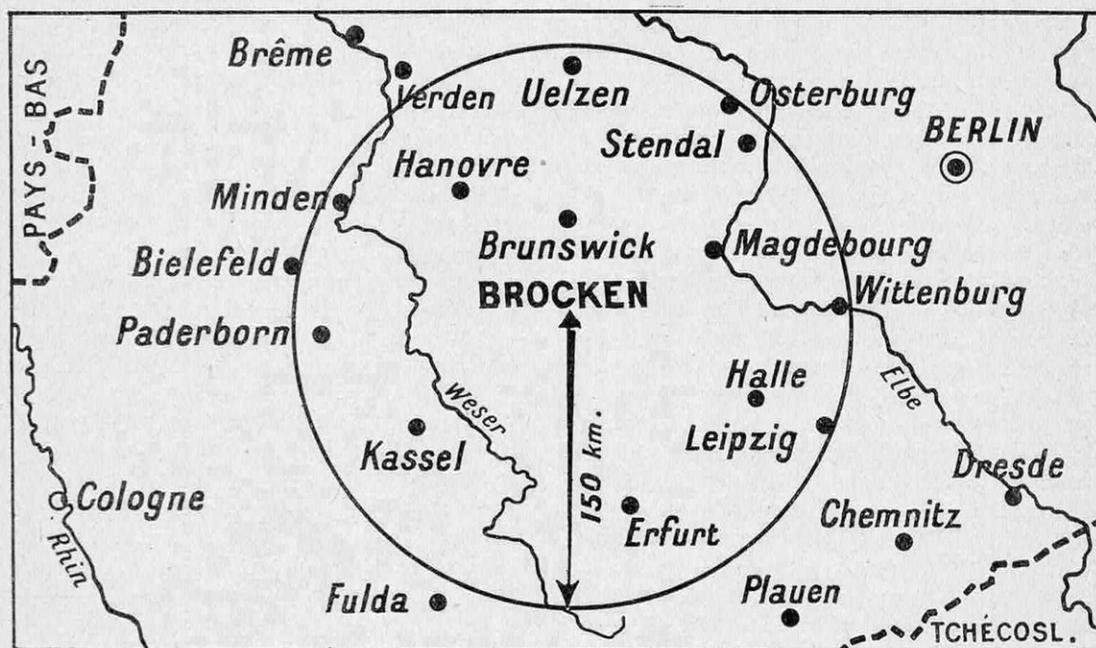


FIG. 5. — PORTÉE PRÉVUE POUR LA STATION ALLEMANDE D'ÉMISSION DU BROCKEN (150 KM)

Avec l'emploi de nouvelles hélices à miroirs sphériques, l'éloignement de la lampe a pu être réduit à 1 m 50, cette distance étant pratiquement indépendante du nombre de lignes d'exploration.

L'éloignement nécessaire est obtenu par l'utilisation d'un ou plusieurs miroirs de réflexion sur le chemin du rayon lumineux.

Depuis l'année dernière, de nouveaux perfectionnements ont été réalisés par « Tekade ». Le principal consiste dans la reproduction de l'image en noir et blanc, avec une luminosité aussi poussée que celle de l'image réalisée avec les tubes cathodiques.

La reproduction géométrique est également très satisfaisante, et les traces de lignes disparaissent déjà pour un nombre assez faible de lignes d'exploration. Les images reçues ont l'aspect des images

Des émissions régulières de télévision ont lieu chaque jour à Berlin

L'industrie allemande de télévision s'est occupée très activement de l'établissement d'un récepteur pouvant être vendu commercialement, et on peut s'attendre à ce que, bientôt, plusieurs maisons proposent des récepteurs complets.

Les émissions expérimentales régulières ont lieu à Berlin chaque matin et soir, déjà depuis plusieurs mois. Ces émissions sont destinées principalement à aider les industries spécialisées, et leur donner la possibilité soit d'essayer des récepteurs nouveaux, soit d'améliorer des récepteurs anciens.

Bientôt, l'émetteur de Berlin-Witzleben complétera son équipement par l'appareillage de « Fernseh A. G. » décrit plus haut,

permettant de transmettre directement de petites scènes ou des portraits de personnes. Les P. T. T. allemands entreprendront ensuite des essais de transmission de scènes de plein air, prises par un émetteur installé dans une voiture et pouvant effectuer les transmissions par l'intermédiaire de l'émetteur d'ondes très courtes de Berlin. Ce dernier a une puissance d'antenne de 4 kilowatts environ et une portée minimum de 40 kilomètres, et peut, par conséquent, assurer une réception normale de télévision partout dans les limites du « grand Berlin ».

La portée des émissions de télévision

Les ondes ultra-courtes se comportent comme des ondes de lumière, c'est-à-dire qu'elles ne suivent que très faiblement la courbure de la surface terrestre. Leur portée dépend, par conséquent, non seulement de la hauteur de l'antenne d'émission, mais également de la hauteur de l'antenne de réception. Pour rendre la portée aussi grande que possible, les antennes des deux émetteurs de la station « ondes courtes » de Berlin ont été fixées au sommet d'une « radio-tour ». En réalité, les portées réalisées avec les émetteurs à ondes très courtes sont plus grandes que les portées prévues pour les ondes de cette longueur. Jusqu'à la limite de la vision directe, la puissance du champ électrique est inversement proportionnelle à la distance ; ensuite, le champ semble être plus fort que le champ qui aurait pu être prévu en se basant sur la courbure de la terre. Avec des émetteurs à ondes très courtes et une puissance d'antenne de plusieurs kilowatts, on peut obtenir de bonnes réceptions de télévision jusqu'à 40 kilomètres au delà de la visibilité optique.

En principe, on peut considérer que la réception pratique dépasse de 50 % la distance déterminée par la vision directe.

Ces observations sont le résultat des expériences menées par le ministère allemand des P. T. T. Pour ces essais, on a utilisé une voiture spéciale aménagée en récepteur de télévision. La réception a eu lieu au sommet du Brocken, mont de 1.142 mètres dans le Harz, se trouvant à 200 kilomètres de Berlin à vol d'oiseau. Le sommet du Brocken est à plus de 40 kilomètres au delà de l'horizon du sommet de la « radio-tour ».

Le dispositif de réception comprenait quatre étages de MF plus trois étages de BF, dont deux étaient à couplage par

courant continu. L'amplification basse fréquence contrôlait le tube cathodique. Comme antenne, on avait utilisé soit une antenne en quart d'onde, soit un dipôle.

La réception a été régulièrement bonne, par tous les temps et aux heures les plus différentes de la journée. Le champ observé était de 0,1 mV par mètre $\pm 50\%$, soit le 1/5^e du champ minimum nécessaire pour une réception moyenne de télévision.

Les essais seront continués durant l'été de 1935 avec une voiture contenant un émetteur à ondes très courtes. Cet émetteur sera installé par les P. T. T. dans des endroits paraissant permettre le travail expérimental le plus intéressant et, en premier lieu, sur le Brocken, dans les montagnes du Harz. Ensuite, il sera installé sur le Schneekoppe, la montagne allemande la plus haute, sur le Zudspitze, sur le Wasserkuppe, Inselberg, Feldberg, etc.

Pendant ces essais, la réception sera assurée aussi bien par Berlin que par la voiture spécialement aménagée.

Ces essais demanderont plusieurs années ; ils permettront de déterminer les données nécessaires pour l'établissement des émetteurs fixes. Le premier émetteur fixe, en dehors de Berlin, sera probablement installé en été 1935, sur le sommet du Brocken. Il sera calculé de façon à permettre une réception régulière dans un cercle de 150 kilomètres de rayon, comprenant les villes de Hanovre, Brunswick, Wittenburg, Magdebourg, Leipzig, Erfurt, Fulda, Cassel, Halle, etc.

Le fait que l'émission de télévision de Berlin peut être reçue par le Brocken donne la possibilité de faire moduler l'émetteur de ce dernier par l'émetteur de Berlin, en utilisant une onde spéciale de liaison. De cette façon, les programmes de télévision de Berlin seront simultanément retransmis par l'émetteur de Brocken.

Les liaisons entre les émetteurs de télévision travaillant ensemble peuvent être non seulement réalisées par T. S. F., mais également par des câbles étudiés spécialement. En effet, des câbles téléphoniques ordinaires ne sont pas aptes à assurer ce service à des distances quelque peu importantes. Pour cette raison, il faudra développer un câble spécial qui permette d'assurer les transmissions de la bande de fréquence, excessivement étendue, utilisée en télévision.

HANS GOETSCH.

LA CONSTITUTION ET LA VIE DES ÉTOILES

Conceptions modernes

Par L. HOULLEVIGUE

PROFESSEUR A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MARSEILLE

Les progrès vertigineux de la physique et de l'atomistique, au cours de ces dernières années, conjugués avec les observations directes de la surface extérieure du Soleil au télescope, au spectroscopie, etc., permettent aujourd'hui de nous faire une idée assez précise de la constitution interne des étoiles, dont notre Soleil est le prototype. On admet à présent qu'une étoile est une énorme bulle gazeuse dont la pression et la température atteignent, au centre, des valeurs formidables : des milliards d'atmosphères, 30 à 40 millions de degrés. Dans ces conditions, les « corps simples » de la chimie n'existent plus, et l'on se trouve en présence d'une véritable « purée » de « protons » et d'« électrons » soumis à une agitation intense. Cette conception permet d'expliquer rationnellement les lois du rayonnement des étoiles et celles de leur évolution au cours des âges. Interprétation très satisfaisante aujourd'hui, qui, demain, fera peut-être place à une autre théorie.

C'EST un fait curieux, et pourtant certain, que nous avons des notions plus précises sur le lointain firmament que sur l'intérieur du globe que nous habitons ; personne ne sait ce qui se passe à 1.000 kilomètres sous nos pieds, tandis que nous possédons des notions variées sur des astres qui sont séparés de nous par des millions d'années-lumière. La grande raison, c'est que nous ne recevons de la Terre (et encore pas de bien loin) que les brèves secousses des tremblements de terre, tandis que nous communiquons avec le firmament par les vibrations persistantes et délicatement modulées de la lumière.

Cette connaissance que nous avons du firmament tient encore à d'autres raisons : d'abord à ce qu'il nous présente, en multiples exemplaires, les échantillons d'une même formation cosmique ; William Herschel avait accoutumé de comparer le firmament à une forêt de chênes, où on observe une même espèce végétale aux divers âges de sa vie, depuis la plantule qui vient de sortir du gland, jusqu'à l'arbre décrépît, parvenu aux limites de sa vie ; de même, dans les champs célestes, les étoiles sont, à l'âge près, pareilles les unes aux autres et aucun astronome ne doute qu'elles aient même origine, même constitution interne, même évolution, au moins dans les grandes lignes et en négligeant certaines « malfaçons » qui semblent s'écarter de la règle générale.

Si les étoiles sont trop éloignées pour apparaître, dans les plus puissants télescopes, autrement que comme des points brillants, il en est une qu'un hasard bienveillant

a fait notre voisine, et sans laquelle nous n'existerions pas, c'est le Soleil ; étudier le Soleil, c'est donc apprendre comment sont faites les autres étoiles, et tout le monde sait quels progrès ont été obtenus dans cette voie par tous les moyens empruntés à l'optique : étude directe au télescope ou à la lunette, analyse spectrale au spectroscopie et au spectrohélographe, utilisation des éclipses, déplacement des raies par effet Doppler-Fizeau, etc. Malgré tout, on n'atteint, par ces moyens divers, qu'une pellicule mince, c'est la couche rayonnante, qu'on nomme la photosphère ; tout ce qui se passe à l'intérieur échappe à notre investigation.

Nous serions donc réduits, sur cette constitution interne des étoiles, à une ignorance totale, si les progrès vertigineux de la physique et de l'atomistique ne nous permettaient d'« intrapoler », c'est-à-dire de passer, par une construction logique, de cette surface rayonnante à l'état interne de l'étoile. Assurément, cette construction est hypothétique, mais l'accord qui s'est établi peu à peu entre les astronomes montre que cette hypothèse est hautement vraisemblable, et en excellent accord avec toutes les données actuelles de la science. En l'exposant ici, nous nous excusons de ne pouvoir la justifier complètement, car il faudrait, pour cela, faire appel à toutes les lois de la physique et à toutes les observations de l'astronomie.

Une étoile est une bulle gazeuse

Ceux qui ne connaissent les gaz que par les expériences élémentaires de physique auront de la peine à admettre qu'une bulle

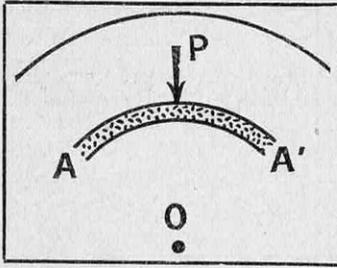


FIG. 1. — COUPE SCHEMATIQUE DE L'INTERIEUR D'UNE ÉTOILE MONTRANT UNE COUCHE AA' SOUMISE A LA PRESSION P DIRIGÉE VERS LE CENTRE O

de gaz, ayant quelque chose comme 1 million de kilomètres de diamètre, puisse se maintenir en équilibre dans l'espace vide qui l'entoure. On nous enseigne en effet que la propriété caractéristique des gaz est l'*expansibilité*, qui leur fait occuper tout l'espace libre devant eux ; l'étoile devrait donc s'étendre indéfiniment, et c'est ce qui se produirait si une nouvelle propriété n'entraînait alors en jeu : cette propriété, qui ne joue pas pour les masses de gaz considérées au laboratoire, c'est la gravitation ; c'est elle qui retient les atomes et les molécules, lancés par l'agitation cinétique, et les empêche d'aller se perdre dans l'espace.

Considérons, par exemple, une molécule d'hydrogène, placée à la surface du Soleil, à la température de 5.000 degrés ; sa vitesse est alors de 76 kilomètres par seconde ; comme, d'ailleurs, la pesanteur, à la surface du Soleil, est 22 fois plus grande que sur la Terre, cette molécule, lancée comme un boulet, retombera après s'être élevée de 13.000 kilomètres, ce qui représente seulement 2 % du rayon solaire ; elle restera donc prisonnière de la gravitation.

Voici, maintenant, une autre difficulté : on sait mesurer, pour un certain nombre d'étoiles, leur volume et leur masse, ce qui permet d'en déduire, par division, leur densité moyenne ; or, si, pour l'énorme Antarès, gros comme 120 millions de Soleils, cette densité n'est qu'un millionième de celle de l'eau, elle atteint 1,4 pour notre Soleil lui-même, et, pour d'autres étoiles, on trouve des nombres égaux, ou même supérieurs à 10 ; comment donc admettre qu'un corps aussi lourd que le plomb puisse être gazeux ?

C'est le grand mérite de la physique moderne de nous avoir fait comprendre que cette gazéification de la substance stellaire était, non seulement possible, mais nécessaire. Pour tous les corps connus, il existe une *température critique* au-dessus de laquelle, quelles que soient la pression et la densité, ils possèdent les propriétés d'un gaz ; or les étoiles, dont la température dépasse sûre-

ment plusieurs milliers (et probablement plusieurs millions) de degrés, satisfont nécessairement à cette condition. Il y a plus : les constituants intérieurs des astres ne sont pas formés d'atomes libres et indépendants, encore que serrés les uns contre les autres par d'effroyables pressions ; ces atomes sont démantelés, ils ont perdu leurs ceintures d'électrons planétaires, et les noyaux eux-mêmes, éclatant, se sont transformés en une « purée » de protons et d'électrons, prodigieusement serrés les uns contre les autres, mais parfaitement libres dans l'étroit domaine où ils se meuvent ; il n'y a plus de fer, ni de calcium, ni d'hydrogène à l'intérieur des étoiles, ces corps n'apparaissant qu'à la surface ; autrement dit, toutes les étoiles doivent être considérées comme faites pareillement d'un mélange de protons et d'électrons, qui, porté à une haute température, possède les propriétés d'un gaz parfait.

Répartition des pressions et des températures

Partons de ce qui est connu, c'est-à-dire de la couche lumineuse, ou photosphère, qui envoie 80 pour cent de la lumière et de la chaleur rayonnée par l'étoile, 10 pour cent provenant des régions intérieures et 10 pour cent des couches extérieures à la photosphère. On sait (car ici il ne s'agit plus d'hypothèses) que cette couche lumineuse est extrêmement mince au regard des dimensions de l'étoile ; pour le Soleil, elle mesure environ 12 kilomètres, sur un rayon de 700.000 kilomètres ; son épaisseur ne dépasse pas, en général, une vingtaine de kilomètres, et la matière qui la constitue, formée d'atomes *ionisés* (c'est-à-dire dépouillés de quelques électrons superficiels) est aussi raréfiée que dans les tubes à vide ordinaire de nos laboratoires ; autrement dit, la pression y est de quelques dix-millièmes d'atmosphère. Enfin, la température y varie, suivant le type stellaire, entre 3.000 et 17.000 degrés ; pour le Soleil, elle est voisine de 6.000 degrés. Bien entendu, cette pellicule

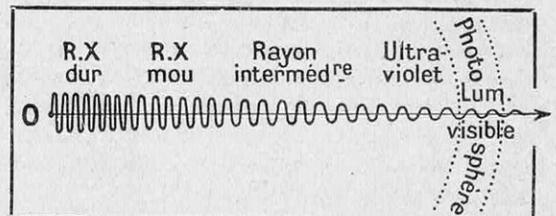


FIG. 2. — LES DIFFÉRENTS RAYONNEMENTS ÉMIS PAR LE SOLEIL, DEPUIS LE CENTRE O DE L'ASTRE JUSQU'À LA PHOTOSPHÈRE

photosphérique est loin d'être en repos ; elle est sans cesse brassée par des remous et des tourbillons, qui donnent naissance aux taches et aux facules ; on avait pensé, jadis, que ces mouvements de convection ne s'arrêtaient pas à la surface, mais brassaient constamment la masse totale de l'astre ; nous allons voir tout à l'heure qu'il n'en est rien, et c'est pour cela que nous n'insisterons pas sur ces mouvements, non plus que sur les nuages de calcium et d'hydrogène dont le spectrohélographe révèle l'existence aux

gazeuse AA' , soit sur sa température : plus on mettra de matière dans cette couche, plus la pression croîtra, mais elle croîtra également si on élève la température ; il s'agit donc de combiner ces deux modes d'action de façon à satisfaire aux conditions imposées.

Essayons donc de construire notre étoile à partir de la surface ; si nous mettons trop de matière dans les couches périphériques, il n'en restera plus pour l'intérieur ; l'étoile sera creuse au centre, ce qui est hautement

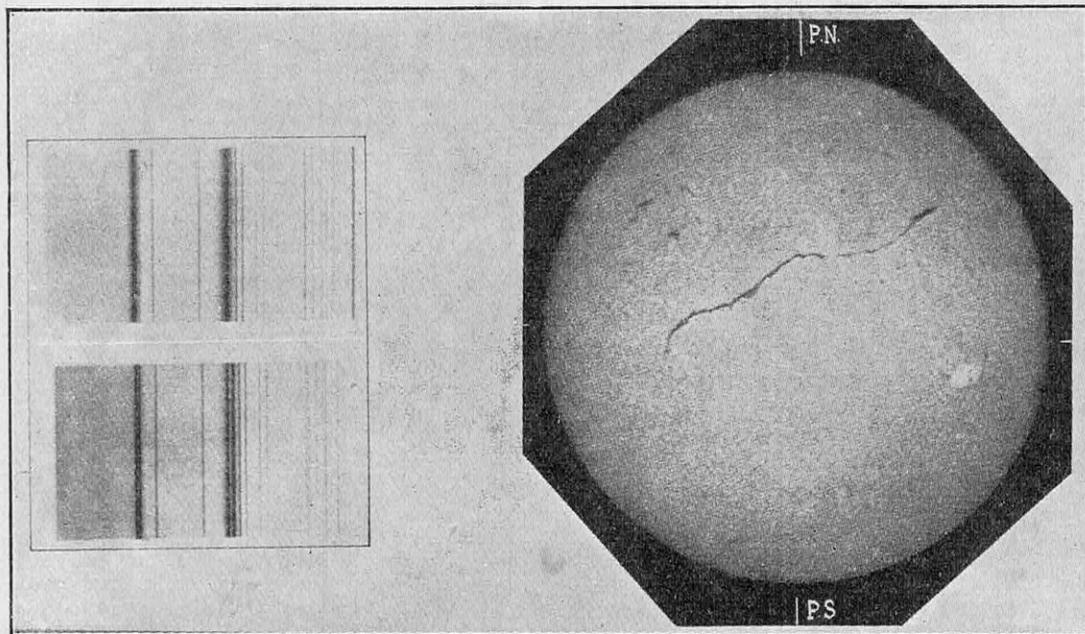


FIG. 3. — PASSAGE D'UNE PROTUBÉRANCE AU BORD EST DU SOLEIL

A gauche : Comparaison des raies H et K dans le Soleil (en haut) et dans l'étoile α Bootis, Arcturus (en bas). — A droite : épreuve du Soleil obtenue avec le spectrohélographe.

divers niveaux de la couche rayonnante.

Outre cela, on connaît encore, pour un nombre respectable d'étoiles, la masse totale et le volume enveloppé par la photosphère ; c'est avec ces données qu'il faut deviner leur constitution interne. Voici comment, prenant pour guide le grand astronome Eddington, nous pourrions conduire notre raisonnement.

Considérons (fig. 1), à l'intérieur de l'astre, une couche sphérique AA' ; elle doit, pour être en équilibre, soutenir la pression P que les couches situées au-dessus d'elle exercent par leur poids, pression d'autant plus grande qu'on s'enfonce plus avant dans l'intérieur de l'astre. On peut satisfaire à cette condition de deux manières différentes, en agissant, soit sur la densité de la couche

invraisemblable. C'est pourtant ce qu'on fait autrefois, pour éviter de faire croître trop rapidement la température ; il faut donc que, ménageant notre provision de matière, nous la compensions par un accroissement assez rapide de température à mesure qu'on s'enfonce à l'intérieur ; cette compensation peut se faire soit par calculs mathématiques, soit par tâtonnements méthodiques, mais il est curieux de constater que divers théoriciens, en y procédant, sont parvenus, pour la température centrale de l'astre, à des nombres assez voisins, compris entre 30 et 40 millions de degrés.

Notre premier mouvement est de nous scandaliser devant l'énormité et l'invraisemblance de pareilles températures ; évidemment, rien de ce qui existe à la surface de

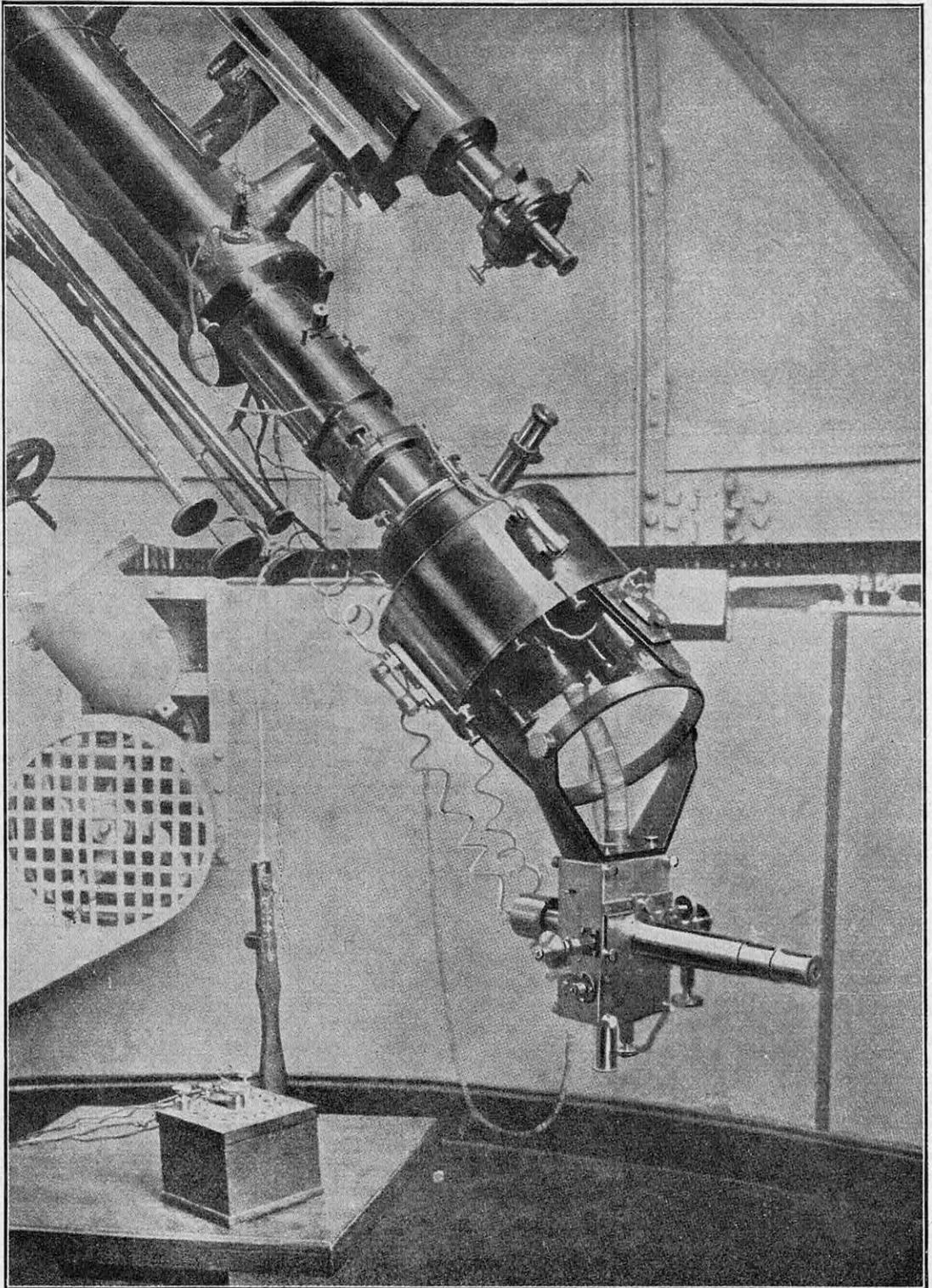


FIG. 4. — PHOTOMÈTRE A CELLULE PHOTOÉLECTRIQUE DE M. G. ROUGIER

Dans les applications astronomiques, afin de réduire au minimum la capacité de l'appareil de mesure, on suspend l'électromètre à la partie oculaire de la lunette. On évite ainsi tout conducteur superflu qu'il faudrait, d'ailleurs, protéger électrostatiquement contre les charges parasites. L'électromètre devant rester vertical est suspendu d'ordinaire à la cardan.

la Terre ne peut nous en donner l'idée ; mais on admettra qu'au centre du Soleil, à 700.000 kilomètres de profondeur et sous une pression qui dépasse le milliard d'atmosphères, il se passe des choses dont nous n'avons nulle idée au laboratoire. D'ailleurs, on doit ramener cette température à sa véritable signification en l'exprimant, grâce à la théorie cinétique, par la vitesse des molécules gazeuses ; la température n'est, en effet, que la manifestation de l'agitation moléculaire, et sa valeur *absolue* (c'est-à-dire sa mesure centigrade augmentée de 273) est proportionnelle à la racine carrée de cette vitesse d'agitation. Par exemple, la célérité d'une molécule d'hydrogène atteignant 1 km 7 à 300 degrés absolus (27 degrés centigrade + 273), elle sera de 17 kilomètres à 30.000 degrés, de 170 kilomètres à 3 millions de degrés et de 540 kilomètres à 30 millions de degrés. De pareilles vitesses n'ont rien d'extraordinaire pour des molécules gazeuses ; suivant l'expression imagée d'Eddington, elles constituent, pour elles, un petit galop ; ainsi, les corpuscules alpha, ou noyaux d'hélium, sont expulsés du radium à raison de 20.000 kilomètres par seconde, et les électrons bêta vont encore dix à quinze fois plus vite.

Au résumé, il convient de se représenter une étoile comme une masse gazeuse où la pression et la température croissent rapidement à mesure qu'on s'enfonce dans l'intérieur. De cette représentation résultent deux conséquences ; la première, déjà indiquée, c'est qu'à ces températures élevées toute matière est dissociée en ses éléments les plus simples, par exemple en protons et en électrons ; ce n'est qu'à la surface, où la température tombe à quelques milliers de degrés, que les éléments chimiques peuvent se constituer sous forme d'atomes, et même s'associer pour former des molécules plus ou moins fortement ionisées.

La seconde conséquence est que, sous les formidables pressions qui règnent à l'intérieur de l'étoile, les mouvements convectifs y sont pratiquement interdits ; les calculs indiquent que la matière, tout en étant à l'état d'extrême division, possède une rigidité d'ensemble mille fois supérieure

à celle de l'acier ; dans ces conditions, les mouvements d'ensemble, qu'on observe à la surface du Soleil, sont impossibles et il ne subsiste que l'agitation fébrile, exercée presque sur place, des éléments dissociés.

Rayonnement stellaire

Aux températures que nous avons envisagées, la matière rayonne ; elle rayonne même puissamment, si on peut lui appliquer la célèbre loi de Stefan, d'après laquelle l'énergie de ce rayonnement est proportionnelle à la quatrième puissance de la température absolue ; ainsi le rayonnement de l'étoile n'est pas limité à sa pellicule photosphérique : il existe, et se propage, dans toute sa masse ; mais sa qualité, aussi bien que sa quantité, dépend de la température, la longueur d'onde de la radiation dominante variant en raison inverse de la température absolue. D'après cette loi, à 30 millions de degrés, c'est-à-dire dans les régions centrales de l'astre, la longueur d'onde rayonnée doit être voisine d'un angstroem (1), c'est-à-dire que le rayonnement émis est com-

posé principalement par les rayons X ; plus près de la surface, lorsque la température n'est plus que 3 millions de degrés, la longueur d'onde doit avoisiner 10 angstroems, c'est-à-dire qu'elle est formée de rayons X très mous ; enfin, la longueur d'onde, s'accroissant à mesure que la température s'abaisse, atteindra 5.000 angstroems pour 6.000 degrés ; autrement dit, elle sera formée par la lumière visible.

On remarquera tout de suite que, la matière étant peu transparente pour les rayons X, ceux qui sont émis à l'intérieur ne sauraient sortir de l'astre ; ils sont absorbés par la couche matérielle voisine, qu'ils échauffent et qui rayonne à son tour, mais celle-ci étant moins chaude, émet une radiation différente de celle qu'elle a absorbée, et de plus grande longueur d'onde ; ainsi, par étapes successives dont la durée totale se chiffre en milliers d'années, le rayonnement des parties centrales parvient, sous forme de lumière visible, jusqu'à la surface où, rencontrant devant lui le vide presque absolu, il s'élance à travers l'espace à raison

(1) 1 angstroem = 1 dix-millionième de millimètre.

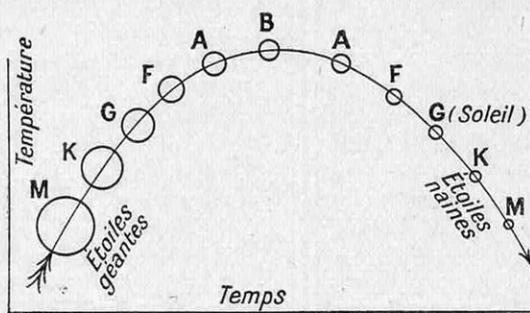


FIG. 5. — REPRÉSENTATION DE L'ÉVOLUTION D'UNE ÉTOILE (THÉORIE DE LOCKYER)

de 300.000 kilomètres par seconde ; et c'est sous cette forme qu'il nous parvient. Mais cette lenteur de propagation à l'intérieur de l'étoile est un bienfait pour elle ; sans cela, transparente dans sa masse pour les rayons qu'elle émet, elle ne tarderait pas à se vider de toute son énergie.

Mais revenons sur le rayonnement pour envisager une de ses conséquences ; il va nous amener, en effet, à modifier légèrement les conditions d'équilibre envisagées au paragraphe précédent. Il a été établi par le raisonnement et confirmé par l'expérience, que tout rayonnement exerce, sur la matière qu'il frappe, une « pression de radiation » dont on sait calculer la grandeur. C'est cette force qui, émanant du Soleil, soutient en l'air les corpuscules de la couronne ; c'est elle qui, comme un vent soufflé par l'astre, incurve la queue des comètes lorsqu'elles passent au périhélie. A l'intérieur même de l'étoile, la pression de radiation vient en aide à l'agitation moléculaire pour résister à la gravitation, c'est-à-dire qu'il ne serait pas nécessaire d'élever la température aussi haut qu'on l'avait supposé, sans tenir compte de cet appoint. Pour le Soleil, d'après les calculs d'Eddington, la pression de radiation représenterait à peu près le dixième de la gravitation. En introduisant ce facteur supplémentaire, on ne change pas grand'chose à l'état des étoiles ordinaires ; tout au plus, la température centrale est-elle abaissée de 40 à 30 millions de degrés, mais sans que soit altérée profondément la représentation dont nous avons esquissé les grandes lignes.

La vie d'une étoile

Si, comme nous l'avons dit, tous les astronomes modernes ont admis la nature gazeuse des étoiles, cette hypothèse ne date pas d'aujourd'hui : c'est l'Américain Homer Lane qui, dès 1870, en exposait la première esquisse. Nous allons montrer comment elle rend compte de leur évolution,

Cette loi d'évolution, pressentie par le grand astronome Lockyer, a été établie par Russell, et peut être représentée par le diagramme de la figure 5 : l'astre se présente d'abord comme une grosse étoile rougeâtre ; peu à peu, sous l'action prédominante de la gravitation, sa matière se rassemble, son volume diminue et sa température s'élève ; son rayonnement devient jaune, puis nettement blanc, puis bleuâtre ; il est alors au point culminant de son évolution et de sa température ; désormais, tout en continuant à diminuer de volume, il va aller en se refroidissant, passant par les états successifs d'étoile blan-

che, jaune et rougeâtre ; son spectre passe donc, dans cette phase déclinante, par les mêmes états qu'il avait suivis en montant, et c'est pour cela que les astronomes, qui classent les étoiles d'après leur coloration (plus exactement d'après leur spectre), réunissent dans une même famille, désignée par la lettre *M*, des étoiles géantes rougeâtres, comme Antares, et des astres nains, presque invisibles, comme la petite étoile de Barnard, qui sont pourtant aux deux bouts de l'évolution stellaire ; dans cette classification, le Soleil appartient à la classe *G* descendante.

Tels étant les faits, voici comment Lane les explique : une immense bulle gazeuse, telle Antares, se contracte sous l'action de la gravitation ; sa température superficielle (environ 3.000 degrés) étant relativement basse, elle rayonne peu, c'est-à-dire que sa contraction s'effectue à chaleur constante ou, pour parler le langage des physiciens, *adiabatiquement*. Dans ces conditions, elle doit s'échauffer par cette compression ; sa température s'élève et elle passe successivement par les classes de la branche ascendante ; à ce moment, il y a à peu près équilibre entre la chaleur qu'elle gagne par sa contraction et celle qu'elle perd par rayonnement.

Mais cette évolution paradoxale d'un corps qui s'échauffe en même temps qu'il rayonne, ne saurait se prolonger indéfiniment ; un moment arrive où l'étoile est trop condensée pour que ses variations de volume suffisent, par la chaleur qu'elles libèrent, à compenser son rayonnement. D'autre part, il ne faut pas oublier que, par ce rayonnement même, l'étoile a perdu de la masse et s'est amaigrie ; elle en a perdu parce que chaque calorie rayonnée correspond à un peu de matière volatilisée ; notre Soleil perd ainsi, actuellement, 130 millions de millions de tonnes, enlevées chaque année à sa propre substance.

Pour ces raisons, un moment doit venir, au cours des millénaires, où l'étoile, ramenée aux dimensions modestes que présentent actuellement Sirius, Procyon et notre Soleil, commence à se refroidir lentement, très lentement même, car la puissance de son rayonnement s'atténue peu à peu ; elle a encore devant elle des milliards d'années avant de devenir un petit astre ratatiné et rougeâtre, qui finira lui-même par s'entourer d'une croûte solide et par s'éteindre, car le Ciel est un cimetière d'étoiles mortes ; mais il est aussi un berceau d'étoiles nouvelles, et peut-être y a-t-il compensation entre ces deux effets inverses. L. HOULLEVIGUE.

VERS L'AVIATION A PLUS HAUTE ALTITUDE ET A PLUS GRANDE VITESSE

Le moteur à compresseur et l'hélice à pas variable sont maintenant au point

Par Jean LABADIÉ

Augmenter la vitesse, — tout en diminuant la puissance dépensée, — tel est le but que poursuit actuellement l'aviation civile. Nous avons montré récemment (1) comment, en affinant les formes aérodynamiques, il avait été possible d'atteindre et de dépasser les 500 km-heure avec un appareil muni d'un moteur de 320 ch seulement (2). Mais, malgré tout, on est forcément limité dans cette voie, et il est impossible d'améliorer indéfiniment la forme des avions (finesse). Par contre, il y a un autre moyen de diminuer la résistance de l'air et, par suite, la consommation de puissance, c'est de voler à des hauteurs de plus en plus élevées, la densité de l'air et la résistance qu'il oppose décroissant, comme chacun sait, avec l'altitude. Mais, de par cette diminution de la densité de l'air, le vol à haute altitude présente certaines exigences particulières. Il est, en effet, nécessaire de « suralimenter » les moteurs pour qu'ils maintiennent leur puissance, et de disposer d'hélices à pas variable, susceptibles de s'adapter aux différentes conditions de vol. Ces deux problèmes ardu, patiemment étudiés depuis près de quinze ans (3), sont aujourd'hui à peu près résolus. Il n'est pas téméraire de prévoir, dans un temps relativement rapproché, que l'on volera régulièrement à 10.000 mètres d'altitude et à une vitesse d'au moins 1.000 km-heure. L'aviation commerciale entrera alors dans une phase qui révolutionnera les transports internationaux.

Au moment même où l'un des grands constructeurs de l'aéronautique française, — dont il fut aussi le glorieux pionnier, — M. Louis Blériot, préconise l'installation sur l'Océan des fameux aérodromes flottants dont *La Science et la Vie* exposait la théorie (4), afin de relayer le vol transatlantique sur des étapes commercialement acceptables, le pilote Raymond Delmotte vient d'élever à 505 kilomètres à l'heure le record de vitesse des avions terrestres. Il y a peu de temps, ce record était, d'ailleurs, porté à 709 kilomètres par les hydravions italiens (5).

S'il est permis de discuter librement l'avenir du voyage aérien, on peut se demander si les étapes commerciales de ce voyage, établies aujourd'hui à 1.000 kilomètres, ne pourront pas être bientôt triplées ou même quadruplées. En sorte que les relais deviendraient inutiles aussitôt que construits.

La réponse dépend du « rendement » du combustible emporté à bord de l'avion.

Le problème commercial revient, en effet,

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 211, page 22.

(2) Record de Delmotte, du 25 décembre 1934, sur Caudron-Rafale.

(3) Voir *La Science et la Vie*, n° 178, page 265.

(4) Voir *La Science et la Vie*, n° 126, page 509.

(5) Voir *La Science et la Vie*, n° 210, page 505.

à naviguer avec le *minimum d'essence* et le *maximum de fret*. Et c'est en quoi il diffère du « record ».

Avec de nombreux techniciens, nous pensons que la solution réside dans la vitesse, malgré l'affirmation courante que « vitesse et transport à longue distance sont ennemis ».

Le « rendement » du « motopropulseur » doit parachever le rendement aérodynamique

Dans notre article sur « l'aérodynamique » (1), nous montrions comment le perfectionnement audacieux des formes de la cellule permettait, d'ores et déjà, à un avion de course, d'atteindre les vitesses-record avec *deux fois moins de puissance motrice* que dans l'année précédente. Nous écrivions — plus d'un mois avant la preuve administrée par Delmotte et malgré l'insuccès des premiers essais de mise au point — que le record de 500 kilomètres à l'heure devait être battu avec un moteur de 320 ch, alors qu'il était encore détenu par James Wedell, depuis 1933, grâce à une machine de 900 ch. La prévision se réalise donc et, désormais, 320 litres d'essence peuvent théoriquement porter, en décembre 1934,

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 211, page 22.

un homme à 1.500 kilomètres en trois heures, alors qu'il en fallait 770 en 1933. Or, les 320 litres dont il faudrait charger l'avion *Caudron* lui pèsent moins que 770 litres au *Wedell*, déjà écrasé du poids de ses moteurs.

Dans notre étude, nous avons toutefois négligé le système motopropulseur, bornant volontairement la question à son aspect *aérodynamique*. Nous allons aujourd'hui étudier spécialement la motopropulsion et aboutir, de ce nouveau point de vue, à des conclusions qui accentueront encore le sens de nos prévisions précédentes. D'autant que les deux facteurs « forme » et « motopropulsion » demeurent intimement liés, ainsi que nous l'avons précisé dès l'abord.

La « motopropulsion » comportant, en matière d'aviation, *le moteur et l'hélice*, nous examinerons successivement l'évolution de l'un et de l'autre appareils, nous réservant d'envisager si l'avenir (plus proche qu'on ne pense) n'appartient pas à un troisième moyen d'avancer : *l'avion à réaction*.

Le moteur d'avion exige la suralimentation

Le moteur d'avion s'est longtemps borné à n'être qu'un moteur d'auto allégé au maximum de ce qu'autorise l'usage des métaux spéciaux. Cependant, on commence à comprendre que ce moteur doit différer de son aîné par sa « physiologie » encore plus que par son anatomie. Il doit, par-dessus tout, *disposer d'un souffle égal* en montée comme en palier, quel que soit le palier. Il ne saurait se contenter, par conséquent, d'aspirer l'air carburé, sous la pression atmosphérique ambiante, puisque celle-ci diminue avec l'altitude. Un graphique ci-après montre dans quelles proportions tombe la puissance d'un moteur à mesure qu'il s'élève au-dessus du sol, au niveau duquel il fournit sa « puissance normale » à la pression 760.

Le souci de « rétablir » la puissance motrice de l'avion à l'altitude de vol hante les constructeurs depuis fort longtemps. Une première idée fut de doter le moteur d'un *taux de compression* supérieur au taux normal de fonctionnement à terre, afin que l'explosion motrice retrouve ce taux normal à l'altitude de vol, en atmosphère raréfiée. La surcompression ne jouerait, dans ces conditions, que durant l'essor et l'ascension — en apportant à ces phases du vol, brèves mais délicates, un supplément de puissance fort bienvenu et que le moteur pourrait supporter étant donné la brièveté de l'effort. Mais nous savons quelles difficultés apporte

le problème de la surcompression *de la part du carburant*, — phénomène de détonation (1), — en sus des obstacles mécaniques de toutes sortes (renforcement, donc alourdissement des organes qu'il rencontre).

De manière beaucoup plus encourageante s'est offerte une autre solution, dite de la *suralimentation*.

Une première tentative a consisté à munir le moteur d'une chambre d'explosion agrandie, et d'assurer la charge de cette chambre, en gaz carburé, au moyen d'un « compresseur » auxiliaire venant suppléer à l'insuffisance d'aspiration dont se trouvait naturellement affecté le cylindre ainsi agencé. On conservait la proportion « air-essence », ainsi que la pression en fin de course, avant allumage. L'augmentation de puissance réalisée par ce dispositif ne fut pas extrêmement considérable.

Par contre, si l'on conserve le rapport normal de « compression volumétrique » — rapport du volume de la chambre à celui de la cylindrée totale — tout en laissant le compresseur auxiliaire accomplir son office, on constate que l'intervention de cet appareil fournit une augmentation de puissance très grande, *sans qu'il y ait phénomène d'auto-allumage*, ainsi qu'on le redoutait. Explication admise : la proportion des gaz brûlés *chauds* restant dans le cylindre et des gaz *frais* envoyés par le compresseur se trouve notablement plus faible dans le moteur suralimenté, et la température du mélange, plus basse, évite l'autoallumage.

Appliqué à l'automobile de course, le principe de suralimentation a permis de faire rendre aux moteurs 100 ch par litre de cylindrée ! En fait, la suralimentation permet de *doubler* la puissance des moteurs *au sol*.

L'efficacité du système est encore plus nette en vol.

Car, en vol, par suite de la dépression ambiante, qui croît avec l'altitude, les gaz brûlés s'échappent plus rapidement et plus complètement tandis que le compresseur les remplace à la même cadence par une masse des gaz *frais*. Si l'on profile les cames de soupapes de telle manière que l'admission et l'échappement restent un instant ouverts simultanément, la substitution des gaz frais aux gaz brûlés chauds est encore plus complète. En outre, *la détente des gaz d'échappement dans l'air raréfié abaisse leur température*. Et cette diminution de température (qui peut atteindre 250°) accroît le rendement thermodynamique en vertu de l'énoncé même du principe de Carnot.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 105, page 189.

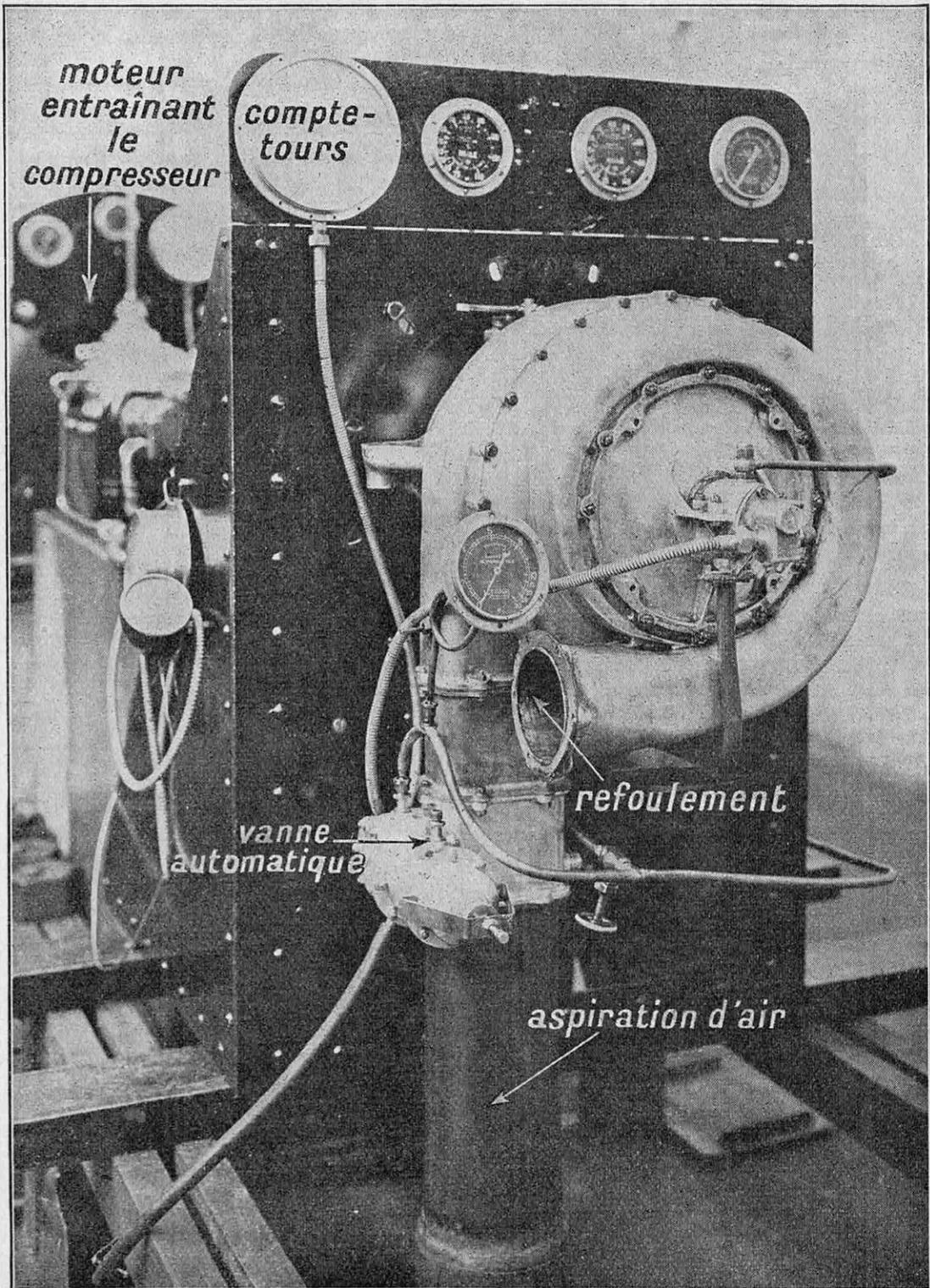


FIG. 1. — COMMENT ON ÉTUDIE, AU BANC D'ESSAIS, UN COMPRESSEUR A DEUX ÉTAGES
 Le compresseur est représenté, ici, monté sur son tableau de mesures, et actionné par un moteur spécial qui n'est utilisé à cet effet que pour les essais. Une vanne automatique règle la pression de refoulement. Pendant les essais, l'orifice de refoulement du compresseur est relié par un long tube à l'alimentation du moteur d'avion sur lequel le compresseur est destiné à être monté par la suite.

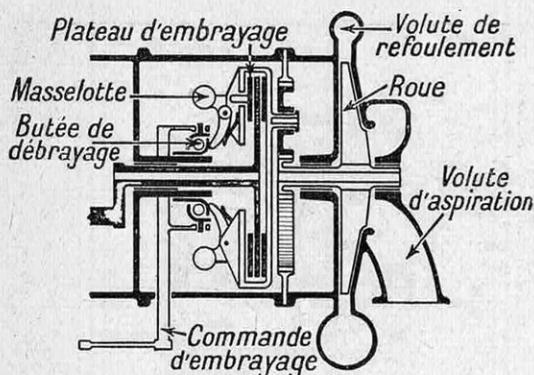


FIG. 2. — SCHÉMA DU DÉBRAYAGE SPÉCIAL QU'EXIGE UN COMPRESSEUR D'AVION

Le compresseur, quand il entre en action, ne doit rien changer au régime du moteur. La progression de l'embrayage (à disques) doit être, par conséquent, très douce et automatique.

Les compresseurs de suralimentation des moteurs d'avions et le « rétablissement » de la puissance en altitude

En présence de la clarté du problème, on pourrait s'étonner qu'on ait tant tardé à le résoudre, et qu'il ait fallu attendre 1932 pour entendre parler de projets d'avions « stratosphériques » (1), c'est-à-dire dont le système motopropulseur surmonterait l'inconvénient de la raréfaction de l'air, laquelle constitue, en outre, le plus bel atout aérodynamique de la cellule !

En réalité, on ne pouvait demander aux constructeurs de perfectionner leurs moteurs dans ce sens (que nous avons appelé « physiologique »), tant qu'ils n'avaient pas atteint le plafond des puissances brutes et des puissances massiques (allègement du cheval) en épuisant les moyens de la technique purement constructive (anatomique). Ce plafond étant aujourd'hui atteint, de l'avis des plus compétents, les techniciens se tournent donc vers la suralimentation.

Et, second point, la réalisation n'est pas sans apporter des difficultés propres. Il serait trop beau que la suralimentation ne présentât que des avantages !

Ce fut le grand spécialiste A. Rateau qui, dès la fin de la guerre, construisit les premiers turbocompresseurs d'alimentation. Ils étaient actionnés par les gaz d'échappement, la turbine et le ventilateur étant sur le même axe. En 1918, ce turbo, monté sur avion *Bréguet-4* (à moteur Renault, 300 ch), fit passer le *plafond* de cet appareil de 6.000 mètres à 10.000 mètres et sa *vitesse* de 150 à 215 km-heure (à l'altitude 5.000).

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 178, page 265.

L'appareil couvrit Paris-Pau en 3 heures, à 6.000 mètres ; Paris-Marseille en 3 h 10, à 3.500 mètres.

Depuis, la question a été travaillée en Allemagne, en Angleterre, en Italie, aux Etats-Unis, et en France par la Société Farman, sous la direction de l'éminent ingénieur spécialiste Waseige.

Aujourd'hui, deux sortes de compresseurs sont utilisés, les « centrifuges » et les « volumétriques ». Les premiers compriment l'air, à la périphérie de leurs rotors, par le seul effet centrifuge ; les seconds le compriment par les procédés classiques à palettes ou à lobes tournants. Ce dernier système est plus lourd, mais fournit une pression uniforme, quel que soit le nombre de tours : l'automobile, qui veut bénéficier de la suralimentation à des régimes très variés, adoptera donc un compresseur volumétrique. Le moteur d'avion, destiné, en principe, aux rotations uniformes, adoptera le compresseur centrifuge — dont le travail, régi par le carré de la vitesse de rotation, exige cette uniformité de rotation pour fournir une pression constante. Peu encombrant, le compresseur centrifuge pèse très peu : un moteur de 500 ch est couramment servi par un turbocompresseur de 32 kilogrammes.

La caractéristique essentielle de ces appa-

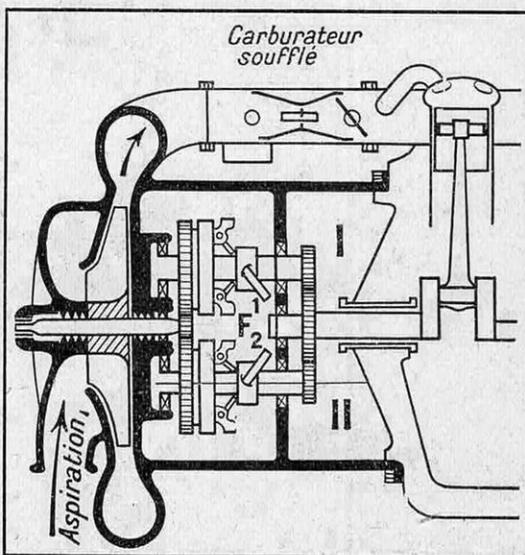


FIG. 3. — LE CHANGEMENT DE VITESSE D'UN COMPRESSEUR A UNE SEULE ROUE

Deux embrayages séparés I et II (du modèle indiqué dans le schéma précédent) correspondent chacun (par la démultiplication de leurs engrenages) à une vitesse différente. Le pilote les met en action successivement. Cet artifice ingénieux était le seul moyen de « passer les vitesses » dans les conditions requises d'un régime invariable.

reils n'est autre que le « rapport de compression », c'est-à-dire le rapport (toujours le même, pour chaque machine) qui relie la pression de l'air à l'entrée et la pression de l'air à la sortie. « Lorsqu'on parle de compresseurs, précise M. Waseige, il est aussi nécessaire de désigner le rapport de compression que de désigner la puissance, lorsqu'on parle d'un moteur. »

C'est ainsi que, si un avion dispose d'un compresseur dont le rapport est 2, il pourra rétablir la pression au sol (760 millimètres), et, par conséquent, sa propre « puissance » normale, à l'altitude 5.800 (où règne la pression 330 millimètres). On dit qu'il « rétablit » à 5.800.

Un compresseur dont le rapport est de 1 à 1,4 ne « rétablit » pas au-dessus de 2.800 mètres d'altitude.

Les difficultés de réalisation

Ceci étant compris, il est bien évident que plus le « rapport de compression » sera élevé et plus sera important le prélevement de puissance nécessaire pour l'actionner (1).

Si l'on accroît donc indéfiniment le rapport de compression en vue de rétablir la puissance motrice sur un palier d'altitude de plus en plus élevé, il arrive fatalement un

(1) Nous ne parlons pas du débit que nous supposons accordé, une fois pour toutes, à la cylindrée du moteur desservi.

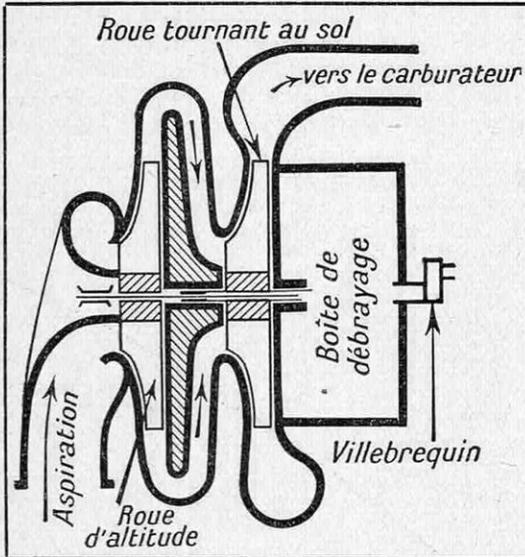


FIG. 4. — LE COMPRESSEUR A DEUX ROUES
 La première roue tourne dès le départ, au sol. En altitude, une seconde roue entre en action : elle rétablit la pression à l'aspiration de la première. Ainsi la « suralimentation » acquise dès le sol se trouve maintenue en altitude.

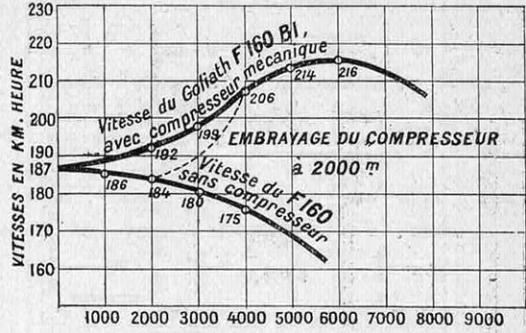


FIG. 5. — LES EFFETS DE LA SURALIMENTATION SUR LA VITESSE D'UN AVION, EN FONCTION DE L'ALTITUDE

moment où le gain de puissance n'est plus en rapport avec le prélevement exigé du moteur lui-même. Inconvénient qui se complique de l'accroissement de poids du compresseur. Le système a atteint son « plafond » utile.

En outre, plus le rapport de compression est élevé et plus l'air fourni aux carburateurs se trouve échauffé par cette compression, — condition d'allumage extrêmement mauvaise, car l'essence du carburateur se vaporise au lieu de s'atomiser. Dès lors, il faut penser à refroidir le circuit « compresseur-moteur », surtout si le moteur est à simple refroidissement d'air. Nouvelle complication.

Le compresseur appelle, d'autre part, un embrayage spécial, — puisqu'il ne doit entrer en action qu'en vol, à l'altitude choisie pour le « rétablissement ». Cet embrayage doit — sans ralentir le moteur de l'avion — faire passer le compresseur de zéro à 20.000 tours ! Problème délicat. Et, comme il est souhaitable d'utiliser le compresseur par paliers (par exemple à partir de 1.000 mètres, puis de 3.000, puis de 5.000), on a été conduit à ajouter, à ce premier embrayage, des changements de vitesse. Et tout cela doit fonctionner sans toucher au régime moto-propulseur de l'aéroplane.

Ces difficultés n'ont pas fait reculer les techniciens.

Les résultats obtenus à ce jour, grâce à la suralimentation

Notre rapide exposé touchant la suralimentation suffit à nous faire entrevoir que le progrès, dans cette voie, n'est pas illimité. On a parlé, peut-être trop légèrement, d'avions stratosphériques. Toutefois, la suralimentation peut fort bien porter l'altitude du voyage rapide aux environs de 10.000 mètres.

Pour une augmentation de poids totale de 80 kilogrammes, un moteur 500 ch Far-

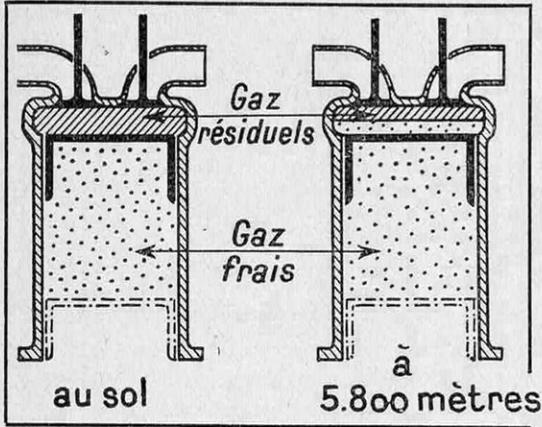


FIG. 6. — A HAUTE ALTITUDE, LES GAZ BRULÉS S'ÉCHAPPENT PLUS RAPIDEMENT ET PLUS COMPLÈTEMENT QU'AU SOL

On voit ci-dessus que la proportion de gaz résiduels est environ deux fois moins forte à l'altitude de 5.800 mètres qu'au sol.

man conserve sa puissance, grâce au compresseur, à l'altitude 5.500 mètres, tandis qu'il perdrait 50 % de cette puissance, en l'absence de cet auxiliaire. Le fait acquis, tout simplement merveilleux, est donc celui-ci : la puissance motrice se trouve *doublée* à 5.500 mètres et la vitesse accrue de 35 % (elle passe de 190 km-heure à 248 km-heure).

Cet accroissement de vitesse constitue d'ailleurs, répétons-le, le prodige de l'aviation. Alors qu'aux environs de 200 à l'heure, l'auto la plus aérodynamique n'avancerait guère que de 10 à 15 % pour le même gain de puissance, l'avion, lui, voit sa finesse augmentée, l'incidence de vol réduite et sa résistance à l'avancement diminuer. Et ce « gain de puissance » n'exige aucun notable accroissement de la machinerie : il revient, en définitive, à la *conservation* de la puissance du moteur dans l'atmosphère raréfiée — qui est le véritable élément de l'avion.

Il faut regretter, avec M. Waseige, que les records officiels de vitesse s'établissent encore au sol, non à 5.500 mètres. Car, à cette altitude, avec le même moteur *suralimenté*, le record passerait immédiatement de 500 à 675 km-heure.

Ajoutons que la suralimentation permet une grande vitesse d'ascension, ainsi que le transport de lourdes charges à haute altitude (Coupet a monté à 7.507 mètres une charge utile de 2 tonnes, avec deux moteurs de 500 ch *suralimentés*).

Le vol rapide en altitude par suralimentation a donc à parcourir toute une carrière triomphale et imminente.

Le second atout de la motopropulsion en sa forme actuelle : l'hélice à pas variable

Et voici que le propulseur, l'hélice commence à s'assouplir pour s'adapter, à l'instar du moteur, aux hautes altitudes.

Le problème de l'hélice est d'un énoncé très simple : *le propulseur doit, en principe, brasser une masse d'air constamment proportionnelle à la puissance du moteur.* Telle est la règle du bon rendement de la « motopropulsion » (1).

Au sol, l'air est plus dense qu'en altitude. Comme, grâce à la suralimentation, l'ensemble du groupe motopropulseur tourne désormais à *la même vitesse*, à 5.500 mètres et au sol, l'hélice brasse, à 5.500 mètres, le même volume d'air, mais non la même masse. Celle-ci a diminué environ de moitié, comme la densité aérienne elle-même. Pour rétablir la proportion de la masse brassée à la puissance motrice (demeurée intacte), trois solutions se présentent, au choix : 1° accroître, en vol, le diamètre de l'hélice ; 2° accroître sa vitesse de rotation ; 3° accroître l'incidence de ses pales, c'est-à-dire son « pas ».

La première solution n'est peut-être pas utopique ; ni la seconde, qui exigera seulement l'invention pratique d'un changement de vitesse continu (que l'auto adopterait d'ailleurs sans plus tarder). Mais la plus logique des trois est incontestablement la dernière. Ayant à brasser *la même masse* d'un air *plus dilué*, l'hélice doit accentuer l'incidence de ses pales, c'est-à-dire mettre les bouchées doubles. Ainsi, son

(1) Nous adoptons cette formule dynamique et abrégée du travail de l'hélice de préférence à son analyse cinétique, qui a été fort bien traitée par M. Desgrandschamps dans *La Science et la Vie* de 1932, n° 183, page 235.

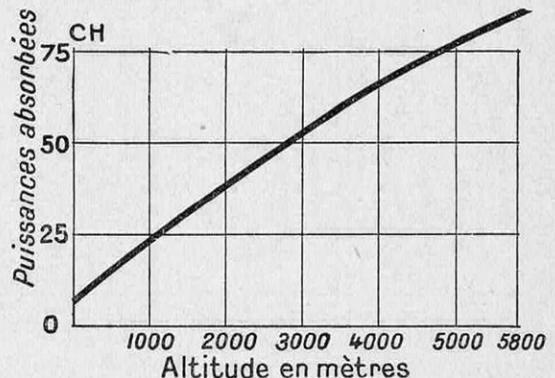


FIG. 7. — COURBE MONTRANT LA PUISSANCE ABSORBÉE POUR LE FONCTIONNEMENT DU COMPRESSEUR EN FONCTION DE L'ALTITUDE

« pas », — l'équivalent du « pas de vis » considéré le long de son trajet hélicoïdal qui se « visse », en effet, dans l'espace (1), — le « pas » de l'hélice devient ainsi, par la nécessité même du rendement, un « pas » de géant. Ici encore, l'aérodynamique de l'hélice « appelle » la vitesse, tout comme l'appelait celle de la cellule (2).

Les différentes réalisations d'hélices à pas variables

Pas plus que nous ne l'avons fait pour les compresseurs, nous ne saurions nous étendre beaucoup sur la technique de réalisation de l'hélice à pas variable.

Il faut nous en tenir à la connaissance des principes dont les schémas ci-joints figurent d'intéressantes illustrations.

Sachons toutefois que l'on décompose en trois catégories les hélices à pas variables aujourd'hui réalisées : 1° l'hélice automatique ; 2° l'hélice à pas commandé ; 3° l'hélice automatique à régime commandé.

L'hélice automatique est celle dont le pas augmente automatiquement à mesure que le moteur tend à tourner plus vite, — ce qui ne manque pas d'arriver quand la puissance du moteur ne trouve pas tout son emploi : le moteur « s'emballé ». En s'emballant, la rotation introduit un accroissement de la force centrifuge à laquelle sont soumises les pales. Par divers systèmes, tous plus ingénieux les uns que les autres, le constructeur emploie cette force centrifuge à faire pivoter les pales sur leurs axes, jusqu'à ce que l'accroissement de l'incidence augmente leur travail, donc l'énergie empruntée au moteur. Le ralentissement s'en-

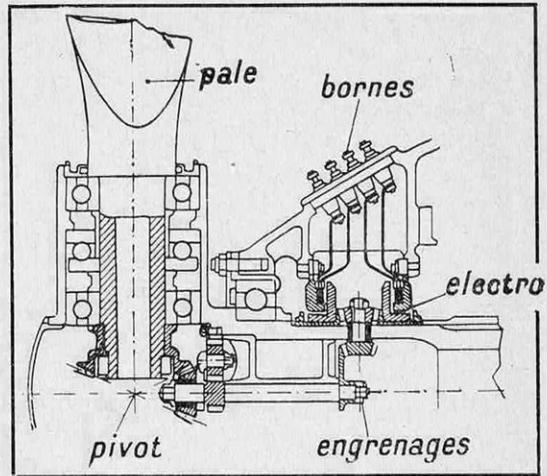


FIG. 9. — L'EMBRAYAGE ÉLECTROMAGNÉTIQUE « COTAL » APPLIQUÉ A LA VARIATION DE PAS D'UNE HÉLICE « RATIER »

La commande s'effectue par la mise en circuit de bornes qui apportent, à l'électro de commande, des intensités de courant progressives. L'électro agit en conséquence sur les engrenages, dont le train (visible sur la figure) déclenche un pivotement plus ou moins accentué de l'hélice.

suit. L'hélice devient ainsi le « régulateur à force centrifuge » du moteur. Qu'il soit ou non suralimenté, l'hélice automatique devient, pour tout avion, un organe tellement logique que le moindre avion de tourisme ne saurait bientôt s'en passer. L'hélice automatique assure d'excellents décollages, puisqu'elle moule son effort sur celui du moteur durant l'essor.

Mais, à vrai dire, la suralimentation intervient dans le « régime » ; le rétablissement de la puissance (à 6.000, par exemple) dépasse le but (grâce à la dépression atmosphérique qui soulage l'échappement), tant et si bien que le moteur, qui tournait à 500 tours au sol, donne 600 tours à 6.000 mètres. Dans ces conditions, le réglage automatique de l'incidence des pales ne suffit plus. Il convient que le pilote puisse l'effectuer lui-même en fonction de la vitesse de rotation du moteur. Blériot, Chauvière, Ratier, en France, sans parler des constructeurs étrangers, ont établi d'excellents modèles d'hélices à pas commandé.

Si, maintenant, on applique à une hélice à pas variable automatique un système de changement de vitesse, on obtient ainsi la troisième catégorie de ce genre d'hélices : l'automatique à régime commandé. Ce dispositif réunit les avantages des deux solutions envisagées plus haut : la variation d'incidence et la variation de régime.

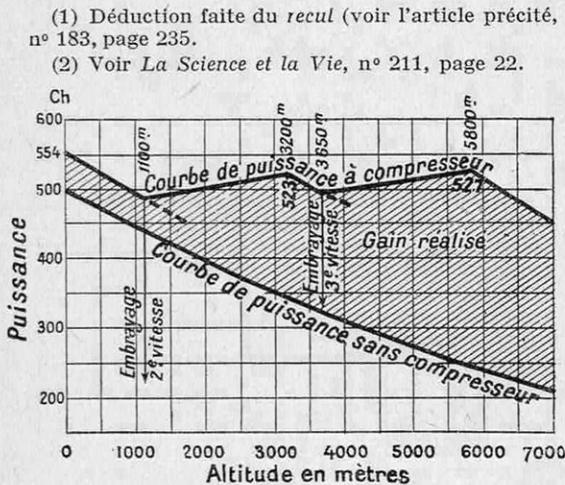


FIG. 8. — L'EMPLOI D'UN COMPRESSEUR A DEUX ÉTAGES PERMET DE « RÉTABLIR » LA PUISSANCE DU MOTEUR JUSQU'À 5.800 MÈTRES

(1) Déduction faite du recul (voir l'article précité, n° 183, page 235.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 211, page 22.

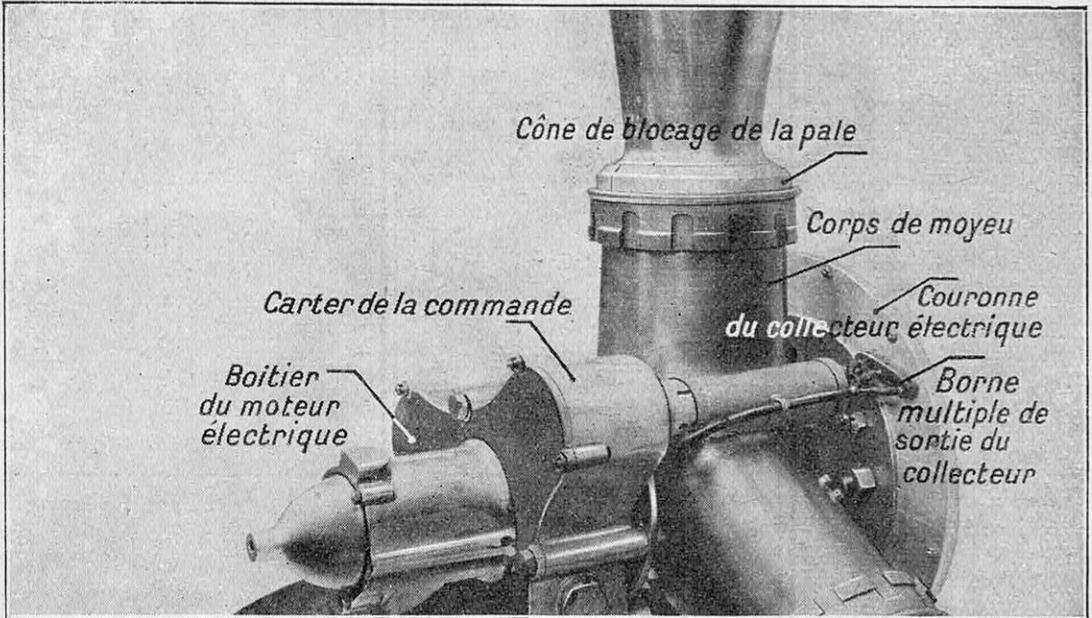


FIG. 10. — LE MOYEU DE L'HÉLICE A PAS VARIABLE « RATIER » REPRÉSENTÉE CI-DESSOUS

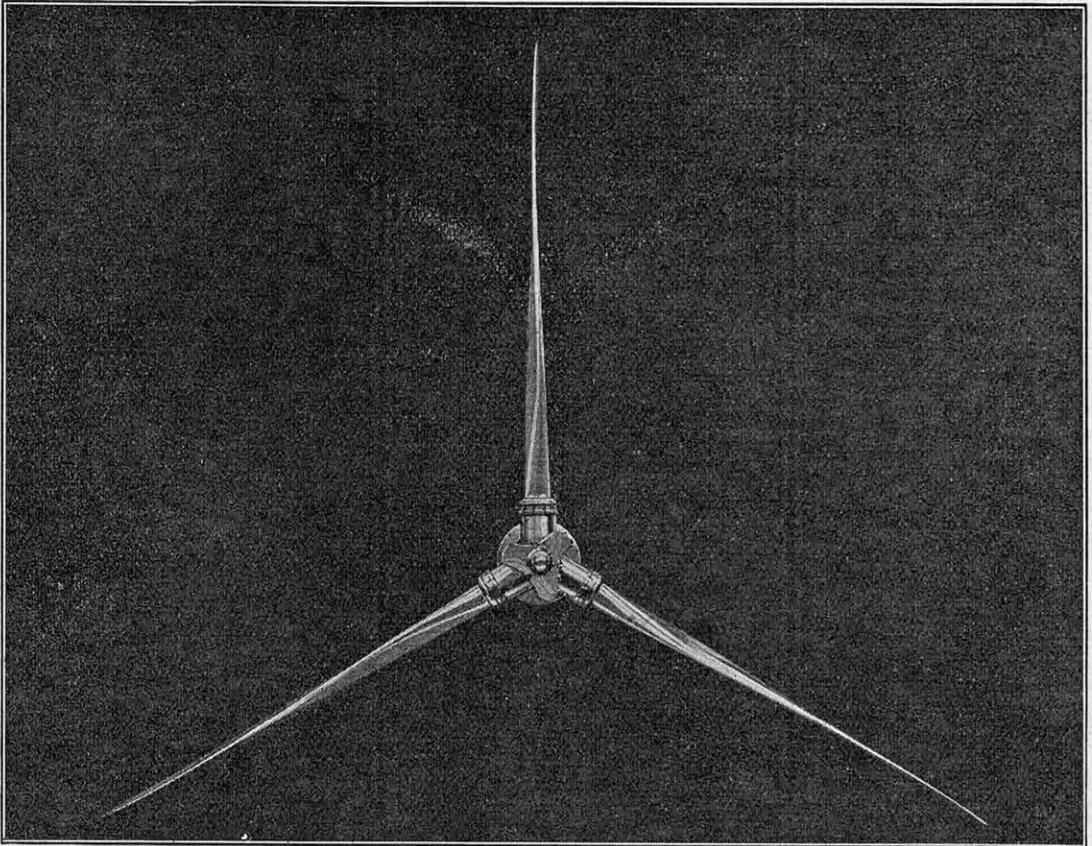


FIG. 11. — HÉLICE « RATIER » A PAS VARIABLE

Cette hélice atteint le maximum de variation de pas qu'il a été possible de réaliser à l'heure actuelle. Ici, les pales, mises « en drapeau », ne mordent plus sur l'air. Encore un progrès, et le pas « renversé » permettra à l'hélice de freiner à l'atterrissage par l'action du moteur.

Il ne semble pas douteux que cette dernière solution soit celle de l'aéroplane qui vient. Grâce à l'accumulation de toutes les ressources *mécaniques* présentes, l'avion ainsi équipé se trouvera en mesure d'utiliser enfin rationnellement les ressources que lui offre son élément naturel : la haute atmosphère. A ce moment seulement, la conception « moteur-hélice » donnera tout ce qu'elle peut donner : c'est-à-dire le maximum de *rendement économique* et le *maximum de vitesse*.

La variation du pas de l'hélice au gré du pilote doit même atteindre logiquement à la « réversibilité », en sorte que l'énergie motrice puisse, au moment précis de l'atterrissage, se traduire par un véritable coup de frein. Conjointe à l'action des dispositifs hypersustentateurs, cette manœuvre du renversement du pas d'hélice permettra probablement d'atterrir à 50 à l'heure, à un aéroplane qui, dix minutes plus tôt, filait à 800 kilomètres dans l'air raréfié, vers 10.000 mètres d'altitude.

Est-ce là le dernier mot? Pas le moins du monde. Et c'est l'abandon de la moto-propulsion par hélice qui, dès maintenant, doit être envisagé et préparé.

L'avion « à réaction » est à l'étude

L'avion a emprunté l'hélice au navire, comme le navire avait, jadis, emprunté la roue à la voiture. Le bateau s'est dépouillé de la roue à aubes, malgré ses succès incontestables. De même, l'aéroplane — au moins le long courrier — abandonnera l'hélice, dont nous venons d'analyser les sérieux démêlés avec l'océan aérien. Celui-ci, compressible et de densité variable, n'est que de très loin comparable à l'océan marin, incompressible et de densité invariable, bref « fluide parfait » pour lequel l'hélice fut inventée.

Quel sera donc le mode de propulsion rationnel de l'aéroplane? Aucun doute : la propulsion par réaction.

Il ne s'agit pas, insistons-y, de l'utopique « fusée » à explosifs. La fusée, qui emporte avec elle, en comburant, quatre fois le poids du combustible, est un véritable contre-sens du point de vue pratique. Seulement, elle fournit, aux yeux de tous, le schéma parfaitement clair du moteur à réaction. Grâce à l'explosif complet qu'elle prétend utiliser, la fusée a, pour élément naturel, *le vide*. Laissons-lui donc l'espace intersidéral cher

aux « astronautes », et demeurons sur terre avec les techniciens de l'aviation.

Dès 1917, un ingénieur de grande science, M. Mélot, a construit et expérimenté, au laboratoire d'essais des Arts et Métiers, un « propulseur » composé de *trompes en série*, dont *La Science et la Vie* exposait le fonctionnement dès le mois de mars 1921 (1). Un *brûleur*, alimenté par de l'air comprimé et du combustible liquide, fournit un jet gazeux dont la vitesse d'échappement peut atteindre la valeur considérable de 1.700 mètres par seconde.

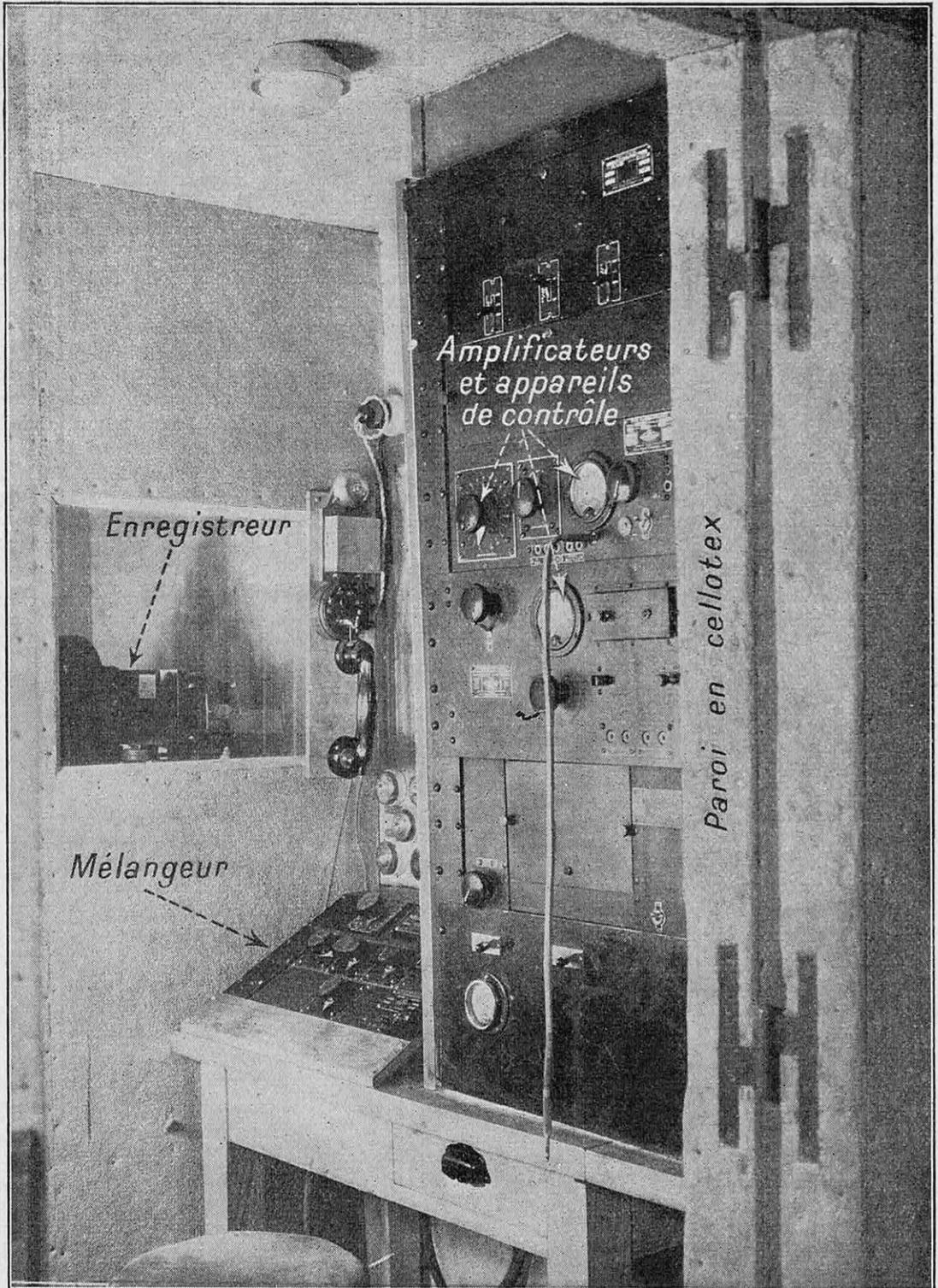
La réaction de ce jet *sur l'air ambiant* (nous n'invoquons plus ici le principe de la fusée théorique) provoque un effort de traction en sens inverse de l'échappement. C'est cette traction qui doit entraîner l'avion porteur du « propulseur-trompe ».

Les expériences effectuées sous le contrôle des Services de la Technique aéronautique ont confirmé les prévisions : avec une dépense de combustible équivalant à celle d'un moteur d'environ 50 ch, le propulseur-trompe Mélot a donné, au banc d'essai, une force de traction de 30 kilogrammes. En marche, le rendement croîtrait avec la vitesse. Dès que l'avion atteindrait la vitesse de 350 km-heure, la consommation *par cheval-heure utile à la propulsion* tomberait au même niveau que celle du moto-propulseur actuel, à hélice. Au-dessus de cette vitesse, la consommation à l'heure est nettement à l'avantage du propulseur-trompe. A 1.000 kilomètres à l'heure, elle descend aux environs de 70 % des taux actuels les plus courants. Mais on fait, à ce moment, du 1.000 à l'heure ! Autrement dit, pour la même consommation de carburant, non seulement on tient l'air plus longtemps qu'avec le motopropulseur à hélice, mais encore on fait plus de chemin que n'en a fait sur ses « bases » du lac de Garde, et pendant quelques minutes seulement, l'hydravion d'Agello.

Comment une telle réalisation *économique* est possible dès aujourd'hui, comment les principes en sont déjà posés, avec expériences et calculs à l'appui, nous l'exposons prochainement, car, faute d'une documentation très complète (qui ne saurait trouver place à la fin de cette étude), de telles affirmations pourraient être mises, avec juste raison, sur le compte de la « folle du logis ». Nous voulons éviter ce reproche.

JEAN LABADIÉ.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 55, page 321.



(Studios « Fache-Natan »)

COMMENT EST AGENCÉE UNE CABINE D'ENREGISTREMENT « R. C. A. »

La cabine, mobile, est constituée par d'épaisses parois en cellotex qui assurent un isolement sonore parfait, en arrêtant tous les bruits provenant de l'extérieur. Elle est divisée en deux compartiments. Dans le premier se trouvent les amplificateurs, le mélangeur, les appareils de contrôle et un haut-parleur. Dans le second, qui communique avec le premier par une ouverture vitrée, se trouve l'enregistreur proprement dit.

VOICI LES DERNIERS PROGRÈS RÉALISÉS PAR LE CINÉMA SONORE

Par Pierre KESZLER

Les premières réalisations vraiment pratiques de cinéma sonore datent, comme on le sait, de six ans à peine. Dès cette époque, les résultats obtenus par les principaux procédés que nous avons eu l'occasion de présenter ici (1) étaient assez satisfaisants pour justifier l'essor prodigieux qui s'ensuivit dans le monde et qui a bouleversé nos mœurs. Néanmoins, il subsistait encore de graves défauts dans la reproduction des sons, ne fût-ce que le « bruit de fond » qui se superposait aux paroles des acteurs en les déformant. Nous exposons ci-dessous les remarquables et récents progrès qui ont été réalisés dans ce domaine, et qui ont permis d'améliorer considérablement les qualités techniques du « cinéma parlant ». C'est à ces dernières recherches que nous devons cette mise au point — quasi parfaite — que l'on rencontre maintenant dans la plupart des salles d'audition équipées avec un matériel moderne.

IL n'y a guère plus de six ans que la pellicule cinématographique parlante s'est répandue. A l'époque de son apparition, on jugea que la perfection atteinte était suffisante, non seulement pour lancer toute l'industrie cinématographique sur cette voie, mais encore pour considérer comme quasi définitif le stade auquel on était parvenu. En effet, la parole était parfaitement compréhensible et la musique convenablement reproduite.

L'oreille pourtant, étant revenue de sa stupéfaction première, s'aperçut que la pellicule sonore présentait quelques défauts sérieux. Tout d'abord, en l'absence même de tout bruit, un souffle parfois assez intense se faisait entendre, qui obligeait les acteurs à enfler les nuances de leur interprétation pour les rendre perceptibles. D'où le désaccord flagrant entre le soupir, vu sur l'image, et le soufflet de forge le reproduisant dans les haut-parleurs. En termes techniques, on disait que le niveau de fond était trop élevé. On chercha quelles étaient les causes essentielles du bruit de fond. Il y en a trois. D'abord le souffle des amplificateurs d'enregistrement, ensuite le souffle des appareils de reproduction, enfin les imperfections de la surface sensible de la pellicule.

Passons sur le souffle des amplificateurs, qu'on est parvenu à réduire dans une très large mesure et qui ne constitue plus aujourd'hui une gêne bien sensible.

Par contre, il est intéressant d'étudier comment on a vaincu, sinon totalement, du moins très suffisamment, les obstacles dres-

sés par la pellicule elle-même. En même temps que la réduction du bruit de fond, on s'appliqua à rechercher l'élargissement de la bande des fréquences acoustiques susceptibles d'être enregistrées.

Deux procédés ont été mis au point pour parvenir à ce double résultat. Chacun d'eux prend son point de départ dans l'une des deux théories fondamentales de l'enregistrement cinématographique (1).

La Science et la Vie a exposé en son temps (2) le principe de chacun de ces deux systèmes. L'un a pour base la densité variable, l'autre l'aire variable. Rappelons à cet effet que, sur l'étroite piste sonore pratiquée sur le côté du film, on peut inscrire photoélectriquement les variations de courant représentant le son, soit en dessinant sur la piste des dents de scie empiétant plus ou moins sur l'aire claire de la piste, soit en divisant cette piste, dans sa longueur, en raies alternativement claires, sombres ou grises, la quantité de lumière devant traverser la piste, dans un cas comme dans l'autre, étant ainsi exactement proportionnelle aux variations du courant de modulation.

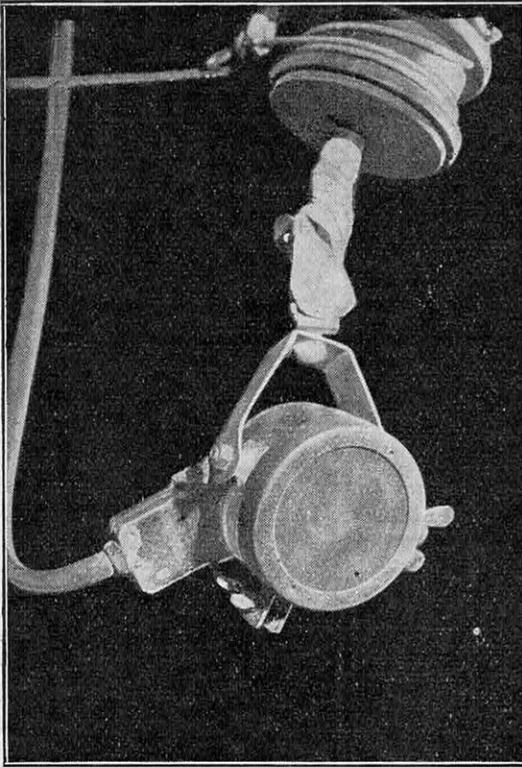
Les défauts de la pellicule

Quel que soit le procédé employé, en l'absence de toute modulation, la piste sonore restait, sur la copie positive, entièrement transparente. Or, l'émulsion photographique est constituée par l'aggloméra-

(1) Il existe, en fait, plus de deux systèmes d'enregistrement de films, mais tous relèvent, plus ou moins directement, des méthodes que nous écrivons.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 153, page 179.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 153, page 179.



(Micro « Western-Electric »)

FIG. 1. - LE MICROPHONE ÉLECTRODYNAMIQUE

De volume réduit, très peu encombrant, le microphone électrodynamique est aussi d'une très grande sensibilité. Il se compose essentiellement d'une petite bobine mobile, solidaire d'une membrane, se déplaçant dans le champ d'un aimant. Les variations de champ magnétique résultant des mouvements de la bobine induisent, dans son enroulement, un courant modulé qu'on amplifie ensuite.

tion d'une infinité de grains, imperceptibles certes à l'œil nu, mais que le microscope, ou même une forte loupe, révèle. Ces grains, ayant un pouvoir réfringent sur les rayons lumineux, la cellule photoélectrique chargée de lire la piste sonore enregistrera des variations d'intensité lumineuse, alors même qu'on n'a rien inscrit sur le film. Deuxième cause de troubles, les poussières. Les pellicules, à force de passer et repasser dans les divers appareils, se chargent par frottement d'une certaine quantité d'électricité. Rien n'est plus propice pour collecter toutes les poussières en suspension. Or, les poussières sont opaques et provoquent, elles aussi, des variations de lumière qui, ajoutées à celles dues à la granulation, engendrent le bruit de fond.

La solution qui se présente immédiatement à l'esprit consiste donc à transformer l'aire claire traduisant l'absence de son en

une aire sombre, dans laquelle la granulation n'aura presque aucune importance, et sur laquelle les poussières, opaques sur fond sombre, ne seront plus visibles de la cellule lectrice. Dès qu'un son doit être enregistré, un dispositif automatique libérera une partie suffisante de la piste pour que les variations de courant puissent s'inscrire.

Une première réalisation comportait un volet opaque, mobile, qu'une dérivation de l'amplificateur déplaçait devant le rayon lumineux d'enregistrement, selon l'intensité de la modulation. Mais on sait que l'inertie des appareils mécaniques, même très légers, est encore beaucoup trop grande. On abandonna presque aussitôt cette idée, et les ingénieurs mirent au point deux systèmes purement électriques.

Le procédé moderne à densité variable

C'est la *Western Electric Cy* qui est la championne du procédé à densité variable. Elle a donc utilisé, pour la prise de son, les appareils qui, en d'autres domaines, lui donnent pleine satisfaction. C'est ainsi que, dans un studio sonore équipé par cette société, nous trouvons le microphone électrodynamique. Fondé sur le principe de l'induction provoquée dans un solénoïde se déplaçant à l'intérieur d'un champ magnétique, le microphone électrodynamique est un des plus fidèles que l'on connaisse. On se sert aussi du microphone électrostatique, fondé, lui, sur la propriété des condensateurs, de varier de capacité en fonction de la

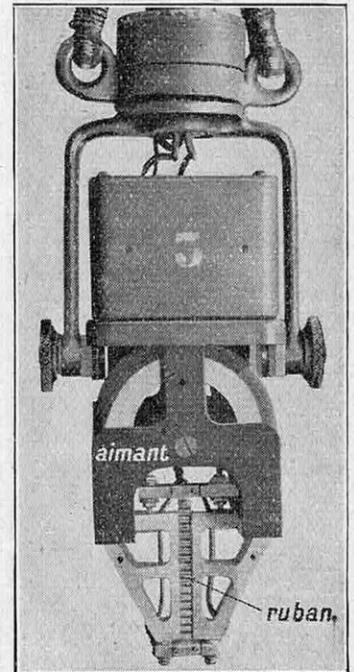


FIG. 2. — LE MICROPHONE A RUBAN

On distingue parfaitement, sur cette photo, l'aimant permanent ainsi que le ruban plissé qui constituent les organes essentiels de l'instrument. Un carter métallique ajouré protège le ruban des chocs extérieurs.

(Micro « R. C. A. »)

La solution qui se présente immédiatement à l'esprit consiste donc à transformer l'aire claire traduisant l'absence de son en

distance qui sépare les armatures. Une des deux armatures est en contact avec l'air ambiant, les variations de pression de cet air soumis aux ondes sonores provoquant son déplacement par rapport à l'autre armature. Ces modifications de distance entraînent une variation de capacité exactement proportionnelle aux impulsions sonores, et il n'est plus que de transformer ces variations en courant électrique.

L'avantage résultant de l'utilisation de ces deux types de microphone est précisément de supprimer, dès l'origine, une cause importante de bruit de fond. Comme, au repos, ils ne sont parcourus par aucun courant, — à l'inverse des microphones à grenaille de charbon, — le niveau d'enregistrement se trouve abaissé, et il sera possible de capter des sons plus ténus. Les amplificateurs, mélangeurs, potentiomètres de réglage, sont étudiés tout spécialement pour que, d'abord, ils n'introduisent

qu'un minimum de distorsion dans le son enregistré et, ensuite, pour ne pas provoquer de souffle. On n'utilise donc les lampes amplificatrices que dans les limites les plus judicieuses de leur fonctionnement, sans exiger d'elles un rendement théorique élevé.

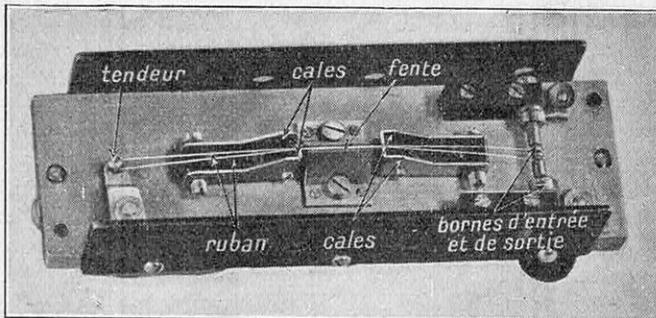
Le robinet de lumière

Et nous arrivons à l'appareil d'enregistrement proprement dit. Il se compose essentiellement d'une lampe électrique puissante, d'un système optique concentrant le faisceau lumineux sur le dispositif appelé par les inventeurs *light-valve* (en français, robinet de lumière), d'un autre système optique reproduisant sur la pellicule sensible l'image du robinet de lumière, du dérouleur de film enfin.

Ce robinet de lumière mérite une attention toute particulière. C'est l'âme de tout le procédé. Devant une fente pratiquée dans un bloc métallique sont tendus deux rubans de duralumin. Quand nous disons *ruban*, il faut comprendre un fil de section rectangu-

laire. Ce ruban est si mince et si étroit qu'on ne distingue sa forme qu'en le regardant avec un important grossissement. La fente ne mesure, en effet, que 15 centièmes de millimètre en largeur, les rubans étant disposés de telle façon sur des cales que, dans la position de repos, ils laissent entre eux un espace, axé sur la fente, d'une largeur de 2,5 centièmes de millimètre. Si on les rapproche jusqu'à les joindre, les bords extérieurs sont encore assez éloignés de la ligne médiane pour ne pas découvrir les côtés de la fente. On comprendra sans peine que le réglage des robinets de lumière doit être effectué minutieusement au microscope.

Quand nous disons *les rubans*, il s'agit en réalité d'un seul fil, qui, serré à une extrémité dans une borne, court sur les cales et la fente, tourne sur une poulie fixée à l'autre extrémité, repasse sur la fente, et vient s'attacher à une seconde borne située à côté de la borne de départ.



(Enregistreur « Western-Electric »)

FIG. 3. — LE ROBINET DE LUMIÈRE

Le robinet de lumière est l'âme de l'enregistrement. Le ruban de duralumin part d'une des deux bornes situées à droite, passe sur la première cale, court au-dessus de la fente, touche la seconde cale, tourne sur la poulie du tendeur, fait le parcours inverse en s'appuyant sur les deux autres cales et vient prendre appui sur la seconde borne de droite.

Toute la partie du fil comprise entre les cales, donc devant la fente, est placée au centre d'un champ magnétique intense (9.000 gauss).

Si l'on se souvient alors de la propriété des courants électriques soumis à un champ magnétique, on comprendra que le fil, parcouru par un courant variable, sera soumis à des forces tendant, selon le sens du courant, à rapprocher les deux sections de fil ou à les éloigner l'une de l'autre. On règle alors la prise de son et on note sa valeur pour la modulation maximum, c'est-à-dire pour celle qui détermine l'oscillation optimum des deux portions de ruban. A ce moment, l'écartement maximum atteint 5 centièmes de millimètre, et le rapprochement est tel que les rubans s'entre-choquent. L'ingénieur du son agissant sur le potentiomètre général, ramène alors le taux de modulation à une valeur légèrement inférieure, qui permet l'enregistrement de toutes les nuances sonores sans arriver à la saturation du robinet de lumière. Le film se dérou-

lant à vitesse rigoureusement constante (environ 45 centimètres par seconde), l'émulsion sensible recevra une quantité de lumière proportionnelle aux variations du courant. Au développement, on distinguera sur la piste sonore une série de stries horizontales allant du noir à la transparence, en passant par toute la gamme des gris.

La réduction du bruit de fond

En l'absence de courant modulé, le ruban se trouve au repos, c'est-à-dire que ses bords sont écartés de 2,5 centièmes de millimètre. La quantité de lumière traversant la fente est suffisante pour impressionner assez énergiquement le film négatif et provoquer, sur le positif, une aire claire propice au bruit de fond. Pour réduire cette quantité de lumière, il faut rapprocher les bords, et, à cet effet, on fait passer dans le ruban un courant permanent fourni par un générateur extrêmement régulier, accumulateur ou pile. L'espace séparant les bords n'est plus alors que de 7 millièmes de millimètre. Mais ce courant, s'il était de valeur constante, s'opposerait aux mouvements des rubans ou, du moins, limiterait considérablement leur amplitude. Il faut donc en annuler l'effet en fonction de la valeur des variations à inscrire. Par un artifice électrique ingénieux, on y parvient aisément. On prélève, à la sortie de l'amplificateur alimentant le robinet de lumière, une fraction de courant modulé qu'on amplifie fortement. Au moyen d'un redresseur cupoxyde, on transforme ce courant de forme alternative en courant de forme continue, d'intensité variable.

La force électromotrice de sens constant ainsi obtenue est appliquée en opposition à la source du courant permanent. Comme la tension maximum obtenue après le redresseur est égale, ou légèrement inférieure, à la tension de polarisation, l'effet de rapprochement des rubans est ainsi exactement proportionné à l'amplitude des variations à inscrire, et c'est là le but cherché.

Le réglage du robinet de lumière

Bien que les détails d'application sortent un peu du cadre de cette étude, nous croyons intéressant de montrer comment, par un procédé électrique fort élégant, on règle le robinet de lumière.

En effet, un fil tendu, comme une vulgaire corde à piano, possède une période propre de vibration, et il ne faut pas que cette période se trouve dans la gamme des fréquences à reproduire, sous peine d'introduire des résonances fâcheuses. Comme on est tenu à une

tension assez considérable, pour que la rigidité soit suffisante, il ne peut être question de choisir cette période propre au-dessous de 50 périodes par seconde.

On se résout donc à porter cette période au-dessus de la gamme admise, c'est-à-dire au-dessus de 10.000 périodes par seconde. Cela entraîne une tension considérable du fil. Mais comme il faut toutefois limiter cette tension au strict minimum pour éviter une rupture, on la règle très exactement. Pour arriver à ce but, on place le robinet de lumière entre une source lumineuse et une cellule photoélectrique. Au moyen d'un circuit hétérodyne étalonné, on envoie dans le ruban des fréquences connues. Aussi longtemps qu'il n'y a pas résonance entre les impulsions relativement faibles du circuit hétérodyne et la période propre du ruban, les variations de lumière sont insignifiantes. Un circuit de mesure couplé à la cellule photoélectrique indiquera un chiffre uniforme. Si, au contraire, la période de l'hétérodyne et celle du ruban coïncident, l'amplitude va devenir considérable et on observera une déviation de l'appareil de mesure. On lit alors la fréquence fournie par l'hétérodyne ; c'est le même chiffre que celui qui mesure la période du ruban. En admettant une résonance à 10.500 périodes, par exemple, on est certain d'éviter la rupture, et on n'a pas à redouter des mouvements intempestifs du ruban au cours de l'enregistrement de fréquences toutes inférieures à ce chiffre.

Le procédé à aire variable

La *Radio Corporation of America (R.C.A.)* est restée fidèle à l'enregistrement à aire variable et densité constante. De même que pour le procédé Western-Electric, dit *noiseless* (silencieux), ce n'est pas seulement l'enregistreur proprement dit qui a été perfectionné, mais l'ensemble de tous les appareils. Le microphone dit microphone à ruban est d'un type absolument original. Dans le champ d'un puissant aimant permanent se trouve un ruban métallique plissé. Si un son se produit, le ruban entre en vibration, ses mouvements étant, comme n'importe quelle membrane, proportionnels à l'intensité sonore, d'une part, et d'une fréquence égale aux impulsions acoustiques, d'autre part. Or, ce ruban constitue une portion de circuit électrique, mobile en quelque sorte dans un champ magnétique. Tout déplacement de ce conducteur entraînera un courant induit, qui sera l'image électrique du son. Un transformateur élève immédiatement la tension induite. Par ce

procédé, comme par celui du micro dynamique ou du micro statique, on évite le souffle des micros à grenaille et la fidélité obtenue est excellente. En outre, le micro à ruban possède un effet directif très marqué, ce qui est facile à comprendre, puisque les ondes sonores le frappant normalement auront un effet mécanique beaucoup plus grand que celles qui l'atteindront latérale-

tif du micro de la cabine d'enregistrement.

Dans cette dernière, nous trouvons de nouveaux amplificateurs, le mélangeur, les appareils de contrôle, et, enfin, l'enregistreur proprement dit.

Le triangle mobile

Comme dans l'ancien procédé R. C. A., l'âme du système est constituée par un galva-

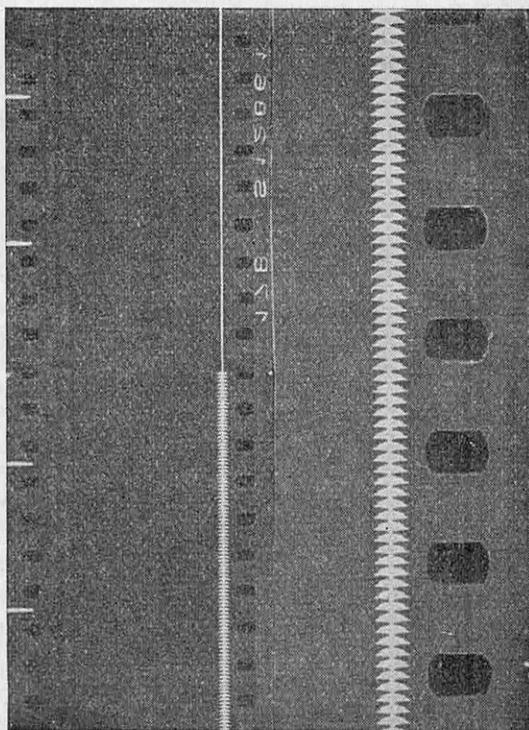
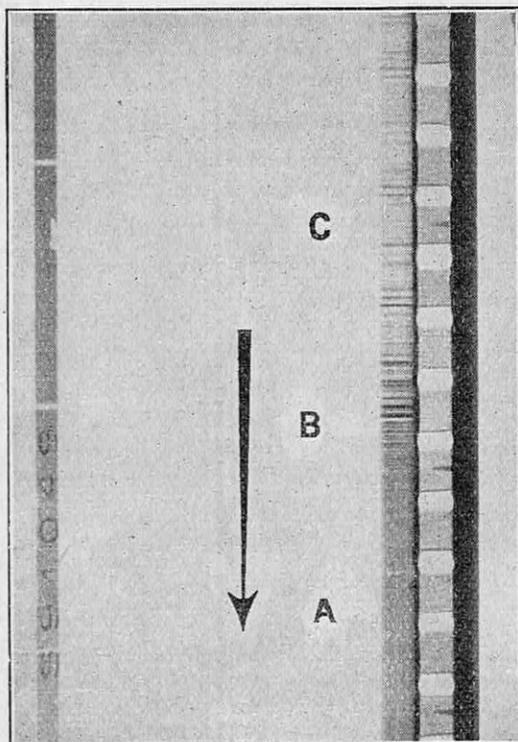


FIG. 4. — VOICI, A GAUCHE, LA PISTE SONORE DU FILM ENREGISTRÉ A DENSITÉ VARIABLE, ET, A DROITE, LA PISTE SONORE DU FILM ENREGISTRÉ A DENSITÉ CONSTANTE

Figure de gauche : Pour faciliter l'intelligence de la photo, notre cliché représente un film grossi deux fois environ. La flèche indique le sens de déroulement du film. En A, pas de modulation, la piste est sombre. En B, une note de piano s'inscrit en une suite de stries parallèles d'opacité variable. A mesure que le son s'affaiblit, les stries sont de moins en moins intenses, et le film tend à redevenir opaque (C). Le passage de A à C dure environ $1/10^e$ de seconde. — Figure de droite : Lorsque aucun son n'est enregistré, l'aire transparente se réduit à un étroit pinceau de $5/100^e$ de millimètre. L'action de la modulation se traduit par un élargissement de l'aire transparente, selon un dessin symétrique visible dans la partie basse de la figure. Sur le cliché, on voit : à gauche, le film grandeur naturelle ; à droite, un agrandissement montrant le détail du dessin (grossissement, trois fois environ).

ment. Dans certains cas, cet effet directif peut être avantageusement utilisé pour augmenter le relief sonore et limiter le champ auditif de la prise de son.

Comme le courant fourni par ce microphone est extrêmement faible, on ne lui impose pas un trop long parcours dans une ligne, et on l'amplifie, au moyen d'un pré-amplificateur, avant d'attaquer le chemin parfois important qui sépare le champ audi-

nomètre à miroir, extrêmement sensible, qui renvoie sur la piste du film un pinceau lumineux reçu d'une lampe appelée excitatrice.

Mais, tandis qu'auparavant le pinceau lumineux était plat et recouvrait une largeur plus ou moins grande de la fente placée devant le film, en se déplaçant latéralement, c'est maintenant un triangle isocèle qui se déplace verticalement devant la fente. Quand le galvanomètre est à une extrémité

de sa course, seule la pointe du triangle affleure la fente et, par conséquent, seul un mince pinceau de 5 centièmes de millimètre impressionne la pellicule. Si le galvanomètre passe à l'autre extrémité de sa course, c'est la base du triangle qui vient recouvrir la fente, l'éclairant dans toute sa largeur et impressionnant le film également sur toute la largeur de la piste. Les variations de courant dans le galvanomètre imprimant un mouvement de va-et-vient au triangle, les sons s'inscrivent sur la pellicule en dents de scie symétriques par rapport à un axe médian.

La réduction du bruit de fond

Si l'on n'avait pas prévu un dispositif spécial destiné à réduire le bruit de fond, le

plus sûrement encore tout bruit de fond. C'est une marge de sécurité. En effet, si un son très ténu était à inscrire, la lumière n'arriverait à la fente qu'aux maxima des variations de courant, ne traçant plus alors sur le film des dents de scie complètes, avec maxima et minima, mais des taches successives de lumière séparées par des solutions de continuité. La distorsion acoustique serait assez considérable. Comme le bruit de fond, avec les procédés modernes, est très réduit, il est inutile, dans l'état actuel de la technique, de chercher à obtenir mieux.

Les avantages comparés des deux procédés

Il est difficile de déclarer que l'un des deux procédés est supérieur à l'autre, le résultat

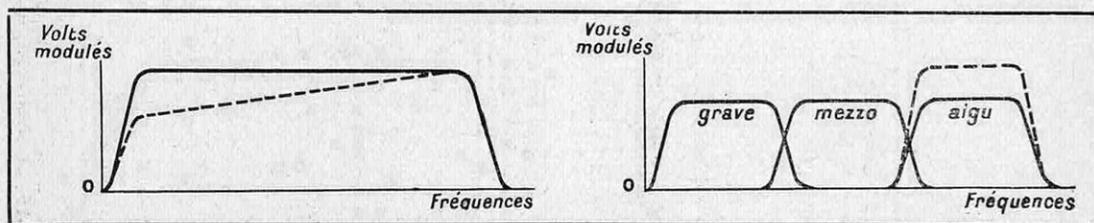


FIG. 5. — SCHÉMAS MONTRANT, A GAUCHE, L'EFFET DU POTENTIOMÈTRE DANS LA PRISE DE SON NORMALE, ET, A DROITE, L'EFFET DU POTENTIOMÈTRE DANS LA PRISE DE SON FRACTIONNÉE

A gauche : La courbe normale est celle en trait plein. Si l'on désire renforcer les instruments de l'aigu, le potentiomètre permet bien d'obtenir la courbe pointillée, mais le simple aspect de cette courbe montre que les harmoniques de toutes les notes seront affaiblies, donc que tous les timbres seront faussés. (L'amplificateur est présumé donner une reproduction linéaire de toutes les fréquences.) — A droite : Pour renforcer les instruments de l'aigu, on agit sur le potentiomètre de l'amplificateur d'aigu et l'on obtient la courbe pointillée. Toutes les fréquences de la courbe d'aigu sont renforcées dans la même proportion, cependant que les autres fréquences restent inchangées ; donc, tous les timbres sont fidèlement conservés.

galvanomètre occupant au repos la position d'équilibre, le triangle se trouverait à mi-course devant la fente. La largeur du trait obtenu sur la pellicule positive serait alors suffisante pour qu'on ait à redouter tous les inconvénients dus à la granulation et aux poussières. On recourt donc à un procédé de polarisation du galvanomètre en concordance avec l'amplitude de la modulation à inscrire. Lorsque le galvanomètre ne reçoit aucun courant modulé, seule la pointe du triangle affleure la fente, traçant alors sur la pellicule négative un mince trait opaque qui, sur la copie positive, produira un étroit rai transparent au milieu d'une aire opaque. Par un procédé en tous points analogue à celui que nous avons décrit plus haut, l'effet de la polarisation s'atténue proportionnellement à l'amplitude des sons à enregistrer.

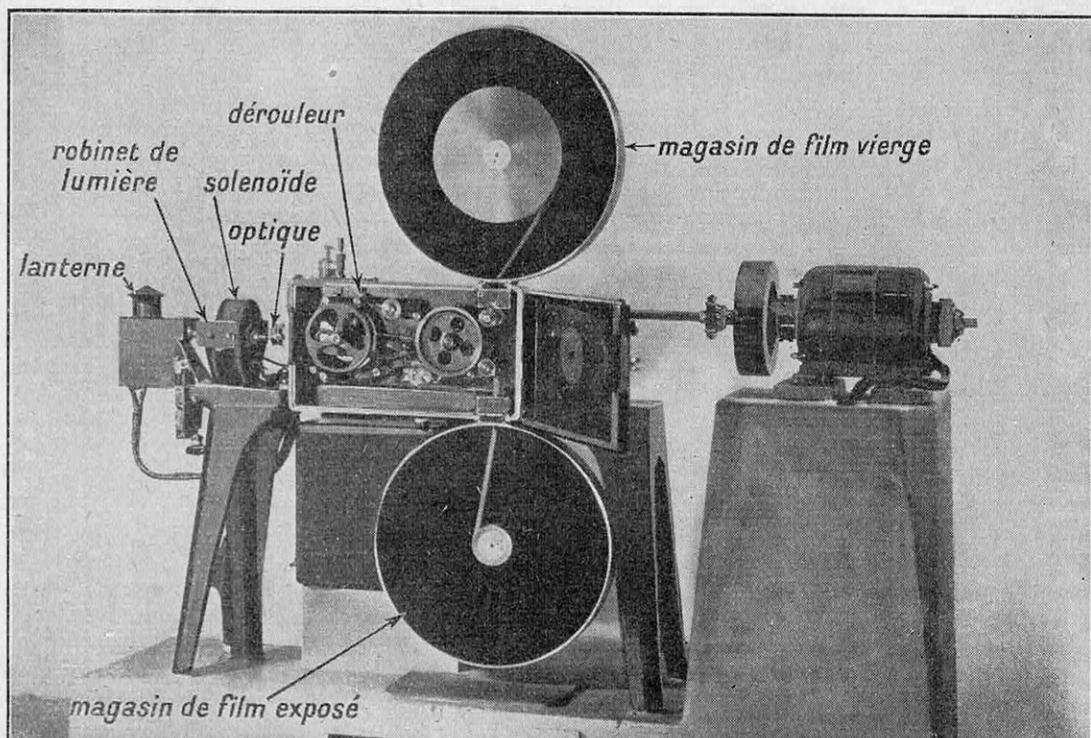
On peut se demander pourquoi on conserve encore ce mince trait de lumière, alors qu'en le supprimant totalement on éviterait

final dépendant plus du soin avec lequel ont été conduites les opérations d'enregistrement et de développement que de la technique même des systèmes. Toutefois, le développement des films à densité variable est plus délicat que celui des films à densité constante. Par contre, une rayure, un accident quelconque survenant à la pellicule au cours de son utilisation auront des conséquences moins graves avec la densité variable qu'avec la densité constante.

Théoriquement, les deux procédés sont susceptibles de reproduire sans distorsion toutes les fréquences musicales de 30 périodes par seconde jusqu'à 10.000. Pratiquement, il faut être plus modeste. D'abord, parce que la plupart des installations sonores des salles sont incapables de reproduire les fréquences supérieures à 5 ou 6.000, et encore... Ensuite, quelques calculs laissent sceptiques sur les possibilités d'inscrire fidèlement les fréquences supérieures à 7 ou 8.000 périodes

par seconde. En effet, on calcule que les rubans du robinet de lumière, comme le triangle lumineux, sont amenés à se déplacer dans le même sens que le film à une vitesse voisine de celle de déroulement, puis à se déplacer en sens contraire, ce qui, pendant une fraction infime de temps, double la vitesse relative du film. Il en résulte une sorte de filage des images lumineuses qui se traduit par un effet sonore assez désagréable.

tion est la bête noire de l'enregistrement, on conçoit qu'on cherche à éviter toute disposition qui en apporte avec elle. C'est cette considération qui a empêché jusqu'ici l'utilisation des lampes-cratère, dont la propriété d'émettre plus ou moins de lumière, selon le courant qui les traverse, eût été du plus haut intérêt. Malheureusement, leur faible pouvoir actinique les écarte pour le moment de l'industrie cinématographique.



(« Paris-Studios-Cinéma »)

FIG. 6. — VOICI L'ENSEMBLE DES APPAREILS DE L'ENREGISTREUR « WESTERN-ÉLECTRIC »

La lumière émise par la lampe située dans la lanterne est concentrée sur la fente du robinet de lumière, qui se trouve placée au centre du champ magnétique induit par le solénoïde. Un dispositif optique produit, de cette fente, une image réelle sur la piste sonore du film vierge. Le moteur d'entraînement est électriquement synchronisé avec celui qui actionne l'appareil de prise de vues.

De plus, en opérant les mêmes calculs, on s'aperçoit par exemple que la durée d'exposition des franges lumineuses, dans le procédé à densité constante, tombe à un temps si bref qu'au lieu d'obtenir une pointe nettement transparente, le développement n'apportera qu'un grisé... nous retompons dans la densité variable. Il faut, en effet, rappeler que, pour l'enregistrement des sons, on n'utilise pas de pellicule panchromatique ; on se sert de film ordinaire, ceci afin d'obtenir une émulsion aussi fine et aussi transparente que possible, la rapidité des surfaces sensibles étant d'autant plus grande que le grain est plus gros. Or, comme la granula-

Les méthodes de prise de son

L'outil est une chose, l'art de s'en servir, une autre. Nous avons déjà dit plus haut que le rendement des installations perfectionnées dépendait essentiellement de la manière dont elles étaient employées.

Il est bien évident qu'un ensemble aussi délicat que celui dont on se sert dans les studios cinématographiques demande, de la part de ceux qui le manient, une connaissance approfondie de tous les stades de l'opération.

La place du microphone, son orientation, le réglage du niveau sonore aux différents

étages de l'amplification, l'altération de tout ou partie des harmoniques s'il y a lieu, l'inscription photoélectrique, le développement et, enfin, le tirage, sont autant de points importants que l'ingénieur du son doit surveiller lui-même. D'autres difficultés sont encore de son ressort, telles que le montage sonore du film, les truquages acoustiques, les réenregistrements.

Au delà de ces compétences multiples, dont la nécessité diminue à mesure que se perfectionnent les instruments, nous trouvons maintenant un nouveau domaine, celui de l'art nouveau que constitue la *prise de son*. En effet, outre une reproduction des formes habituelles des arts sonores, les procédés modernes d'enregistrement et de reproduction découvrent de nouveaux horizons. En utilisant judicieusement les propriétés des amplificateurs électriques, on peut créer, c'est-à-dire donner le jour à des formes nouvelles, et, selon la définition même, faire de l'art.

La prise de son fractionnée

C'est ainsi qu'une méthode de prise de son a été mise au point, utilisant indifféremment n'importe quel procédé classique d'enregistrement. Le point de départ de ces recherches est la nécessité de reconstituer, à l'audition, l'impression d'espace qu'un auditeur ressent dans une salle de concert. Il existait déjà, et depuis longtemps, le procédé dit *stéréophone*, qui consiste à utiliser à la reproduction plusieurs surfaces diffusantes éloignées les unes des autres, afin de reconstituer, dans la mesure du possible, l'effet du relief auquel nous sommes accoutumés dans une salle.

Remontant de l'oreille au microphone, les ingénieurs Sollima et Gamzon, et le musicien Sarnette, se sont aperçu que, pour arriver au résultat cherché, il fallait bien fractionner la reproduction, mais aussi l'amplification et même la prise de son.

Au lieu d'un microphone, nous trouvons dans la salle d'enregistrement trois microphones et trois amplificateurs. Chaque ensemble micro-ampli est spécialisé dans une gamme déterminée de l'échelle sonore. Le premier s'occupe des basses, le second du médium, le dernier de l'aigu. Ce procédé divisé est le seul qui permette de régler exactement la puissance totale sans altérer le timbre des instruments. En effet, les potentiomètres, aussi perfectionnés soient-ils, ont toujours un effet plus considérable sur les fréquences élevées que sur les notes graves. En amplifiant séparément chaque groupe de fréquence, on peut atténuer le médium

sans nuire à l'aigu, tout en renforçant les basses, par exemple. On arrive ainsi à restituer à l'orchestre l'essentiel de sa richesse, qui n'est faite que de l'opposition d'intensités partielles, chaque groupe d'instruments constituant une source de ces intensités.

Ne soyons pas surpris de voir que, dans ce procédé, le préposé au potentiomètre soit remplacé par un chef d'orchestre adjoint. La tâche de ce dernier ne consiste plus à doser le total sonore, afin qu'il franchisse aisément les circuits, mais à suivre une partition, afin d'accentuer le relief orchestral, selon les indications données par le chef principal. Cet excès des nuances est plus utile qu'on ne le croit, l'auditeur étant aveugle et, par conséquent, devant subir des sensations plus accusées.

Avant d'émettre cette musique ou de l'inscrire dans la cire, on lui adjoint une résonance soigneusement calculée. C'est le même principe que celui de l'écho artificiel (1), mais en reproduisant dans la salle d'écho le système de reproduction répartie et de prise de son fractionnée. Pourquoi cette complication, dira-t-on ? Simplement pour éviter d'introduire en *écho* des résonances qui pourraient être nuisibles à la perfection sonore de l'ensemble. Comme cet écho artificiel sert essentiellement à masquer la matité de la prise de son effectuée en laboratoire insonore, il ne faudrait pas que l'artifice se retournât contre ses auteurs et détruisît le bénéfice acquis.

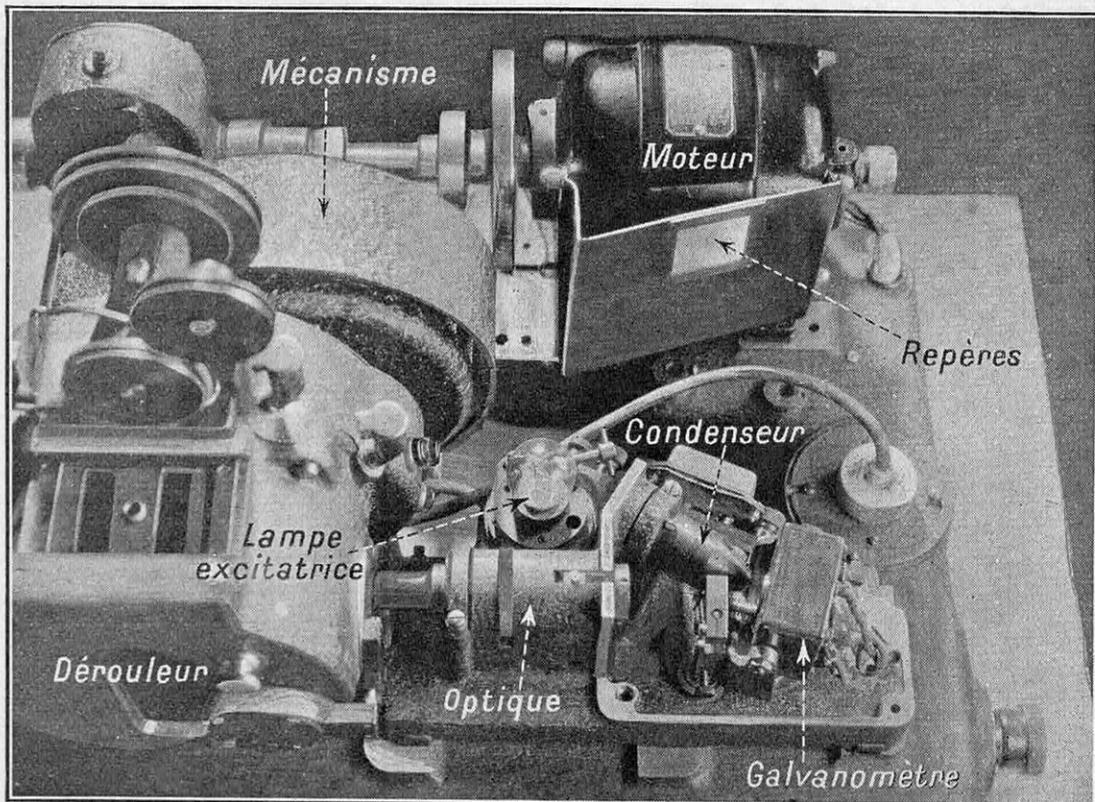
Le maniement de trois amplificateurs distincts, d'un mélangeur et de l'écho artificiel doit donc être confié non plus à un simple ingénieur, mais à un musicien. Ce musicien suit le texte et exécute les nuances désirées par le chef d'orchestre principal, qui, lui, ne peut obtenir, dans sa salle calfeutrée et dans un orchestre très ramassé, les effets d'opposition d'intensité qu'il veut créer. Au contraire, à côté d'un haut-parleur reproduisant le total des opérations, le chef-adjoint fait sortir de l'ensemble tel groupe d'instruments, met en relief tel dessin mélodique, bref, réalise ce qui est indiqué sur le papier.

A la reproduction, nous trouvons une disposition symétrique. C'est-à-dire que trois diffuseurs vont se partager la besogne. L'un d'eux, de faible diamètre, reproduira sans défaillance les fréquences les plus élevées, tandis que le second, de dimensions moyennes, livrera passage au médium et que le troisième, muni d'une membrane très large, donnera aux notes basses l'ampli-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 210, page 489.

tude nécessaire, sans introduire de distorsion. Dans la salle, ces trois diffuseurs seront assez écartés les uns des autres, de telle sorte que l'auditeur aura l'impression d'entendre les aigus à gauche, par exemple, les basses à droite et le médium au centre, et cela contrairement à l'habitude. En effet, un haut-parleur unique donne une source sonore

prano occuperait l'extrémité opposée — condition requise pour pouvoir placer les haut-parleurs selon les principes du relief sonore — le procédé Sollima, Gamzon et Sarnette n'est applicable que partiellement, les membranes restant groupées au centre de l'écran, comme, d'ailleurs, on le fait dans la reproduction Western-Electric.



(Studios « Pathé-Natan »)

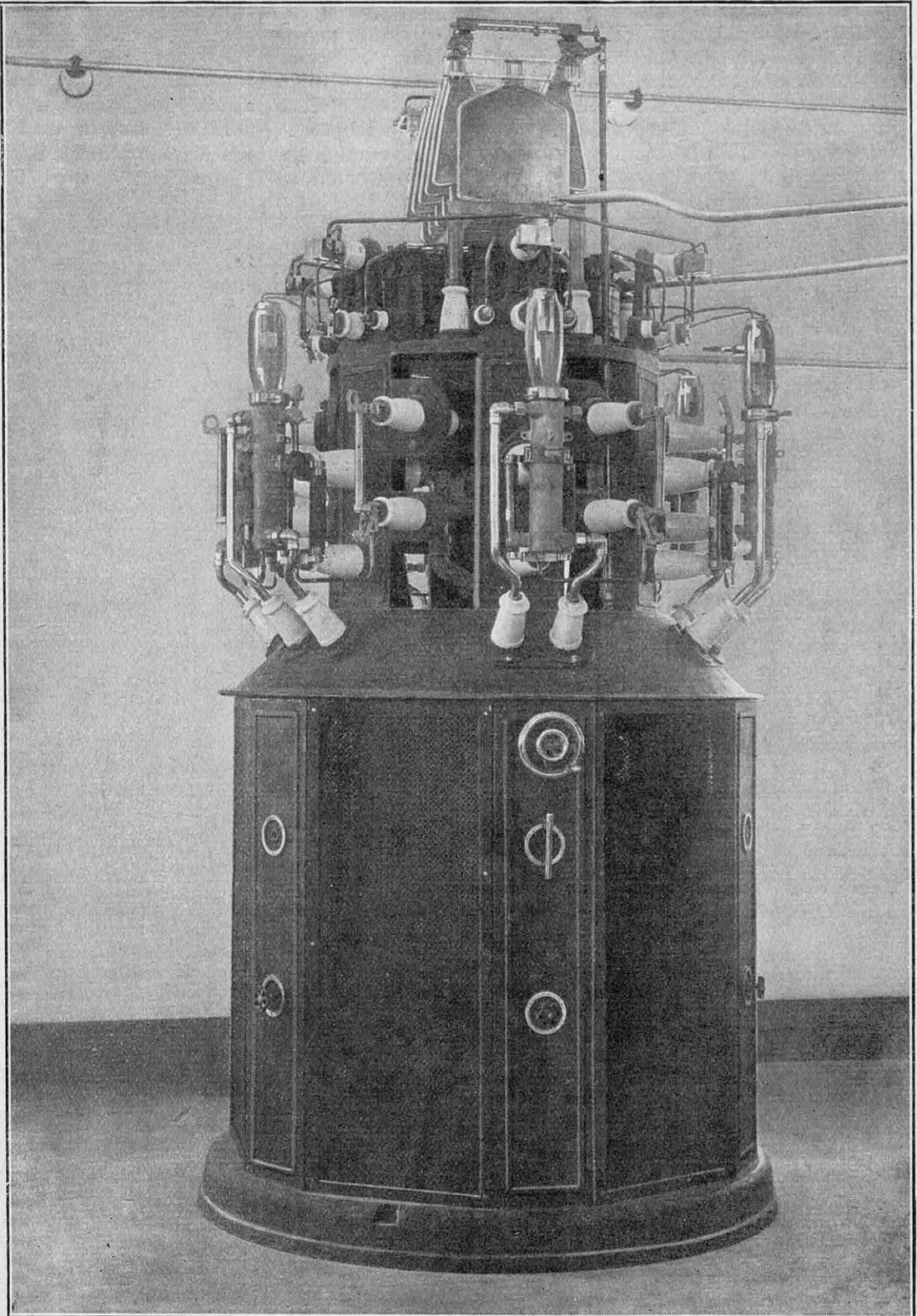
FIG. 7. — VOICI LES DIFFÉRENTS ÉLÉMENTS DE L'ENREGISTREUR DE FILMS SONORES « R. C. A. »

On distingue sur notre photo, à gauche, le dérouleur de film (les boîtes d'alimentation et de réception prennent place au-dessus, le film entrant par l'une des fentes et sortant par l'autre). Au fond, le moteur qui assure le déroulement du film en synchronisme absolu avec celui de la camera de prise de vues. Au centre, la lampe à incandescence (dépourvue de son capot), dont le rayon incident vient frapper le miroir du galvanomètre, après avoir traversé un condenseur. Le rayon réfléchi est partagé en deux. Une partie va éclairer les repères portés sur le petit écran placé contre le moteur, tandis que l'autre, après avoir traversé le système optique que l'on aperçoit au premier plan, atteint la fente qui se trouve tout contre le film.

ponctuelle. Tout provient d'un point unique de l'espace. Pour le cinéma, on peut bien évidemment procéder à la reproduction répartie, ce qui donne une plus grande fidélité, mais on ne peut pas échapper à l'effet de musique ponctuelle. Le jeu des personnages sur l'écran l'interdit. Comme on ne saurait exiger que la voix de basse se tînt perpétuellement dans un coin du champ photographique, tandis que la voix de so-

La science électroacoustique n'a qu'une douzaine d'années d'existence, et, déjà, on peut dire qu'elle s'est entièrement renouvelée. Des armées de savants et d'ingénieurs travaillent sans relâche, dans les compagnies cinématographiques, dans les sociétés phonographiques et dans les stations radiophoniques... Quelles surprises ne devons-nous pas attendre encore de ce domaine nouveau ?

PIERRE KESZLER.



GROUPEMENT DE LAMPES D'ÉMISSION MONTÉES EN « TOURELLE »

Au Poste Parisien, par exemple, existent deux tourelles de ce genre, formant les étages d'amplification de puissance, dont la puissance normale est de 60 kilowatts-antenne et qui peut atteindre 85 kilowatts.

LA LAMPE TRIODE, « AME » DE L'ÉMISSION RADIOPHONIQUE

Par L.-D. FOURCAULT

A l'heure actuelle, les stations d'émission de radiodiffusion sont au nombre de 120 environ. Il y a dix ans, elles n'atteignaient que le dixième. Ces chiffres montrent le développement rapide de la technique radioélectrique. Quand on pense que la station de Cincinnati a une puissance de 500 kilowatts, — la même que celle de Moscou (500 kilowatts), — on est un peu humilié de voir que les stations françaises ne comportent encore que quelques rares postes atteignant 100 kilowatts. En l'an de grâce 1935, nous en comptons deux seulement. Devant ce développement prodigieux des applications de la radio, nous avons pensé qu'il était opportun de montrer à nos lecteurs comment fonctionnent les émetteurs modernes, au moyen de ces lampes triodes gigantesques qui, appliquées aujourd'hui avec précision à des missions déterminées, amplifient fidèlement des courants d'une intensité que nous n'aurions pas osé envisager il y a seulement cinq ans ! La lampe triode, dans la radio, joue le rôle fécond par excellence, analogue à celui que joue la cellule photoélectrique dans le cinéma sonore et la télévision. Rappelons-nous que nous sommes, en France, encore en retard par rapport aux autres nations (1) dans le domaine de la radiodiffusion : 1.500.000 récepteurs chez nous : 6 millions en Allemagne, 6 millions en Angleterre ! Ne nous dissimulons pas que ce retard est dû, pour une large part, à notre organisation défectueuse, à l'insuffisance actuelle de nos postes émetteurs, à l'indigence de nos programmes.

UN actif remaniement des postes d'émission radiophoniques est actuellement en cours d'exécution dans la plupart des pays d'Europe. Au lieu d'installations de quelques kilowatts, une vingtaine au plus, qui formaient les premiers émetteurs de T. S. F., on n'établit plus maintenant, pour constituer les grandes stations nationales, que des installations atteignant au moins 100 kilowatts. Encore celles-ci cherchent-elles à se surclasser mutuellement, malgré les limitations de principe qui sont décidées par les congrès internationaux, pour empêcher, autant que possible, le voisin de faire plus grand.

La France elle-même, fort en retard dans cette lutte à la puissance, veut regagner le temps perdu, et, parmi les postes d'Etat « régionaux » en construction et dont la mise en service est prévue pour 1935, nous relevons les chiffres suivants :

Paris (Villejust), puissance 120 kilowatts ;

Marseille (Réaltor), puissance 120 kilowatts ;

Nice (La Brague), puissance 100 kilowatts.

Comme points de comparaison, rappelons que notre poste de Paris-P. T. T. fonctionnait, en 1933, avec 8 kilowatts, alors que Leningrad émettait déjà avec 250 kilowatts, et que la plupart des postes nationaux européens disposaient de puissances d'émission

variant de 60 à 150 kilowatts. Nous remontrons peu à peu le handicap, puisque la France va atteindre le deuxième rang comme puissance totale de radio-émetteurs.

L'intérêt de l'accroissement de puissance d'un poste est, d'abord, de faire entendre ce poste mieux et plus facilement par les habitants de la région, ensuite d'augmenter la zone d'influence dudit poste, sa portée internationale même. Il est évident qu'un poste tel que Radio-Luxembourg n'aurait nullement besoin d'une puissance d'émission de 200 kilowatts, fort coûteuse en courant électrique, si le seul but était d'en assurer l'audition aux habitants du petit Grand-Duché. Mais le programme technique, et surtout commercial, d'un tel émetteur dépasse ces étroites frontières, puisqu'il fait actuellement des émissions spéciales destinées à certains Etats de l'Amérique.

Quelles sont donc aujourd'hui les possibilités de l'accroissement de puissance des postes d'émission radiophonique ? Ce sont évidemment celles de leur élément principal, la lampe d'émission, dont nous allons examiner ici les plus récents progrès. Hâtons-nous d'ajouter que de notables perfectionnements ont aussi été réalisés dans tous les organes accessoires des postes. C'est ainsi que, pour augmenter leur portée et réduire le phénomène d'évanouissement appelé « fading », les antennes d'émission (que l'on

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 211, page 45.

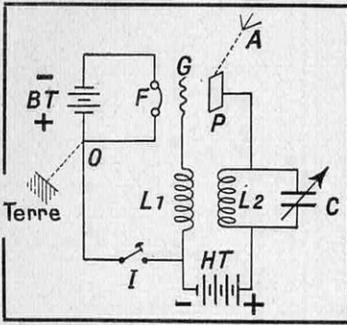


FIG. 1. — SCHEMA DE PRINCIPE D'UNE LAMPE TRIODE BRANCHEE SUR UN CIRCUIT OSCILLANT, POUR EMPLOI COMME LAMPE D'EMISSION

teur. Maintenant, on utilise des antennes dirigées (1) — comme des réflecteurs — ou bien des antennes-mâts (2). Récemment, celle de Breslau a été établie en un mât de bois supportant une antenne verticale. Prague remplace son antenne ancienne par un mât-antenne avec dispositif antifading. Certaines stations, spécialement destinées aux communications lointaines, avec les colonies, — telle notre station Radio-Coloniale de Pontoise, — émettent successivement, par antennes orientées, vers les directions des contrées à desservir : Amérique, Afrique, Extrême-Orient, etc.

L'expérience, acquise par des années d'exploitation, fait d'ailleurs ressortir certains phénomènes capables de modifier encore la technique de la construction radio-phonique. Ainsi l'on a pu constater un affaiblissement progressif de la puissance émise par un poste, apparaissant à la longue. On pense avoir trouvé que ce phénomène provient de l'augmentation de la résistance des prises de terre. On remédierait à cet inconvénient en établissant, à l'avenir, les postes près de rivières pouvant servir à leur mise à la terre en eau courante.

Mais l'examen de toutes ces conditions d'établissement des postes nous entraînerait bien en dehors du cadre de la présente étude, que nous avons limitée aux progrès des lampes d'émission. Revenons donc à celles-ci.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 133, page 16.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 193, page 15.

nomme « aériens » en terme de métier) ont subi des transformations importantes. Précédemment, l'antenne était établie sous forme de nappe, de faisceau, ou même d'un simple fil tendu à grande hauteur.

Les principes du fonctionnement de la lampe « triode » de radio ont déjà été expliqués en détail dans cette revue (1).

Comment fonctionne la lampe triode

La lampe triode, issue des recherches et découvertes successives d'Edison, Fleming et Lee de Forest, était encore une curiosité scientifique en 1914. Pendant la guerre, le professeur français Abraham mit au point et fit établir la fameuse lampe T. M. (télégraphie militaire), qui, à partir de 1915, fut, pour plusieurs années, le seul type de lampe radio, et employée indifféremment pour l'émission et la réception. Cette lampe vraiment universelle fut, jusque vers 1920, le seul organe actif des radiotélégraphistes. Cette première réalisation française rendit donc de merveilleux services à la croissance de la radio et à ses applications multiples. Il est bon de rappeler cela, aujourd'hui qu'un engouement de snobisme fait célébrer à l'envi les mérites de lampes dites « américaines », soi-disant universelles, mais, en réalité, moins bonnes à tout faire que leur aïeule, la T. M. française.

La T. M. consommait 0,7 ampère sous 4 volts. La grille et la plaque étaient en nickel, le filament en tungstène. Dès 1915, des premiers essais sur des lampes à faible consommation étaient effectués par nos établissements militaires. L'industrie privée est arrivée, il y a peu de temps, à fournir les lampes « micro », qui n'absorbent plus que 0,06 ampère. Mais ceci conduit aux

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 146, page 101.

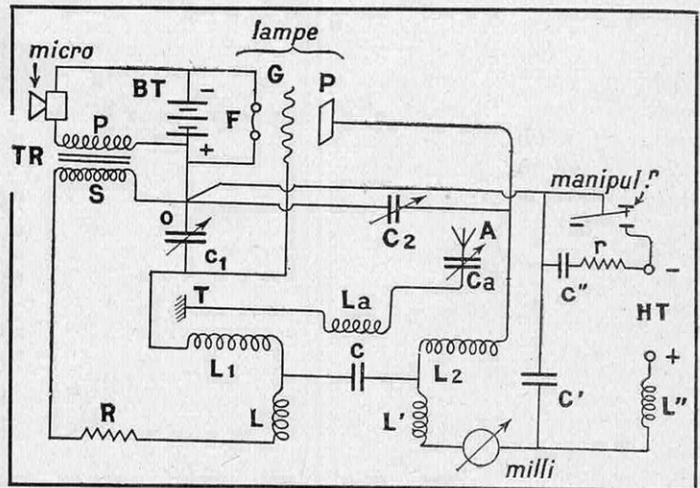


FIG. 2. — CE SCHEMA REPRESENTE, D'UNE MANIERE ELEMENTAIRE, LES DIFFERENTS ORGANES D'UN POSTE EMETTEUR. EN REALITE, LES NOMBREUX ACCESSOIRES DE REGLAGE ET LES DIFFERENTS « ETAGES » DE MODULATION CONDUISENT A DES SCHEMAS TRÈS COMPLEXES

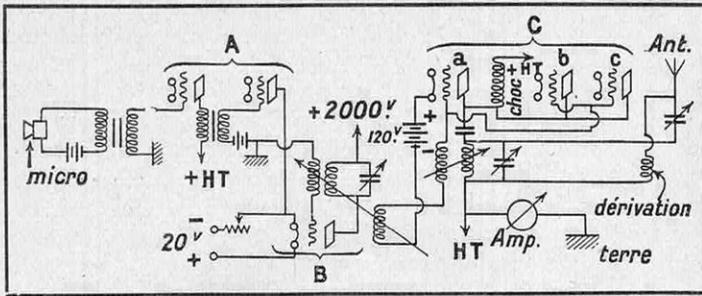


FIG. 3. — SCHEMA D'UN ENSEMBLE D'ÉMISSION

On voit, de gauche à droite, en A, un amplificateur de modulation ; en B, la lampe de couplage (ou de commande). En C se trouve l'oscillateur constitué par les lampes a, b et c, en parallèle.

lampes de réception actuelles, dont nous n'avons pas à suivre l'évolution ici (1).

Abordons plutôt le mécanisme de l'émission radiophonique. Prenons une lampe triode branchée sur un système oscillant tel que représenté par la figure 1. On a ainsi un oscillateur capable de produire un courant alternatif à haute fréquence, cette fréquence étant définie par les valeurs de L_2 et C (circuit oscillant de plaque). Pour qu'un tel système rayonne des ondes dans l'espace, il suffit de relier, comme indiqué en pointillés, une antenne à la plaque P et une prise de terre au point commun O des alimentations de chauffage $B T$ et de plaque $H T$.

Un schéma élémentaire de poste d'émission est donné par la figure 2. Ici, le couplage d'antenne n'est plus en « direct », mais en Tesla, grâce à la self La , couplée entre L_1 et L_2 . Un microphone, alimenté par la batterie $B T$, « module » les tensions appliquées à la grille G à travers un transformateur de modulation $T R$.

Pour mettre des puissances importantes en action, on est conduit à monter plusieurs lampes en parallèle. Le microphone n'est plus utilisé ici directement, mais à travers un amplificateur de modulation, et on arrive ainsi au schéma de la figure 3. Toutefois, dès que l'on aborde la forte puissance, les lampes ordinaires présentent des inconvénients : l'échauffement de la plaque devient prohibitif, les électrodes dégagent des gaz qui provoquent une ionisation intense dans le « tube » qui devient alors impropre à l'émission.

Des lampes métalliques refroidies par circulation d'eau

Dès que la puissance à émettre se chiffre en kilowatts, on emploie des lampes métal-

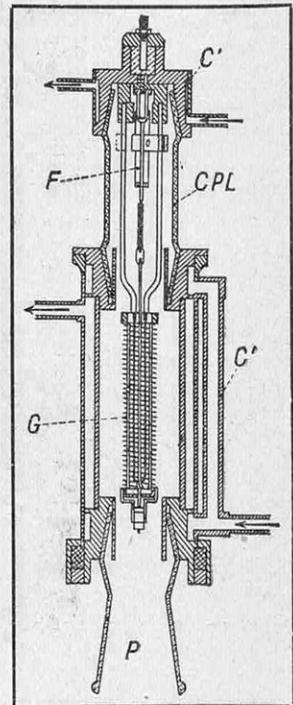
(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 199, page 19.

liques et refroidies par une circulation d'eau. Dans le modèle représenté par la figure 6, l'anode est en cuivre. La sortie des filaments est faite à travers des tubulures en ferrochrome soudées au verre ; la grille est une hélice de tungstène consolidée par des supports en molybdène. On est malgré tout limité pour la haute tension à appliquer aux anodes, et des difficultés se révèlent à partir de 10.000 volts-plaque ; les dégagements de gaz, peuvent former des arcs dangereux pour la vie des tubes.

Aussi, pour les puissances élevées a-t-on, essayé la lampe démontable Holweck (1), dont le vide est entretenu au moyen d'une pompe à vide. Une telle lampe est constituée par un cylindre métallique qui forme la plaque. La jonction métal-verre est faite par des joints, mais ceux-ci ne peuvent jamais être parfaits, d'où nécessité d'adjonction d'une pompe pour entretenir le vide. Le cylindre-plaque est enfermé dans un second cylindre à double paroi qui reçoit la circulation d'eau, comme indiqué sur la figure 4. Le filament double est composé de deux éléments de tungstène en parallèle. La grille, en molybdène, est sous forme d'une hélice de fil de 4/10^e de millimètre de diamètre. L'eau de refroidissement, sous pression, est amenée entre les deux cylindres par une tubulure à replis multiples, qui ont pour but d'obte-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 174, p. 467.

FIG. 4. — COUPE D'UNE LAMPE D'ÉMISSION DÉMONTABLE, TYPE «HOLWECK», POUR GRANDE PUISSANCE



$C P L$, cylindre formant la plaque ; F , filament ; G , grille ; C' , cylindre à double enveloppe pour circulation d'eau ; P , tubulure vers la pompe à vide.

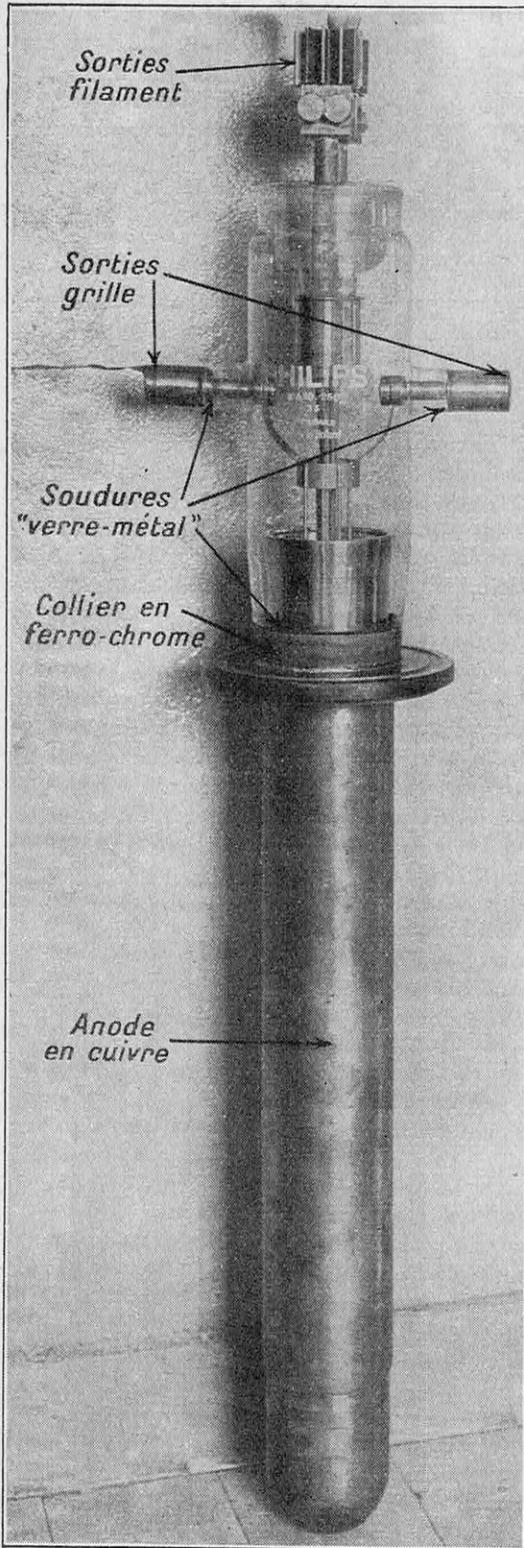


FIG. 5. — VUE D'UN MODÈLE RÉCENT DE LAMPE D'ÉMISSION A GRANDE PUISSANCE, DONT LA PUISSANCE D'ALIMENTATION A ATTEINT 460 KW AUX ESSAIS QU'ELLE A SUBIS

nir un débit tout à fait régulier. La partie inférieure de la lampe est reliée à la pompe à vide.

La figure 7 est une représentation schématique de l'installation mécanique (refroidissement et vide) d'un tube émetteur de puissance normale de 10 à 20 kilowatts. Ces lampes fonctionnent avec des tensions-plaques variant de 5.000 à 10.000 volts. De telles lampes ne sont d'ailleurs pas montées comme les types de petite puissance, avec circuits de grille et de plaque couplés, mais on a recours à une excitation séparée, la self de grille étant alors couplée à une self distincte qui fait partie d'un petit émetteur accordé sur la même longueur d'onde. Toutefois, ces lampes à vide entretenu sont restées plutôt comme appareils de laboratoire, et les perfectionnements dans la construction des lampes ont permis de se contenter de l'ampoule à vide ordinaire, avec refroidissement par circulation d'eau.

Après les puissances de 10 et 20 kilowatts, les constructeurs ont fait une course au record, en établissant des lampes émettrices de 10 volts, 150 et même 300 kilowatts. Ce dernier modèle (*Telefunken*) atteint la grandeur d'un homme (1 m 70) et la tension-plaque utilisée est de 12.000 volts. Le modèle *Philips*, encore plus récent, dont nous donnons une vue (fig. 5), a atteint 460 kilowatts d'alimentation aux essais (1).

On préfère d'ailleurs utiliser plusieurs lampes en parallèle, plutôt qu'une seule de puissance totale. Le schéma que nous avons

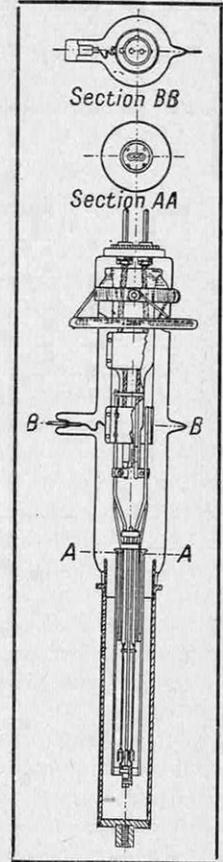


FIG. 6. — LAMPE D'ÉMISSION A GRANDE PUISSANCE, TYPE MÉTALLIQUE, A ANODE EN CUIVRE, POUR REFROIDISSEMENT PAR CIRCULATION D'EAU

(1) Il existe une grande différence entre la puissance d'alimentation fournie et la puissance HF émise, le rapport étant déterminé par la construction plutôt que par la théorie.

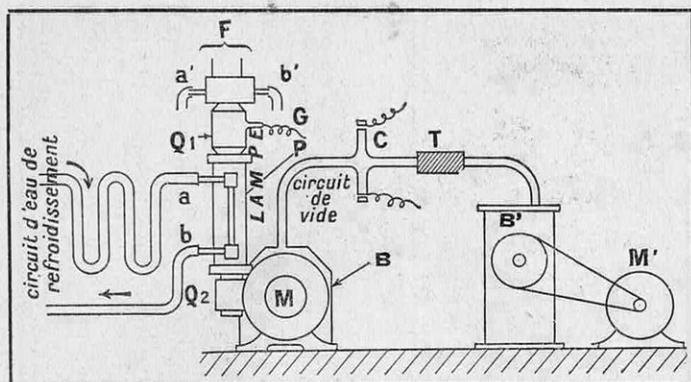


FIG. 7. — SCHÉMA DE L'INSTALLATION D'UNE LAMPE D'ÉMISSION DE GRANDE PUISSANCE, A CIRCULATION D'EAU ET POMPE A VIDE

La canalisation d'eau aboutit aux prises a et a', pour sortir en b et b'. En F se trouve l'entrée du circuit de chauffage (filament). G est la grille et P la plaque dans son carter. Q₁ et Q₂ sont les joints en quartz; B est la pompe à vide, entraînée par un moteur synchrone M. En C se trouve un dispositif de contrôle du vide; en T, un tube contenant des matières desséchantes. B' est une pompe préparatoire à vide entraînée par le moteur M'.

donné figure 2 est seulement de principe, car un couplage aussi simple serait tout à fait instable. Pour résoudre ce problème de la stabilité, on réalise des schémas beaucoup plus complexes : lampe de répétition, étage « push-pull », lampes de couplage, etc. On arrive ainsi, avec les dispositifs de contrôle, à des schémas aussi complexes que ceux d'une centrale électrique. Les postes d'émission ont d'ailleurs des commandes à distance, par tableaux et pupitres, tout à fait semblables à ceux des grandes stations électriques. Certains organes, comme le cristal de quartz, qui sert à stabiliser rigoureusement la fréquence d'émission, ont des meubles isothermes et des accessoires de régulation déjà complexes en eux-mêmes, comme le montre la figure 8.

En résumant le schéma d'un poste moderne, comme Radio-Luxembourg, nous trouvons deux ensembles d'organes :

A. — Les étages à faible puissance et de modulation, soit :

- a) Une lampe, dite « maître oscillateur », commandée par le cristal de quartz piézo-électrique;
- b) Un étage séparateur (triode de 50 watts, sous courant de grille);

- c) Un amplificateur n° 1 (triode de 50 watts);
- d) Un amplificateur n° 2 (triode 50 watts en opposition);
- e) Un amplificateur intermédiaire n° 3 (50 watts);
- f) Un amplificateur symétrique n° 4 (deux triodes de 50 watts);
- g) Un amplificateur n° 5 (deux triodes de 1 kilowatt);
- h) Un ensemble d'amplification B. F., comprenant quatre étages successifs (10 watts à 50 watts).

B. — Le courant H. F. issu des deux branches de l'amplificateur n° 5, est amplifié dans les deux étages suivants, équipés de triodes à circulation d'eau :

a) L'étage n° 6, de quatre triodes de 25 kilowatts (plus deux de réserve);

b) Le dernier étage n° 7 comporte huit triodes du type 100 kilowatts (plus deux de réserve).

Un ensemble de dispositifs de contrôle avec voyants lumineux permet de localiser facilement les défauts éventuels de l'alimentation et du fonctionnement, à partir de la salle des pupitres de cette centrale de précision.

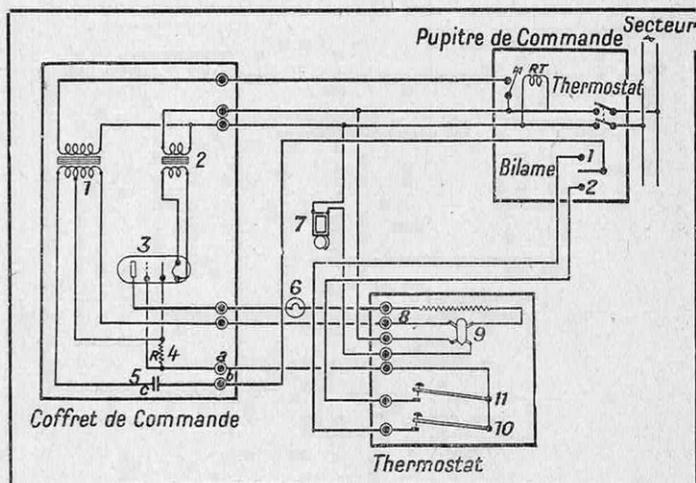


FIG. 8. — SCHÉMA ÉLECTRIQUE DU CHAUFFAGE A TEMPÉRATURE CONSTANTE DE L'ARMOIRE DU QUARTZ « MAÎTRE OSCILLATEUR » RÉGLANT LA FRÉQUENCE DE L'ÉMISSION 1, transformateur de plaque; 2, transformateur de chauffage; 3, lampe « thyatron »; 4, résistance de grille; 5, capacité de coupure; 6, lampe témoin; 7, sonnerie d'alarme; 8, toile chauffante; 9, fusible de sécurité; 10 et 11, bilames du thermostat de régulation de la température.

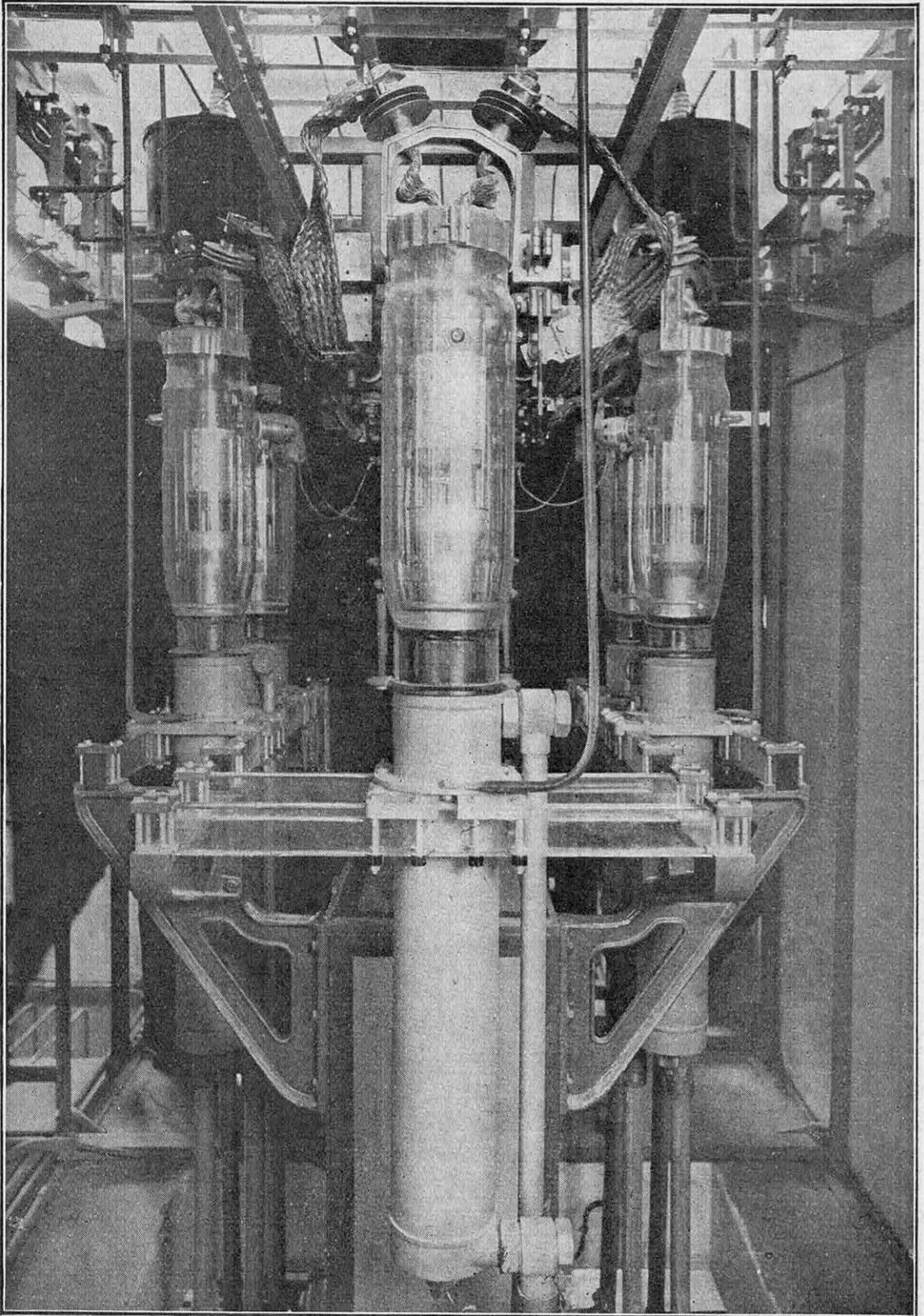


FIG. 9. — LAMPES ÉMETTRICES DE GRANDE PUISSANCE (100 KW) MONTÉES SUR CHASSIS
On remarquera que les connexions ont été réalisées, à la partie supérieure, au moyen de grosses tresses en cuivre. Cela est nécessaire, étant donné les grandes intensités requises.

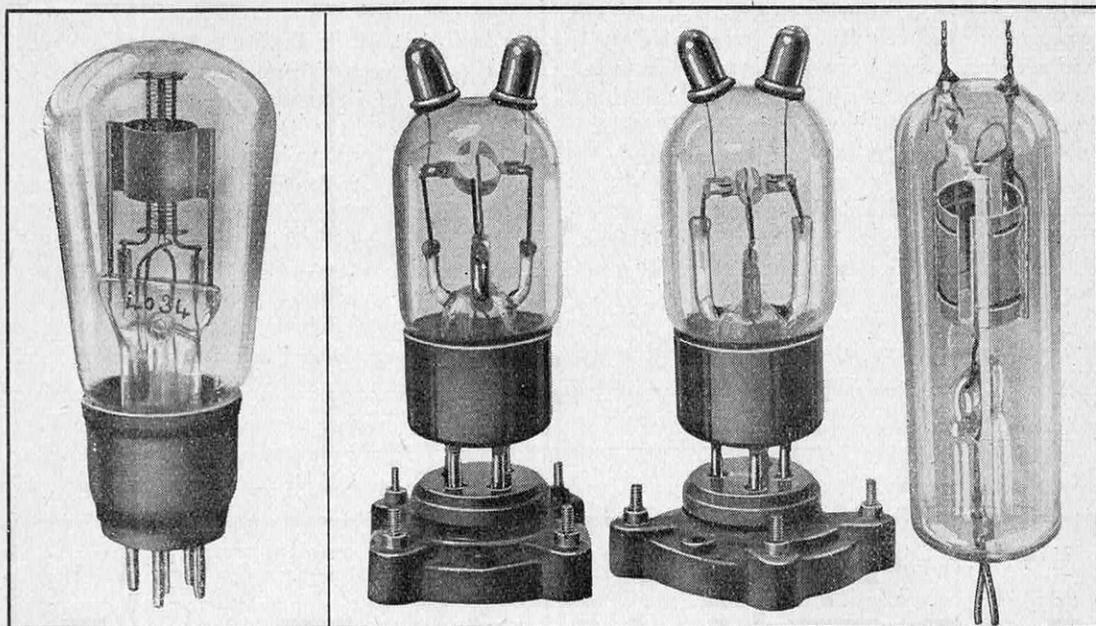


FIG. 10. — A GAUCHE, LE « THYRATRON », LAMPE REDRESSEUSE A VAPEUR DE MERCURE FORMANT RELAIS SUR COURANT ALTERNATIF, UTILISÉE DANS LA RÉGULATION REPRÉSENTÉE FIGURE 8. — A DROITE, LES PYGMÉES DE L'ÉMISSION : LAMPES D'ÉMISSION « MAGNÉTRONS » POUR ONDES COURTES DE 0 M 70 A 6 MÈTRES. LES PLUS PETITS DE CES TUBES N'ONT QUE 20 MILLIMÈTRES DE HAUTEUR. — A L'EXTRÊME DROITE, UN « GRAND » MODÈLE DE CE TYPE DE TUBE, DONT LA HAUTEUR N'ATTEINT CEPENDANT QUE 100 MILLIMÈTRES

Les pygmées de l'émission : les magnétrons

Les progrès de l'émission ne se sont pas bornés à la lutte des « lampes de puissance » pour postes à grandes longueurs d'ondes. La lutte de David et Goliath se poursuit toujours, même dans ce domaine, et l'on sait que les petits postes d'émission à ondes courtes, établis dans le placard d'un amateur, rivalisent comme portée — tout au moins la nuit — avec les grands postes d'Etat à antennes de plus de 100 mètres de hauteur.

La construction des lampes n'a pas négligé cette voie, et le poste émetteur à « magnétron » de la S. F. R. tient tout entier dans une boîte cubique de 40 centimètres de côté. Il peut être d'autant mieux dissimulé qu'il possède la qualité précieuse de pouvoir être placé sous terre, une petite antenne tubulaire émergeant seule à l'occasion, comme un périscope de tranchée.

Ce poste minuscule est équipé par une seule lampe du type « magnétron ». Celles-ci

émettent des ondes de 0 m 70 à 6 mètres, avec un tube de 2 ou 3 centimètres de diamètre seulement. Ces petits tubes ont d'ailleurs un principe de fonctionnement différent de celui des triodes dont il a été question jusqu'ici.

Voici ce principe, dont la théorie est un peu abstraite. On sait que tout électron qui se déplace dans un champ magnétique subit une force qui tend à enrouler la trajectoire dudit électron autour des lignes de force du champ magnétique. Si nous considérons (fig. 11) un tube formé d'une anode cylindrique *A* et d'un filament *F*, et si nous accélérons les électrons par une tension positive appliquée à *A*, en présence d'un champ magnétique parallèle au filament, les trajectoires électroniques seront des courbes incurvées *c c*. Si l'anode est sectionnée en deux parties *A*¹ et *A*², portées à des potentiels différents, les électrons sont soumis également au champ électrique régnant entre *A*¹ et *A*², et les courants recueillis par les anodes *A*¹ et *A*² sont fonction des potentiels respectifs de ces fractions

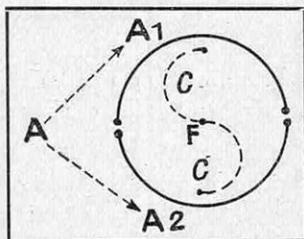


FIG. 11. — PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DU « MAGNÉTRON »

tionnée en deux parties *A*¹ et *A*², portées à des potentiels différents, les électrons sont soumis également au champ électrique régnant entre *A*¹ et *A*², et les courants recueillis par les anodes *A*¹ et *A*² sont fonction des potentiels respectifs de ces fractions

d'anode. Dans certaines conditions, les caractéristiques résultantes (courant de A^1 , tension de A^1 , etc.) ont des propriétés telles qu'il peut y avoir entretien d'oscillations dans un circuit oscillant réuni à A^1 et A^2 .

On voit que l'on fait intervenir, dans la théorie du magnétron, l'influence d'une charge spéciale dont l'établissement et la disparition donnent lieu aux oscillations, dont la période est égale au temps de parcours des électrons. Les magnétrons utilisés travaillent sous une tension voisine de 500 volts, avec un diamètre anodique de 5 millimètres. Le rendement de ces petits

tubes, qui est de 50 % pour le type de 85 centimètres de longueur d'onde, permet de disposer d'une puissance utile relativement grande : plusieurs watts...

Quelques watts suffisant largement aux émetteurs à ondes courtes, tandis que les postes à grandes ondes s'équipent de lampes gigantesques absorbant bientôt de 400 à 500 kilowatts, — soit la puissance employée pour éclairer toute une ville importante, — voilà qui symbolise bien la radio, science de l'utilisation des infiniment petits pour communiquer dans l'infiniment grand.

L.-D. FOURCAULT.

La nouvelle politique inaugurée par le ministre de l'Air actuel est beaucoup plus soucieuse des deniers de l'État que la précédente. En effet, il y a environ un an, on affectait aux constructeurs des sommes très importantes pour rémunérer les constructions de prototypes qu'ils présentaient en abondance pour toucher immédiatement les sommes prévues. L'important était de mettre en train une fabrication de prototypes et l'on était assuré, quels que soient sa valeur technique et les résultats obtenus, d'encaisser le montant des appareils. Aujourd'hui, il n'en est plus de même; le ministère commence seulement à ouvrir sa bourse une fois que les essais imposés aux appareils ont été concluants. La plupart des constructeurs français, qui s'enrichissaient ainsi aux dépens de l'État, ont trouvé cette manière de faire quelque peu révolutionnaire. Ils ont eu beau prétendre et affirmer que la nouvelle politique les obligerait à décaisser eux-mêmes des sommes importantes avant de rien recevoir, nous croyons savoir que le beau temps des prébendes est passé. Le budget de l'aviation, qui se chiffre par milliards, n'est pas fait pour « entretenir » des industries qui ne sont pas toujours à la hauteur des circonstances, alors que toutes les autres industries courantes doivent subvenir à leurs propres besoins. Jusqu'ici nous avons payé très cher (23 milliards depuis quinze ans) une flotte aérienne qui ne saurait soutenir la comparaison avec celles des grandes puissances.

* * *

La Science et La Vie a décrit la première (1) l'installation aéronautique de Chalais-Meudon pour les essais aérodynamiques des avions. Cette station de recherches, qui aura coûté plus de 13 millions de francs, doit être mise en service au printemps prochain. La soufflerie permettra de lancer dans la chambre d'expérimentation un courant d'air pouvant atteindre 180 km-heure, et les appareils à essayer pouvant y prendre place ne devront pas dépasser 12 mètres d'envergure. Cette station est encore loin d'égaliser celle que les Américains achèvent à Langley Fields et qui réalise le « laboratoire » le plus vaste, le plus perfectionné qui soit pour les recherches dans le domaine de l'aéronautique. Notre correspondant nous adressera, lors de son inauguration, la description complète de ce centre d'études unique au monde et qui contribuera certainement à faire progresser l'aviation des États-Unis, qui a su réaliser — en si peu de temps — les appareils les plus rapides et les mieux équipés qui soient actuellement en service dans l'univers.

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

PRENONS L'ÉCOUTE

OU EN EST L'EXPLOITATION DES ZEPPELINS ?

Une information de Berlin nous apprend que le docteur Eckener a décidé de transférer la base des zeppelins de Friedrichshafen dans la région de Francfort-sur-le-Mein, pour deux raisons : la première, afin d'agrandir ses ateliers de construction de dirigeables qui demeurent sur les bords du lac de Constance, la seconde pour profiter d'une situation meilleure au point de vue climatique (moins de brumes) au carrefour des deux grandes autostrades projetées par le Reich. L'aéroport de Francfort serait mis en service dans le courant de 1936 et servirait de tête de ligne aux transports aériens « Nord-Transatlantique », qui doivent relier l'Allemagne aux Etats-Unis. On sait qu'actuellement le plus grand dirigeable du monde (*L. Z.-129*) est en achèvement à Friedrichshafen, et qu'il est destiné, comme le précédent, à la ligne de l'Amérique du Sud, lorsque l'aéroport de Rio de Janeiro sera terminé. Le docteur Eckener a décidé ces transformations dans son exploitation, en vue du développement de la navigation aérienne transocéanique par dirigeable, non seulement pour le compte de l'Allemagne et des Etats-Unis, mais encore des Pays-Bas. Un programme de nouveaux zeppelins est, d'ores et déjà, à l'étude, d'où la nécessité d'agrandir les chantiers de Friedrichshafen. Nous en reparlerons bientôt.

LA COURSE AUX ARMEMENTS NAVALS

Ainsi donc, au 31 décembre 1936, le Nippon sera libre d'armer sur mer à sa guise, si, d'ici là, une nouvelle conférence ne parvient pas à limiter la course aux armements. Aussi l'Amirauté nippone se propose-t-elle déjà de poursuivre la construction des cuirassés de 40.000 tonnes (type *Togo*, artillerie de 406 $\frac{m}{m}$) et même de 45.000 tonnes (type *Owari*). C'est une menace sérieuse pour les flottes anglaise et américaine. Le tout est de savoir si les finances de l'Empire du Soleil Levant pourront supporter un tel effort... ; mais, en matière d'armement, on trouve toujours l'argent nécessaire ; nous ne citerons que pour mémoire la construction des bâtiments de ligne allemands type *Deutschland* (13.000 tonnes et non 10.000 tonnes) et des deux cuirassés italiens (35.000 tonnes). En France, nous en sommes encore aux bâtiments de 26.000 tonnes (type *Dunkerque*). Il va de soi que notre ministère de la Marine suit attentivement cette évolution rapide des constructions neuves, et, en ce qui concerne notre programme naval, les avis autorisés sont assez partagés. Souhaitons que la France ne soit pas — dans ce domaine comme dans tant d'autres — à la recherche d'une « politique ». Nous y reviendrons prochainement.

L'AVIATION ET LA GUERRE NAVALE

Les dernières manœuvres navales britanniques, qui ont eu lieu à la fin de 1934, éclairent d'un jour nouveau l'emploi que la Grande-Bretagne compte faire de son aviation en cas de conflit. Pour la première fois, en effet, l'aviation a eu comme mission de détruire une flotte en ne comptant que sur elle-même. C'est la lutte de l'avion (envisagé comme une arme en soi) contre le navire de surface et le sous-marin, considérés jusqu'ici comme seuls capables de conquérir la maîtrise des mers. Voilà un sujet sur lequel nous reviendrons.

LES GRANDES INDUSTRIES ET L'ÉTAT

La Science et la Vie — qui ne saurait étudier les solutions scientifiques et techniques sans examiner les problèmes qu'elles soulèvent dans le domaine économique (organisation de la production, du travail, etc.) — se préoccupe — elle aussi — des répercussions déterminées par la « défaillance » financière de la Société Citroën. Nous n'avons pas été peu surpris d'entendre, à la réunion plénière des créanciers de cette firme, M. Goudard, président de la Chambre syndicale des Fabricants d'accessoires pour automobiles, réclamer l'intervention du gouvernement au titre des crédits spéciaux affectés aux « calamités publiques » ! C'est méconnaître ainsi les principes mêmes sur lesquels doit reposer notre économie politique, telle que l'a définie récemment le président du Conseil, qui s'est refusé à user des deniers publics pour sauver les grosses sociétés en déconfiture. Rappelons-nous les gaspillages précédents occasionnés par les « faillites » et les renflouements des grandes compagnies, telles que la Compagnie Transatlantique, l'Aéropostale, sans compter les banques d'affaires, la B. N. C., la Banque d'Alsace-Lorraine, entre autres. Ces « sauvetages » réitérés au nom de l'intérêt collectif (?) sont en opposition formelle avec une sage gestion des finances de l'État. Sous la forme « anonyme » actuelle, l'industrie ne doit compter que sur ses propres capitaux.

LA RADIODIFFUSION DANS LE MONDE

La Science et la Vie (1) a entrepris une vaste enquête sur le fonctionnement des postes émetteurs de radiodiffusion à l'étranger. Grâce au concours de notre actif collaborateur, M. Giorgi, spécialisé en la matière, nous avons recueilli une ample documentation que nous utiliserons ici. A ce propos, depuis longtemps, on nous avait signalé que la publicité, si fastidieuse pour l'auditeur de T. S. F., était bannie en Angleterre, en Allemagne, en Scandinavie, en Belgique, en Suisse, en Pologne, en Autriche. Or, le ministre des P. T. T. vient, à son tour, de supprimer en France la publicité, à partir du 1^{er} janvier dernier, dans les émissions de nos postes d'Etat (Radio-Paris, P. T. T., Tour Eiffel, Poste Colonial). C'est une première amélioration à enregistrer ; mais, hélas ! il en reste encore beaucoup d'autres à réaliser pour rivaliser avec la plupart des organisations étrangères de « Radio », ainsi qu'on le verra, par la suite, dans *La Science et la Vie*.

L'INDUSTRIE AUTOMOBILE PROSPÈRE EN ANGLETERRE ET EN ALLEMAGNE

En Angleterre et en Allemagne, l'industrie automobile a connu, en 1934, une prospérité qui a battu tous les records depuis la guerre. Au cours de l'exercice 1933-34, clos au 30 septembre dernier, la production d'automobiles en Angleterre a, en effet, atteint un niveau record à 346.230 contre 280.526 pour l'année précédente, alors qu'en France la situation est inverse. Voir à ce sujet, dans *La Science et la Vie* (2), notre étude : « Une automobile de série vaut deux à trois fois plus cher en France qu'aux Etats-Unis. Pourquoi ? »

LE MOTEUR D'AVIATION A HUILE LOURDE S'AFFIRME

Nous avons signalé (3) qu'au dernier Salon de l'Aviation les recherches des constructeurs s'étaient affirmées dans le domaine des moteurs d'aviation alimentés aux huiles lourdes. Le premier fut Junkers, en Europe, dont le moteur est en service sur les lignes de la « Luft Hansa », en Allemagne. Il vendit des licences en Angleterre (Napier) et en France (C. L. M.). D'autre part, la firme française Salmson présentait

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 211, page 45.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 210, page 495.

(3) Voir *La Science et la Vie*, n° 211, page 61.

également un moteur d'aviation à huile lourde, en étoile, d'après la licence des brevets polonais Szirowski. Enfin, la Grande-Bretagne exposait également un moteur en étoile de ce type, de conception et de réalisation essentiellement anglaises (« Bristol Phoenix »). L'Italie, bien que moins avancée dans cette voie, poursuit ses recherches dans ce sens. A son magnifique stand, la firme Isotta Fraschini présentait un modèle à huile lourde, système Bagnulo. En Amérique, le moteur Packard (1) fut l'un des premiers destinés à l'aviation, et son succès s'affirma, dès 1931, sur des appareils commerciaux, mais actuellement les recherches sont suspendues. En France, il faut rappeler les remarquables travaux de M. Clerget (2), qui a su construire de toutes pièces un moteur exclusivement français, actuellement homologué. Nous croyons, en outre, savoir que la firme Lorraine étudie elle aussi un moteur léger à huile lourde pour être présenté au Service technique du ministère de l'Air. Le moteur à huile lourde genre Diesel n'a pas dit son dernier mot, car son application — en aviation comme ailleurs — se traduit par économie, sécurité, simplicité, comme nous le prouverons par la suite.

VERRES ORGANIQUES ET SÉCURITÉ

Au dernier Salon de l'Aviation, nous avons remarqué l'emploi, sur avions et hydravions, des verres organiques que *La Science et la Vie* (3) a été la première, en France, à signaler dans un article spécialement consacré à ce sujet. Cette matière transparente est utilisée par les « avionneurs », non seulement pour la fabrication des pare-brise et vitrages des cabines, mais aussi pour l'exécution des tourelles des avions de bombardement. Les raisons qui ont fait adopter ces matières plastiques (4) par le ministère de l'Air sont les suivantes : grande résistance aux chocs et aux vibrations, légèreté (densité 1,3 environ), clarté (non jaunissement à la lumière), inflammabilité, facilité de découpage, de cintrage et de pose. Les verres organiques, dont les applications dans la science et l'industrie sont de plus en plus nombreuses, deviennent donc des concurrents sérieux des verres de sécurité, employés jusqu'ici dans l'industrie automobile et dans les transports. On sait qu'on distingue, au point de vue de la sécurité, les verres genre « Triplex » (5), à armature nitro-cellulosique entre plaques de verre qui se fendent sans éclats, et les verres trempés (genre « Securit »), qui tombent en poudre sous le choc, sans éclats tranchants. Nous sommes donc en présence de trois produits différents pour atteindre le même objet.

LE RETARD DE L'AVIATION FRANÇAISE

Depuis 1919, la France a consacré 23 milliards à son aviation, pour être en retard sur la plupart des grandes puissances militaires tant au point de vue de la qualité que de la quantité des appareils modernes en service. Cela tient pour beaucoup aux lenteurs de notre organisation industrielle : entre le moment où un appareil est adopté, commandé et livré en série, et celui où il est mis en service dans les escadrilles, il s'écoule des années ! Un observateur qualifié n'a-t-il pas écrit qu'en dépit des efforts du ministère de l'Air nous « sortirons », en 1937, des appareils « vraiment modernes », mais qui seront alors « surclassés » par ceux de construction étrangère, puisque les nôtres, mis en fabrication l'an dernier (et livrables fin 1936), sont analogues aux avions qui *volait* déjà en 1934 chez nos voisins ! En 1937, ceux-ci feront encore mieux, et nous serons encore « handicapés ». Nous exposerons ultérieurement les causes de cet état de choses et les remèdes à y apporter, en comparant nos méthodes à celles de l'étranger (Europe et Amérique).

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 162, page 497.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 163, page 11.

(3) Voir *La Science et la Vie*, n° 199, page 72.

(4) Voir *La Science et la Vie*, n° 202, page 317.

(5) Voir *La Science et la Vie*, n° 174, page 475.

OU EN EST LA POLITIQUE DES DIRIGEABLES ?

A côté des grands dirigeables rigides, du type Zeppelin, et dont il n'existe, à l'heure actuelle, que deux exemplaires en service : le *Macon* (1), américain, et le « Graf Zeppelin » *L. Z.-127* (2), allemand (3), on continue à construire dans divers pays des dirigeables de petites tailles, souples ou semi-rigides. Certains d'entre eux, comme celui qui doit être mis prochainement en service en U.R.S.S. (4), sont destinés au transport des passagers ; mais la plupart ont des utilisations militaires (reconnaissance sur les côtes, observations, etc.). Nous avons eu l'occasion de voir, lors du Salon de l'Aviation, un appareil de ce genre, le « Moto-Ballon » (5), simple saucisse motorisée, employée pour l'observation. Les États-Unis possèdent, eux aussi, différents types de vedettes aériennes constitués par des dirigeables. Signalons, en particulier, le *Goodyear Zeppelin T. C.-13*, ballon de 71 mètres de long, d'une capacité de 10.000 mètres cubes, qui comporte une nacelle mobile que l'on peut faire descendre à volonté, à l'aide d'un câble, à 300 mètres au-dessous de l'appareil, ce qui permet de faire des observations au-dessous d'une couche de nuages, alors que le ballon lui-même reste dissimulé dans celle-ci.

LES HYDRAVIONS GÉANTS « DO. X » VONT-ILS ÊTRE ABANDONNÉS ?

Un grand journal anglais annonce que les fameux hydravions *Dornier Do. X*, de 50 tonnes, 12 moteurs, dont les premiers types furent construits en 1929 (voir le compte rendu du voyage en Allemagne de notre collaborateur M. Le Boucher dans *La Science et La Vie*, n° 155, page 355), avaient été récemment abandonnés par l'Italie, qui les avait acquis dans un but militaire. L'Allemagne, considérant sans doute que ses modèles étaient quelque peu périmés par rapport aux progrès de la technique aéronautique actuelle, ne paraît pas avoir donné suite à cette fabrication. On se souvient que nous avons affirmé que ces engins n'étaient pas destinés à l'aviation de transport, mais bien prévus pour une aviation de bombardement. Voici les raisons qui, selon nous, auraient fait abandonner ces hydravions géants qui, à l'époque, firent sensation. La première est l'insécurité de tels appareils au point de vue de leurs qualités de navigabilité ; la répartition des charges transportées exige, en effet, certaines précautions pour ne pas compromettre l'équilibre. La seconde réside dans la lenteur extrême de ces hydravions par rapport aux vitesses actuelles (le *Dornier Do. X* ne dépasse pas 150 km-heure).

La troisième consiste dans son poids énorme : 50 tonnes, pour une charge utile relativement minime. La quatrième réside dans la complexité qui résulte de la présence de douze moteurs (6) pour propulser l'appareil, cause de difficultés d'alimentation en marche. La cinquième — qui n'est pas la moindre — est son petit rayon d'action. On se souvient avec quelle peine cet hydravion géant attendit le moment opportun pour traverser l'Atlantique, avec une lenteur vraiment dconcertante. Du point de vue militaire, comme du point de vue commercial, cet appareil est donc périmé. Depuis 1929, les progrès en « hydrodynamique » ont été considérables. Cette science, sous cette forme, n'existait pas au temps où M. Dornier conçut son hydravion. Aujourd'hui, on est arrivé à des formules nouvelles ayant fait leurs preuves, afin de réaliser un compromis heureux entre le bateau et l'avion.

Le sixième inconvénient, enfin, est dû à son prix prohibitif pour une exploitation privée comme pour une exploitation d'État. En 1935, la construction aéronautique a franchi une étape considérable avec l'hydravion *Lieutenant-de-vaisseau-Paris*, de 37 tonnes, susceptible de transporter 72 passagers (charge utile vraiment remarquable). Ses essais permettront de se faire une idée de sa valeur pratique dans l'air

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 192, page 500.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 138, page 509.

(3) Le nouveau « Super-Zeppelin » *L. Z.-129* doit sortir au printemps prochain.

(4) Voir *La Science et la Vie*, n° 211, page 86.

(5) Voir *La Science et la Vie*, n° 211, page 75.

(6) Alors que, aujourd'hui, on pousse rarement au delà du quadrimoteur.

et sur l'eau. Il n'est pas destiné, celui-ci, à jouer un rôle militaire, mais à assurer, dans des conditions de maximum de confort et de sécurité, le transport des passagers au-dessus des océans. Pour apprécier ce magnifique spécimen de la construction française, il faut attendre les résultats de l'expérimentation : dans cette technique, comme dans tant d'autres, la théorie prépare, la pratique confirme. Quant à la firme des Etablissements Dornier, de Friedrichshafen, puissamment outillés pour produire, merveilleusement équipés par leurs bureaux d'études, ils cherchent certainement dans une autre voie à construire des appareils vraiment modernes.

LE PRIX DE L'ÉLECTRICITÉ VA BAISSER... EN AMÉRIQUE

Aux U. S. A., la commission fédérale de l'Énergie électrique vient de conclure que, dans la plupart des Etats confédérés d'Amérique, les tarifs de l'énergie électrique étaient trop élevés et devaient être abaissés d'au moins 25 %. C'est la première manifestation de la politique Roosevelt pour réaliser la diminution des prix de vente de l'énergie qui conditionne le coût de la vie et les prix de revient de l'industrie. En France, la même tendance se manifeste, et, déjà, certains groupements économiques déploient leur activité dans ce sens auprès des pouvoirs publics.

PRODUCTION ET VENTE DES AUTOMOBILES S'ACCROISSENT AUX ÉTATS-UNIS

Le président de la « General Motors » a déclaré récemment qu'au cours du troisième trimestre de 1934, il avait été vendu aux Etats-Unis — rien que par cette société — autant d'automobiles que pendant le trimestre correspondant de 1929, qui avait été l'un des meilleurs. On estime, en outre, qu'en 1935, l'Amérique atteindra au moins la production de 1930, soit plus de 4 millions. La reprise, que nous avons signalée ici, se confirme donc d'une façon éclatante, non seulement pour 1934, mais aussi pour les prévisions de 1935. Ford n'annonce-t-il pas qu'il fabriquera 1 million de voitures l'an prochain !

LES CARBURANTS NATIONAUX DANS LE MONDE

La propagande pour les carburants nationaux se poursuit en France avec une ténacité à laquelle il y a lieu de rendre hommage.

Nous avons maintes fois signalé l'importance des rallyes de carburants nationaux, extraits exclusivement du territoire de la métropole et qui permettraient de s'affranchir de l'économie étrangère, en temps de paix, et des carburants importés, en temps de guerre. La motorisation de l'armée française, déjà très avancée, nécessitera, évidemment, l'emploi de ces carburants, tirés de notre sol en s'adressant soit à nos houillères, soit à nos forêts.

Nous avons également mentionné que les usines à gaz françaises étaient capables d'assurer, en gaz comprimé, l'équivalent des 30 millions d'hectolitres d'essence qu'exige actuellement l'alimentation de nos moteurs. Nous aurons l'occasion de revenir sur cette utilisation particulière du gaz, qui n'a pas dit son dernier mot. Quoiqu'il en soit, les dernières expériences ont prouvé qu'au point de vue de la défense nationale, il nous était possible, désormais, de substituer à l'essence, au moyen de transformations très simples dans nos moteurs, des carburants de remplacement liquides ou gazeux susceptibles d'y être utilisés.

Dans tous les pays où le pétrole ne jaillit pas du sol national, les savants et les ingénieurs se préoccupent activement de créer de toutes pièces les carburants nécessaires aux besoins de la nation.

Le célèbre professeur allemand Frantz Fischer n'a-t-il pas récemment affirmé, à l'Institut Kaiser-Wilhelm, que son procédé de fabrication de pétrole synthétique (oxyde de carbone provenant du gaz à l'eau et hydrogéné par catalyse) lui permettrait

d'obtenir *industriellement*, par mètre cube de gaz traité, de 50 à 100 grammes d'huile minérale renfermant : 4 % de gas oil, 60 % d'essence, et jusqu'à 20 % d'*huile de graissage*, produit rémunérateur par excellence, puisqu'elle se vend actuellement (pour le produit naturel) plus de dix fois plus cher que l'essence !

Dans le même ordre d'idées, l'Allemagne pense à l'extraction des lignites abondant sur *son sol*, pour préparer des carburants de synthèse, et c'est dans ce but que vient de se créer le grand trust de la *Braun Kohlen Benzin*, pour intensifier la carbonisation du lignite à basse température qui fournit toute une gamme de carburants artificiels.

A LA GLOIRE DE LA CONDAMINE QUI APPORTA LE CAOUTCHOUC EN FRANCE

Cette année, il y aura deux siècles que La Condamine, explorateur et botaniste français, rapporta du Brésil le caoutchouc, qui devait, plus tard, donner naissance, au XIX^e siècle, à l'une des industries les plus puissantes et permettre le développement de la locomotion mécanique sur route. A La Condamine, — comme à cet autre Français, Forest, auquel nous sommes redevables du moteur à explosions (1), — l'automobile doit, pour une grande part, son prodigieux essor, si rapide et... si récent. Pourquoi la firme Michelin — la plus spécifiquement française pour la fabrication des pneumatiques — ne ferait-elle pas élever à La Condamine un monument commémoratif de sa découverte, qui a enrichi tant d'industriels des deux mondes ? A Clermont-Ferrand, centre de l'industrie du « pneu », une plaque « généreusement » offerte par les Etablissements Michelin pourrait rappeler cet événement, et Paris, si prodigue en statues, pourrait accorder à MM. Michelin un emplacement pour y édifier un modeste monument du souvenir que ceux-ci seraient heureux d'offrir à la grande cité.

AU SALON DE L'AUTOMOBILE DE LONDRES

Au dernier Salon de l'Automobile de Londres, nous avons constaté une tendance marquée des carrosseries vers ce qu'on appelle la voiture « aérodynamique » (2), c'est-à-dire la voiture « carénée ». Les Anglais emploient les expressions de *airflow* (écoulement d'air) et de *airstream* (courant d'air), *streamline* (carénée). Les termes ne changent rien à la forme, qui, rationnellement, s'efforce de diminuer la résistance à l'avancement et, par suite, la consommation aux grandes vitesses. L'industrie automobile de la Grande-Bretagne ne cesse, du reste, de se développer, et 1934 enregistrera un accroissement sensible de la production par rapport à 1933. Celle-ci dépassait elle-même 1932 de près de 30 %, qui atteignait presque 250.000 voitures ! La France tient encore, depuis un an, le record de la construction en Europe, avec 1.873.000 véhicules devant l'Angleterre avec 1.729.000 ; mais il se pourrait que cette situation soit inversée quand la prochaine statistique se rapportant à 1934 paraîtra.

L'EFFORT DE L'AVIATION AMÉRICAINE

L'aviation américaine poursuit son effort pour améliorer sans cesse son matériel. Celui-ci se dévalorise si vite ! Un exemple suffit à le démontrer : le nouvel avion de bombardement (B. A. C., constructeur), muni de deux moteurs à réfrigération par air de 700 ch, peut transporter maintenant, dans un rayon d'action de 2.400 kilomètres, une charge utile de 3.680 kilogrammes à la vitesse de 305 km-heure à 2.000 mètres d'altitude. A 3.500 mètres d'altitude, il peut réaliser une vitesse de croisière de 277 kilomètres. Cet appareil terrestre peut également être transformé en hydravion (alors sa vitesse de croisière est de 265 km-heure). Enfin, grâce aux volets d'intrados, il peut atterrir à 90 km-heure environ seulement, ce qui est remarquable comme écart de vitesses.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 109, page 41.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 200, page 153.

VOICI LE BILAN INDUSTRIEL DES PLANS QUINQUENNAUX EN U. R. S. S.

Par Maurice PERCHERON

Ceux de nos ingénieurs qui ont visité l'U. R. S. S. ont constaté une grande activité industrielle et un grand désir de produire. Mais, chez un peuple jeune, né tout récemment à l'industrie, la main-d'œuvre qualifiée ne se forme pas du jour au lendemain. Il y a toute une éducation professionnelle à faire, et c'est précisément là l'objet de l'enseignement technique dans tous les pays. A ce point de vue, les dirigeants soviétiques ont certainement éprouvé des difficultés à recruter leur personnel de maîtrise et leurs spécialistes. Cela explique, dans la plupart des fabrications, la quantité vraiment exagérée de produits et pièces mis au rebut, du fait qu'ils ne peuvent être utilisés dans la construction en série. Si le prix de revient était calculé en tenant compte de tous ces déchets, il en serait considérablement augmenté. Il est, du reste, probable qu'au fur et à mesure que l'organisation du travail s'allègera et se rationalisera en U. R. S. S., nous assisterons à un meilleur rendement de l'industrie soviétique, dû à une plus grande habileté de la main-d'œuvre ouvrière et à la meilleure qualité des cadres. Un peuple ne naît pas du jour au lendemain à l'esprit industriel, et, à ce point de vue, le Slave ne saurait être comparé au Français et à l'Allemand, par exemple. Notre collaborateur, qui a séjourné longtemps en U. R. S. S., nous présente ici le bilan des « plans quinquennaux ». On y verra le formidable développement de la production industrielle, notamment dans le domaine de la sidérurgie, pivot central de l'économie soviétique, et dans celui de l'électrification, qui est à la base de la politique des Soviets, ainsi que nous l'avons exposé dès l'origine du premier plan quinquennal (1). Malgré cet essor de l'équipement national, la mauvaise concentration des entreprises, l'absence de prix de revient font que l'U. R. S. S., bien loin de pouvoir exporter, constitue au contraire un marché susceptible d'offrir de larges débouchés aux industries d'Occident, mais, dans la situation actuelle, la question qui paralyse les relations commerciales est évidemment celle de l'obtention des crédits.

AUJOURD'HUI se dissipe la fumée qui, depuis bientôt dix-sept ans, voile les faits et gestes de la Russie nouvelle. Des voyageurs reviennent, chaque année plus nombreux, et leurs carnets sont bourrés de notes abondantes où la passion s'efface devant l'importance d'un mouvement dont on commence à saisir la valeur réelle.

Qu'on ne parle pas de propagande en faveur du régime soviétique, et non plus d'un dénigrement systématique. Des comptes rendus sincères nous exposent un effort gigantesque de création, des records de temps battus, en un mot : des résultats.

C'est cette œuvre prodigieuse que nous allons tenter de synthétiser. Certes, si elle nous révèle un admirable élan, si elle correspond à des faits positifs, elle n'est pas exempte de graves défauts. C'est des uns et des autres que nous donnerons une esquisse générale, la seule chose qu'on puisse aborder dans quelques pages de cette revue. Nous le ferons en ingénieur, en anatomiste, excluant toute appréciation sur le régime

actuel. Mais nous ne pourrions complètement éliminer la psychologie politique. Sans elle, en effet, les résultats ne veulent rien dire, ils ne portent en eux aucun avenir — en bien comme en mal.

La Russie industrielle d'avant-guerre

Antérieurement à 1904, la Russie ne produisait guère que des objets de consommation : 55 % de l'industrie totale du pays était affectée à leur fabrication. La Russie, pays essentiellement agricole, était tributaire de l'étranger pour son outillage, le matériel ferroviaire, l'électricité. La production d'acier et de fonte elle-même ne suffisait pas aux besoins nationaux. C'est à peine 8 % de la production industrielle totale qui était revendiqué par la mécanique. Seules, les industries d'extraction paraissaient à peu près prospères.

La Révolution de 1917 et la guerre civile anéantirent à peu près tout ce qui avait été péniblement établi, et qui était resté pourtant insuffisant pour les besoins russes de guerre. Le blocus des Alliés s'ajouta aux

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 166, page 263.

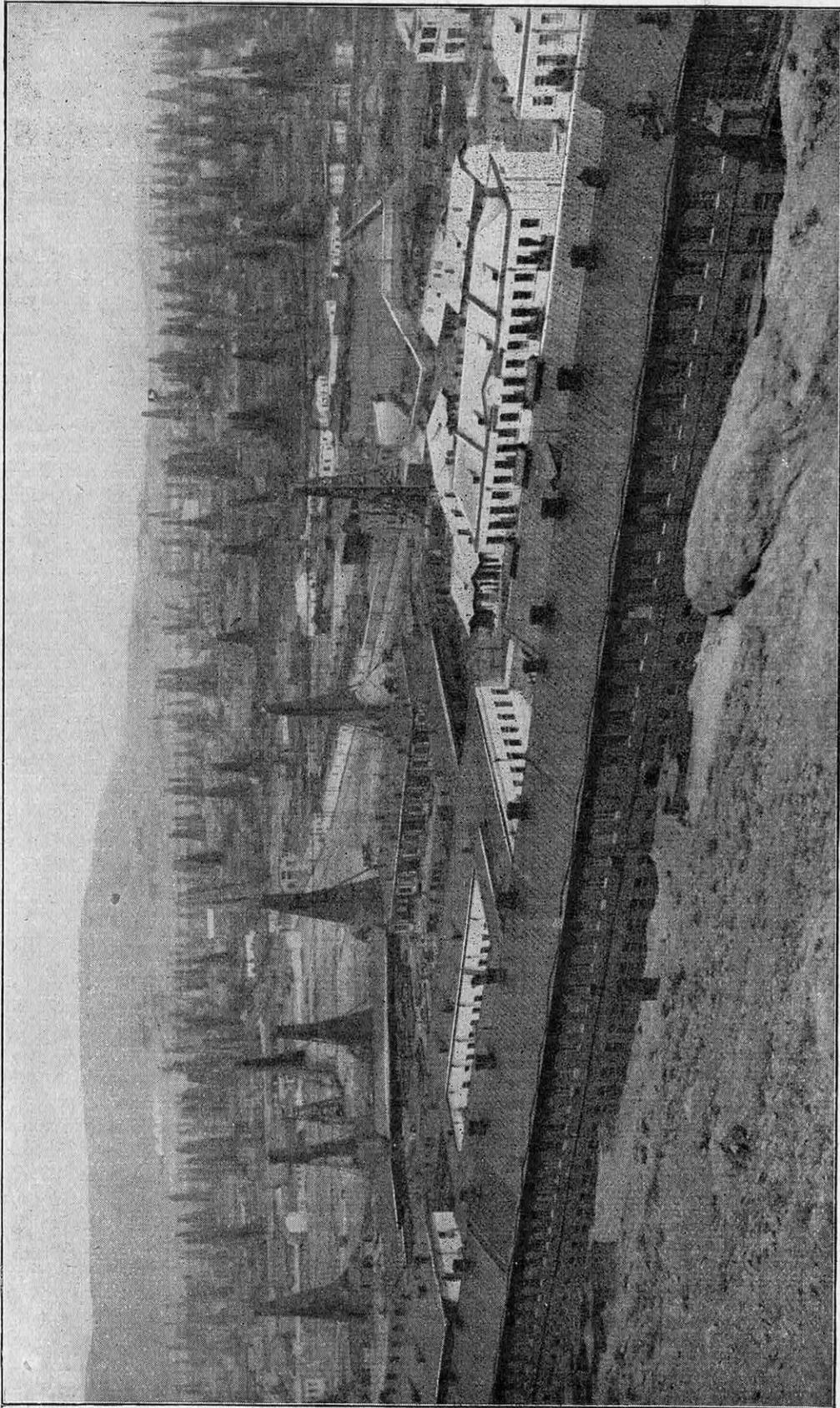


FIG. 1. — UN MAGNIFIQUE CHAMP DE PUIXS DE PÉTROLE A BIBI-AIBATSK (RÉGION DE BAKOU)
Sur la production annuelle totale de 28 millions de tonnes de pétrole russe, la région de Bakou en produit à elle seule le chiffre de 18 millions.

ravages intérieurs. Un dilemme angoissant se posa alors au régime soviétique : sombrer dans la plus effroyable misère, la désorganisation totale et, par là, renoncer à la Révolution, — ou bien faire appel à l'étranger et, par cela aussi, abandonner l'espoir de modifier le contrat social.

Entre les deux solutions, une mince fissure : celle de tenter de se tirer d'affaire par ses seuls moyens. Jouant à quitte ou double, Moscou conçut un plan de cinq ans, le *Piatiletka* (1). L'effort-base devait porter sur l'extraction et la production des matières premières, et aussi sur la fourniture de force motrice. L'industrie lourde et l'électricité devaient, selon l'idée de Lénine, construire le socialisme et permettre à l'U. R. S. S. de s'affranchir de l'étranger.

D'autre part, la tendance du Plan était d'entraîner une révolution des esprits, de transformer la Russie, pays surtout agricole, en un pays industriel. Il fallait pour cela s'appuyer sur le fondateur de la Révolution, le prolétariat ouvrier, le renforcer et le développer jusqu'à ce que son souffle arrivât à toucher le paysan lui-même.

Tant bien que mal, les Bolchevistes restaurèrent un édifice en ruine. Puis ils construisirent. Le succès venant, ils osèrent adopter une variante maximum du Plan. Rompant avec les nations capitalistes, fournisseurs attirés de la Russie tsariste, les Soviets se lancèrent dans des fabrications diverses où, d'abord, l'équipement électrique et la production de la fonte et de l'acier prirent un caractère capital.

Un gigantesque plan d'électrification

Il n'est personne qui ne soit aujourd'hui familiarisé avec le barrage du Dniepr (2). Succédant à une première période d'électrification réalisée au moyen de centrales à vapeur, le barrage hydroélectrique, la deuxième station du monde, allait fournir 700.000 kilowatts. C'était assurer toute la force motrice et la lumière pour le bassin du Donetz. Le relèvement du niveau du Dniepr allait rendre celui-ci navigable sur tout son cours et permettre aux mers du nord d'être en relation avec celles du sud : les bois descendront de la mer Blanche jusqu'à la Caspienne, le pétrole et le blé monteront jusqu'à la Baltique. C'est aussi l'irrigation de dizaines de milliers d'hectares jusqu'ici désolés par la sécheresse.

Le Dnieproguez n'aura été que le premier jalon d'un gigantesque plan d'électrification

s'étendant jusque sur le troisième Plan quinquennal. D'autres barrages sont prévus, dont certains sont en cours de réalisation, dix, vingt, cinquante fois plus forts. La Volga, le Soulak, en Crimée, le Vackh, en Asie Centrale, l'Angara, en Sibérie moyenne, fourniront à eux seuls 4 millions de kilowatts.

Le fer et le charbon

Pour la fonte, la Russie occupait en 1913 la cinquième place dans le monde. Elle en tient aujourd'hui la première, produisant quotidiennement 30.000 tonnes contre 15.000 aux Etats-Unis. C'est que l'industrie lourde est la clé de tout effort industriel : fonte de minerai, fabrication de lingots d'acier, de fer, de fonte, laminage de profilés.

En trois ans sont sorties du néant deux des plus vastes usines métallurgiques du monde — juste encore dépassées par Gary, aux Etats-Unis (1). Des villes de 175.000 habitants, avec tout ce que comporte l'érection de telles cités industrielles, ont couvert la steppe jusqu'ici seulement connue des nomades : c'est Magnitogorsk, en Oural, et Stalinsk (Novokouznietsk), en Sibérie.

Là, des hauts fourneaux de 1.400 tonnes débitent le métal fondu, qui passe ensuite dans les aciéries où sont montés de gigantesques bloomings, des laminoirs monstres. Matériels allemand et américain montés par des ingénieurs étrangers.

Outre leur valeur intrinsèque, ces deux centres constituent, par leur association, une des plus curieuses formes du *Kombinat*. On entend par ce terme une organisation à peu près autonome fonctionnant en trust vertical ou en symbiose. Ainsi Magnitogorsk, c'est l'exploitation de la Montagne Aimantée, qu'on débite à ciel ouvert pour en extraire du minerai de fer à 62 %. Stalinsk, c'est le charbon. Les deux centres échangent une partie de leurs produits et fournissent tous deux du métal brut ou usiné à tout le pays.

Mais ce qu'il faut dire, c'est que les deux usines sont à 2.500 kilomètres l'une de l'autre, et que, sur la frêle voie ferrée qui les réunit sont lancés 180 trains quotidiens, sans compter, naturellement, ceux qui exportent, pour le restant de l'Union, le produit fini. Les Soviets ont tenu cette gageure de créer le pivot de leur industrie lourde dans ces conditions paradoxales. Sans compter le prix ni la peine, qui ont atteint des taux inouïs, ils ont réussi brillamment. Aujourd'hui que la sagesse industrielle semble s'établir, on

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 166, page 263.

(2) Voir *La Science et la Vie* n° 176, page 90.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 180, page 477.

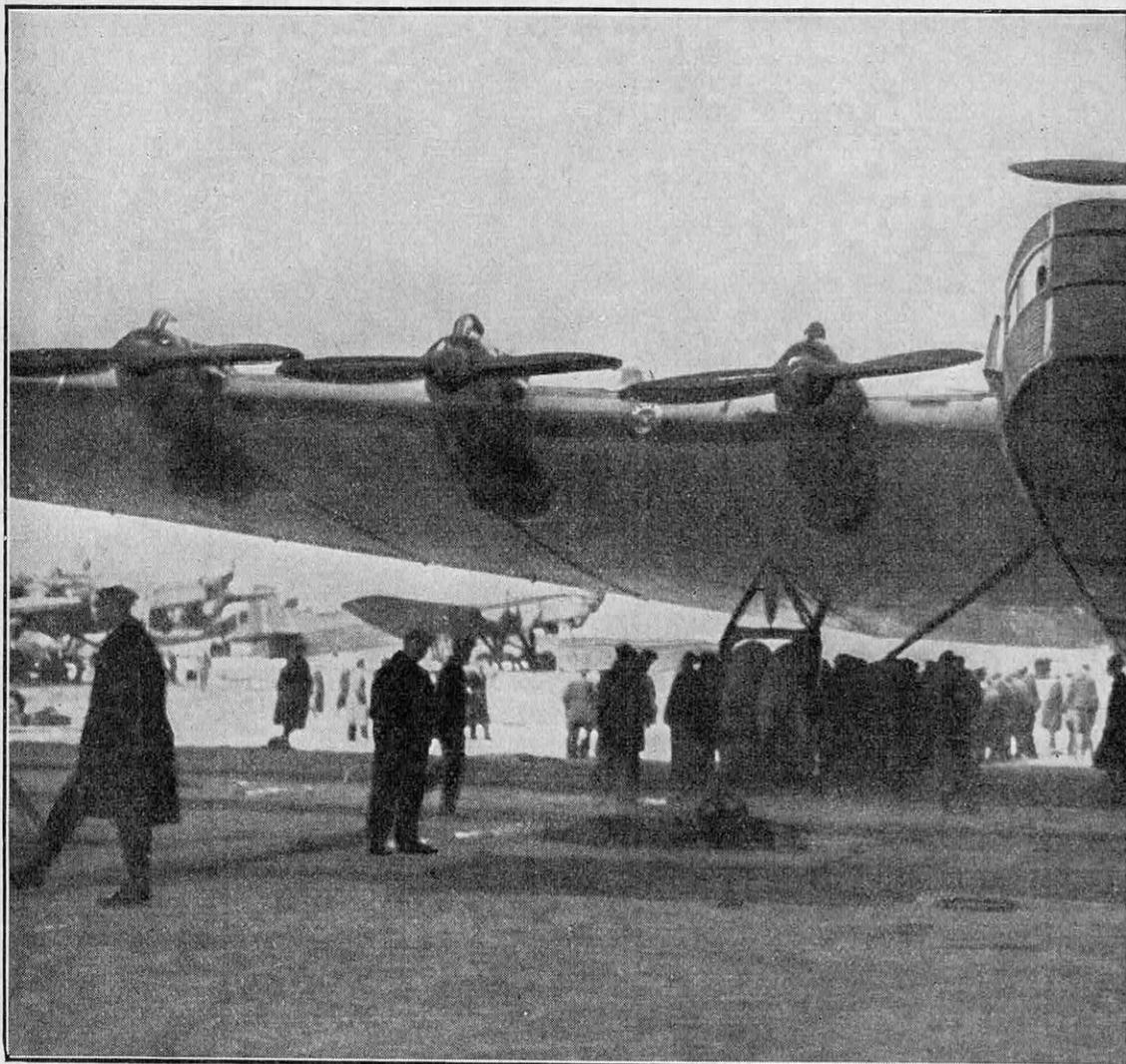


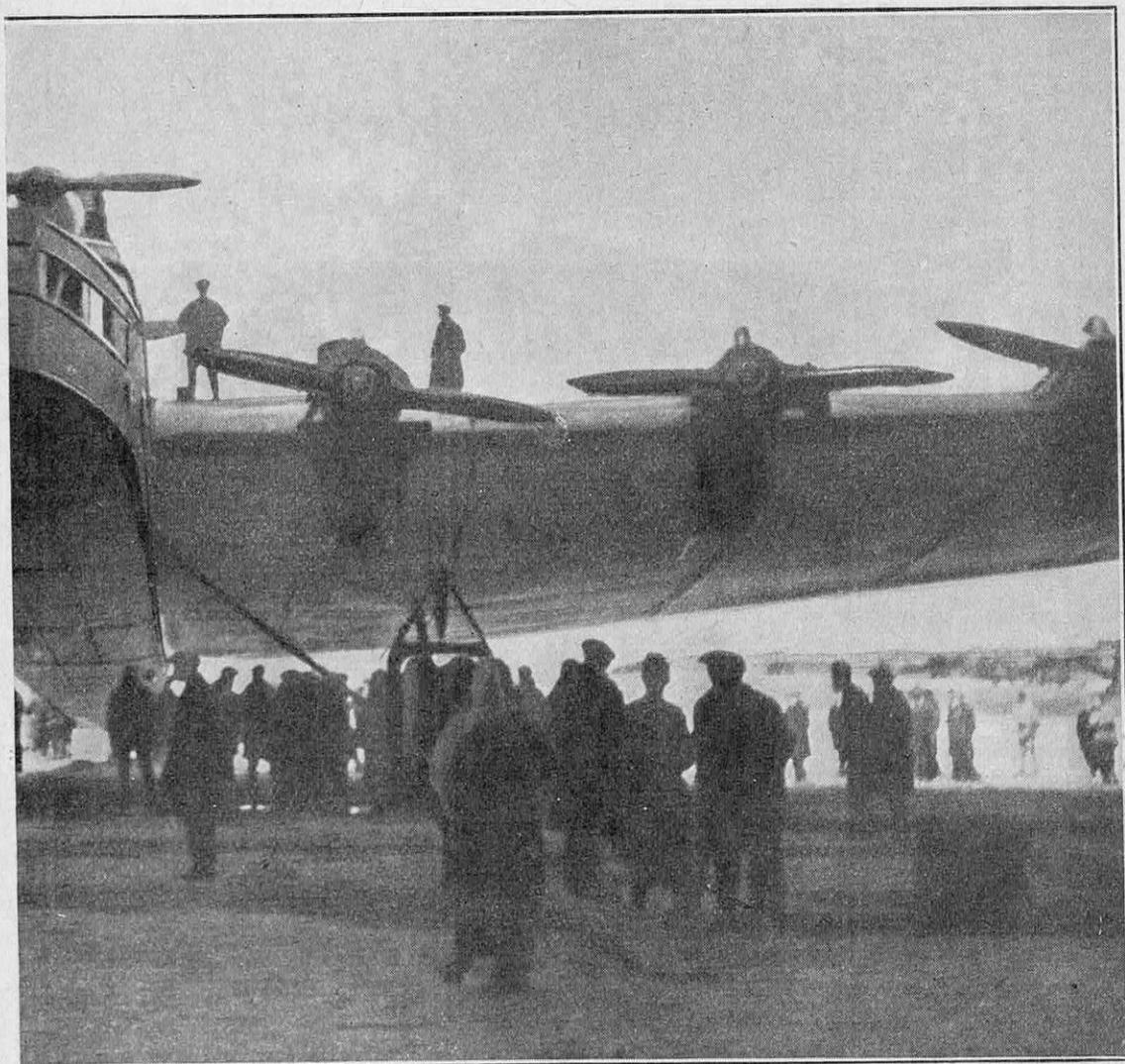
FIG. 2. — L'AVION « MAXIME-GORKI », CONSTRUIT EN U. R. S. S. POUR LA PROPAGANDE FRANCE ET QUI POURSUIT ACTUELLEMENT SES ESSAIS A BISCAROSSE, CONSTITUANT UN RECORD DE VITESSE. Envergure, 63 mètres ; longueur, 32 m 5 ; poids total, 42 tonnes ; passagers, 79 personnes ;

songe à alimenter Magnitogorsk du charbon venant de Karaganda, à 1.000 kilomètres « seulement », et à bourrer les hauts fourneaux de Stalinsk avec le minerai de fer de Telbess, centre sibérien.

D'autres centres métallurgiques, tels ceux de Zaporodjé, de Krivoj-Rog, d'Azov, de Kertch, de Toula, sont près d'être achevés, ou même fonctionnent. L'U. R. S. S. se trouve à la tête de 92 hauts fourneaux totalisant 30.000 mètres cubes, plus 26 fours géants de 1.000 à 1.400 tonnes. Elle compte aussi de nombreux convertisseurs, des fours électriques et plus de 200 soles Martin. De nombreux centres de traitement des matières non ferreuses sont en croissance,

notamment à Krasnoouralsk, Ridder, dans les bassins du Dniepr, du Donetz et de Kouznietsk, au Caucase septentrional. Une fabrique d'aluminium marche à Volklov et une autre se monte sur le réseau électrique du Dniepr.

Le charbon vient de nombreuses mines. Outre les gisements de Sibérie et de Karaganda, il faut compter ceux du Donetz, du Spitzberg, du Cercle arctique et, bientôt, la Transbaïkalie. Après des chiffres-records, la production du charbon s'est abaissée. Le phénomène est probablement dû à une surmachinisation et à une tendance de la main-d'œuvre à revenir à une exploitation routinière. Pourtant, de nouveaux gisements sont



SOVIÉTIQUE, QUI, AVEC L'HYDRAVION « LIEUTENANT-DE-VAISSEAU-PARIS », CONSTRUIT EN TIENT LES DEUX PLUS GRANDS APPAREILS « PLUS LOURDS QUE L'AIR » DU MONDE
puissance, 7.000 à 8.000 ch ; vitesse maximum, 240 km-heure ; plafond, 6.500 mètres.

mis en exploitation, et l'on étudie le moyen de faire du coke avec la tourbe, très abondante, pour la réduction du minerai de fer.

Le pétrole, richesse principale de l'U. R. S. S.

C'est surtout dans l'industrie du pétrole que le succès de l'Union est considérable, car il est à la fois technique et politique : 26 millions de tonnes pour l'année, plus de 18 rien que pour l'*Azrneft* de Bakou, 15 % de la production mondiale, voilà des chiffres éloquents !

La découverte de nouveaux gisements en Russie orientale, et notamment près du Baïkal, va renforcer la position mondiale

de l'U. R. S. S. D'autres champs pétrolifères ont été découverts dans les républiques turkmènes et sont déjà en forage. La production de l'île Sakhaline s'accroît chaque année.

On conçoit que c'est là une force politique de premier ordre. Si le blocus des Alliés a été la guerre du pétrole, les accords entre les parties peuvent être nommés les traités du naphte. Plus des deux tiers de la production russe — les besoins de l'armée rouge assurés — passent à l'exportation avec les prix les plus bas. Tous les pays, même la Grande-Bretagne et le Nippon, sont en dépendance du naphte soviétique. Cette dépendance est à la base de la recherche de carburants de remplacement.

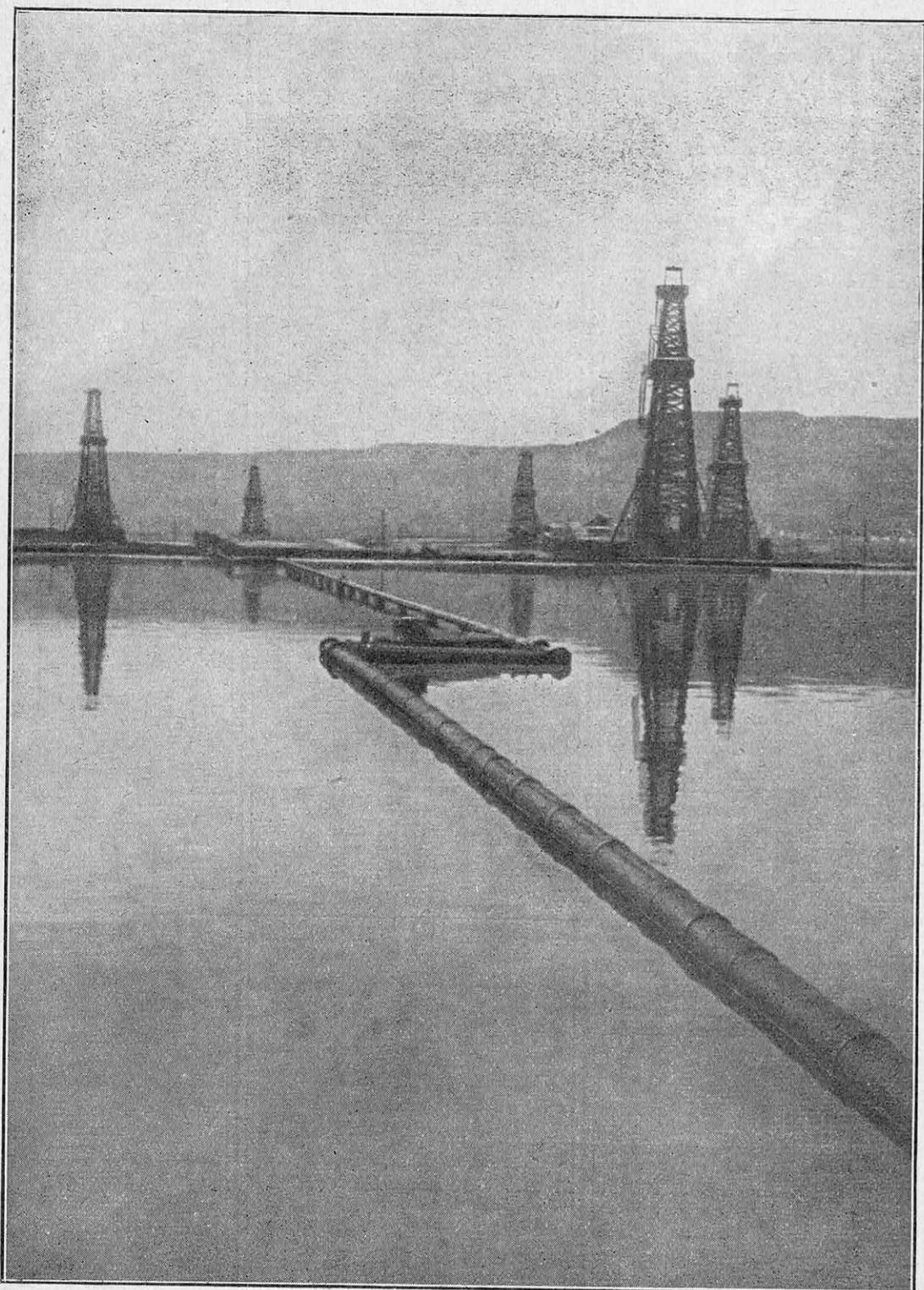


FIG. 3. — AUX ENVIRONS DE BAKOU, A LOCK-BATAN, ON A DÉCOUVERT UNE NOUVELLE SOURCE DE NAPHTHES POUVANT DONNER DE 15.000 A 20.000 TONNES DE PÉTROLE PAR JOUR. ON VOIT ICI LA NOUVELLE PIPE-LINE RELIANT LOCK-BATAN A BAKOU

La découverte de nouveaux gisements en Russie orientale, notamment près du lac Baïkal et dans les républiques turkmènes, renforcera notablement la position mondiale de l'U. R. S. S.

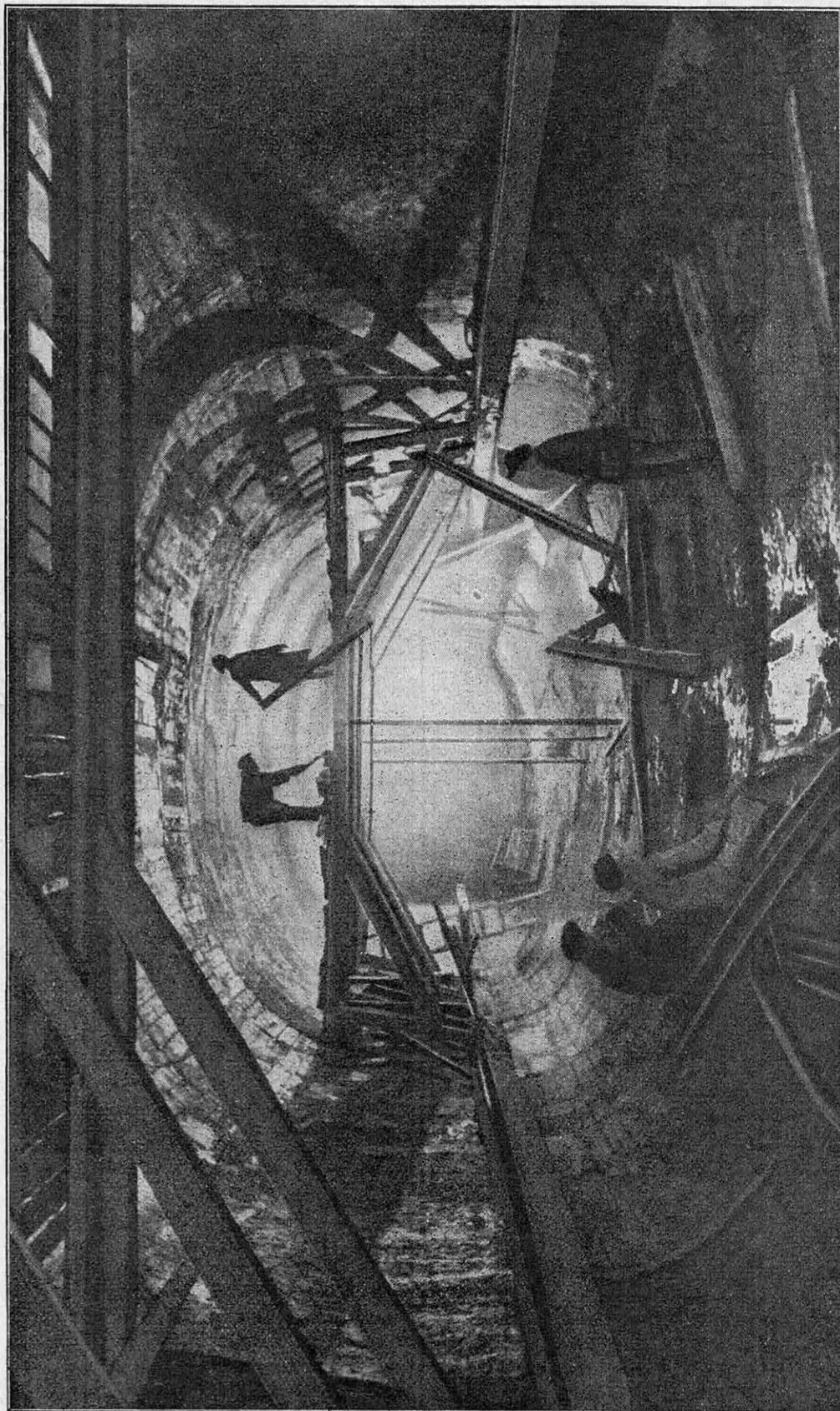


FIG. 4. — UN TUNNEL, A 25 MÈTRES SOUS TERRE, EN CONSTRUCTION POUR LE NOUVEAU MÉTRO DE MOSCOU
Ce chemin de fer souterrain a été construit selon les procédés les plus modernes, comme le Métro de Paris. (Voir La Science et la Vie, n° 135, page 177.)



FIG. 5. — L'U. R. S. S. A CHERCHÉ A DÉVELOPPER L'AGRICULTURE EN UTILISANT AU MAXIMUM LA MACHINE POUR LES TRAVAUX DES CHAMPS. ON VOIT ICI UNE SÉRIE DE TRACTEURS DEVANT LES USINES INSTALLÉES A STALINGRAD POUR LEUR FABRICATION

Grâce à l'organisation de gigantesques « Tractorstroï » à Stalingrad, à Tcheliabinsk, à Karkov, etc., l'U. R. S. S. a pu s'affranchir de l'importation des machines-outils étrangères qui lui étaient nécessaires.

Le développement de la mécanique en U. R. S. S.

Mais la Russie avait besoin, pour s'équiper et assurer par là son régime socialiste, de machines-outils étrangères. Pour payer celles-ci (le choix ayant porté sur le plus beau matériel du monde), Moscou a exporté ses productions naturelles, notamment son pétrole et ses céréales. Or, pour obtenir une quantité suffisante de produits d'échanges, il a fallu en mécaniser la production.

Le charbon étant extrait et le minerai de fer traité au moyen d'un matériel étranger, la nécessité a donc conduit les Soviets à construire tout d'abord de nombreux tracteurs agricoles et des moissonneuses-batteuses dites « combynes ». De gigantesques *Traktorstroï* ont été érigés notamment à Stalingrad, à Tcheliabinsk, à Rostov-sur-le-Don, à Gorkiy, à Karkov, à Novosibirsk, etc. Le succès venant, d'autres usines ont été établies pour (au moyen d'un premier matériel étranger) fabriquer des machines-outils purement russes. Une usine monstre est à citer parmi vingt autres : c'est l'Ouralmasch de Sverdlovsk.

A leur tour, ces machines-outils soviétiques sont entrées en action. Elles ont équipé les usines de locomotives de Lougansk, de Moscou, de Karkov, d'innombrables manufactures d'aciers spéciaux, d'aluminium, d'automobiles, d'aviation, des cimenteries, des verreries et des briqueteries, des usines de produits chimiques, de plomb, des filatures, etc.

Aujourd'hui, les Soviets achètent de moins en moins de matériel à l'étranger, sauf des machines spéciales. Ils équipent leurs centres industriels avec un matériel de fabrication spécifiquement russe, et déjà, pour le deuxième plan quinquennal, commencent à construire les machines qui assureront le développement de l'industrie légère : alimentation, vêtements et superflu.

L'organisation des transports reste à faire

Le gros défaut dans cette armature autarchique est évidemment la mauvaise marche des transports. On a eu beau créer des centres autonomes, la vie de l'Union soviétique ne peut être assurée que par une circulation intérieure des matières premières, des produits et du matériel.

Or, l'industrie a beaucoup plus vite évolué que ne se sont développés les transports.

Nous avons parlé de la relation ferroviaire de Magnitogorsk-Stalinsk, si précaire et si

fréquemment embouteillée. Il faut aussi dire que le matériel s'use trop rapidement, que les pièces de rechange manquent, que les voies sont trop hâtivement établies.

Ajoutons que les rails et les traverses de bois sont en quantité insuffisante, que l'esprit des cheminots est rétif, que les détournements sont innombrables, et qu'une juridiction spéciale a dû être instituée pour châtier les fautes.

Le prix

Ainsi, depuis 1928, les Soviets ont monté de toutes pièces la fabrication de la fonte, de l'acier, de l'aluminium et du cuivre, du plomb, du nickel et du molybdène, du zinc, l'extraction intensive du charbon et du pétrole. Grâce aux matières fournies à discrétion par la nature, ils fabriquent des rails, des profilés, de la charpente d'usine, des tracteurs, de la fibre artificielle, du caoutchouc synthétique. Déjà sortent des chaudières, des turbines, des alternateurs, des avions, du matériel roulant, des moteurs Diesel. On va accélérer les moyens de posséder une industrie chimique. L'agriculture sera entièrement mécanisée d'ici quatre ans.

L'U. R. S. S. ne craindra jamais la pénurie de matières premières : elle dispose de 37 milliards de tonnes sur les 153 que possède l'univers, de 1 milliard de tonnes de charbon, soit le huitième des réserves mondiales. De même pour les gisements de potasse, de phosphate, de manganèse, et peut-être aussi de pétrole.

En même temps que la population a atteint 170 millions d'âmes et que le prolétariat ouvrier dépasse 25 millions de travailleurs, l'industrie métallurgique a quadruplé, la production d'énergie électrique a sextuplé, l'extraction charbonnière a doublé ; les industries électriques ont augmenté de 700 %, les textiles de 50 %, l'alimentation de 106 %, — ce qui est très insuffisant.

Et on ne peut passer sous silence d'autres « géants » : le canal O. G. P. U., qui joint la mer Blanche à la Néva et met en valeur toute la Carélie orientale et la côte mourmane, le Turksib qui dessert le Turkestan, le port d'Igarta sur l'océan Glacial, l'Azneft de Tiflis, — sans compter l'établissement industrielle de gigantesques fermes d'Etat, les sovkhoses, dont certaines ont 120.000 hectares d'un seul tenant, la pose de 30.000 nouveaux kilomètres de voies ferrées, la percée de routes et de canaux, le développement de routes aériennes commerciales.

Rien n'a paru trop audacieux, trop hardi. Souvent même on a joué la difficulté. Aussi,

la première installation fut-elle effroyablement coûteuse et incohérente ; elle a dû, par la suite, être remaniée pour presque les deux tiers : qu'importe, l'U. R. S. S. est à la veille de devenir le premier pays industriel du monde.

Que nous réserve demain ?

Tout cet effort est-il viable, là est la question. Si le succès de création est indiscutable, il n'en reste pas moins que l'exploitation dépend de ce paradoxe : faire travailler, selon les rigides méthodes anglo-saxonnes, des individus dont la mentalité répugne foncièrement à la discipline industrielle de la production quotidienne, bien qu'ils n'aient que le souci d'imiter l'Amérique.

Certes, on a généralisé dans l'esprit slave la notion du machinisme, on a bâti avec un élan savamment entretenu par Moscou ; l'obsession, l'intérêt, la sanction, le patriotisme ont transformé l'esprit russe. Il n'empêche qu'il y a encore une insuffisance technique des plus inquiétantes, et que l'effort à poursuivre ne pourra l'être désormais qu'avec des conditions matérielles sérieusement améliorées.

Le manque habituel de coordination, l'absence d'organisation et de raison pratique, le souci du prestige, qui l'emporte trop souvent sur les besoins réels, ont pu admettre, grâce à une souffrance énorme, la non-rentabilité d'un tel équipement national. Mais maintenant que se sédimentent des niveaux sociaux, que l'U. R. S. S. est devenue social-nationaliste, la nécessité s'impose impérieuse de restreindre le gigantisme, d'endiguer la bureaucratie, de rechercher le prix de revient minimum. La guerre contre

le retard est terminée, vient le temps des œuvres durables. Le miracle est peut-être le fait de la Révolution ; la stabilisation ne s'établira qu'avec une société qui a déjà plus d'un point de commun avec le capitalisme. Il serait dommage, au point de vue humain, qu'une régression désastreuse ait lieu faute d'un peu de discipline, d'élagage, de modestie.

Et l'U. R. S. S. songe aussi à l'avenir. Si, pour cinquante ans ou davantage, une industrie formidable pourra à peine suffire aux besoins de la population, un moment viendra où d'autres problèmes se poseront. Jusqu'ici, toutes les usines ont été conçues dans le sens de l'affranchissement, dans celui aussi de la défense nationale. A l'abri des pactes de non-agression, toute l'industrie lourde, la majeure partie de l'industrie mécanique, les textiles, les sovkhoses eux-mêmes sont à utilisation possible de guerre. Il existe un remarquable plan de mobilisation industrielle dont l'exécution sera grandement facilitée par le régime socialiste.

Mais, déjà, on s'aperçoit que les buts sont plus lointains, et on vise, dès maintenant, à ce qu'un jour les marchés d'Asie soient clients d'une production pléthorique. L'alternative se pose, pour l'étranger, de savoir si l'industrie soviétique voit dans l'Asiatique le salut à un engorgement futur, ou si elle n'a été seulement orientée que pour arriver à asservir l'Asie pour s'en servir...

Mais là, nous entrons dans la politique internationale, et c'est tâche impossible que de traiter dans *La Science et la Vie* de la tragédie de l'Asie.

M. PERCHERON.

Nous avons récemment signalé (1) les différents moteurs à huile lourde (Diesel) pour avions, exposés au Salon de l'Aéronautique. En fait, à l'heure actuelle, deux types seulement ont fait leurs preuves en vol. Il s'agit du « Clerget » (français) et du « Junkers » (allemand). Ces appareils sont d'ailleurs de conception entièrement différente. Le « Clerget » est, en effet, un moteur à quatre temps, dont la constitution se rapproche de celle des moteurs à essence dits à explosions. Le « Junkers », au contraire, est un moteur à deux temps, comportant des cylindres où la chambre de combustion est comprise entre deux pistons, mobiles en sens inverse. Les résultats obtenus, d'un côté comme de l'autre, sont, dès maintenant, très encourageants et soulignent les progrès considérables réalisés depuis quelques années seulement, tant au point de vue puissance — de l'ordre de 500 ch — qu'au point de vue poids au cheval — de l'ordre de 1 kilogramme. Il reste, néanmoins, fort à faire pour que le Diesel « volant » puisse rattraper dans cette voie le moteur à essence qui, lui aussi, ne cesse de progresser parallèlement en atteignant des vitesses, des consommations, une légèreté, une longévité qu'on n'aurait osé envisager il y a quelques années encore.

(1) Voir *La Science et La Vie*, n° 211, page 61.

L'ÉQUIPEMENT NATIONAL DES ÉTATS-UNIS EN 1935

Par Jean BODET

ANCIEN ÉLÈVE DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE

DEPUIS le *Recovery Act* et les lois spéciales votées par le Congrès des Etats-Unis, au début de l'été 1933, le président Roosevelt jouit des pouvoirs dictatoriaux les plus étendus en matière économique. Dans le domaine des travaux publics et, en particulier, des travaux hydrauliques, construction de barrages et de centrales hydroélectriques, création de zones d'irrigation nouvelles, amélioration des conditions de navigation sur certains fleuves, pour plus de 400 millions de dollars de travaux exceptionnels ont été mis en train. Ces projets gigantesques, parmi lesquels figurent les plus grands barrages qui auront été construits jusqu'à ce jour dans le monde, ont été, pour la plupart, étudiés dans un délai très court et mis à exécution en vertu des pleins pouvoirs accordés au président, sans que le Congrès ait été appelé à se prononcer sur leur opportunité, comme il le fait obligatoirement pour le programme normal des travaux publics dressé par le « Corps des Ingénieurs ».

Le but des grands travaux est à la fois politique et économique

Le principal argument en faveur de ces projets est la nécessité de lutter, d'une manière rapide et effective, contre le chômage. Mais, en outre, dans leur conception, on retrouve facilement un des traits caractéristiques du « New Deal » : la volonté de mettre à exécution les projets les plus séduisants et les plus audacieux pour résoudre les vastes problèmes de l'heure présente, en faisant passer délibérément au second plan la considération du prix de revient. Dans le cas qui nous occupe, c'est à plusieurs centaines de millions de dollars que se chiffrent les dépenses engagées, et nous allons voir, en passant en revue successivement les divers projets fédéraux de barrages et d'aménagements hydrauliques actuellement en cours d'exécution, que bien peu se justifient du seul point de vue économique et financier.

On peut se demander, par exemple, si les revenus des territoires nouvellement irri-

gués seront jamais en rapport avec le prix des ouvrages d'art édifiés, si l'industrie américaine pourra utiliser avant longtemps les millions de chevaux de force motrice que les nouvelles centrales mettront à sa disposition, alors que les usines existantes n'ont qu'une activité déjà très réduite. Il semble qu'en cette occurrence la politique ait joué un rôle non négligeable et que le choix de l'administration fédérale, parmi tous les projets qui lui étaient soumis, ait été influencé par l'intervention des représentants des Etats intéressés.

Voici les principaux ouvrages en construction

Ainsi que le montre la carte ci-contre, les ouvrages en construction se partagent en plusieurs groupes : au Nord-Ouest, les barrages de Grand Coulee (63 millions de dollars) et de Bonneville (39 millions de dollars), tous deux sur la rivière Columbia ; au Sud-Ouest, le plus grand barrage en béton du monde, le « Boulder Dam » (165 millions de dollars), sur le Colorado ; au centre, d'une part le plus grand barrage en terre du monde, le barrage de Fort Peck (84 millions de dollars), sur le Missouri supérieur ; d'autre part les deux ouvrages de Seminole et Alcoa (22 millions de dollars), sur la North Platte River ; enfin, au Sud-Est, le groupe de barrages de la vallée du Tennessee comprenant le « Norris Dam » (34 millions de dollars), sur la Clinch River, le « Joe Wheeler Dam » (23 millions de dollars) et le « Pickwick Landing Dam » (22 millions de dollars), tous deux sur le Tennessee.

Le barrage de *Grand Coulee*, sur le Columbia, devait, dans le projet original, faire partie d'un système régional cohérent et alimenter un réseau de canaux d'irrigation couvrant près de 500.000 hectares. Le développement de ce plan rationnel exigeait 377 millions de dollars et l'administration fédérale n'était pas, comme on peut penser, disposée à accorder, au seul Etat de Washington, une pareille somme. Devant l'insistance

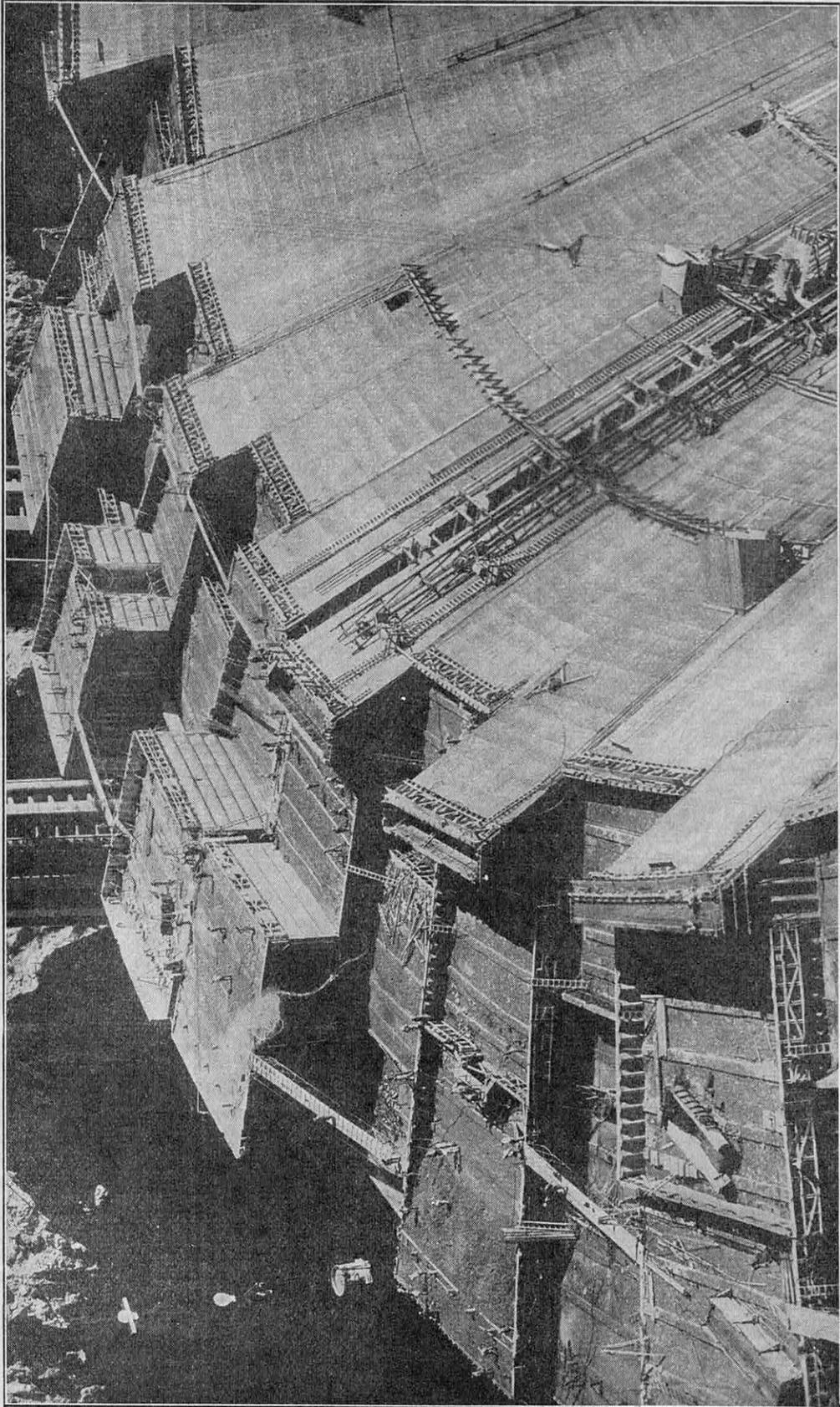


FIG. 1. — ÉTAT ACTUEL DES TRAVAUX DU « BOULDER DAM », QUI SERA LE PLUS GRAND BARRAGE DU MONDE. D'une hauteur totale de 230 mètres, ce barrage créera un réservoir de 34 milliards de mètres cubes étalé en un lac de 160 kilomètres de longueur.

de ses représentants, elle accorda cependant 63 millions de dollars et le projet dut être modifié en conséquence. La hauteur du barrage fut réduite à une trentaine de mètres, et comme on ne pouvait alors envisager d'irrigation, on se rabattit sur la production de force motrice. En juillet 1938, la puissance installée sera de 103.000 kilowatts ; elle pourra être portée, par la suite, à 617.000 kilowatts. Le projet initial, le seul qui répondait bien aux besoins de la région, n'est plus qu'un souvenir. Cependant, les représentants

50 % à celle qui leur a été effectivement demandée en 1933. Les nouveaux ouvrages porteront la puissance installée au quadruple de la puissance absorbée maintenant.

Au contraire des barrages de Grand Coulee et de Bouneville, le *Boulder Dam*, sur le Colorado (1), fait partie d'un projet d'ensemble longuement discuté et bien conçu. Sa construction a, d'ailleurs, été approuvée par le Congrès. Il permettra, d'une part, de contrôler les crues du fleuve; d'autre part, d'assurer l'irrigation de vastes territoires et, enfin, de

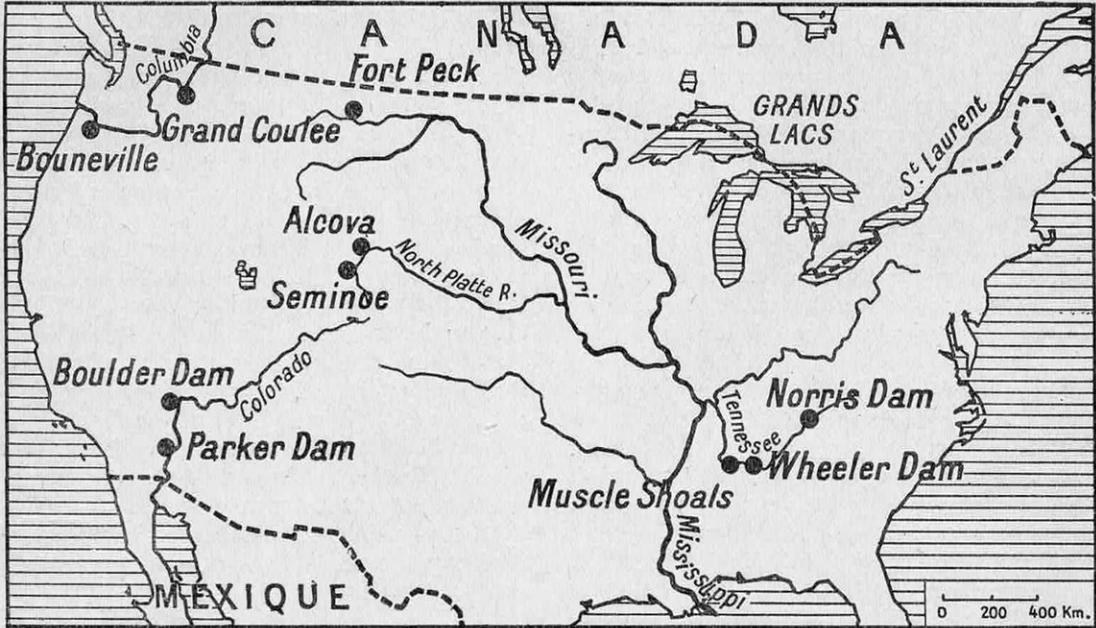


FIG. 2. — CARTE DES GRANDS TRAVAUX ACTUELLEMENT EN COURS POUR L'ÉQUIPEMENT NATIONAL DES ÉTATS-UNIS, ET QUI PERMETTRONT DE LUTTER CONTRE LE CHOMAGE

de l'Etat voisin d'Oregon, jaloux des succès de leurs collègues, obtinrent de l'administration fédérale les crédits nécessaires à la construction d'un autre barrage sur le Columbia, près de *Bouneville*. Ce nouvel ouvrage doit servir, d'une part, à la production de force motrice et, d'autre part, à régulariser la navigation sur le fleuve. Il comportera, pour cela, une écluse capable de recevoir des navires de 150 mètres de long ayant un tirant d'eau de 7 à 8 mètres. La centrale électrique, prévue pour 430.000 kilowatts, recevra au début, deux alternateurs de 43.000 kilowatts. Grand Coulee et Bouneville compteront donc parmi les plus puissants producteurs d'énergie électrique du Nord-Ouest. Mais leur construction était-elle bien nécessaire? Assurément non, puisque les usines actuellement existantes peuvent déjà fournir une puissance supérieure de

produire de l'énergie électrique. Commencé il y a plusieurs années, le barrage, qui sera le plus grand du monde parmi ceux construits en béton, permettra l'installation de 1.317.000 kilowatts. On se contentera, au début, de trois alternateurs : deux de 82.500 kilowatts et un de 40.000 kilowatts.

Les Etats de Montana et de Wyoming ont obtenu, à la suite de leurs démarches auprès de l'administration fédérale, les crédits nécessaires à la construction des trois barrages suivants. Le projet de *Fort Peck*, sur le Missouri, avait été longuement étudié par le « Corps des Ingénieurs », dans le but d'améliorer la navigation sur le Haut-Missouri, mais aucun argument économique de valeur n'avait pu être mis en avant pour justifier les énormes dépenses à engager. Un avis favorable n'en fut pas moins donné et la construc-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 199, page 61.

tion décidée. Ce sera le plus grand barrage en terre du monde : il mesurera 75 mètres de haut, 30 mètres de large à la crête et plus de 3 kilomètres de long. La principale qualité du projet semble être d'exiger beaucoup de main-d'œuvre, ce qui réduira d'autant le chômage.

Sur la North Platte River, sont prévus les deux barrages de *Seminole* et d'*Alcova*. Le premier formera réservoir et fournira de la force motrice (38.400 kilowatts) et le deuxième assurera l'irrigation d'un territoire assez étendu (26.800 hectares) dans la région de la petite ville de Casper. Actuellement, alors que plus de 1 million de dollars ont déjà été dépensés, la construction des ouvrages est interrompue, car il semble que le projet ait été insuffisamment étudié. Une controverse s'est élevée sur les droits de propriété de l'eau du fleuve et on a remarqué, un peu tard, que le sol que l'on se proposait d'irriguer contenait une forte proportion de sélénium qui rend toxique la végétation qui y croît. On cherche maintenant à sélectionner des espèces qui n'assimileraient pas le sélénium.

Enfin, dans la vallée du *Tennessee*, se poursuit une grande expérience d'aménagement régional, pour l'équipement et la mise en valeur d'un très vaste territoire. Le projet, très audacieux mais bien conçu, favorisera certainement le développement rapide de la région. Il comprend : un barrage-réservoir, le *Norris Dam*, sur la Clinch River (100.000 kilowatts); deux autres barrages sur le

Tennessee, le *Joe Wheeler Dam* (32.000 kilowatts au début, avec prévision pour 540.000 kilowatts) et le *Pickwick Landing Dam*; une ligne de transport de force de 365 kilomètres de long reliant le *Norris Dam* au barrage de *Muscle Shoals* (184.000 kilowatts), dont la construction est presque terminée; diverses usines, parmi lesquelles une centrale thermique et une fabrique d'engrais chimiques (acide phosphorique).

Nous voyons, en résumé, que ces divers projets, tous très intéressants au seul point de vue technique, sont, sauf trop rares exceptions, difficiles à justifier économiquement. Seules, les circonstances actuelles et l'ampleur de la crise aux Etats-Unis peuvent expliquer les décisions prises. En outre, la disposition sur la carte de ces projets fédéraux dénote chez le gouvernement central le désir d'exercer, au moyen de ces centrales hydro-électriques géantes, un contrôle très serré sur la production d'énergie dans tout le territoire. Grand Coulee et Bonneville dominent le Nord-Ouest; le « Boulder Dam », le Sud-Ouest; la vallée du *Tennessee*, le Sud-Est. Reste le Nord-Est. Il est dans les intentions du président Roosevelt de reprendre le projet d'aménagement du Saint-Laurent dans sa partie internationale, en collaboration avec le Canada. Il semble que le Congrès américain, qui a récemment refusé son approbation au projet négocié avec l'administration canadienne, soit disposé à revenir sur sa décision.

JEAN BODET.

LUMIÈRE JAUNE ET SÉCURITÉ EN AUTOMOBILE

Grâce à la lumière jaune des phares (1), les automobilistes peuvent maintenant constater qu'en se croisant à « plein feu », ils n'éprouvent plus la sensation, si désagréable et si dangereuse, d'être totalement aveuglés. Ils perçoivent nettement la silhouette de la voiture venant en sens inverse et les abords de la route avec ses occupants éventuels. Pourvu ainsi de points de repère précis, le conducteur conserve donc une impression de sécurité indéniable et une sûreté de manœuvre qui évite bien des accidents. L'usage de la lumière jaune présente donc un intérêt public pour tous les usagers de la route, et nul doute que ceux qui l'emploient ne contribuent à assurer leur propre sécurité comme celle des autres.

Dans le domaine de la locomotion routière, la circulation doit être de plus en plus « codifiée » pour réduire au minimum toutes les causes d'accidents, surtout en tenant compte de l'accroissement, vraiment impressionnant, de la vitesse des voitures de tourisme (le 150 km-heure est courant) et des « poids lourds » qui atteignent eux-mêmes le 80 km-heure.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 212, page 163.

QUE SERA LE MOTEUR D'AVIATION DE DEMAIN ?

Par le lieutenant-colonel REBOUL

Les principaux problèmes qui se posent aux constructeurs de moteurs d'aviation sont : l'augmentation de puissance et le maintien de cette puissance aux hautes altitudes, la diminution de poids au cheval utile et, enfin, la sécurité d'utilisation (accroissement de l'endurance, suppression du danger d'incendie notamment, etc.). Les conceptions ne chôment pas, les réalisations non plus. Ainsi, le dernier Salon de l'Aviation a consacré la mise au point du moteur à huile lourde (1) (sécurité et économie) et celle du pulso-compresseur (augmentation de puissance en altitude). Mais ce dernier perfectionnement, en particulier, pour pouvoir être réalisé sans augmentation excessive du poids au cheval, ne devrait pas être obtenu aux dépens de la robustesse du moteur lui-même. La tendance à « faire léger » a été, à notre avis, exagérée, notamment pour les avions militaires. Il n'est que temps de réagir contre cette tendance, si l'on veut posséder des appareils ayant les qualités d'endurance suffisantes qui seront primordiales pour soutenir le combat.

EN 1909, Blériot, pour la première fois, traversa la Manche en avion. Alors, cet exploit parut merveilleux. Actuellement, franchir d'un bond l'Atlantique devient aventure courante. Des lignes régulières, pardessus les mers et les déserts, relient les unes aux autres les contrées les plus lointaines.

En un quart de siècle, l'aviation a donc réalisé des progrès formidables, et, cependant, l'avion de Latham, que le génie de Levavasseur a créé, contenait déjà, en germe, tous les progrès accomplis depuis. Actuellement, on se contente de perfectionner, de mettre au point. Le moteur est devenu plus résistant, plus sûr, plus léger ; il permet toutes les audaces ; il donne la sécurité. L'évolution de la cellule s'est produite parallèlement et a contribué aussi à améliorer les conditions de la navigation aérienne, quoique dans une proportion moins grande.

Le moteur d'aviation d'aujourd'hui

I. — Les buts des constructeurs

L'effort des constructeurs des moteurs se concentre sur les quatre points suivants :

- augmentation de la puissance ;
- diminution du poids au cheval-utile ;
- augmentation de l'endurance, c'est-à-dire du temps de service et de la sécurité ;
- diminution de la consommation.

(1) Au Grand Palais figuraient, comme moteurs Diesel à huile lourde pour avions, les marques suivantes : « Junkers » (allemand), « Clerget » (français), « Salmson » (licence polonaise), « C. L. M. » (licence allemande en France), « Napier » (licence allemande en Angleterre), « Bristol » (anglais), « Isotta Fraschini » (italien).

Les progrès réalisés dans ces quatre domaines, depuis 1909, sont considérables. Ainsi :

— en 1909, un avion pesait 550 kilogrammes et portait un moteur de 110 ch ; actuellement, des avions gros porteurs, pesant près de 15 tonnes, sont munis de moteurs dont la puissance totale atteint 2.000 ch ; la puissance unitaire de certains moteurs atteint et dépasse 1.000 ch ;

— en 1909, le poids normal du moteur au cheval-utile ne descendait pas au-dessous de 3 kilogrammes ; actuellement, il oscille aux environs de 500 à 800 grammes ; il est vraisemblable qu'il descendra encore ;

— en 1909, la vie d'un moteur était de courte durée, d'environ 20 heures ; au bout de 10 heures de vol, il devait être révisé entièrement ; sur certaines lignes de navigation aérienne, des moteurs ont maintenant plus de 1.000 heures de vol ; on ne les révisé régulièrement qu'après 500 heures ;

— en 1909, les consommations des moteurs étaient, par cheval, de 280 à 300 grammes d'essence et de 25 à 80 grammes d'huile, suivant qu'il s'agissait de moteurs à eau ou de moteurs rotatifs à refroidissement par l'air ; en 1934, ces consommations se sont abaissées d'une façon notable et on arrive aujourd'hui, par cheval, à 220 grammes pour l'essence et à 8 grammes pour l'huile.

Ce sont ces améliorations qui ont permis de faire passer : le régime des moteurs, de 1.200 tours en 1909, à 2.600 et plus en 1934 ; la vitesse des avions, de 80 à 100 km-heure en 1909, à 300 km-heure pour les

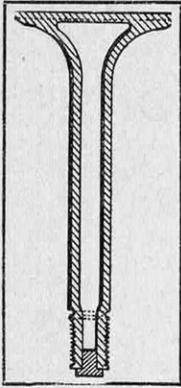


FIG. 1. — SOUPE CREUSE DONT LA CAVITÉ EST REMPLIE DE SEL POUR TRANSMETTRE PLUS FACILEMENT LA CHALEUR

avons de transport, à 500 km-heure pour les avions de vitesse et même à plus de 700 km-heure par les appareils de concours, en 1934.

Comment ont été obtenus la plupart de ces gains ?

II. — Augmentation de la puissance

L'augmentation de la puissance des moteurs a été réalisée soit par l'accroissement de puissance libérée par chaque cylindre, soit par la multiplication du nombre des cylindres du moteur.

Pour réaliser le premier point, il faut faire circuler à travers le cylindre le plus grand volume possible de gaz dans l'unité de temps, c'est-à-dire tourner le plus vite possible. Pour cette raison, certains moteurs de grosse cylindrée ont été poussés à 2.800 et même 3.000 tours-minute, bien que, à ces vitesses, par suite de leur grand alésage, l'inertie des pistons engendre des forces qui dépassent 1 tonne.

Pour utiliser au mieux ce gaz, il est nécessaire de diminuer le volume qui reste libre dans le cylindre, lorsque le piston est à fond de course, côté culasse, c'est-à-dire d'augmenter le taux de compression. Celui-ci est passé de 4, en 1909, à 6,5 ; il tend même à dépasser ce chiffre.

On a cherché enfin à augmenter la puissance utilisable dans un litre de cylindrée en introduisant le mélange dans le cylindre à une pression plus élevée que celle qui règne dans l'atmosphère. On y parvient au moyen du compresseur.

Le deuxième point, — multiplication du nombre des cylindres, — plus facile théoriquement à réaliser, a présenté, dans la pratique, de grosses difficultés de mise au point. Que les moteurs soient en étoile ou qu'ils se présentent en ligne, ils demandent toujours à être parfaitement équilibrés. C'est un travail minutieux. Pour éliminer toutes les causes susceptibles de faire vibrer un moteur, on pèse chaque pièce séparément. Toutes celles qui sont appelées à prendre un mouvement de rotation sont équilibrées séparément sur des machines spéciales. Le moteur, lorsqu'il est entièrement monté, est vérifié soit sur une machine spéciale,

soit avec des appareils spéciaux qui permettent de déceler les vibrations qui se produiront sur l'appareil.

Nous n'examinerons point ici les nombreux problèmes techniques qu'a eu à résoudre le constructeur pour accroître la puissance du moteur d'aviation. Nous nous contenterons d'examiner ceux de la *soupe*, du *piston* et du *vilebrequin*.

Chaque cylindre comporte au moins un orifice d'admission et un autre d'échappement ; chacun d'eux est fermé par une soupape. Mais, au fur et à mesure que le régime du moteur s'accroît, le volume de gaz introduit dans chaque aspiration doit passer à travers l'orifice d'admission dans un temps plus court. Aussi, pour que le cylindre se remplisse complètement, pour que la pression qui y règne soit aussi voisine que possible de celle de l'atmosphère, a-t-on été conduit à augmenter les dimensions des soupapes. Cela entraîne de graves inconvénients. Les soupapes deviennent ainsi fatalement plus lourdes ; elles exigent donc un travail plus grand, tout en se refroidissant plus difficilement.

Le cas est plus particulièrement délicat pour celle de l'orifice d'échappement, où la température des gaz atteint et dépasse même 800°. De toute nécessité, il faut la refroidir. Un seul moyen : céder sa chaleur par les parties en contact avec le cylindre, c'est-à-dire par le siège de la soupape ou par la tige. C'est surtout le siège qui sert de chemin d'évacuation à la chaleur, la tige, placée trop loin du champignon, n'étant que d'un faible secours.

Le refroidissement s'opère mal. Le constructeur des moteurs d'avions s'est alors

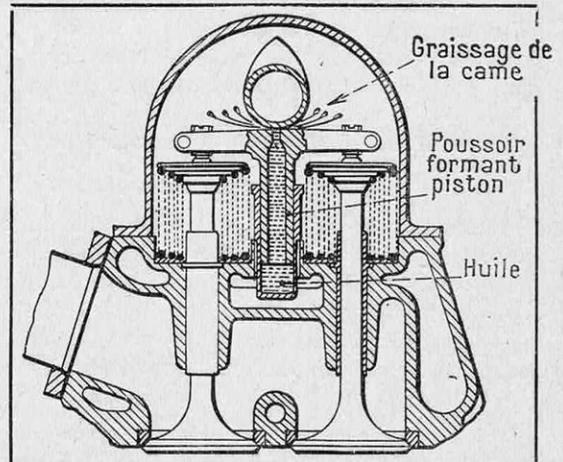


FIG. 2. — L'EMPLOI DE SOUPAPES MULTIPLES FACILITE ÉGALEMENT LE REFROIDISSEMENT

adressé au métallurgiste ; il lui a demandé des aciers capables de résister à chaud à des efforts importants. Celui-ci les lui a fournis. Ce fut encore insuffisant. Pour faciliter la circulation de la chaleur par la tige, on a eu recours à un artifice assez curieux. La soupape a été creusée. Une partie de la cavité a été remplie d'un sel ou d'un métal dont le point de fusion doit être assez bas et qui, de plus, ne doit pas, à chaud, exercer une action sensible sur le métal de la soupape. C'est le cas du chlorure de sodium. Ce corps, en agitation perpétuelle, transmet plus facilement la chaleur du siège à la tige.

Pour éviter ces difficultés, certains constructeurs ont eu recours aux soupapes multiples. A égalité de section de passage pour les gaz, les soupapes multiples offrent, en effet, une plus grande facilité pour la transmission de la chaleur au siège ; elles sont plus légères ; leurs dispositifs de rappel sont aussi plus faciles à établir. Tels sont les avantages qu'elles présentent. Malheureusement, l'établissement de commandes correctes de cet ensemble de soupapes est un problème très délicat, surtout si on tient compte du peu de place et de poids dont dispose le constructeur.

Résumons maintenant ce qui a été fait pour le piston. Plus le moteur est rapide et plus il doit être léger, sans cesser d'être rigide. Il lui faut lutter contre deux ennemis : l'excès de température et le filtrage de l'huile. Tournant vite, sa paroi, en effet, doit être abondamment graissée ; mais cette huile tend à passer entre sa masse et le corps du cylindre, pour aller brûler dans la chambre de combustion. Si la quantité qui s'échappe ainsi est faible, cela ne présente pas grand inconvénient. Il n'en est pas de même si la quantité d'huile brûlée est trop grande. Elle provoque des encrassements et peut être une cause de mauvais fonctionnement de l'allumage.

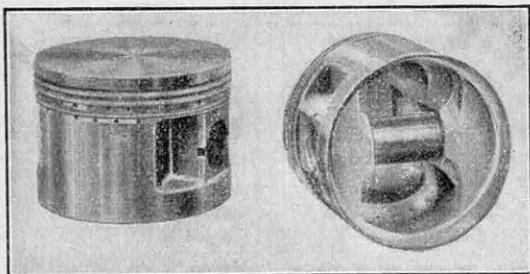


FIG. 3. — PISTON DE MOTEUR D'AVION EN ALLIAGE D'ALUMINIUM FORGÉ

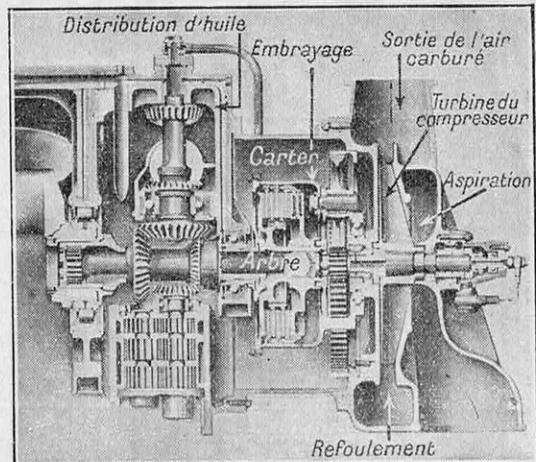


FIG. 4. — LE COMPRESSEUR ROTATIF PERMET DE COMPENSER LA DIMINUTION DE LA DENSITÉ DE L'AIR AVEC L'ALTITUDE

On a donc été amené, au fur et à mesure que le régime des moteurs s'améliorait, à attacher une importance de plus en plus grande au choix de la matière du piston, du segment et aussi du cylindre. La nature de l'alliage du piston est surtout imposée par sa propriété de résister à une température élevée. Il faut penser que le piston reçoit d'un côté les gaz de combustion, tandis que, de l'autre, il baigne dans l'atmosphère du carter et que son pourtour frotte sur la paroi du cylindre. Il faut enfin que, aux températures de marche normale, alors que la température de la paroi oscille aux environs de 200°, le coefficient de frottement du piston ne soit pas excessif, d'où les recherches multiples pour déterminer l'état du métal du piston, celui du métal de cylindre et la qualité de l'huile employée.

Presque tous les moteurs actuels d'avions ont leurs pistons construits en alliage d'aluminium forgé. De telles pièces sont extrêmement coûteuses, mais le métal ainsi obtenu est plus homogène, le corroyage, provenant du travail à la forge, lui assurant un grain plus serré et plus compact. La rigidité du piston est assurée par des nervures qui facilitent l'écoulement de la chaleur du fond, d'une part vers l'huile, d'autre part vers les parois. Ce sont ces dernières qui contribuent le plus au refroidissement.

L'accroissement du nombre de tours du régime du moteur et aussi celui de la compression nécessitent l'emploi d'arbres vilebrequins absolument rigides et des traces de bielles qui ne vibrent pas. Le mouvement alternatif des pistons, la forme du diagramme de travail, l'hélice elle-même sont généra-

CARACTÉRISTIQUES	Lorraine Prise directe 450 ch	Hispano 500 ch 12 Hb	Renault Prise directe 500 ch
Alésage (en millimètres).....	120	140	125
Course (en millimètres).....	180	150	170
Nombre de cylindres.....	12	12	12
Cylindrée (en décimètres cubes).....	24,4	27,7	25
Puissance nominale (en chevaux).....	450	500	500
Régime nominal (en tours-minute).....	1.850	2.000	2.100
Couple par litre pour la puissance normale.....	7,15	6,5	6,8
Poids (en kilogrammes).....	380,000	415,000	384,000
Poids au litre.....	15,500	15,000	15,300
Poids au ch d'équivalent de puissance.....	0,790	0,720	0,740

CARACTÉRISTIQUES DES MOTEURS SANS COMPRESSEUR ENCORE EN SERVICE

teurs de forces périodiques dont la grandeur et le sens varient à chaque instant. Chaque élément du moteur doit être étudié en tenant compte des formes capricieuses de ces différentes forces ; il faut prévoir, de plus, que l'hélice, tournant vite, constitue un gyroscope qui, dans les évolutions rapides de l'avion moderne, donne lieu à des efforts supplémentaires importants.

Les vilebrequins doivent donc être aussi rigides que possible. Dans les moteurs dont les cylindres sont disposés en ligne (de 6 à 12 cylindres), ils sont d'une seule pièce ; leurs portées sont de gros diamètre ; les bras qui les réunissent sont larges et épais.

Dans les moteurs à air, dont les cylindres sont disposés en étoile, les arbres sont quelquefois constitués par deux éléments assemblés.

Les constructeurs ont eu une dernière difficulté à vaincre pour conserver à leurs moteurs leur puissance : l'altitude. Le poids du litre d'air diminue, en effet, au fur et à mesure qu'on s'élève. A 5.500 mètres, il n'est plus guère que la moitié du poids au sol. Il faut compenser cette perte. Pour cela,

on munit les moteurs de dispositifs leur permettant de conserver un poids d'air par cylindre pratiquement constant, tout au moins jusqu'à une certaine hauteur. Ces organes, appelés « compresseurs », peuvent être établis sous plusieurs formes : type Root, type à palette, type à piston. D'une façon générale, c'est le compresseur du type centrifuge qui est adopté. Ce choix tient au fonctionnement même du moteur.

Par suite de son accouplement à l'hélice, son couple résistant ne diminue pas proportionnellement au nombre de tours, mais beaucoup plus rapidement. Ainsi, un moteur développant 500 ch à 2.000 tours a un couple moteur, à cette vitesse, de 180 kilogrammes ; à 1.000 tours, l'hélice de ce même moteur ne nécessite plus, pour tourner, qu'une force de 45 kilogrammes.

Le compresseur centrifuge fonctionne dans des conditions semblables. Le rapport de la pression de l'air, mesuré à l'entrée et à la sortie du compresseur, est, en effet, déterminé par la vitesse tangentielle. Or, le débit de l'air déplacé est aussi proportionnel à cette vitesse. D'autre part, le com-

CARACTÉRISTIQUES	Rolls-Kestrell 11 S	Hispano 12 XBrS	Hispano 12 Ybrs	Lorraine Pétrel
Alésage (en millimètres).....	127	130	150	115
Course (en millimètres).....	139,5	170	170	145
Cylindrée (en décimètres cubes).....	21,2	27	36	28
Nombre de cylindres.....	12	12	12	12
Puissance nominale (en chevaux).....	480	500	650	600
Altitude de rétablissement (en mètres).....	3.500	3.500	3.500	3.500
Régime nominal (en tours).....	2.250	2.200	2.400	2.600
Poids (en kilogrammes).....	410,000	370,000	430,000	465,000
Poids au litre.....	19,300	13,700	12,000	16,200
Poids au ch d'équivalent de puissance.....	0,745	0,530	0,500	0,600

CARACTÉRISTIQUES DES MOTEURS A COMPRESSEUR LES PLUS RÉCENTS

presseur centrifuge ne nécessite pas d'organes d'étanchéité difficiles à assurer ; on se rend compte, dans ces conditions, de ce qu'on peut réaliser facilement ce type de compresseur sous forme d'un dispositif véritablement peu encombrant.

III. — Diminution du poids au cheval utile

La diminution du poids au cheval utile a été réalisée grâce aux progrès de la métallurgie, et aussi grâce à la mise au point des réducteurs de vitesse, qui ont permis, sans accroître sensiblement le poids de l'appareil, de maintenir le rendement quelle que soit l'altitude.

a) Progrès de la métallurgie

Les tableaux, page 246, donnent une idée du gain du poids au litre réalisé depuis 1910. La lutte continue. Elle se poursuit actuellement surtout dans les accessoires.

Les grandes vitesses, et les pressions élevées dues à l'accroissement de la puissance, demandent un examen réfléchi des surfaces de frottement : coussinets, roulements à billes. Ces organes font l'objet de recherches et de progrès constants.

Les bielles sont presque toujours garnies de coussinets avec antifriction. Le choix de l'alliage peut varier, mais certaines conditions sont à respecter dans tous les cas ; en particulier, les déformations élastiques des arbres trop importantes constituent une difficulté primordiale : ces déformations ont l'inconvénient de réduire dans de notables proportions la surface réelle d'appui des coussinets, qui sont alors soumis, en certains points, à des surcharges excessives.

Le plus qu'il est possible, les frottements glissants sont remplacés par des frottements roulants, c'est-à-dire qu'aux coussinets à garniture d'antifrictions ou de bronze, on substitue des roulements à billes, à galets ou encore à aiguilles (1).

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 196, page 303.

Ce dernier type de roulement, récemment entré dans la construction aéronautique, a d'ailleurs été étudié ici même. La manière spéciale dont se présente son fonctionnement, qui participe à la fois du frottement de roulement et du frottement glissant, est fort intéressante.

b) Introduction des réducteurs de vitesse

Un moteur est essentiellement construit pour actionner une hélice.

L'hélice est un organe dont le principal mérite semble consister dans sa simplicité de construction. On n'a pas tardé, dès le début de l'aviation, à s'apercevoir qu'il eût été préférable que ses caractéristiques puissent se modifier suivant les circonstances du vol, mais tout le monde répugnait à toucher à une simplicité de construction qui, par cela même, donnait le maximum de sécurité. Cependant l'arrivée des moteurs à compresseurs a modifié si complètement le mode d'utilisation de la machine que l'hélice à pas variable en vol est devenue une nécessité (1).

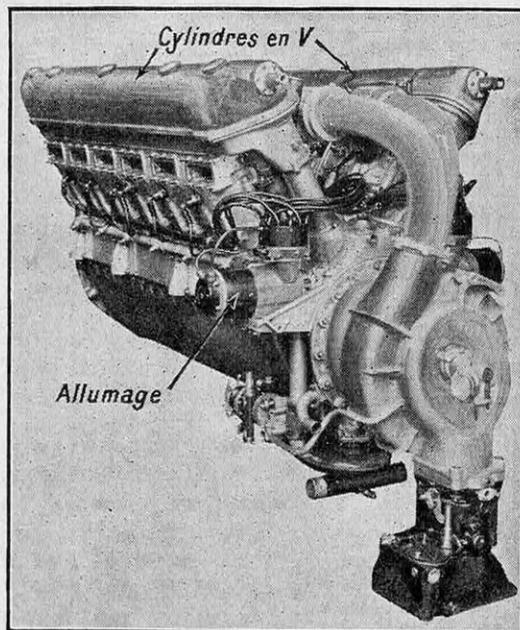


FIG. 5. — VOICI LE MOTEUR A COMPRESSEUR « PETREL » CONSTRUIT PAR « LORRAINE »

De tous côtés, de nombreuses réalisations d'hélices sont essayées, et, d'ici quelques mois, les solutions les plus heureuses manifesteront leur supériorité. C'est un problème extrêmement délicat. Disons simplement aujourd'hui que les solutions sont envisagées sous deux formes :

— dans l'une d'elles, le changement d'incidence de la pale est sous le contrôle du pilote ;

— d'autres constructeurs, cherchant, au contraire, à éviter au pilote une complication de conduite supplémentaire, établissent des hélices qui ajustent automatiquement leur incidence suivant les conditions de vol.

Notons que les hélices, autrefois en bois, sont presque exclusivement, aujourd'hui, en métal, le nombre de pales variant de deux à quatre.

Pour les moteurs à grande vitesse de rota-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 183, page 237.

tion, surtout pour ceux qui sont montés sur des avions aux évolutions rapides, ce sont les hélices trois pales qui sont préférées. La raison de cette préférence n'est pas uniquement due à un accroissement de la surface d'appui (dont l'intérêt, du reste, n'est pas négligeable), mais surtout à ce qu'on doit tenir compte d'un phénomène dont le principe est connu depuis longtemps, mais auquel il fallait penser : c'est le phénomène, ou plutôt les phénomènes qui naissent de l'action gyroscopique.

Avec deux pales, l'effort gyroscopique que l'hélice exerce sur l'arbre, pendant une révolution, présente, par tour, deux maxima et deux minima, par rapport à l'axe.

L'avion avançant dans le sens de la flèche, l'hélice, dans son plan de révolution, — comme le montre la figure 8, — s'oppose à cette évolution par un effort appliqué sur l'axe moteur ; mais, l'instant après, l'hélice se trouve verticale et l'effort antagoniste prend une valeur négligeable.

Avec trois pales, cet effort est pratiquement constant, d'où vibrations nulles.

Une hélice quatre pales présenterait le même avantage, mais elle est lourde et l'utilisation de la surface paraît moins bonne dans le cas d'hélices relativement petites en diamètre et animées d'un mouvement de rotation rapide.

IV. — Augmentation de l'endurance, c'est-à-dire de la sécurité

L'augmentation de l'endurance, c'est-à-dire de la sécurité, a été obtenue par les perfectionnements que nous venons de signaler, et aussi par ceux de tous les phénomènes qui interviennent dans la marche du moteur, aussi bien dans le choix des combustibles et des matières de graissage que dans leur mode d'action.

Pour le moteur à explosion, le mode d'alimentation en combustible est en voie d'évolution, l'injection directe prenant la place du carburateur. Ces solutions, déjà entrevues par Brille et Levasseur il y a bien longtemps, présentent de nombreux avantages, dont le principal est d'affranchir le moteur à explosion de la nécessité des combustibles volatils,

par conséquent assez dangereux au point de vue incendie.

Ces nouveaux modes d'alimentation peuvent donner un regain de faveur au cycle à deux temps, pratiquement inutilisable dans le moteur à explosion avec carburateur ; cependant, ce ne sera pas sans difficultés du côté du mouvement des gaz dans le cylindre.

Pour les avions commerciaux, une nouvelle machine commence à s'imposer ; si elle n'est pas nouvelle dans son principe, elle l'est dans son application sur l'avion : c'est le moteur dit « à combustion », appelé aussi « moteur Diesel » à quatre temps ou à deux temps (1).

Le moteur Diesel pour avion sera presque toujours complété par un compresseur. Ce qui caractérise ce moteur, c'est, en premier lieu, la haute compression volumétrique utilisée pour que l'allumage du combustible ait lieu spontanément ; en-

suite, le mode d'introduction de ce combustible, qui se fait à l'aide de petites pompes à haute pression. Le liquide pénètre dans le cylindre par un injecteur qui le pulvérise finement, de façon à faciliter, d'une part, la mise en feu et, d'autre part, la combustion, qui doit être aussi complète et rapide que possible.

La réalisation d'un moteur Diesel pour avion soulève de grosses difficultés, qui nécessitent toute l'ingéniosité des constructeurs.

Cependant, ce type de moteur présente de très réels avantages :

— il donne une grande souplesse en ce qui concerne l'utilisation de combustibles très variés ;

— la consommation par cheval utile est sensiblement plus faible que celle de son concurrent : elle peut descendre pratiquement à 165 à 170 grammes ;

— son couple aux bas régimes étant très élevé permet des accélérations plus rapides ;

— la suppression du carburateur et des magnétos permet un dessin plus simple.

V. — Diminution de la consommation

Les résultats des essais effectués permettent de se rendre compte de la dimi-

(1) Voir *La Science et la Vie* n° 197 page 371.

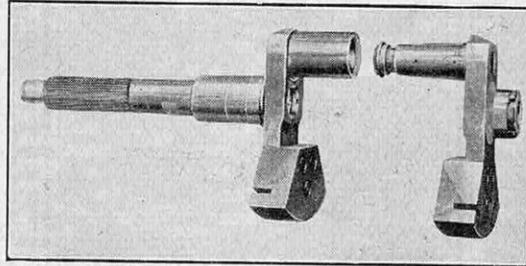


FIG. 6. — VILEBREQUIN DE MOTEUR EN ÉTOILE, USINÉ EN DEUX PIÈCES QUI SONT ÉQUILIBRÉES SÉPARÉMENT

nution de la consommation du carburant et des huiles de graissage.

Ce que sera le moteur de demain

I. — Ses tendances générales

Ainsi que nous venons de le voir, le moteur d'avion est en pleine évolution ; il est difficile de prévoir ce qu'il sera dans quelques années. Tout ce qu'on peut dire de certain, c'est que sa vitesse de rotation augmentera encore parce que la puissance demandée suit une courbe ascendante ; le poids restera l'ennemi.

Dès que la pensée s'arrête sur les machines très rapides, l'image de la turbine vient à l'esprit ; mais ce type de machine ne paraît pas, actuellement, apporter une solution satisfaisante. Nous verrons toutefois, peut-être, un mariage du système à piston et de la turbine, l'un préparant le mélange, l'autre l'utilisant d'une façon plus complète.

La turbine se prête, en effet, mieux qu'un moteur à cylindre à l'utilisation des grands rapports de pression ou de température et, dans le cas d'une turbine à gaz, la pression et la température d'évacuation sont celles de l'atmosphère. Si les gaz sont admis à l'entrée de la turbine à pression et température constantes, comme la pression et la température ambiante diminuent avec l'altitude, le rendement utile s'améliorera parallèlement.

II. — Les principales difficultés pratiques auxquelles on se heurte

Elles découlent presque toutes de ce qu'on a cherché trop rapidement à alléger le moteur ; c'est ce qui explique la faiblesse de la durée de service de certains d'entre eux. C'est la question sur laquelle il importe, croyons-nous, d'insister.

Le moteur d'aviation présente, au point de vue utilisation, par rapport au moteur à explosion d'automobile par exemple, la particularité d'être appelé à fonctionner dans des densités d'air différentes, correspondant aux altitudes du vol de l'avion. Or, la puissance à chaque altitude est fonction de cette densité. Elle diminue au fur et à mesure que l'on s'élève en altitude, c'est-à-dire que la

puissance donnée par le moteur diminue comme ce rapport.

A cette diminution correspond une baisse de la pression absolue dans la tuyauterie d'admission du moteur. Pour rétablir cette pression, on a fait appel au compresseur.

Si le compresseur a ainsi l'avantage de rétablir la puissance en altitude, il a l'inconvénient d'augmenter la fatigue du matériel en utilisation, par comparaison avec celui non muni de compresseur. Voilà le point essentiel sur lequel il importe de réfléchir.

A ce sujet, nous avons reproduit page 246 les caractéristiques et les conditions d'emploi de moteurs connus non munis de compresseur et d'autres munis de compresseur.

Pour la plupart des moteurs sans compresseur encore en service et qui, presque tous, comportent 12 cylindres, la puissance normale varie au sol de 400 à 500 ch, et le poids au litre oscille entre 15 kilogrammes et

17 kg 7. Voyons ce qui se passe avec ces moteurs dans leurs différentes positions d'utilisation, au sol et en altitude.

a) Le moteur fonctionne au sol

En supposant le moteur utilisé plein gaz au sol à son régime nominal, la puissance donnée sera l'équivalent de puissance que nous venons d'indiquer.

Le moteur fonctionnerait ainsi continuellement au couple maximum.

Tous les utilisateurs de matériel d'aviation savent que, dans ces conditions, la *durée du moteur se trouve très diminuée*, et que, d'autre part, *les avaries sont fréquentes*.

En admettant le carburant bien adapté pour cette utilisation (et cette question est très importante), il ne semble pas qu'un moteur fonctionnant ainsi puisse dépasser *50 heures* dans les meilleures conditions.

Le démontage montrera d'ailleurs une *usure importante*, qui est, évidemment, fonction de la fatigue.

On peut compter, d'autre part, que, dans beaucoup de cas, des *difficultés techniques* surgiront en cours d'emploi : siège de soupapes et soupapes ; coussinets de bielles ; coussinets de vilebrequins ; pistons.

Le moindre échauffement, même momen-

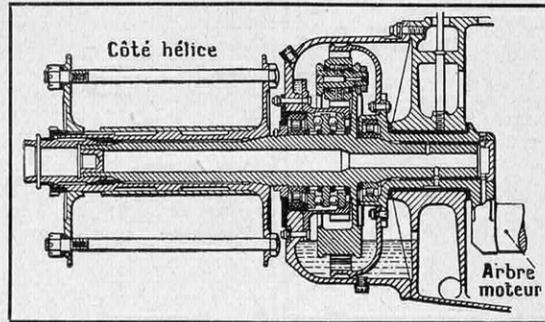


FIG. 7. — SCHÉMA D'UN RÉDUCTEUR DE VITESSE INTERPOSÉ ENTRE L'ARBRE MOTEUR (VILEBREQUIN) ET L'HÉLICE

tané, d'eau ou d'huile amènera la catastrophe.

b) Le moteur fonctionne en altitude

Le même moteur utilisé en altitude donnera des résultats beaucoup plus satisfaisants du point de vue endurance. Sa puissance d'utilisation plein gaz se trouve, en effet, être ainsi diminuée. Le moteur 450 ch Lorraine, par exemple, dont la puissance maximum au sol est de 480 ch au régime nominal, ne donne plus que 325 ch à 3.000 mètres et 235 ch à 5.500 mètres.

En admettant que l'adaptation à l'hélice permette d'avoir, à ces altitudes, le régime nominal, c'est le couple du moteur qui se trouve réduit, à 3.000 mètres, de 27 %, et à 5.000 mètres, de 47 %.

Il est évident que la fatigue des pièces subit, dans ces conditions, une réduction importante, qui se traduit par une augmentation du temps d'utilisation.

Les moteurs d'aviation étant tous utilisés normalement à une certaine altitude, les moteurs normaux sans compresseur fatiguent donc moins et sont dotés, par suite, d'une longévité beaucoup plus grande.

Dans certains de ces moteurs, dont la puissance nominale oscille entre 500 et 650 ch, le poids au litre varie entre 14 kg 6 et 20 kg 4.

III. — Conditions d'emploi des moteurs à compresseur

Le but essentiel de l'aviation étant d'obtenir, en altitude, une puissance égale et même supérieure à celle que l'on avait au sol avec les moteurs normaux, deux solutions ont été envisagées :

1° Augmentation de l'équivalent de puissance par augmentation des caractéristiques du moteur (donc utilisation du moteur sous-alimenté au sol) ;

2° Suralimentation par compresseur.

La première solution a été vite considérée comme entraînant un poids trop important.

La deuxième solution l'a emporté.

Or, le couple constant à obtenir du moteur étant le même que celui de la première solution (à régime identique), il n'y avait, à priori, pas de raison pour qu'à fatigue égale le poids ne soit pas le même.

Comme on recherchait dans la solution du compresseur un gain de poids, il en résulte inévitablement que le moteur à compresseur est plus chargé que le moteur ordinaire.

En résumé, pour avoir l'endurance d'un moteur ordinaire utilisé en altitude, le moteur à compresseur, qui, lui, fonctionne à

couple constant, quelle que soit la densité de l'air, devrait être plus lourd.

Or, certains moteurs sont plus légers, en comprenant même dans leur poids ceux du compresseur et du réducteur. Alors que les moteurs sans compresseur comportent des poids au litre de 15 à 20 kilo-

grammes, certains moteurs à compresseur ont des poids au litre de 12 à 13 kilogrammes.

La technique des métaux, quoique ayant fait de grands progrès, ne permet pas de différence aussi importante.

Evidemment, l'adaptation des combustibles est bien meilleure ; mais il y a, malgré tout, la puissance à réaliser et à maintenir. En aviation, il faut tenir compte du taux de travail possible avec les différents métaux. Le poids en découle.

Il ne faut se faire aucune illusion : entre les moteurs sans compresseur actuels et les moteurs à compresseur qui viennent, il existe un lien très net, qui rend les poids absolument comparables pour un matériel normalement utilisable. Des réductions de poids trop importantes nuisent à sa durée d'utilisation.

Lieutenant-colonel REBOUL.

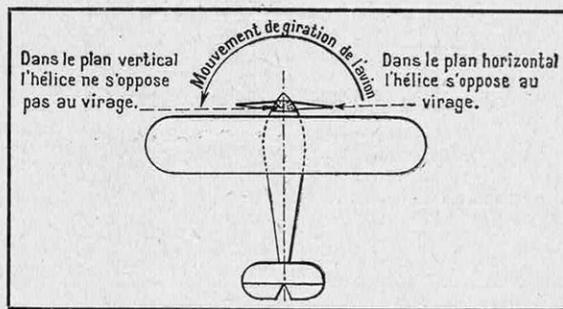


FIG. 8. — EFFETS PRODUITS PAR LA ROTATION DE L'HÉLICE, DANS LES VIRAGES, DANS LE PLAN VERTICAL OU DANS LE PLAN HORIZONTAL

En 1918, les avions de bombardement pouvaient porter, à 150 km-heure seulement, et à 6.500 mètres d'altitude, dans un rayon d'action de 300 kilomètres, des bombes de 300 kilogrammes. Aujourd'hui, les avions militaires emportent couramment à 300 km-heure et à 8.000 mètres d'altitude, avec un rayon d'action de 2.000 kilomètres, un chargement de 2.000 kilogrammes de bombes.

LE GAZ DE HOUILLE ET LA TRACTION AUTOMOBILE

Par Paul LUCAS

Depuis plusieurs années, les recherches se poursuivent afin d'utiliser les carburants gazeux, en général, et le gaz de houille, en particulier, pour la traction automobile. Les résultats obtenus jusqu'ici sont des plus encourageants. En effet, le but à atteindre est non seulement de diminuer le prix du kilomètre parcouru, — à une époque où les carburants liquides sont exagérément taxés (1), — mais encore d'assurer, en temps de guerre, une plus grande indépendance pour les approvisionnements en combustibles destinés à l'armée motorisée et aux transports routiers. Dans l'article ci-dessous, l'auteur examine, du point de vue technique et économique, l'emploi du gaz de houille et du gaz de fours à coke dans les moteurs. Des stations de compression récemment installées (comme celle de Cambrai, par exemple) permettent maintenant d'emmagasiner le gaz de ville sous de fortes pressions (200 atmosphères) dans des bouteilles frettées ne pesant pas plus de 3 kilogrammes par mètre cube de gaz. A ce propos, il est juste de constater que l'utilisation nouvelle des alliages légers à haute résistance (récemment mis au point grâce aux progrès de la métallurgie) a permis d'atteindre ces résultats qu'on n'aurait pas osé envisager avec les aciers ordinaires. Conformément à notre politique, qui consiste à nous affranchir — dans la mesure du possible — du pétrole importé, cette application des carburants gazeux offre non seulement un avantage non négligeable à ce point de vue, mais encore un débouché de plus aux houillères et aux cokeries réparties sur notre territoire national.

LE problème des carburants de remplacement a pris, depuis l'application des nouvelles taxes sur l'essence, une importance particulière pour l'usager. De substantielles économies peuvent être réalisées en faisant appel aux combustibles bon marché : bois, charbon de bois, gaz d'éclairage ou autres, pour remplacer, sur les véhicules automobiles, les hydrocarbures d'importation et, parmi eux, surtout l'essence.

Au point de vue technique, le problème de l'adaptation des moteurs à explosion aux nouveaux carburants économiques peut être considéré comme résolu.

Au lieu de fabriquer sur la voiture même le gaz combustible à envoyer au moteur, comme avec les gazogènes, il semble plus simple d'en emporter une provision dans un réservoir, comme on le fait pour l'essence. Le gaz choisi pourra être un gaz riche, d'un ravitaillement facile, comme le gaz d'éclairage. On pourra aussi, suivant les conditions, lui préférer soit le gaz de fours à coke, soit le gaz provenant des usines d'ammoniaque synthétique (méthane presque pur), soit du gaz provenant des raffineries de pétrole, soit encore des gaz combustibles naturels, comme on le fait dans certains pays.

(1) Les véhicules alimentés par gazogènes, ou par gaz comprimé, bénéficient de la loi du 24 décembre dernier qui les exempte d'impôts.

Malheureusement, il n'est pas aussi facile de loger une provision de gaz qu'une provision d'essence. On est obligé de la comprimer fortement dans des bouteilles très résistantes, encombrantes et lourdes. Pour loger 1 mètre cube de gaz comprimé sous 200 atmosphères dans une capacité de 5 litres en acier doux, le poids mort atteindra de 9 à 11 kilogrammes. Grâce aux aciers spéciaux au chrome-nickel, ce poids peut être diminué de moitié et ramené à 5 kg 500 par mètre cube de gaz. L'emploi des métaux légers à haute résistance pour la confection des bouteilles à gaz donne aussi d'excellents résultats. Dans cet ordre d'idées, il faut signaler l'apparition d'un nouvel alliage à haute résistance, l'« alumag », qui contient, comme son nom l'indique, de l'aluminium et du magnésium (6,5 %), et aussi de petites quantités de manganèse et de molybdène. Avec une densité inférieure à celle de l'aluminium, il possède une résistance à la traction comparable à celle de l'acier doux, et n'est pas altéré par des agents atmosphériques et même l'eau de mer. Des bouteilles en alumag, frettées par le même alliage, ne pèsent plus que 4 kilogrammes par mètre cube de gaz. L'emploi d'une frette en fil d'acier dit « corde à piano » permet encore de réaliser une économie de poids, et réduit celui des bouteilles à un peu plus de 3 kilo-

grammes par mètre cube de gaz comprimé à 200 kilogrammes par centimètre carré.

A la sortie des bouteilles, le gaz traverse un détendeur où sa pression est abaissée à une valeur convenable, voisine de la pression atmosphérique. Il est mélangé à une certaine quantité d'air avant d'être introduit dans le moteur.

Au dernier Salon de l'Automobile, quelques firmes (Panhard et Levassor, Rochet-Schneider, Latil, Renault) ont exposé d'intéressants modèles de véhicules industriels fonctionnant au gaz d'éclairage. Depuis plusieurs années déjà, les rallyes des carburants nationaux — en particulier celui de 1934, au cours duquel les poids lourds ont parcouru sans défaillance 2.509 kilomètres — avaient été la meilleure démonstration de ce que l'on peut attendre de la propulsion au gaz. Deux modèles « Panhard-Levassor », trois modèles « Rochet-Schneider » et deux modèles « Latil », portant des équipements divers, y ont pris part. Les « Panhard », équipés par le Gaz de Paris, portaient, en plus de leur équipement normal de huit pour l'un, et de dix bouteilles à gaz pour l'autre, une réserve supplémentaire constituée, pour l'un, par cinq tubes en acier bifretté d'une centaine de litres chacun, et, pour l'autre, par un

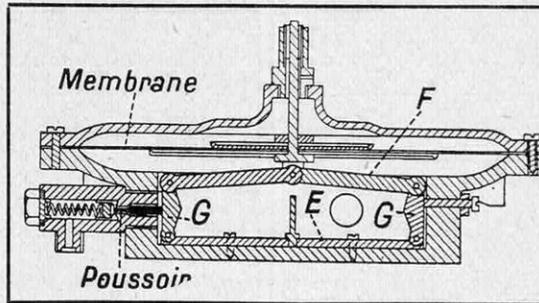


FIG. 1. — COUPE D'UN DÉTENDEUR

Sous l'action de la variation des pressions du gaz, la membrane se déforme, entraînant les pièces F et G qui, par l'intermédiaire du poussoir, découlent plus ou moins l'arrivée du gaz,

tube unique en acier spécial à larges frettes, d'une capacité en eau de 504 litres et pesant 740 kilogrammes. Les voitures « Latil » sont normalement équipées, suivant les modèles, de huit ou douze bouteilles à gaz en acier spécial, fixées à demeure sur le châssis et pouvant être remplies au moyen d'un tube souple raccordé

éventuellement au détendeur. Leur rayon d'action est ainsi d'environ 170 kilomètres. Leur équipement pour le rallye comportait une réserve supplémentaire constituée, pour l'une des voitures, par une batterie de quarante-huit bouteilles spéciales pour le transport du gaz, et, pour l'autre, était prévue une batterie de tubes en alliage léger fretté. Les « Rochet-Schneider », enfin, étaient équipées de bouteilles légères en acier au nickel-chrome.

Comme on voit, l'usager peut choisir parmi une gamme déjà intéressante de véhicules. A Paris même, de nombreux camions à gaz d'éclairage fonctionnent régulièrement, de même que quelques tracteurs sur voies ferrées. Rappelons, en outre, que, pendant quatre ans, certains autobus parisiens ont été, à titre d'essai, ravitaillés en gaz d'éclairage, ainsi que quatre bennes du Service municipal de Nettoyement. Lyon

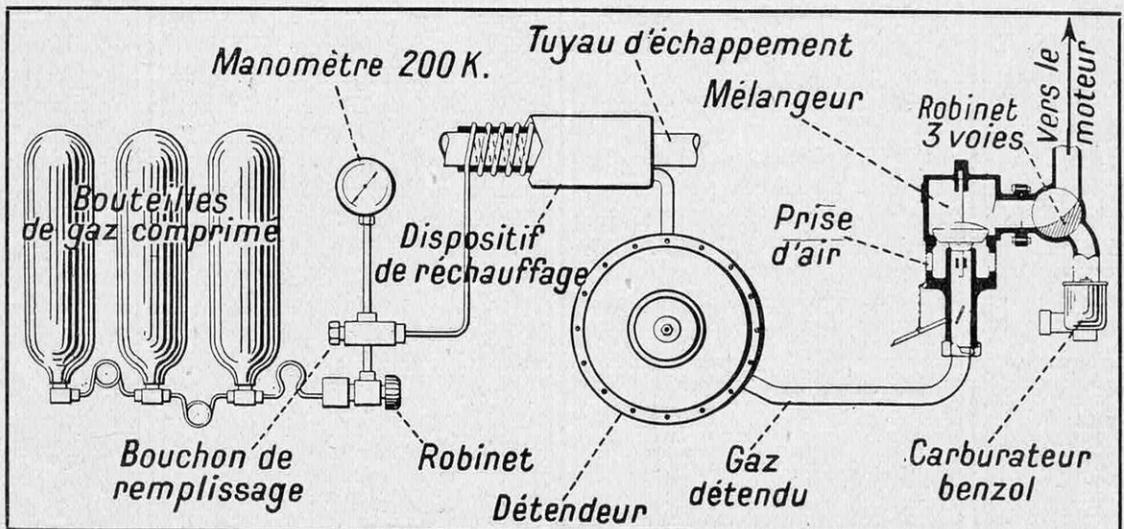


FIG. 2. — SCHEMA D'UTILISATION DU GAZ COMPRIMÉ SUR UN CAMION

possède actuellement un autobus à gaz qui donne entière satisfaction. Enfin, on s'efforce de mettre au point l'emploi du gaz non plus seulement sur les véhicules industriels, mais sur les voitures de tourisme. Au dernier Congrès du Gaz, il a été rendu compte des résultats obtenus après transformation pour marche au gaz d'une voiture de 9 ch. Les bouteilles-réservoirs légères, en acier au nickel-chrome, ont pu être logées dans la malle arrière, sans qu'aucune marque extérieure pût faire soupçonner leur présence. Elles contenaient une provision de gaz suffi-

l'heure actuelle, en France, le nombre des stations de compression ne dépassé pas neuf — Paris et Plaine Saint-Denis, Lyon, Cambrai, Montrambert (Saint-Etienne), Lille, Boulogne-sur-Mer, etc. ; — aussi le gaz comprimé ne convient-il encore aujourd'hui que pour les voitures qui reviennent régulièrement à leur point de départ ; c'est le cas des camions de livraison de marchandises et celui des services municipaux : balayage ou enlèvement d'ordures, etc. Dans ces cas, l'emploi du gaz est très économique.

Grâce aux progrès accomplis dans la fabri-

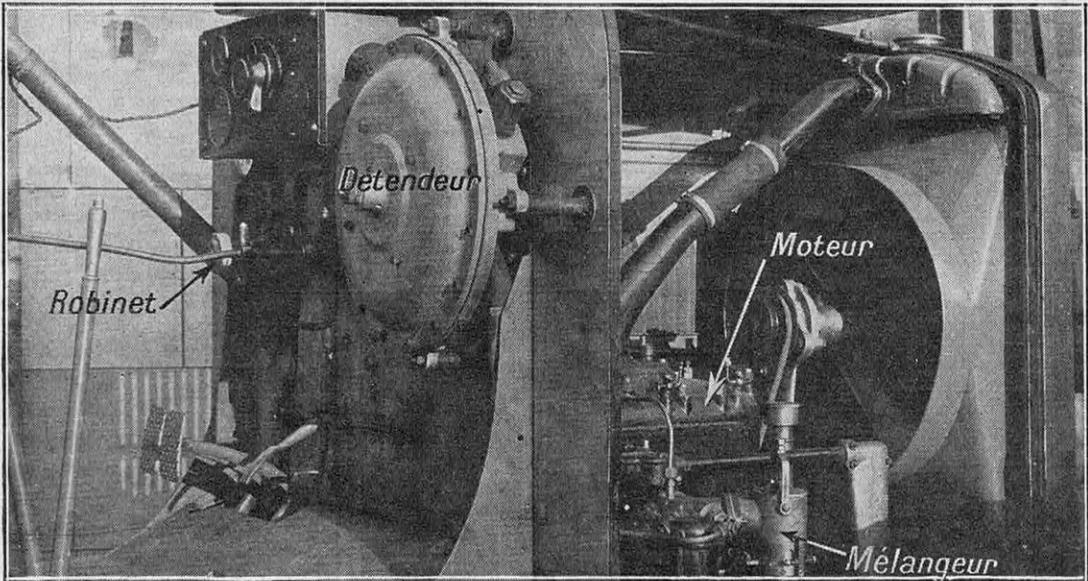


FIG. 3. — MONTAGE, SUR UN MOTEUR, DU MÉLANGEUR, DU DÉTENDEUR DE GAZ ET DU ROBINET QUI COMMANDE TOUTE L'INSTALLATION (VOIR LE SCHÉMA, FIGURE 2)

sante pour parcourir 30 à 40 kilomètres. La consommation a été évaluée à 23 mètres cubes de gaz aux 100 kilomètres, contre 13 litres d'essence alcoolisée en fonctionnement normal.

La France n'est pas le seul pays à s'intéresser à l'emploi des combustibles gazeux sur les véhicules automobiles. En Angleterre, en particulier, de nombreuses expériences ont été faites, en s'inspirant des essais effectués à Paris, tant par des entreprises privées, fabricants de produits chimiques ou producteurs de tubes d'acier, que par des municipalités exploitant des usines à gaz. Dans la région industrielle de Birmingham, c'est au gaz des fours à coke, parfois enrichi de créosote, que l'on a fait appel ; on a pu réaliser ainsi de très grandes économies.

Le développement des véhicules fonctionnant au gaz est conditionné au premier chef par les possibilités de ravitaillement. A

cation des tubes-réservoirs, la provision de gaz, avec son contenant, — si elle est un peu plus encombrante que l'essence, — n'est guère plus lourde, et il suffirait d'organiser rationnellement la distribution du gaz aux automobilistes pour que celui-ci devienne peut-être un sérieux concurrent de l'essence pour les transports routiers. Le gaz peut d'ailleurs ne pas être employé seul, mais servir à entraîner et à enflammer des liquides lourds, tels que le gas oil et les huiles de schistes.

De nombreux pays s'efforcent de se libérer des importations d'hydrocarbures en favorisant, sur leur propre sol, la production synthétique d'essence. A l'heure actuelle, il coûte beaucoup moins cher de distiller la houille que de l'hydrogéner, et on peut se demander s'il ne serait pas plus avantageux de s'en tenir aux techniques classiques des usines à gaz et des fours à coke.

P. LUCAS.

LES PROGRÈS DE LA PHOTOCOPIE

On peut, aujourd'hui, reproduire très simplement, par voie photographique, des documents de toute nature

Par Charles **LEBLANC**

Nous avons eu précédemment (1) l'occasion de décrire les procédés scientifiques les plus modernes qui permettent aujourd'hui de reproduire, à un petit nombre d'exemplaires, les plans et documents de toutes sortes. Mais, qu'il s'agisse de procédés à la gélatine — véritable moyen d'impression aux encres grasses — ou des procédés photostatiques (reproduction par voie photographique), il était nécessaire, jusqu'à présent, de mettre en œuvre un appareillage très coûteux qui, par suite, n'était à la portée que de firmes spécialisées ou de grandes organisations.

Cependant, n'importe qui est susceptible d'avoir besoin de reproduire avec exactitude et fidélité un document dont il ne peut se dessaisir.

En plus des pièces contentieuses dont la photographie s'impose, un industriel ou un commerçant est souvent amené, en effet, à faire copier des lettres qu'il reçoit et désire garder, soit pour en communiquer le contenu à un service ou un agent, soit pour donner comme référence à un client éventuel. Certains ont aussi besoin de relever des textes, dessins et illustrations de revues techniques, etc...

Faute de moyen pratique de reproduction, ils devaient se contenter de les faire copier à la main ou à la machine, ce qui était

assez long, risquait d'introduire quelques erreurs et ne donnait aucun caractère d'authenticité à cette copie.

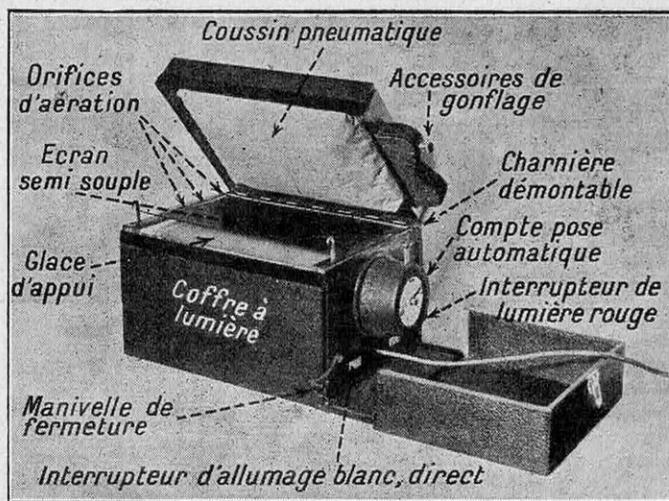
Or, les progrès tout récents réalisés dans la préparation des papiers photographiques spéciaux par la maison *A. R. P.* permettent aujourd'hui de reproduire d'une manière simple, rapide et économique, par simple contact, avec un appareillage restreint ou bien même sans aucun appareillage, des documents de toutes sortes.

Le principe de la reproduction photographique par contact direct

La création des papiers photographiques à grand contraste a fait ressortir un procédé ancien de copie par contact, procédé déjà signalé, en 1839, par A. Breyer.

En voici le principe : dans un châssis-presse, ou tireuse, on dispose d'abord un filtre jaune ou rouge, puis le papier sensible, dont la couche sera mise au-dessus, ensuite le document à reproduire de façon que les signes soient en contact avec la couche sensible, et enfin un papier noir ; on expose à la lumière un temps déterminé, et l'on développe et fixe d'après la façon connue.

Pendant l'exposition, la lumière atteignant l'émulsion tend à la voiler uniformément ; mais une partie de la lumière incidente traverse la couche sensible et atteint la surface du document, où elle est absorbée par les noirs et diffusée par les



L'APPAREIL DE PHOTOCOPIE « A. R. P. »

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 202, page 344.

blancs qui la renvoient à la couche sensible.

On peut donc, en première approximation, considérer que, vis-à-vis des régions nues du papier, l'émulsion reçoit deux fois plus de lumière que vis-à-vis des régions noires de l'image ; on obtient donc un négatif sinon parfait, du moins utilisable pour l'obtention d'un positif à la manière habituelle.

Des variantes de ce procédé consistent soit à remplacer le filtre coloré par des lampes teintées, soit à remplacer les sources lumineuses par une plaque phosphorescente que l'on met en contact avec les éléments à reproduire.

En faisant varier les positions respectives du papier sensible et du document, suivant les caractéristiques de celui-ci, on peut d'ailleurs également obtenir des négatifs par réflexion, comme il est décrit ci-dessus, ou des négatifs par transparence, et, dans ces cas, ils peuvent être inversés ou bien redressés (c'est-à-dire lisibles), si l'on a placé le dos du papier sensible en contact avec les signes du document.

Les nouveaux appareils pour photocopie

Ces appareils pour photocopie ne sont que des tireuses photographiques fixes ou portatives. Ils se composent essentiellement d'une « boîte à lumière », une glace d'appui et un couvercle faisant pression sur la glace ; le plus souvent, un compteur à contact électrique permet de faire varier la durée de la pose et de l'obtenir égale pour des copies semblables.

Les principales qualités que doivent posséder ces appareils sont :

1° *Etablir un contact parfait entre la pla-*

teau presseur et la glace, et ceci également sur toute leur surface ;

2° *Pouvoir copier tous les documents, qu'ils se présentent sous la forme de feuilles séparées, comme les lettres, ou sous la forme de cahiers, comme les actes notariés, ou agrafés, comme les revues ou, enfin, plus ou moins épais.*

La figure ci-jointe représente un de ces appareils répondant à tous ces desiderata.

On est ainsi arrivé à mettre au point un appareillage aussi simple que possible, relativement peu coûteux, et qui permet de reproduire rapidement de nombreux documents.

Mais on a fait mieux encore.

Voici enfin la photocopie sans appareil

Pour permettre aux personnes n'ayant que quelques copies à effectuer de le faire avec le minimum de frais, la maison *A. R. P.* a établi des nouveaux papiers dont l'un permet d'opérer sans laboratoire, en lumière blanche atténuée, et sans aucun appareillage. Il suffit alors de recouvrir les éléments de photocopie d'une glace, que l'on appuie avec les mains pendant l'exposition à la lumière d'une lampe à incandescence ordinaire placée au-dessus.

Ces papiers spéciaux doivent être, comme il a été dit ci-dessus, utilisés avec des écrans colorés qui corrigent la sensibilité à certaines couleurs. Les positifs sont ou tirés avec les mêmes papiers, ou avec des autres papiers positifs. La photocopie est ainsi mise à la portée de tout le monde et, comme la machine à écrire, il n'est pas douteux qu'elle se développera rapidement, à cause de sa facilité et de sa diversité d'emploi.

LA CRISE ÉCONOMIQUE S'ATTÉNUÉ EN GRANDE-BRETAGNE

L'année 1934 a consacré la reprise sensible des affaires dans le Royaume-Uni. Les statistiques font, en effet, ressortir une hausse appréciable des importations et des exportations de la Grande-Bretagne, pendant les onze premiers mois de 1934, par rapport aux mois correspondants de 1933. Le volume des exportations, en particulier, s'est accru pendant cette période de plus de 20 millions de livres (1 milliard 500 millions de francs environ). La production houillère s'est élevée à 202 millions de tonnes contre 188 millions l'année précédente. La production de fonte a atteint 5.465.000 tonnes contre 3.714.300 tonnes. En outre, le nombre des hauts fourneaux allumés est passé de 79 (fin novembre 1933) à 97 un an plus tard. Seule, l'industrie cotonnière n'a pas reflété d'amélioration. Le nombre des chômeurs, en Angleterre, a quelque peu diminué : 2.120.785 (novembre 1934) contre 2.280.017 (novembre 1933).

VOICI UNE ÉCOLE SPÉCIALE POUR LA PRÉPARATION AUX CARRIÈRES DE L'ÉTAT

ON appelle « école spéciale » une école qui s'est fixé un programme d'enseignement bien déterminé afin d'acquiescer une compétence qui lui échapperait fatalement dans toute autre condition.

Ce point de vue a été fort bien compris depuis longtemps : c'est ainsi que les futurs officiers d'artillerie, d'infanterie ou de marine, que les futurs ingénieurs, professeurs, instituteurs sont formés dans des écoles spéciales bien connues.

Toutes ces écoles, fondées par le gouvernement et entretenues sur le budget de l'Etat, ont un programme d'études nettement délimité.

Vous êtes-vous demandé pourquoi ?

Il eût été si facile et si économique de réunir toutes les grandes écoles de Paris sous une appellation plus générale, avec des divisions judicieuses ! Cette organisation eût permis d'économiser des locaux et des professeurs. En ce qui concerne la compétence, on eût pu donner à chaque section des directeurs spécialisés.

A première vue, la chose paraît possible.

En pratique, elle conduirait au gâchis, à l'empiètement d'un enseignement sur l'autre suivant les préférences du Directeur général, à l'utilisation pour une branche d'enseignement de cours faits pour une autre branche. Et cela serait désastreux.

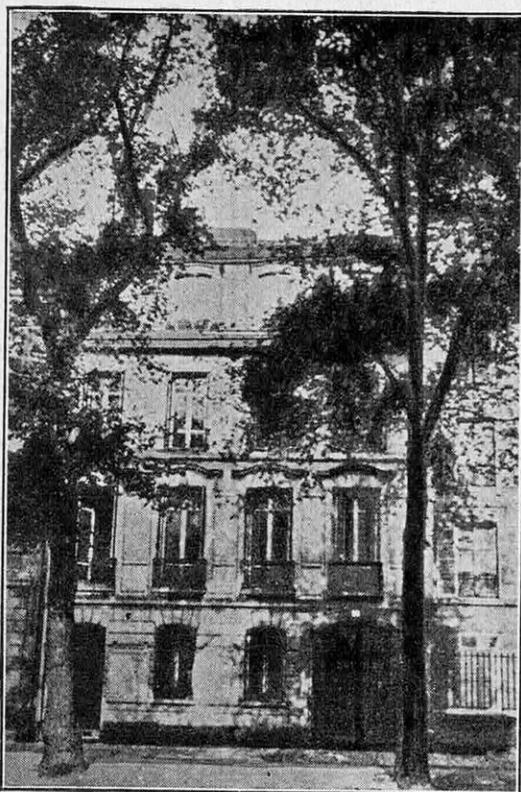
Un cours de géographie, par exemple, ne peut être traité de même façon et pour l'enseignement général, et pour la préparation aux carrières des Postes.

Un cours de droit administratif ne peut

pas être, pour la licence en droit, le même que pour une carrière administrative.

La conclusion s'impose.

Il a fallu créer une école spéciale pour la préparation aux carrières de l'Etat. Cette école a pris nom : *Ecole Spéciale d'Administration*.



HOTEL PARTICULIER DE L'ÉCOLE SPÉCIALE
D'ADMINISTRATION DE PARIS

Fondée en 1917, à la mairie du 1^{er} arrondissement de Paris (en face de la colonnade du Louvre), elle s'était donné pour premier objectif la préparation, par enseignement direct, aux emplois réservés aux mutilés.

Dès le début, elle obtint, pour cette section, une consécration officielle sous la forme du Haut Patronage de l'Etat. Ce haut patronage fit l'objet d'une lettre du président du Conseil, n° 11.606, en date du 13 octobre 1917 (cette section est d'ailleurs supprimée).

Mais, pour la préparation aux carrières administratives, l'enseignement direct donna beaucoup de mécomptes. Les élèves ne sont plus, du moins dans l'ensemble, des jeunes gens et des jeunes filles vivant des subsides des parents. Il s'agit d'adultes

ayant une situation d'attente, et que l'on ne peut pas songer à réunir à Paris. C'est pour cela que l'*Ecole Spéciale d'Administration* a pris sa forme actuelle.

Au surplus, l'expérience a prouvé que l'enseignement par correspondance donne des résultats excellents, identiques à ceux de la leçon particulière, et grandement supérieurs, pour un prix bien moins élevé, à ceux de l'enseignement direct de toute une classe.

J. ROUGET, G. O. ✱

LES A COTÉ DE LA SCIENCE

INVENTIONS, DÉCOUVERTES ET CURIOSITÉS

Par V. RUBOR

Un véritable superhétérodyne toutes ondes 11 à 2.000 mètres

LE *PB-3* est un changeur de fréquence secteur alternatif couvrant, par cinq gammes, la bande 11-2.000 mètres. C'est un récepteur toutes ondes dans la véritable signification du terme.

Equippé avec les lampes du type européen les plus récentes, il présente une sensibilité, une puissance et une pureté véritablement remarquables.

Une rapide analyse expliquera ces qualités exceptionnelles.

Une lampe haute fréquence, pentaode à pente variable, attaque le circuit d'entrée d'une octaode changeuse de fréquence. La partie moyenne fréquence est constituée par une pentaode à pente variable, et est suivie d'une double diode à laquelle est confiée la détection et la création de la

tension de commande automatique de volume différée. L'amplification basse fréquence est tout spécialement perfectionnée : une triode amplificatrice de tension attaque une lampe déphaseuse, qui attaque, de son côté, un étage de push-pull à résistances, équipé avec deux pentaodes de 9 watts. Grâce à cette amplification basse fréquence, particulièrement poussée au point de vue puissance et pureté, les auditions sont, en ondes courtes aussi bien qu'en petites et grandes ondes, absolument impeccables. L'alimentation est assurée par un transformateur et une valve de redressement largement dimensionnés.

La commande automatique de volume différée assure, en toutes circonstances, une audition de volume acceptable et conserve

au montage sa sensibilité maximum, dans le cas des ondes courtes. Le retard de cette commande automatique de volume différée est réglable.

Une commande manuelle de volume permet d'ajuster le niveau sonore aux divers besoins de temps et de lieu. Une commande de tonalité permet le réglage exact d'après les propriétés acoustiques du local abritant le récepteur.

Le haut-parleur, du type électrodynamique à grand cône, est un appareil puissant et pur, spécialement étudié pour convenir aux circuits de sortie.

Le passage sur les cinq gammes d'ondes est assuré par un commutateur robuste, assurant des contacts électriques parfaits (blocs *G1 Gamma*).

Ce commutateur comporte une position « pick-up », la partie basse fréquence étant tout à fait susceptible de permettre une amplification

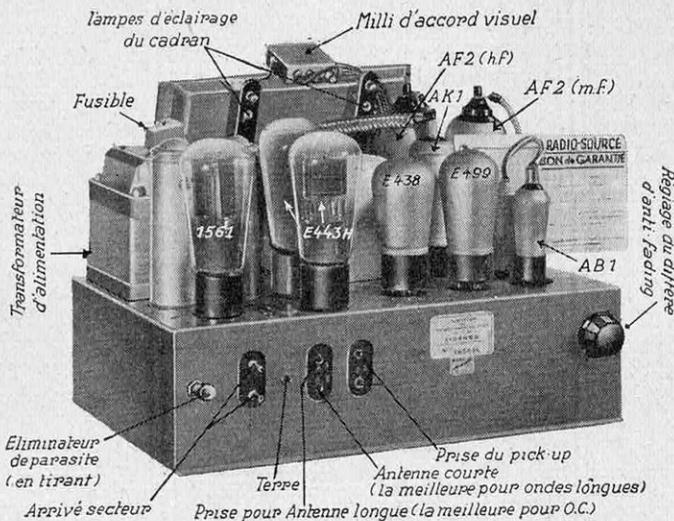
phonographique de haute qualité.

Une signalisation lumineuse, indiquant sur quelle gamme se trouve le commutateur d'ondes, et un indicateur visuel d'accord, simple et efficace, complètent le *PB-3*, qui est, sans contestation possible, l'un des meilleurs postes actuels et l'un des plus perfectionnés.

La présentation générale du poste, son ébénisterie de forme allongée et moderne, son cadran à cinq gammes d'ondes, étalonné avec précision en longueurs d'onde et en noms de stations, rendent l'usage du *PB-3* très agréable et très simple.

Le *PB-3* est le poste de l'auditeur exigeant à qui il donnera toujours toute satisfaction.

RADIO-SOURCE, 52, avenue Parmentier, Paris (11^e).



VUE INTÉRIEURE DU SUPERHÉTÉRODYNE « P B - 3 »,
9 LAMPES, PUSH-PULL CATHODYNE

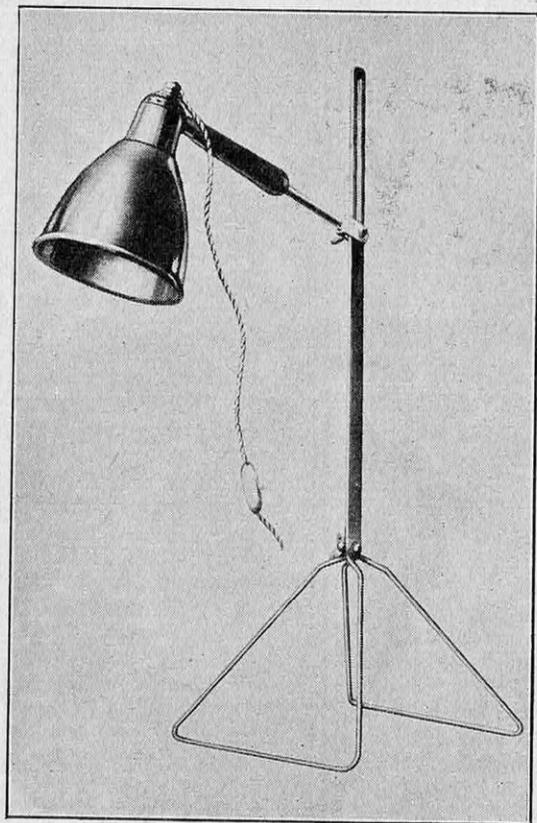
Les bienfaits des rayons infrarouges

ON a beaucoup parlé, au cours de ces dernières années, des effets bienfaisants des rayons ultraviolets, c'est-à-dire des rayons invisibles de courte longueur d'onde, se situant après le violet du spectre de la lumière blanche. On a beaucoup moins signalé, par contre, l'action de l'infrarouge, rayonnement invisible à grande longueur d'onde, venant avant le rouge du spectre de la lumière blanche.

On a cependant reconnu l'efficacité de ces rayons dans de nombreux cas, en particulier en photographie, où ils permettent d'obtenir des effets remarquables (1).

Mais leur action profonde — ces radiations ne sont pas absorbées par la peau — s'est surtout révélée extrêmement intéressante en thérapeutique, pour le traitement des troubles circulatoires (*stases veineuses, œdèmes, cellulites, obésité, etc.*), des rhumatismes chroniques (*douleurs articulaires et musculaires, sciatiques, lumbagos, etc.*), des douleurs abdominales (*entérocolites, affections douloureuses du foie, etc.*), des plaies, des infections cutanées et sous-cutanées (*angines, furoncles, anthrax, sinusites, otites*).

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 189, page 197.



LE PROJECTEUR DE RAYONS INFRAROUGES

moyennes, etc.), des névralgies, névrites et algies de toutes sortes.

Toutefois, le rayonnement infrarouge doit pouvoir être dosé et, si l'on ne disposait pas d'émetteurs parfaitement conçus, son action pourrait être dangereuse. A côté des générateurs importants spécialement construits pour les membres du corps médical, il existe aujourd'hui un petit appareil basé sur les mêmes principes, et qui permet au malade lui-même d'utiliser les rayons infrarouges sans danger.

Le projecteur d'infrarouge du docteur Rochumery comporte une source émettrice d'infrarouge constituée par une ampoule à filament de carbone spéciale, construite avec un verre noir d'une composition appropriée ne laissant passer que les radiations de grandes longueurs d'ondes. On sait que l'on emploie, au contraire, des ampoules colorées dans la masse — en particulier des ampoules rouges, bleues et violettes — lorsqu'on désire utiliser des radiations de plus courtes longueurs d'ondes, en vue d'une action de surface. L'action thérapeutique produite par la nouvelle ampoule noire, émettrice d'infrarouge, est caractéristique et relativement rapide.

Grâce à un pied portatif extrêmement léger et à un projecteur, — qui constitue un véritable « bain de lumière » à main, — l'appareil permet de mettre en œuvre aisément le rayonnement infrarouge.

LA VERRENERIE SCIENTIFIQUE, 12, avenue du Maine, Paris (15°).

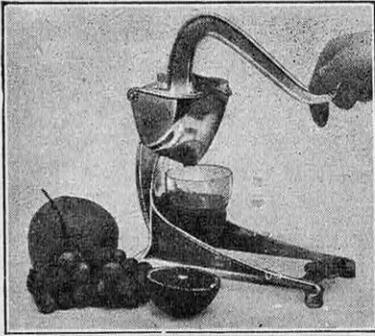
Les fruits et la santé

LES cures de fruits sont actuellement fort recommandées par les médecins, et *La Science et la Vie* a déjà signalé, à propos des vitamines (1), les bienfaits résultant de l'ingestion des fruits dans l'organisme. Le jus de fruits frais est considéré comme un véritable sérum alcalin, nutritif, vivant, parfaitement apte à l'assimilation. Par leur valeur calorifique (le raisin contient 91,16 calories pour 100 grammes, alors que le lait n'en contient que 70), par leur richesse en vitamines et en sels minéraux nécessaires à l'organisme, les fruits possèdent des qualités réparatrices et une grande puissance vitalisante.

Pour utiliser parfaitement les fruits, il est indispensable d'en extraire le jus, et, pour cela, il faut disposer d'un appareil parfaitement conçu à cet effet. Nous signalerons, dans ce domaine, le *Squeezit*, presse-oranges, citrons, pommes, raisins, groseilles, etc. Il se compose d'une partie fixe (comprenant une base solide et un récipient destiné à recevoir les fruits) et d'une partie mobile, formée d'une plaquette qu'un levier peut faire tourner autour d'une charnière.

L'appareil est fabriqué en un alliage d'aluminium contenant 13 % de silice, ce qui

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 211, page 77.



LE PRESSE-FRUIITS « SQUEEZIT »

sure ; l'appareil est très robuste, quoique léger et stable.

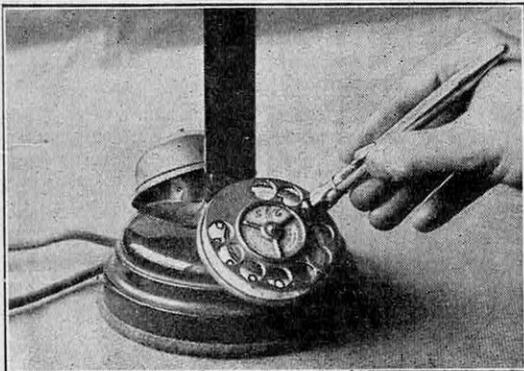
Le développement du levier étant de 5,5 à 1 (rapport des bras de levier), à une pression de 25 kilogrammes exercée à l'extrémité correspond une pression de 132 kg 500 sur le fruit. On est donc certain que la totalité du jus est extraite du fruit. La forme bien étudiée du récipient, qui ne comporte ni angles, ni recoins, l'absence de tout manche ou socle en bois, rendent extrêmement rapide le nettoyage de l'appareil.

Ajoutons enfin que le *Squeezit* pile facilement la glace, ce qui permet de préparer aisément des boissons glacées ou de rafraîchir les jus de fruits préparés.

M. CHAS. BASZANGER, 48, boulevard des Batignolles, Paris (17^e).

Le stylomine et le téléphone automatique

L'EXTENSION de la téléphonie automatique est telle que l'on peut espérer ne voir, dans un avenir pas très lointain, que des appareils à cadran chez tous les abonnés. Leur manœuvre est trop connue pour que nous ayons à la détailler ici. Il suffit, après avoir décroché l'appareil, de composer le numéro de l'appelé (en y adjoignant les premières lettres des divers



COMMENT ON UTILISE LE « STYLOMINE » POUR LANCER LES APPELS TÉLÉPHONIQUES

donne au métal une grande résistance mécanique et supprime toute corrosion que pourrait provoquer l'acidité des fruits. Aucune pièce n'est sou-

mise à l'usage ; dans les villes qui en possèdent plusieurs) pour que la communication soit automatiquement établie.

Cette simple opération s'effectue en faisant tourner le cadran au moyen des ouvertures qu'il comporte. On utilise pour cela soit un doigt de la main, soit, le plus souvent, un crayon. Cependant, si l'on emploie un objet dur, on risque d'abîmer à la longue la partie fixe du cadran, de sorte que les lettres ou chiffres deviennent peu lisibles.

Complétant la série de ses stylos et porte-mine, « Stylomine » vient de munir un nouveau porte-mine d'une boule en ébonite dont le diamètre est légèrement supérieur à celui des alvéoles du cadran. On l'utilise comme le montre la photographie ci-jointe. D'une part, l'adhérence est assez grande pour que la boule ne glisse pas, une fois introduite dans l'ouverture choisie, et, d'autre part, elle ne peut pénétrer suffisamment pour frotter sur la partie fixe qui se trouve donc à l'abri de toute détérioration.

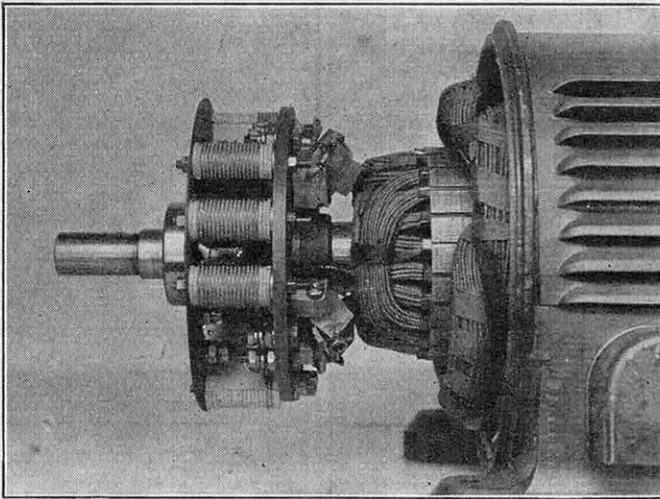
Cette boule est montée sur un stylomine à grosse mine tendre, genre pastel, noire, bleue ou rouge, qui permet de tracer de gros traits fort visibles.

STYLOMINE, 2, rue de Nice, Paris (11^e).

Une mise en marche automatique parfaite pour moteurs électriques

LA mise en marche des moteurs électriques s'effectue d'ordinaire au moyen d'un démarreur. Cet appareil a pour but de faire décroître progressivement les résistances (dites de démarrage), qui limitent l'intensité du courant absorbé par le moteur à une valeur convenable n'offrant aucun danger pour les enroulements ou bobinages. L'ouvrier chargé de ce travail doit donc amener assez lentement la manette du démarreur à la position de marche normale. Il faut reconnaître que cette précaution n'est pas toujours respectée, et que les démarrages sont souvent effectués trop brutalement. Un dispositif complètement automatique, limitant l'action humaine à une simple pression sur un bouton, constitue donc un intéressant progrès.

Le moteur *Automatic* à rotor bobiné réalise cette condition. Son stator (partie fixe) est semblable à un stator de moteur à bagues. Son rotor (partie tournante) est également bobiné, mais, au lieu d'être relié à des bagues, il est connecté de façon permanente à trois résistances montées en étoile et tournant avec lui. Un système de contacteurs centrifuges, solidaires du rotor, court-circuite les résistances pour des vitesses de rotation rigoureusement déterminées, de sorte que, quand le moteur a atteint son régime normal, ses enroulements sont court-circuités, et il fonctionne comme un moteur à champ tournant (à induction).



VUE D'EXTRÉMITÉ DU MOTEUR « AUTOMATIC » BOBINÉ
« CHARLES ROULLAND », QUI DÉMARRE AUTOMATIQUEMENT

De plus, en dehors de la suppression du rhéostat de démarrage manœuvré à la main, le système automatique ne laisse plus à l'appréciation de l'homme les instants où les résistances doivent être successivement court-circuitées. La mécanique se charge de tout cela, le moment opportun étant mathématiquement déterminé par la vitesse même du moteur. C'est le rôle que jouera — lorsqu'elle sera définitivement au point — la boîte de changement automatique de vitesse en automobile.

Le couple de démarrage est égal à 1,4 fois le couple normal, l'intensité étant de même égale à 1,4 fois l'intensité normale. Le démarrage dure de 10 à 15 secondes. Les démarrages peuvent, d'ailleurs, se succéder indéfiniment, à condition que le moteur ait tourné pendant une minute après le précédent démarrage.

Signalons encore que la commande automatique peut être effectuée à distance, lorsque le moteur est éloigné du point de commande (pompes, ventilateurs, etc.). En cas d'arrêt du secteur, le moteur revient de lui-même à la position de démarrage et ne peut donc jamais repartir en court-circuit.

Le dispositif automatique, monobloc, peut se monter ou se démonter comme une poulie.

Les résistances sont très ventilées, puisqu'elles constituent elles-mêmes les pôles d'un ventilateur qui, après le démarrage, sert au refroidissement du moteur. Aucun échauffement dangereux n'est donc à craindre. De plus, les résistances sont protégées par des fusibles facilement accessibles et remplaçables.

Pour les sans-filistes, mentionnons enfin que ce moteur, ne comportant, après le démarrage, aucun contact frottant, ne peut émettre de parasites.

MOTEURS CH. ROULLAND, 42, avenue Aubert, Vincennes (Seine).

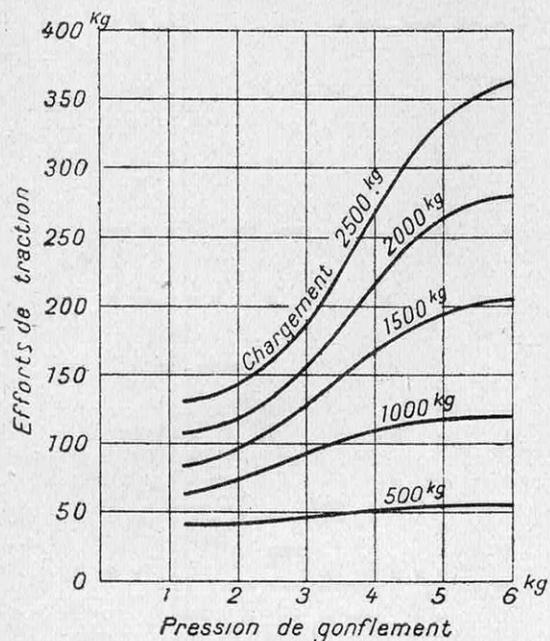
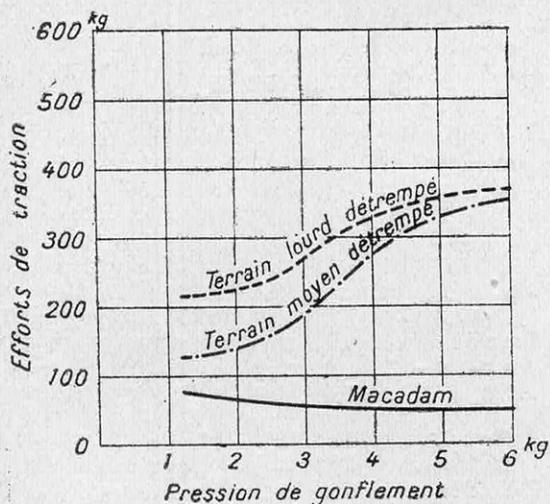
Une distinction méritée

LE gouvernement, sur la proposition de M. le ministre des Colonies, vient de conférer la cravate de commandeur de la Légion d'honneur à M. Ozil, directeur général de l'École Universelle par correspondance de Paris. L'établissement que M. Ozil a littéralement tiré du néant en 1907, et qui n'a cessé de grandir sous sa direction éclairée et active, porte à l'heure actuelle le renom de la France et de la culture française dans toutes les parties du monde. En effet, une part importante des 110.000 élèves de l'École Universelle réside dans les pays étrangers et dans les diverses régions de notre empire colonial. Les colons, militaires, fonctionnaires coloniaux ont recouru à ses services pour l'instruction de leurs enfants; les indigènes, pour leur culture générale et leur instruction professionnelle. Tous les intellectuels français, soucieux de la grandeur du pays, ont, depuis longtemps, manifesté leur sympathie à l'œuvre de M. Ozil; beaucoup d'entre eux lui apportent leur précieuse collaboration. Par son organisation unique, par l'ampleur et la qualité des services rendus, l'École Universelle, qui a déjà reçu de nombreux témoignages de sympathie des pouvoirs publics, est digne du nouvel encouragement qu'ils viennent de lui donner dans la personne de son fondateur et animateur de toujours.

Le pneumatique et les travaux des champs

IL est évident que le pneumatique destiné aux transports sur route, c'est-à-dire sur une surface unie et résistante, ne doit pas être traité de la même façon que le pneumatique utilisé dans les champs. Dans le premier cas, on diminuera l'effort de traction en augmentant la pression; dans le second, au contraire, il faut diminuer la pression. Dunlop, qui a étudié spécialement cette question, a mis au point un « pneu agricole », pour traction lente et animale, d'une grande souplesse, d'un grand volume d'air et à basse pression. Il assure un roulement sans secousses et absolument silencieux. Son usure est minime, ne peut-être comparée à celle d'un pneu routier, les vitesses des véhicules, les efforts de démarrage et de freinage étant tout à fait incomparables. Les flancs de ce pneu, très résistants, supportent sans danger les frottements dans les ornières et les sillons.

La diminution de la résistance au roulement est due à trois causes : 1° les pneus



GRAPHIQUES MONTRANT LA VARIATION DES EFFETS DE TRACTION EN FONCTION DE LA PRESSION DE GONFLEMENT, POUR DIFFÉRENTES SORTES DE TERRAINS ET DIFFÉRENTES CHARGES

peuvent être montés sur roues à roulements à billes ou à rouleaux; 2° leur souplesse leur permet d'absorber les obstacles; 3° on peut faire varier la pression de gonflement et la proportionner au travail à accomplir, d'où équilibre parfait entre la charge et l'état du terrain (voir les graphiques ci-dessus).

Il faut signaler également que, tandis que les roues ordinaires munies de cercles de fer creusent de profondes ornières dans les chemins de nos campagnes et de nos forêts, les roues montées avec « pneus agraires » ne laissent qu'une faible trace sans profondeur. Elles contribueraient plutôt à niveler

le sol. Ainsi, en considérant plusieurs passages au même point, la roue ferrée trouve un obstacle de plus en plus important et exige un effort de traction croissant; la roue à « pneus agraires » trouve, au contraire, un meilleur terrain et l'effort de traction diminue à chaque passage.

Economie, confort, résultent donc de l'emploi des pneus spéciaux en agriculture.

DUNLOP, 64, rue de Lisbonne, Paris (8°).

Un nouveau frein

LES Etablissements Durand viennent de mettre au point et de faire breveter un nouveau frein, particulièrement destiné à leurs remorques, mais convenant à tout autre véhicule.

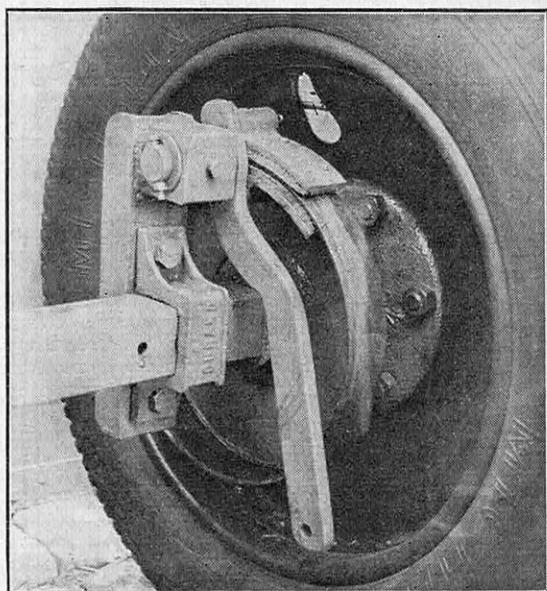
Ce frein à double serrage est constitué par deux mâchoires agissant l'une à l'intérieur, l'autre à l'extérieur du tambour, et oscillant sur leurs axes qui font partie de la biellette de commande. L'axe d'oscillation se trouvant entre les deux mâchoires, en tirant sur la biellette, l'une appuie sur le tambour extérieurement et l'autre intérieurement, d'où grande puissance de serrage, puisque le levier de biellette forme ainsi levier démultiplicateur.

Ce frein n'agit pas comme un servo-frein ni un autoserreur, puisque l'une des mâchoires a tendance à se serrer par la rotation du tambour, tandis que l'autre tend, au contraire, à se desserrer et sert de point d'appui à l'effort produit sur la première.

Ce frein très puissant peut être placé sur n'importe quel véhicule existant.

ETABLISSEMENTS DURAND, 80, avenue de la Défense, Courbevoie (Seine).

V. RUBOR.



LE NOUVEAU FREIN « DURAND »

CHEZ LES ÉDITEURS ⁽¹⁾

Lexique technique anglais-français, par *Guy Malgorn*. Prix franco : France, 27 francs ; étranger, 32 fr. 60.

Nous recommandons tout spécialement à ceux qui, par profession ou par goût, doivent suivre l'évolution de la science pure et appliquée, d'utiliser le *Lexique technique anglais-français* de G. Malgorn. Ce recueil de termes techniques et scientifiques est complété par des tableaux de conversion des mesures anglaises en mesures françaises. Il rendra donc de signalés services pour la traduction de toutes les publications techniques de langue anglaise.

Les industries graphiques, par *Degaast et Frot*. Edition de grand luxe, prix franco : France, 310 francs ; colonies, 315 francs ; étranger, 320 francs. Edition de demi-luxe, prix franco : France, 183 francs ; colonies, 187 francs ; étranger, 190 francs.

Notre excellent collaborateur, M. Degaast, vient de présenter au public, en collaboration avec M. Frot, un magnifique ouvrage consacré aux industries graphiques. Il se recommande aussi bien par sa documentation technique que par sa présentation typographique. Tous ceux qui veulent connaître les progrès réalisés dans les arts graphiques devront lire l'ouvrage de MM. Degaast et Frot, qui est, à l'heure actuelle, le plus complet, le plus précis et le plus susceptible de rendre service à tous ceux qui, de près ou de loin, se préoccupent de l'évolution de ces industries. En parcourant l'index alphabétique, qui constitue un véritable petit dictionnaire des arts graphiques, on trouve

immédiatement le renseignement désiré. Le journaliste, l'éditeur, le dessinateur, le photographe, l'imprimeur peuvent ainsi consulter à tous moments ce *vade-mecum* de l'impression moderne.

Voici, du reste, les principaux sujets traités : le papier, les procédés d'illustration les encres, la typographie, la lithographie (offset), l'héliogravure (impression en creux), les rotatives, le livre, le timbrage et le gaufrage, l'affiche, l'organisation du travail.

Idées nouvelles sur l'électron, la radio, la télévision, etc., par *Marcel Boll*. Prix franco : France, 16 fr. 80 ; étranger, 20 fr.

Lorsque notre distingué collaborateur Marcel Boll parle d'idées nouvelles, les lecteurs peuvent être assurés que les conceptions les plus modernes de la science internationale sont exposées, analysées et commentées avec autorité. Dans son œuvre magistrale de vulgarisation, son dernier ouvrage sur l'électron, la radio, la télévision, etc. est le complément mis à jour des belles études qu'il a publiées dans *La Science et la Vie* au cours de ces dernières années.

Voilà un auteur qui sait vulgariser sans abaisser.

Ce volume, suivant la formule chère à *La Science et la Vie*, est accessible à tous, et chacun peut se rendre compte des idées nouvelles qui préoccupent le monde scientifique dans les domaines illimités de la physique, dont les applications bouleversent les conditions mêmes de la vie.

(1) 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 affranchis.....	{ 1 an 45 fr.	Envois recommandés.....	{ 1 an 55 fr.
	{ 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.

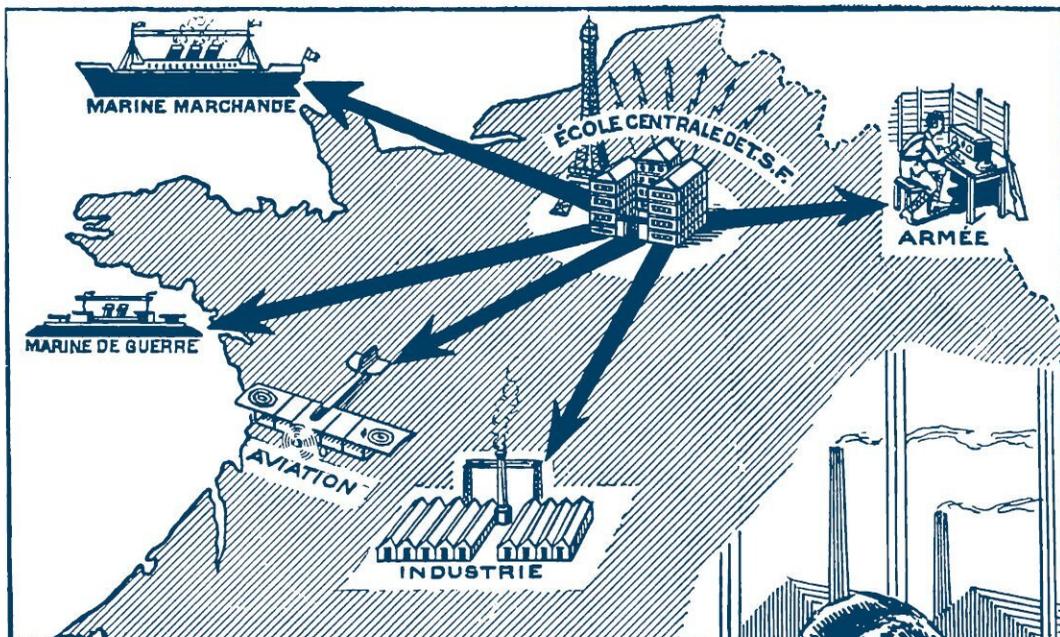
Envois simplement affranchis.....	{ 1 an 80 fr.	Envois recommandés.....	{ 1 an 100 fr.
	{ 6 mois... 41 —		{ 6 mois... 50 —

Pour les autres pays :

Envois simplement affranchis.....	{ 1 an 70 fr.	Envois recommandés.....	{ 1 an 90 fr.
	{ 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



ÉCOLE CENTRALE DE T.S.F.

12, Rue de la Lune - PARIS (2^e)

Toutes les préparations

PROFESSIONNELLES. - Radiotélégraphistes des Ministères et Grandes Administrations ; Ingénieurs et Sous-Ingénieurs Radio ; Chefs Monteurs ; Radio-Opérateurs des Stations de T. S. F. Coloniales ; Vérificateurs des installations électro-mécaniques des P. T. T.

MILITAIRES :

Génie. - Chefs de Postes et Elèves Officiers de Réserve.

Aviation. - Breveté Radio.

Marine. - Breveté Radio.

Durée moyenne des études : 6 à 12 mois

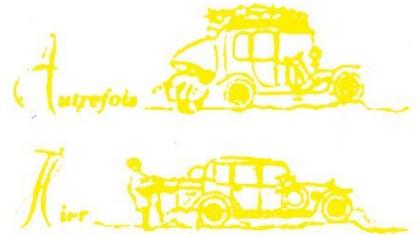
L'Ecole s'occupe du placement et de l'incorporation

Cours du jour, du soir et par correspondance

Demander renseignements pour la nouvelle session d'Avril 1935



BAGAGES



Aujourd'hui ...
Peugeot

LE PREMIER
a réservé aux bagages
une place rationnelle dans
TOUTES SES CONDUITES INTÉRIEURES

*Abrités dans la carrosserie
derrière la banquette arrière,
ils sont accessibles aussi bien
PAR L'INTÉRIEUR
en soulevant le dossier, que,
PAR L'EXTÉRIEUR
en ouvrant le hayon qui
supporte la roue de secours*



**SOLUTION PROPRE
ET CONFORTABLE
SOLUTION JUDICIEUSE
SOLUTION PEUGEOT**



Dam

Photos DAMOUR