

Conditions d'utilisation des contenus du Conservatoire numérique

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

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

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

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

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

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

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

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

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

NOTICE BIBLIOGRAPHIQUE

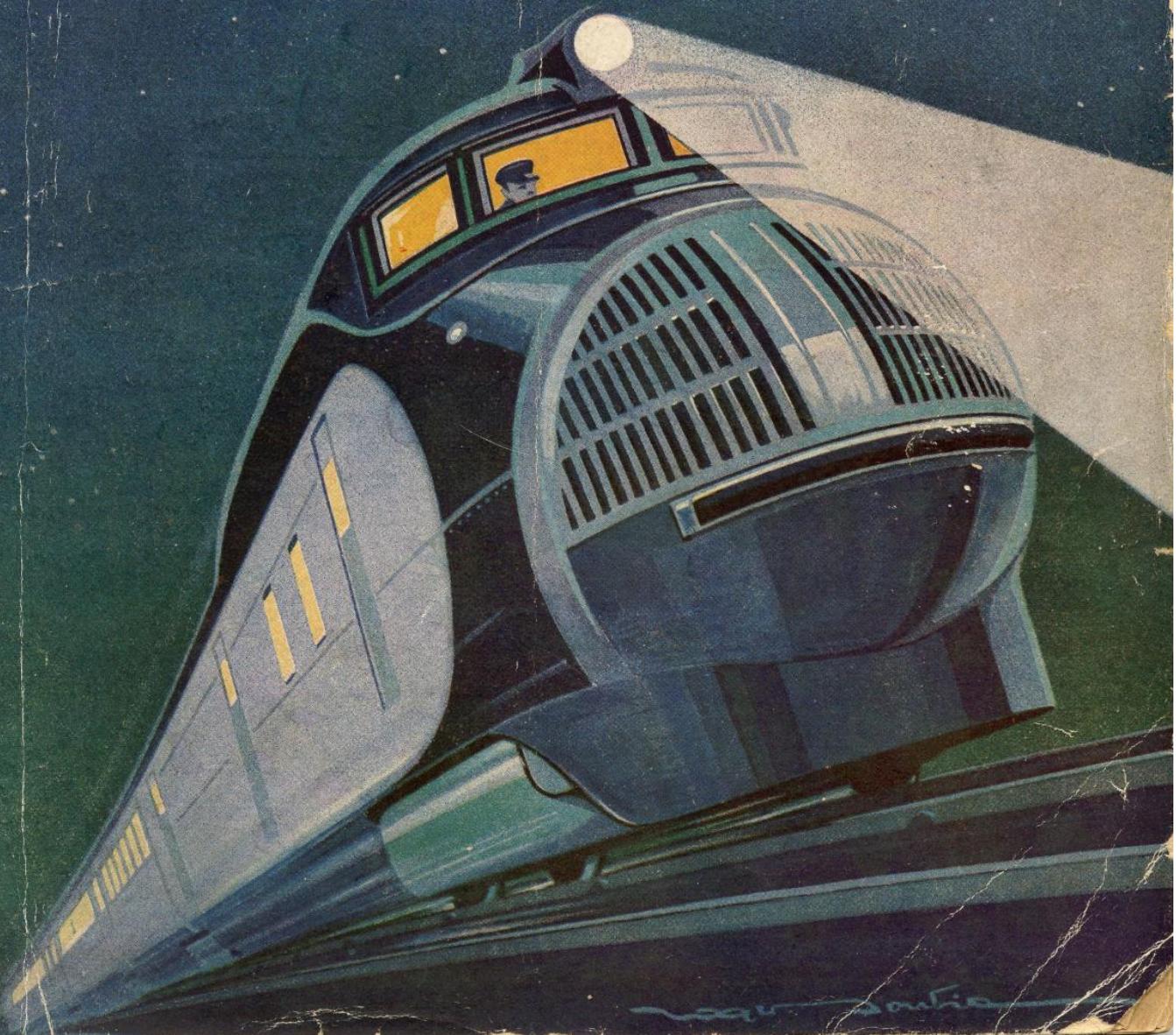
Notice de la Revue	
Auteur(s) ou collectivité(s)	La science et la vie
Auteur(s)	[s.n.]
Titre	La science et la vie
Adresse	Paris : La science et la vie, 1913-1945
Collation	339 vol. : ill. ; 24 cm
Cote	SCI.VIE
Sujet(s)	Sciences -- Vulgarisation Culture scientifique et technique Presse scientifique
Note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

Notice du Volume	
Auteur(s) volume	[s.n.]
Titre	La science et la vie
Volume	Tome 47. n. 211. Janvier 1935
Adresse	Paris : La Science et la Vie, 1935
Collation	1 vol. (XXII-90 p.) : ill., couv. ill. en coul. ; 24 cm
Cote	SCI. VIE 211
Sujet(s)	Sciences -- Vulgarisation Culture scientifique et technique Presse scientifique
Thématique(s)	Généralités scientifiques et vulgarisation
Typologie	Revue
Langue	Français
Date de mise en ligne	10/12/2019
Date de génération du PDF	05/12/2019
Permalien	http://cnum.cnam.fr/redir?SCVIE.211

France et Colonies : 4 fr.

N° 211 - Janvier 1935

LA SCIENCE ET LA VIE





c'est, milligramme par milligramme, que la sève est venue les puiser dans le sol, et c'est rayon par rayon, que le soleil les a transformées, raffinées, concentrées...

au cœur du grain de blé

Or que reste-t-il du blé après le passage au moulin ? Que reste-t-il dans les farines ordinaires ? Beaucoup d'amidon et peu, très peu de ces substances minérales, de ces phosphates naturels, de ces vitamines, sans lesquels, pour l'homme comme pour les plantes, il n'est pas de croissance possible.

C'est que justement la mouture a éliminé, pour des raisons de conservation et de panification, ces substances localisées surtout dans l'assise protéique, et

dans le germe du blé

Où donc le petit enfant, après les premiers mois d'allaitement, va-t-il trouver ces substances vitales dont chacune de ses cellules est avide :

dans une farine qui n'est pas seulement de la farine, car elle a pris pour base ces substances précieuses, car elle s'est fait une spécialité de leur traitement et de leur utilisation, car elle a résolu scientifiquement, mieux, biologiquement, le problème de l'alimentation des enfants en bas âge ,...

*dans
la*

Blédime

Pub. R. L. Dupuy

Des cadeaux qui seront appréciés par les amis des sciences

G. URBAIN, de l'Institut — M. BOLL, docteur ès sciences

LA SCIENCE

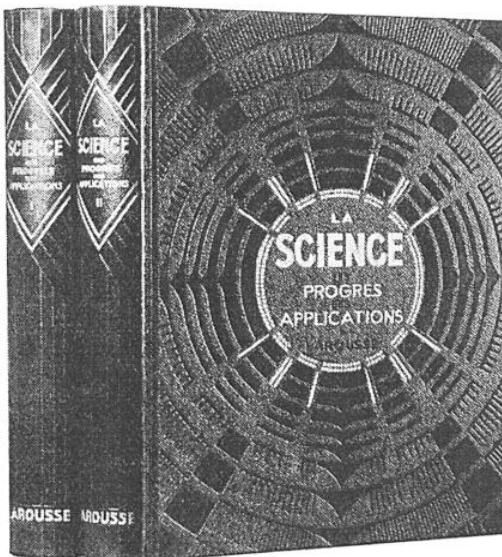
SES PROGRÈS, SES APPLICATIONS

En deux volumes grand in-4° (Collection in-4° Larousse, 32×25)

Tome I**La Science jusqu'à la fin du XIX^e siècle**

La première histoire des sciences mathématiques et physico-chimiques qui ait paru: La Science dans l'antiquité — Les mathématiques, la physique et la chimie à la fin du XVIII^e siècle — Grandeur et unités de mesure — La mécanique au XIX^e siècle — Vibrations — Chaleur — Etats de la matière — Optique — Electricité et magnétisme — Chimie générale, minérale, organique.

1.160 héliogravures
6 hors-texte en couleurs

**Tome II****Applications et théories modernes**

Une série d'exposés dus aux savants, ingénieurs et techniciens les plus distingués de notre temps : Machines et moteurs — Photographie, cinématographie, éclairage rationnel — Radioélectricité, radiations nouvelles — Chimie appliquée : grande industrie, industries organiques — Probabilités — Relativité — Théories corpusculaires. Une vue synthétique du monde.

2.000 héliogravures
6 hors-texte en couleurs

Deux volumes reliés demi-chagrin, 350 fr. (Paiement par mensualités). — Comptant, 325 fr.

Précédemment parus :

LA TERRE, géologie pittoresque, par Aug. ROBIN, correspondant du Muséum. 710 grav., etc. Relié, 140 fr.

LE CIEL, astronomie pour tous, par A. BERGET, 710 gravures, 275 dessins, etc. Relié, 140 fr.

LA MER, océanographie et navigation, par CLERC-RAMPAL, de l'Acad. de marine. 636 grav. Relié, 140 fr.

L'AIR ET SA CONQUÊTE, par A. BERGET, 700 gravures, 276 cartes, etc. Relié, 140 fr.

Des étrennes utiles et séduisantes

DICTIONNAIRES LAROUSSE

Les meilleurs des dictionnaires, célèbres dans le monde entier, indispensables à tous dans la vie d'aujourd'hui

LAROUSSE DU XX^e SIÈCLE, le grand dictionnaire encyclopédique de notre temps, en six magnifiques volumes grand in-4° (32×25). En reliure toile, 1.275 fr. ; demi-chag., 1.490 fr. (Paiement en 30 mois). Au comptant, 1.200 francs et 1.400 francs.

LAROUSSE UNIVERSEL, en deux volumes, format 21×30. Relié demi-chagrin, 320 fr., payables 20 fr. par mois. — Au comptant, 300 fr.

PETITS DICTIONNAIRES LAROUSSE, en un volume, à 34 fr., 26 fr., 20 fr. 50, 16 fr. 50.

Catalogue d'Etrennes Larousse, sur demande
13-21, rue Montparnasse, Paris (6^e) — Voir ces ouvrages chez tous les libraires

Ne payez pas plus qu'il n'est nécessaire — achetez un GÉÈS

Un SUPER-5 GÉÈS a triomphé dans un tournoi où il était opposé à des appareils coûtant le double

LA T. S. F. évolue et se perfectionne à pas de géant. Tel appareil qui, il y a quelques années encore, coûtait 2.000 à 3.000 francs, peut être, aujourd'hui, obtenu pour moins de 1.000 francs. L'appareil livré aujourd'hui à ce prix est même infiniment supérieur à celui d'autrefois, car il bénéficie des découvertes, des perfectionnements nombreux et capitaux de ces dernières années.

C'est ainsi que Géès présente aujourd'hui son *Super-5*, un appareil ultra-moderne, pur, puissant, sélectif, musical, donnant toute l'Europe, au prix de 985 francs.

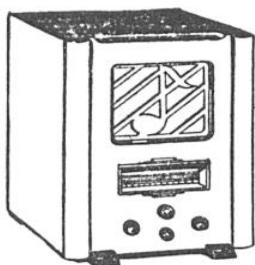
Le sans-filiste, qui ne veut même pas dépasser cette somme, peut obtenir jusqu'à fin décembre, pour 535 francs seulement (au lieu de 585 francs, prix normal), le *Quatre Géès*, un poste-secteur moderne, donnant toute satisfaction à quiconque ne désire pas recevoir les émissions faibles ou éloignées. Plusieurs milliers de *Quatre Géès* sont en service à Paris et dans tous les coins de France. Tous leurs possesseurs s'en déclarent enchantés.

Géès construit et vend lui-même : c'est là l'explication de son bon marché. Ne manquez pas de le consulter.

Des démonstrations permanentes ont lieu à ses magasins chaque jour, — même dimanches et fêtes, — jusqu'à 19 heures. Vous ne regretterez pas d'y avoir assisté. — Si vous habitez la province, demandez les notices détaillées n° 15. Vous pouvez obtenir à l'essai, pour plusieurs jours et sans engagement, l'appareil Géès de votre choix. — Facilités de paiement. Reprise en compte de vieux postes.

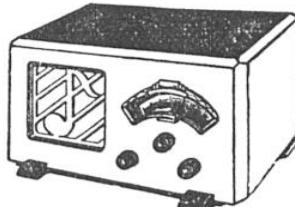
GÉÈS, Const., 190, avenue d'Italie, Paris (13^e)

Métro : PORTE D'ITALIE — Tél. : SUFFREN 30-61



**LE SUPER-5 GÉÈS
complet et installé 985 fr.**

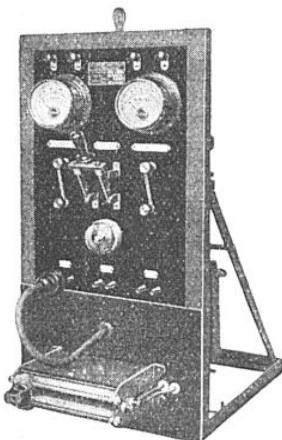
seulement (au lieu de 585 francs, prix normal), le *Quatre Géès*, un poste-secteur moderne, donnant toute satisfaction à quiconque ne désire pas recevoir les émissions faibles ou éloignées. Plusieurs milliers de *Quatre Géès* sont en service à Paris et dans tous les coins de France. Tous leurs possesseurs s'en déclarent enchantés.



**LE QUATRE GÉÈS
En réclame pour décembre 535 fr.**

REDRESSEURS de COURANT

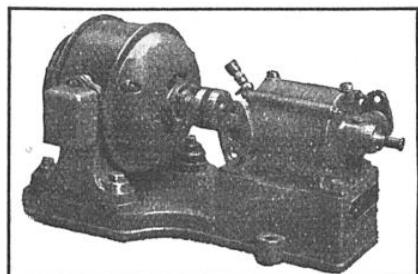
— à Vapeur de Mercure —
pour Garagistes
et Spécialistes en Electricité automobile



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

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

Des MUSCLES en 30 JOURS!

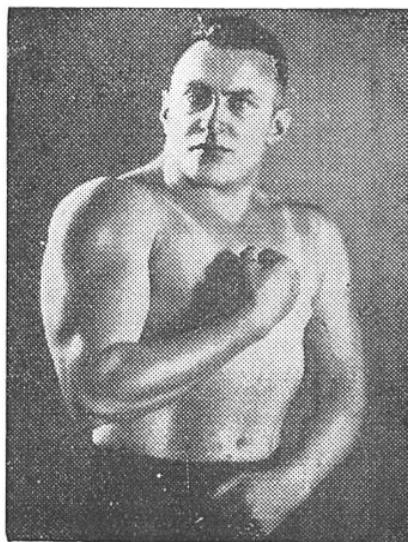
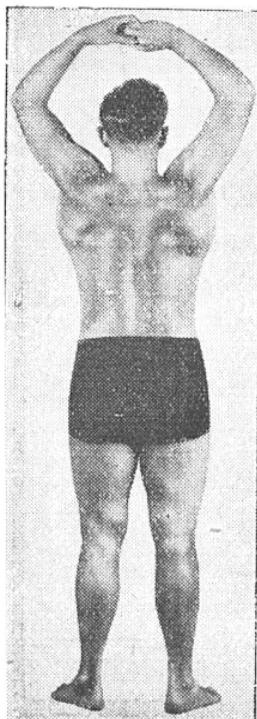
NOUS LE GARANTISSEONS

C'est avec juste raison qu'on nous appelle les « Constructeurs de muscles ». En trente jours, nous pouvons transformer votre corps d'une manière que vous n'auriez jamais crue possible. Quelques minutes d'exercice chaque matin suffisent pour augmenter de 4 centimètres les muscles de vos bras et de 12 centimètres votre tour de poitrine. Votre cou se fortifiera, vos épaules s'élargiront. Avant même que vous vous en aperceviez, les gens se retourneront sur votre passage. Vos amis se demanderont ce qui vous est arrivé. Peu importe que vous ayez toujours été faible ou mince : nous ferons de vous un homme fort, et nous savons que nous pouvons le faire. Nous pouvons non seulement développer vos muscles, mais encore élargir votre poitrine et accroître la capacité de vos poumons. A chaque respiration, vous remplirez entièrement vos poumons d'oxygène, et votre vitalité ne sera pas comparable à ce qu'elle était auparavant.

ET EN CENT CINQUANTE JOURS. — Il faut compter cent cinquante jours pour mener à bien et parfaire ce travail ; mais, dès le trentième jour, les progrès sont énormes. Au bout de ce temps, nous vous demandons simplement de vous regarder dans une glace. Vous verrez alors un tout autre homme. Nous ne formons pas un homme à moitié. Vous verrez vos muscles se gonfler sur vos bras, vos jambes, votre poitrine et votre dos. Vous serez fier de vos larges épaules, de votre poitrine arrondie, du superbe développement obtenu de la tête aux pieds.

NOUS AGISSEONS ÉGALEMENT SUR VOS ORGANES INTÉRIEURS. — Nous vous ferons heureux de vivre ! Vous serez mieux et vous vous sentirez mieux que jamais vous ne l'avez été auparavant. Nous ne nous contenterons pas seulement de donner à vos muscles une apparence qui attire l'attention : ce serait du travail à moitié fait. Pendant que nous développons extérieurement vos muscles, nous travaillons aussi ceux qui commandent et contrôlent les organes intérieurs. Nous les reconstruisons et nous les vivifions ; nous les fortifions et nous les exerçons. Nous vous donnerons une joie merveilleuse : celle de vous sentir pleinement en vie. Une vie nouvelle se développera dans chacune des cellules, dans chacun des organes de votre corps, et ce résultat sera très vite atteint. Nous ne donnons pas seulement à vos muscles la fermeté dont la provenance vous émerveille, mais nous vous donnons encore l'ÉNERGIE, la VIGUEUR, la SANTÉ. Rappelez-vous que nous ne nous contenterons pas de promettre, nous garantissons ce que nous avançons. FAITES-VOUS ADRESSER par le DYNAM INSTITUT le livre GRATUIT : **Comment former ses muscles**. Retournez-vous le coupon ci-joint dès aujourd'hui. Ce livre vous fera comprendre l'étonnante possibilité du développement musculaire que vous pouvez obtenir. Vous verrez que la faiblesse actuelle de votre corps est sans importance, puisque vous pouvez rapidement développer votre force musculaire avec certitude.

Ce livre est à vous : il suffit de le demander. Il est gratuit, mais nous vous prions de bien vouloir joindre 1 fr. 50 en timbres-poste pour l'expédition. Une demande de renseignements ne vous engage à rien. Postez le bon dès maintenant pour ne pas l'oublier.



BON GRATUIT A DÉCOUPER OU A RECOPIER

DYNAM INSTITUT (Groupe 65), rue La Condamine, 14, PARIS (17^e)

Veuillez m'adresser gratuitement, et sans engagement de ma part, votre livre intitulé : **Comment former ses muscles**, ainsi que tous les détails concernant votre garantie. Ci-inclus 1 fr. 50 en timbres-poste pour les frais d'expédition.

Nom :

Adresse :

Santé Force et Vie l'Électricité

L'Institut Moderne du Dr Grard à Bruxelles vient d'édition 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, débilités, affaiblis et déprimés.

1re Partie : SYSTÈME NERVEUX.

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

2me Partie : ORGANES SEXUELS ET APPAREIL URINAIRE.

Impuissance totale ou partielle, Varicocèle, Parties 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, Gastroalgie, Dilatation, Vomissements, Aigreurs, Constipation, Entrées multiples, Occlusion intestinale, Maladies du foie.

5me Partie : SYSTÈME MUSCULAIRE ET LOCOMOTEUR

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

La cause, la marche et les symptômes de chaque une 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.

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

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

Établissements
LAUREYS Frères
17, Rue d'Enghien, PARIS-10^e
Téléph. : PROVENCE 99-37, 99-38, 99-39



PHOTOGRAPHIE—
GALVANOPLASTIE—
STÉRÉOCHROME—
COMPOSITION
PUBLICITAIRE—
STUDIO DE PHOTOS
DESSINS

L'Art de bien écrire



Photo H. MANUEL
HENRI DUVERNOIS

C'EST UNE ÉTUDE ATTRAYANTE D'OU VOUS RETIREREZ DE GRANDS AVANTAGES DANS VOTRE PROFESSION QUELLE QU'ELLE SOIT.

Les isolés à qui manquent si durement les premiers conseils, les plus utiles, peuvent apprendre à distance, sinon leur art, tout au moins leur métier d'écrivain. Votre initiative mérite donc d'être pleinement encouragée.

HENRI DUVERNOIS.

Pour beaucoup de personnes même cultivées, écrire est un véritable travail. Il leur arrive de se trouver embarrassées par une simple lettre et de regretter de ne pouvoir rédiger facilement un rapport, un souvenir, une page de leur vie.

Interrogez-vous avec sincérité. Parvenez-vous facilement à ordonner vos idées et à les présenter logiquement en un style limpide et précis ? Possédez-vous ces qualités de bon rédacteur qui vous sont pourtant indispensables ? Non. Pourquoi ? Parce que vous n'avez jamais trouvé la méthode rationnelle, les conseils éclairés et pratiques qui vous étaient nécessaires.

Mais avec une méthode appropriée et en suivant un entraînement progressif, vous arriverez rapidement à vous débarrasser des tournures incorrectes, des lourdeurs improprest qui déparent même la plus modeste page, à clarifier votre vo-

bulaire et à l'enrichir. Ce développement de vos facultés d'expression n'échappera ni à votre entourage, ni à vos chefs. Nous pensons que vous jugerez comme nous que l'obtention d'un tel résultat mérite bien un effort puisqu'elle suffira à rendre votre carrière beaucoup plus agréable, beaucoup plus intéressante et, sans nul doute, beaucoup plus fructueuse.

C'est pour vous, qui désirez écrire dans un but pratique ou simplement pour votre plaisir, que nous avons créé cette méthode nouvelle exempte de toute contrainte scolaire, respectueuse de vos tendances, n'ayant pour objet que la mise en valeur de vos dons naturels.

Cette méthode abrègera pour vous la période d'attente et de tâtonnements qui précède les réalisations rémunératrices. Aussitôt connue, elle reçut l'approbation sans réserve des maîtres de la littérature.

LISEZ CE LIVRE GRATUITEMENT

Ecrivez aujourd'hui même, nous vous enverrons gratuitement et franco un petit volume très soigneusement édité : « ÉCRIRE POUR LE PLAISIR, POUR LE PROFIT », dans lequel vous trouverez l'exposé clair et détaillé de notre méthode et tous les renseignements désirables sur le fonctionnement des cours et les conditions d'inscription.

Pour le recevoir, il vous suffit de nous retourner, après l'avoir complété, le coupon ci-contre.

ÉCOLE A. B. C. DE RÉDACTION, Groupe B
12, rue Lincoln (Champs-Elysées), PARIS

Veuillez m'envoyer, sans engagement pour moi, votre brochure me renseignant sur le Cours de rédaction.

NOM

PROFESSION AGE

RUE N°

VILLE Dépt.....

ÉTUDES CHEZ SOI

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

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

L'ÉCOLE UNIVERSELLE

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

L'efficacité des méthodes de l'Ecole Universelle, méthodes qui sont, depuis 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'Ecole Universelle, envoyez-lui aujourd'hui même une carte postale ordinaire portant simplement **votre adresse** et le **numéro des brochures** qui vous intéressent parmi celles qui sont énumérées ci-après. Vous les recevrez par retour du courrier, franco de port, à **titre absolument gracieux et sans engagement** de votre part.

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

BROCHURE N° 85.800, 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° 85.806, concernant toutes les *classes complètes de l'Enseignement secondaire* officiel jusqu'au *Baccalauréat* inclusivement — concernant, en outre, pour les jeunes gens et les jeunes filles qui ont déjà suivi les cours d'un lycée ou d'un collège, la préparation rapide aux *divers baccalaureats*.

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

BROCHURE N° 85.812, 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° 85.817, concernant la préparation aux concours d'admission dans **toutes les grandes Ecoles spéciales** : Agriculture, Industrie, Travaux Publics, Mines, Commerce, Armée et Marine, Enseignement, Beaux-Arts, Colonies, etc.

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

BROCHURE N° 85.825, 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° 85.829, 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° 85.837, concernant la préparation aux carrières d'*Ingénieur, Sous-Ingénieur, Dessinateur, Conducteur, Chef de Chantier, Contremâtre* dans toutes les spécialités de l'**Industrie et des Travaux publics** : Electricité, T. S. F., Mécanique, Automobile, Aviation, Mines, Forge, Chauffage central, Chimie, Travaux publics, Architecture, Béton armé, Topographie, etc.

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

BROCHURE N° 85.841, 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° 85.847, 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° 85.853, 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° 85.859, concernant la préparation aux carrières du **Cinéma** : Carrières artistiques, techniques et administratives. (*Enseignement donné par des Techniciens spécialistes.*)

BROCHURE N° 85.866, concernant la préparation aux carrières du **Journalisme** : Rédacteur, Secrétaire de Rédaction, Administrateur-Directeur, etc. (*Enseignement donné par des Professeurs spécialistes.*)

BROCHURE N° 85.871, 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° 85.878, 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° 85.885, 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° 85.891, concernant l'**enseignement complet de la Musique** : Musique théorique (*Solfège, Chant, Harmonie, Contrepoint, Fugue, Composition, Instrumentation, Orchestration, Transposition*), Musique instrumentale (*Piano, Accompagnement au piano, Violon, Flûte, Mandoline, Banjo, Clarinette, Saxophone, Accordéon*) — concernant également la préparation à toutes les carrières de la **Musique** et aux divers **Professorats** officiels ou privés. (*Enseignement donné par des Grands Prix de Rome, Professeurs membres du jury et Lauréats du Conservatoire national de Paris.*)

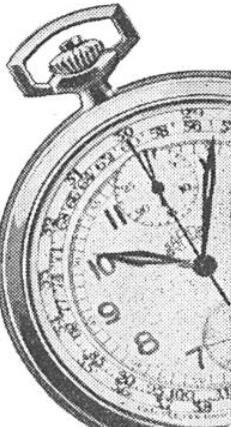
BROCHURE N° 85.896, concernant la préparation à toutes les **carrières coloniales** : Administration, Commerce, Industrie, Agriculture. (*Enseignement donné par des Fonctionnaires supérieurs des Grandes Administrations, Techniciens spécialistes des questions coloniales, Ingénieurs d'Agronomie coloniale.*)

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)

**FAITES VENIR
DE BESANCON
UN CHRONOGRAFE**

au prix d'une bonne montre :



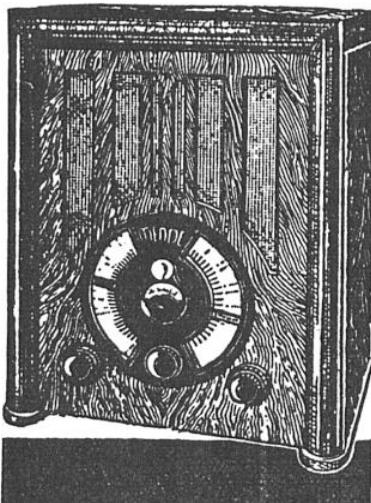
Boîtier demi-plat métal chromé, qualité soignée - garantie 8 ans, aiguille au cinquième de seconde et totalisateur de minutes.

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

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

**235 fr. SARDA
BESANCON**

FABRIQUE D'HORLOGERIE DE PRÉCISION



**SUPER
BINODE
534**

PARFAIT EN TOUS POINTS

SUPERHÉTÉRODYN 7 lampes, dont 4 multiples, alternatif 110-210 v., possède les dix qualités d'un récepteur moderne :

- **SÉLECTIVITÉ** 8 kilocycles ;
- **LECTURE DIRECTE** sur cadran à visibilité totale étalonné en noms de stations et en longueurs d'onde ;
- **RÉGLAGE SILENCIEUX** par phonoscope ;
- **ANTIFADING EFFICACE** ;
- **MUSICALITÉ INÉGALÉE** ;
- **PUISANCE** 9 watts ;
- **TECHNIQUE MODERNE** ;
- **ROBUSTESSE** et **PRÉCISION** ;
- **PRISE POUR PICK-UP** et prise pour un deuxième diffuseur ;
- **ÉBÉNISTERIE DE LUXE** spécialement étudiée au point de vue acoustique.

PRIX imposé, licence BFR et taxes comprises. Fr. 2.650

**MÊME MONTAGE, Radio-
Phono Fr. 3.850**

Démonstrations et renseignements chez tous nos distributeurs

POWER-TONE

9, faubourg Poissonnière, PARIS (9^e)

Agent gén. pour la France et les Colonies des postes

MENDE

Auditions tous les mercredis et vendredis à partir de 20 h. 30.

CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT

de la ferme chez vous ...



par

COLIS AGRICOLE
de 20, 30 et 40 kgs

TRANSPORT RAPIDE • PRIX TRÈS
RÉDUITS • LIVRAISON A DOMICILE

RÈGLE À CALCULS DE POCHE

"MARC"



MULTIPLICATION - DIVISION - RACINES CARRÉE
ET CUBIQUE - TRANSFORMATION DES CHEVAUX-
VAPEUR EN KILOWATTS ET INVERSEMENT -
CALCULS DE RENDEMENT DE MOTEURS ET
DYNAMOS - CALCULS DES RÉSISTANCES ET DES
CHUTES DE TENSION - EN RÉSUMÉ, TOUS LES
CALCULS QUI SE POSENT D'UNE MANIÈRE COU-
RANTE AUX INGÉNIEURS ET AUX MONTEURS
ÉLECTRICIENS. — NOTICE FRANCO.

La règle en celluloid livrée avec étui peau et mode d'emploi ... 36 fr.

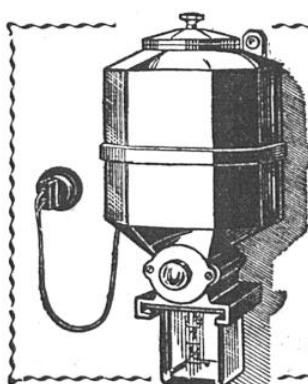
DÉTAIL { PAPETIERS - LIBRAIRES - OPTICIENS
INSTRUMENTS DE PRÉCISION

Gros exclusivement : CARBONNEL & LEGENDRE

Fabricants, 12, rue Condorcet, PARIS-IX^e — Téléphone : Trudaine 83-13

Si vous ne la trouvez pas, écrivez-nous, nous vous donnerons
l'adresse de notre dépositaire le plus proche.

PUB. A. GIORGI



Madame, soyez moderne
POUR VOS ÉTRENNES, ACHETEZ

Un moulin à café électrique

GUERNET

TOUS COURANTS :
110/130 volts 240 fr.
Tout chromé 295 fr.

245, avenue Georges-Clemenceau -:- NANTERRE (Seine)

BUTAGAZ

LE GAZ BUTANE

LE PREMIER BUTANE FRANÇAIS

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

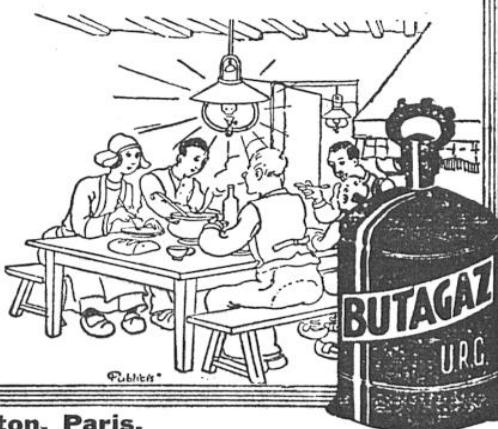
Éclairage par Bec
à Incandescence

Deux ans
d'expérience

5000 DÉPOTS

Service à domicile dans toutes les Communes
FRANCE ALGÉRIE TUNISIE MAROC

Notice explicative gratuite sur demande



BUTAGAZ, 44, rue Washington, Paris.



Santé des dents

Le DENTOL, eau, pâte, poudre, savon, est un dentifrice à la fois souverainement antiseptique et doué du parfum le plus agréable. Crée 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

AVEZ-VOUS PEUR ?

1. De perdre votre situation ?
2. De ne pas réaliser vos ambitions ?
3. De ne pas faire face aux difficultés qu'amène la crise ?
4. De ne pas pouvoir exécuter tout le travail qu'on attend de vous ?
5. D'être distancé par un collègue ?
6. De vous mettre en avant ?
7. De proposer des idées nouvelles à votre employeur ?
8. D'entreprendre un travail long et fastidieux ?
9. D'entrer dans un salon où vous ne connaissez personne ? Dans une salle de restaurant ?
10. De prendre la parole à un banquet ? Dans une réunion ?
11. De demander un service ? Une permission ?
12. De faire une réclamation ?
13. De mettre un terme au sans-gêne abusif de certaines personnes ?
14. D'affronter les gens qui vous critiquent ? Qui se fâchent aisément ?
15. D'imposer votre volonté à votre entourage ?
16. De parler à des personnes que vous estimez supérieures ?
17. D'aller voir un nouveau client ? Un nouveau patron ?
18. De défendre votre opinion en présence de l'opposition des autres ? Ou de leur ironie ?
19. De perdre votre influence sur vos enfants qui grandissent ?
20. De compter moins parce que vous vieillissez ?
21. De rester seul dans la vieillesse ?
22. D'éprouver de nouvelles désillusions ?
23. Quelles sont les choses que vous redoutez le plus ?
24. Quel est votre âge ? Votre profession ?

Répondez à ce questionnaire et voyez combien de craintes troublent votre esprit, entravent votre action, s'opposent à votre réussite.

Pour connaître les moyens qui vous permettront de libérer votre personnalité ainsi amoindrie, ENVOYEZ-NOUS VOS RÉPONSES avec tous les détails désirables, en vous recommandant de *La Science et la Vie*.

Vous recevrez gratuitement, et sans engagement de votre part, avec l'explication de nos méthodes, les conseils qui nous paraissent être pour vous les plus urgents.

SYSTÈME PELMAN

80, boulevard Haussmann (service 18), 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*

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

I'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 en 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 débuter 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

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

EXCELSIOR

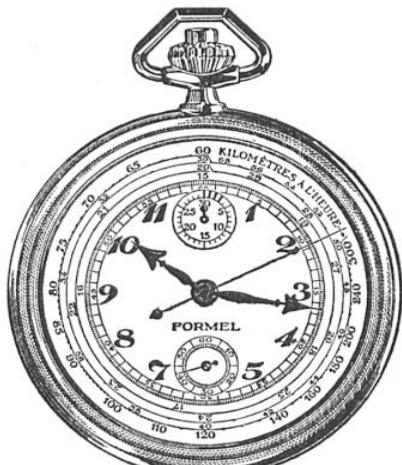
GRAND QUOTIDIEN ILLUSTRÉ

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.

ASSURANCE GRATUITE CONTRE LA CASSE

LE CHRONOGRAPH FORMEL EST VENDU AVEC LES AVANTAGES SUIVANTS



VENTE EXCLUSIVE
E. BENOIT, 60, r. de Flandre, PARIS

Références : ETAT, CHEMINS DE FER DE L'EST,
P. O., VILLE DE PARIS, ETC.

Un ESSAI de 8 JOURS.

Une GARANTIE de 10 ANS
contre tous vices de construction.

2 ANS D'ASSURANCE GRATUITE

pendant lesquels le Chronographe FORMEL est garanti, même contre la CASSE. Toutes les pièces brisées à la suite d'un accident sont remplacées gratuitement par nos soins. En un mot, toutes les réparations sont à notre charge pendant 2 ans.

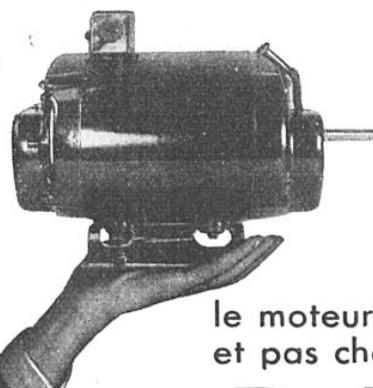
NOTICE A FRANCO SUR DEMANDE

PRIX FRANCO EN ÉCRIN

Chromé, 270 fr. - Argent, 335 fr. - Or, 1.400 fr.

CHÈQUE POSTAL PARIS 1373.06

*vous l'attendiez,
le voilà! →*



le moteur parfait
et pas cher !

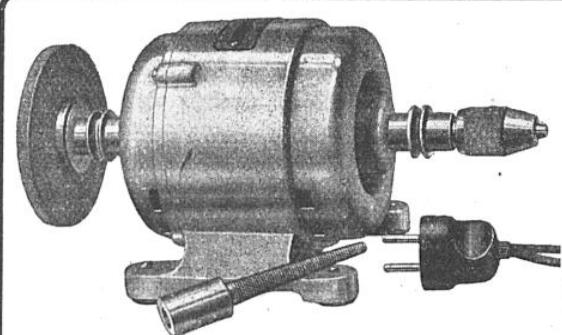
Ragonot-Delco

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

Pub. R. L. Dupuy



UN COLLABORATEUR MODÈLE...

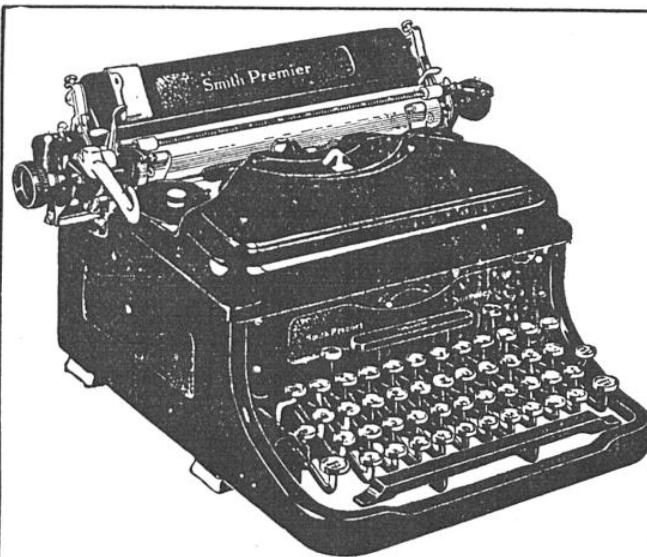
Toujours prêt à rendre service en silence
Capable d'effectuer tous petits travaux de perçage, de meulage, de polissage, etc. Fonctionne sur le courant lumière monophasé (50 périodes). Pas de collecteur ; pas de parasites ; aucun entretien. Tension de 100 à 125 volts (220 volts sur demande). Vitesse : 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 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)



Notices illustrées envoyées franco sur simple demande

SMITH PREMIER

26 et 28, rue de la Pépinière — PARIS-8^e

La marque
la plus ancienne...

La machine
la plus moderne...

ÉCRIT
à la perfection
dans le silence

Toute la gamme des machines de bureau ou portatives en valise

Machines garanties à partir de :

1.250 fr.

facilités de paiement

Tél. : LABorde 32-20 et la suite
(13 lignes groupées)

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., 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' pour d'envol, France et Colon., 1 fr. 50, ou contre rembours, 3 fr.

Recherches des Sources, Filons d'eau Minéraux, Métaux, Souterrains, etc.

par les

DÉTECTEURS ÉLECTRO-MAGNÉTIQUES

L. TURENNE, ING. E. C. P.
19, RUE DE CHAZELLES, PARIS-17^e

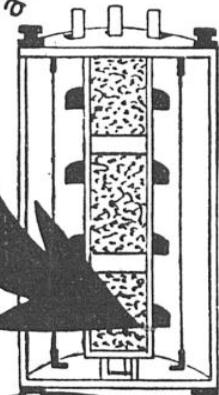
Vente des Livres et des Appareils permettant les contrôles.

POMPES - RÉSERVOIRS
ÉLECTRICITÉ - CHAUFFAGE

L'HEPTODYNE ULTIMA

le poste
extraordinaire puissant
qui étonne les techniciens.

BOBINAGE
à noyau de fer
assurant une puissance double.
Unique en France.



PRIX COMPLET

895 f.

A CRÉDIT
125 f. A LA COMMANDE
A LA LIVRAISON
ET 6 TRAITES
DE 125 f.



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 préselecteur, 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



VOUS N'AVEZ
PAS LE CHOIX

**5 MINUTES de soins..., 1 fois par SEMAINE...
... et c'est tout**

Voulez-vous un **POÊLE D'APPARTEMENT** qui...

Ne présente aucun danger d'incendie ;
Ne comporte ni tuyaux, ni canalisations ;
Ne dégage aucune odeur ;
Ne produise aucun gaz nocif ;

Ne dessèche pas l'atmosphère ;
Ne produise ni poussières, ni cendres ;
Fonctionne sans bruit ;
Soit essentiellement mobile ;

Mesure seulement 46 centimètres de diamètre, 31 centimètres de hauteur ;
Ne pèse que 22 kilogrammes, y compris sa charge pour toute une semaine ;
Soit aussi économique qu'un poêle à charbon bien établi ;
N'exige aucune surveillance ; ne demande pour tous soins qu'un seul regarnissage en pleine activité (durée 5 minutes) une seule fois par semaine.

SEUL, le Poêle Catalytique THERM'X n° 44

réunit tous ces avantages

EN HIVER Absentez-vous de votre **appartement**, fermez en toute tranquillité votre **bureau** pendant les 44 heures consécutives de repos de la semaine anglaise. Au retour, vous y trouverez une température agréable grâce à **THERM'X**.

Catalogues et notices franco sur demande à la

STÉ LYONNAISE DES RÉCHAUDS CATALYTIQUES
2 bis, route des Soldats, LYON-SAINT-CLAIR (Rhône), France

AGENCE ET DÉPÔT POUR PARIS : L. PELLETIER, 44, RUE DE LANCRY, PARIS-X*

tous débits toutes pressions

Un Succès

UNE POMPE EN CAOUTCHOUC

Pompes P. C. M. LICENCE R. MOINEAU

SES AVANTAGES :

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

Soc. POMPES, COMPRESSEURS, MÉCANIQUE

63-65, rue de la Mairie, VANVES (Seine) — Tél. : Michelet 31-18

Voici un fait stupéfiant !



Tout seul, chez vous, à toute minute libre, vous apprenez la langue qui vous est utile.

TRÈS probablement — et avec raison — vous vous méfiez des soi-disant « méthodes simplifiées » pour apprendre les langues étrangères. Mais le Linguaphone n'est pas de ces « méthodes simplifiées ». C'est le résultat de principes scientifiques appliqués intelligemment. Le concentré de ces principes est ceci : « **Vous avez appris votre langue maternelle en l'entendant parler.** »

De même la Méthode Linguaphone vous permet d'écouter, à l'aide de disques de phonographe, n'importe quelle langue étrangère autant que vous le souhaitez, et de l'apprendre ainsi naturellement, comme vous avez appris votre langue maternelle.

ESSAI GRATUIT Nous voulons que vous essayiez cette

méthode par vous-même. A cet effet, nous vous offrons à l'essai, pendant huit jours, un Cours complet Linguaphone, dans n'importe quelle langue à votre choix.

Ne vous fiez pas à notre parole. Découvrez par vous-même l'exac-titude de ce que nous avançons. Servez-vous de notre Méthode aussi souvent que vous le pouvez pendant cette période d'essai. Suivez bien soigneusement nos instructions, tout comme si vous

En trois semaines, vous pouvez comprendre et parler l'anglais ou toute autre langue étrangère — comme vous l'avez souvent rêvé — avec un accent impeccable.

Nous pouvons vous le prouver irréfutablement.

commencez l'étude complète d'une langue nouvelle. Mais arrêtez-vous après la première leçon... et considérez le chemin parcouru.

RÉSULTAT : Vous pouvez déjà décrire de nombreux objets familiers, en bon anglais courant et avec un accent parfait. Et cela après une leçon seulement.

Nous vous avons dit tout ce que nous pouvions faire tenir dans cet espace limité. Mais nous avons encore des quantités de choses à vous apprendre sur la méthode Linguaphone.

Aussi, avant même de l'essayer, complétez votre documentation. Il vous suffit de remplir et de nous retourner le coupon ci-dessous, et vous recevrez la Brochure Linguaphone, tout à fait gratis, bien entendu.

ENVOYEZ CE COUPON AUJOURD'HUI MÊME

**INSTITUT LINGUAPHONE, Annexe B 4
12, rue Lincoln (Champs-Elysées), Paris (8^e)**

Monsieur le Directeur,
Je vous prie de m'envoyer, gratuitement et sans aucun engagement de ma part, une brochure entièrement illustrée m'apportant sur la Méthode Linguaphone des renseignements complets. Les langues qui m'intéressent sont :

NOM

PROFESSION AGE

RUE N°

VILLE Dépt.....



Certains secteurs ont des variations de tension brusques et imprévisibles, dont les inconvénients sont bien connus : déformation des auditions, détérioration des lampes.

Pour les corriger il faut un régulateur automatique que l'on règle une fois pour toutes suivant le débit.

Demandez à votre électricien les

RÉGULATEURS AUTOMATIQUES

Type C.A.I. ... 180 frs

FERRIX

DOCUMENTATION SUR DEMANDE
2, Rue Villaret-de-Joyeuse - PARIS
98, Avenue Saint-Lambert - NICE

Pub. R.-L. Dupuy



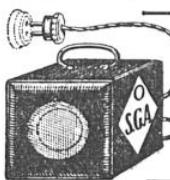
3 lampes américaines, puissance égalant un appareil à 6 lampes, pureté sans égale, insensibilité aux parasites, P. O. et G. O., haut-parleur électrodynamique. Pièces de grandes marques. Très belle présentation.

Complet en ordre de marche :

395 francs

8 j. à l'essai, après remboursé en cas de non satisfaction

DEMANDER LES NOTICES V
RADIO-PULLMAN, 58, route d'Orléans
MONTROUGE (Seine)



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^e
Anémie, Asthme, Coquel., Nez, etc.

Une revue véritablement d'actualité scientifique est celle qui prend racine dans le passé et se prolonge dans l'avenir.



— LA PREMIÈRE MACHINE FRANÇAISE —
A RENDRE AUTOMATIQUEMENT LA MONNAIE



s'impose à tous ceux qui manipulent la monnaie

RAPIDITÉ
SÉCURITÉ
HYGIÈNE



DEMANDEZ
UNE
DÉMONSTRATION

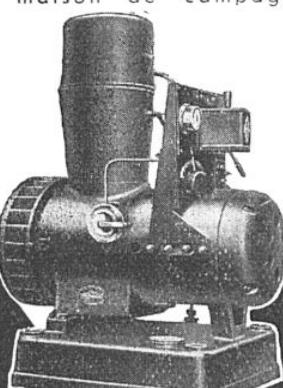
MACHINES AUTOMATIQUES MODERNES, 4, place de Valois, PARIS-1^{er}

S. A. R. L. — R. C. Seine 255.184 B — Téléphone : CENTRAL 46-87

L'ELECTRIFIÉE
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

SOLDES ANNUELS

chez
BURBERRYS

les spécialistes réputés dans le monde entier pour la QUALITÉ de leurs productions

VÊTEMENTS IMPERMÉABLES
MANTEAUX ET COSTUMES
DE
VILLE - SPORT - VOYAGE
POUR
Hommes, Dames, Enfants
VENDUS A DES
PRIX EXCEPTIONNELS

LE BURBERRY

le manteau indispensable
chaque jour de l'année

HOMMES	ENFANTS (2 ans)	DAMES
265 fr.	75 fr.	275 fr.

Catalogue n° 7 rando sur demande
8 et 10, Bd Malesherbes, PARIS

LA MAISON EST OUVERTE LE SAMEDI APRÈS-MIDI

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

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

Voir l'article, n° 83, page 446.

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 timbre sera de reçu, à M. Pierre RIVIER, fabricant des Combinés Barral, 8, villa d'Alésia, PARIS-14^e.
PROSPECTUS GRATIS SUR DEMANDE

MOTEURS ÉLECTRIQUES MONOPHASÉS
1/200^e 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

TRÉSORS
perdus dans le sol, sources et nappes d'eau souterraines, gisements de houille, pétrole, minerais divers, métaux précieux, une seule pièce d'or ou d'argent, etc..., sont trouvés par le

Révélateur magnétique SCHUMFELL
BREVETÉ S. G. D. G. NOTICE GRATUITE
Le PROGRÈS, n° 111, à Pontcharra (Isère)

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^e

MANUEL-GUIDE GRATUIT
INVENTIONS
OBTENTION de BREVETS POUR TOUS PAYS
Dépôt de Marques de Fabrication
H. BOETTCHER fils, Ingénieur-Conseil, 21, Rue Cambon, Paris

ÉVITEZ LES ÉPIDÉMIES
FILTRE
MAISONS D'ARTICLES DE MÉNAGE
et 155, faubourg Poissonnière, Paris

MALLE

UN FER A SOUDER ÉLECTRIQUE
POUR
10 fr.!
MADE IN U.S.A.

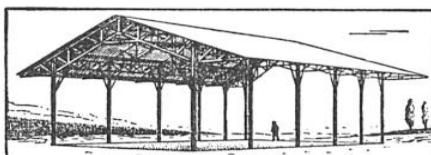
Marche sur tous courants 110 volts. Fonctionnement garanti. Envoi c. remb., Le fer seul, 12 fr. — Av. soudure décapante à l'étain et à l'aluminium. 17 fr.
F. GAL, 4, rue Florac, MARSEILLE

DES IMPRIMÉS SOIGNÉS
DES DÉLAIRES RESPECTÉS
DES PRIX INTÉRESSANTS ◇ ◇ ◇ ◇ ◇

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

Quelques-unes de nos Constructions métalliques

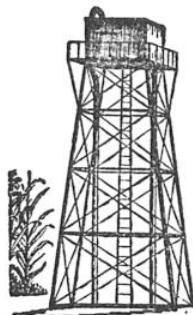
DEMANDEZ LA NOTICE QUI VOUS INTÉRESSE



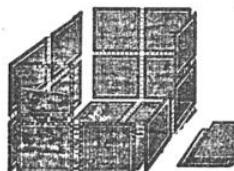
HANGAR AGRICOLE
5 à 22 mètres de portée. (Notice 144)



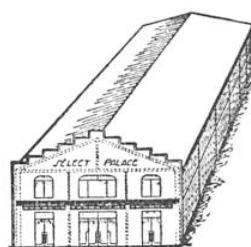
BARAQUEMENTS MÉTALLIQUES ET GARAGES DÉMONTABLES pour autos et avions. 260 modèles distincts. — De 1.500 à 4.300 francs. (Notice 192)



PYLOGNES de Réserveurs, 72 modèles, de 500 à 9.000 francs. (Notice 187)



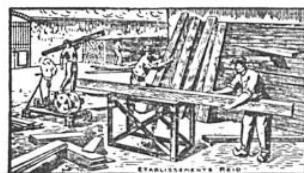
RÉSERVOIRS MÉTALLIQUES DÉMONTABLES pour eau et gas-oil. 1.000 à 27.000 litres. Plus de 460 modèles différents. (Notice 187)



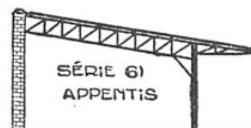
OSSATURES MÉTALLIQUES POUR CINÉMAS



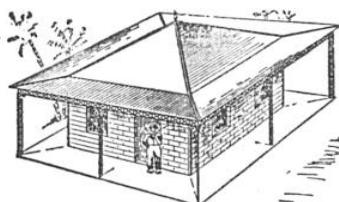
CHAPELLE COLONIALE



SCIE CIRCULAIRE en acier pour tronçonner les bûches et débiter en long. Un seul modèle. 480 fr. franco. (Notice 36)

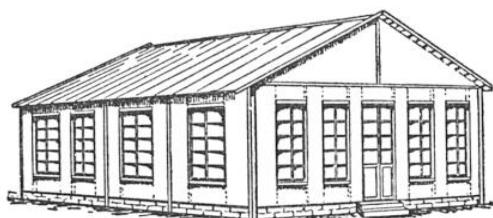


Utilisez vos murs en y adossant des APPENTIS EN ACIER. (Notice 123)

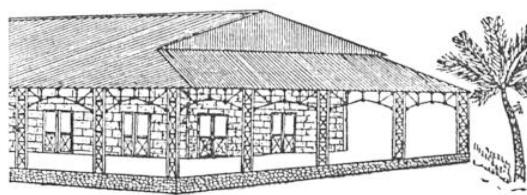


PAVILLONS A TOITURE à 4 PANS, avec grandes vérandas de tous côtés.

Nous envoyons, à titre gracieux, la machine à faire soi-même les agglomérés pour les murs.



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



PAVILLONS COLONIAUX EN ACIER AVEC VÉRANDAS (Notice 101 bis)

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

PROCHAIN CONCOURS : 18 MARS 1935

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^o Maintenir l'emploi exclusif d'un seul système de mesures : le système métrique décimal ;
- 2^o Vérifier les instruments de mesure neufs, avant leur mise en vente ;
- 3^o Contrôler périodiquement les instruments de mesure en service chez les commerçants et industriels, et ordonner la réparation des instruments défectueux ;
- 4^o 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).

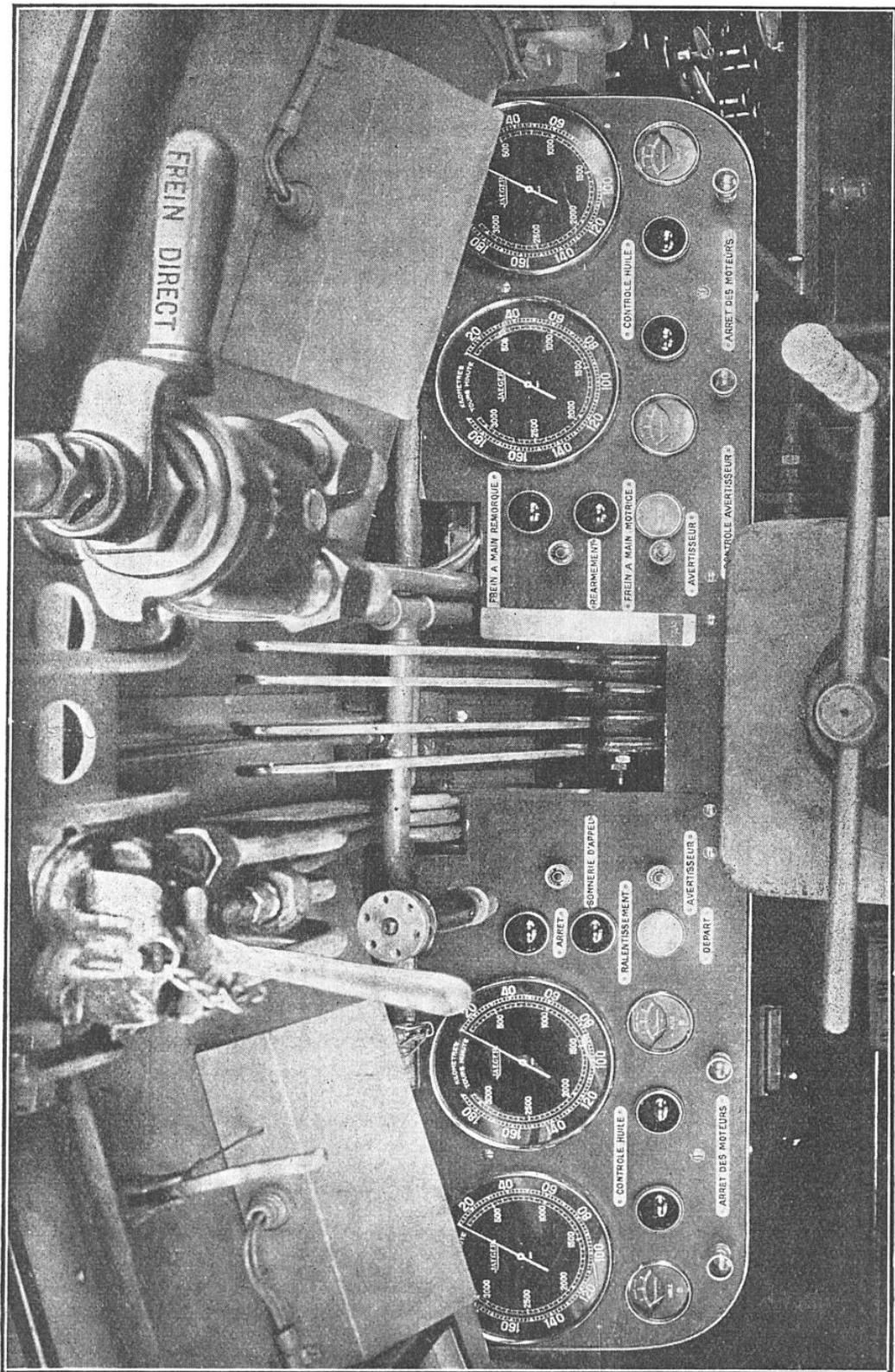
(1) La nature de la fonction de Vérificateur des Poids et Mesures aux Colonies est la même que celle de Vérificateur des Poids et Mesures en France. Pour le Maroc, les limites d'âge sont de 21 à 40, ou plus, suivant les services militaires. **AUCUN DIPLOME EXIGÉ.** Renseignements gratuits par l'**Ecole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

SOMMAIRE

JANVIER 1935

Quelle sera la politique de l'autorail en France et à l'étranger ?.. ..	Raoul Kervoley	3
<i>L'autorail léger employé sur les lignes secondaires a donné des résultats encourageants. En sera-t-il de même des autorails lourds mis en service sur les grandes lignes et que l'on tend à opposer aux rapides à vapeur ? On ne saurait encore l'affirmer, et, dans cet article, on verra pourquoi.</i>		
Voici de nouveaux progrès en microscopie..	L. Houllevigue..	13
<i>Le microscope à rayons ultraviolets permet d'accroître notablement le grossissement, et le microscope électronique, mis au point en Allemagne, aura un pouvoir séparateur cinquante mille fois supérieur à celui du microscope ordinaire. Ce sont là deux nouvelles merveilles de la physique appliquée.</i>	<i>Professeur à la Faculté des Sciences de Marseille.</i>	
L'aérodynamisme est en train de révolutionner l'aviation et l'automobile	Jean Labadié..	22
<i>Les recherches actuelles en aéronautique et en automobile sont orientées pour atteindre le minimum de résistance à l'avancement, afin d'obtenir le maximum de vitesse. Les admirables records réalisés, tant en avion qu'en automobile, sont dus précisément, pour une grande part, aux améliorations apportées dans ce domaine de la mécanique des fluides.</i>		
La lumière, engin de guerre ?	Lieut.-colonel Reboul	32
<i>Il ne faut pas confondre les possibilités avec la réalité ; l'emploi de projecteurs pour aveugler avions ou combattants ne paraît pas pouvoir être généralisé sur le champ de bataille et relève plus du domaine de la fantaisie que des moyens de combat.</i>		
L'emploi du latex transformera-t-il l'industrie du caoutchouc ?	G. Génin.	34
<i>Le latex (suc végétal de l'arbre à caoutchouc) pouvant être aujourd'hui transporté directement et sans changement aux usines d'utilisation, il en résulte des avantages techniques considérables dans de multiples fabrications (objets en caoutchouc, tissus caoutchoutés, etc.), qu'on n'aurait pas osé envisager il y a quelques années.</i>		
Nous avons beaucoup à apprendre de la radiodiffusion italienne.. ..	Jean Marchand..	45
<i>L'organisation de la radiodiffusion italienne, tant au point de vue technique qu'artistique, est l'une des premières du monde. L'auteur qui a mené cette enquête nous explique comment.</i>		
Voici la conception du radiotélécepteur idéal pour 1935..	C. Vinogradow	51
<i>Cet exposé clair et complet des perfectionnements apportés au radiotélécepteur permet à l'amateur de choisir en connaissance de cause l'appareil qui lui convient le mieux. Jusqu'ici, des articles, trop techniques ou imprécis, n'avaient pas réalisé ce but.</i>		
Qu'avons-nous appris du Salon de l'Aviation de Paris ?	José Le Boucher.	61
<i>La remarquable exposition internationale des recherches effectuées dans le monde entier et de leurs applications à la construction nous permet de dégager les grandes tendances actuelles en aviation et de montrer les résultats acquis par les techniciens de tous les pays dans le domaine du plus lourd que l'air. Cette étude critique et comparée situe l'étape où nous en sommes dans l'évolution de l'aviation.</i>		
Les vitamines, véritables « catalyseurs » de la nutrition..	Charles Brachet.	77
<i>Ce nouveau chapitre de la biologie s'enrichit constamment de connaissances nouvelles sur ces corps quelque peu mystérieux, dont la présence — même en quantités infimes — s'oppose au développement de maladies redoutables (rachitisme, scorbut, béri-beri, etc.). Voilà une branche de la science médicale qui n'a pas dit son dernier mot.</i>		
Notre poste d'écoute..	S. et V.	86
Les « A côté » de la science..	V. Rubor.	88
Chez les éditeurs	S. et V.	90

Le problème de l'autorail est à l'ordre du jour, en Europe comme en Amérique où des essais sont actuellement partout en cours-sur les principaux réseaux ferrés. La couverture de ce numéro représente la rame articulée, entièrement métallique, profilée, à trois voitures, montée sur quatre bogies, de l'« Union Pacific Railroad » (Etats-Unis), actionnée par un moteur Diesel de 600 ch à transmission électrique. Ce nouveau train, qui peut atteindre la vitesse de 170 km-heure et transporter 120 personnes, est actuellement l'un des autorails les plus puissants du monde (voir article, page 3 de ce numéro) et où le confort rivalise avec la vitesse et la sécurité.



VUE, PAR-DESSUS, DU « TABLEAU DE BORD » DE L'AUTORAIL « BUGATTI » EN SERVICE SUR LE P.-L.-M. (LIGNES PARIS-VICHY ET PARIS-LYON).
L'autorail Bugatti étant actionné par quatre moteurs d'automobile à essence, ce tableau ressemble, comme on le voit, à celui d'une voiture de tourisme.

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, Janvier 1935 - R. C. Seine 116.544

Tome XLVII

Janvier 1935

Numéro 211

QUELLE SERA LA POLITIQUE DE L'AUTORAIL EN FRANCE ET A L'ÉTRANGER ?

Par Raoul KERVOLEY

Depuis deux ans se poursuivent, un peu partout, des essais en grand d'autorails (1). Il est encore trop tôt pour émettre une opinion définitive sur ce nouveau mode de transport, susceptible de bouleverser nos conceptions ferroviaires. Toutefois, il est possible, dès maintenant, d'en tirer de précieux enseignements pour l'avenir. Remarquons tout d'abord que le problème a profondément évolué depuis l'origine et se présente aujourd'hui sous des aspects multiples. Les premiers autorails étaient, en effet, des véhicules ultra-légers (de 6 à 10 tonnes), destinés à remplacer les trains omnibus sur les lignes secondaires déficitaires. Peu à peu, par la suite, les constructeurs ont établi des modèles de plus en plus lourds (de l'ordre de 100 tonnes), et il existe aujourd'hui des autorails à plusieurs voitures, qui constituent de véritables trains appelés à concurrencer les rapides à vapeur sur les grandes lignes. Pour pouvoir apprécier sainement les possibilités de l'autorail, il est donc nécessaire d'examiner séparément les différents aspects du problème d'exploitation que l'on a voulu résoudre. En ce qui concerne l'emploi des autorails légers sur les lignes secondaires, — là où le petit nombre de voyageurs ne justifie pas le passage de trains entiers roulant aux trois quarts vides, — les résultats obtenus ont été, en général, satisfaisants. La question est d'ailleurs liée à celle de la coordination du rail et de la route, que nous avons exposée récemment (2) et qui prévoit la suppression radicale de certaines lignes déficitaires. Par contre, en ce qui concerne l'emploi des autorails lourds sur les grandes lignes, les résultats ne semblent pas avoir répondu aux espérances. Le principal avantage mis en avant par les promoteurs des autorails, était, en effet, le gain de vitesse susceptible d'être réalisé sur la traction à vapeur. Or, jusqu'à présent, ce gain ne paraît pas extrêmement sensible (3) et, d'autre part, il n'y a aucune impossibilité à ce qu'en perfectionnant la traction à vapeur on arrive à le regagner. Par ailleurs, l'autorail présente divers inconvénients ; en général, le confort offert aux voyageurs est sensiblement inférieur, chaleur excessive, ventilation insuffisante (4), etc. En outre, les moteurs — qu'ils soient à essence ou à huile lourde, à transmission mécanique ou électrique — sont d'un fonctionnement moins sûr que les machines à vapeur, et présentent fréquemment des défaillances qui peuvent nuire à un trafic régulier. Enfin, leurs dépenses d'exploitation sont, généralement, nettement supérieures. Il est, d'ailleurs, encore assez difficile de les chiffrer, car elles doivent comprendre, bien entendu, les frais d'amortissement du matériel, et on ignore, à l'heure actuelle, la durée de celui-ci ! Quoi qu'il en soit, et en tablant, par exemple, sur un amortissement en cinq

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

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 206, page 122.

(3) L'autorail Paris-Lille met actuellement le même temps que le train rapide à vapeur pour accomplir son parcours. Il est juste, toutefois, d'indiquer que son itinéraire comporte un arrêt supplémentaire à Amiens avec un détour de quelques kilomètres.

(4) Certains autorails américains (train « Zéphyr », par exemple), de grand luxe, comportent des dispositifs de conditionnement de l'air. Mais ceux-ci sont relativement coûteux (150.000 francs par autorail environ) et assez encombrants.

ans, le prix de revient kilométrique d'un autorail de cinquante personnes est d'environ 4 francs (1), alors que celui d'un train à vapeur, transportant plusieurs centaines de voyageurs, est seulement de 8 à 10 francs (2). On voit que la politique de l'autorail n'a pas encore sa doctrine. Nous exposons ici la thèse d'un spécialiste autorisé pour la soutenir.

AUTREFOIS, le moteur routier était le cheval. Il y a un siècle, le général Morin a calculé que ce moteur animal, pour tirer, à la vitesse de 6 à 8 km-heure, 1 tonne sur route pavée, devait développer, suivant la taille des pavés,

Paris comparait la traction animale sur rails creux de tramway avec celle sur chaussée macadamisée. Sur rails, non seulement il y avait économie d'effort, mais aussi gain de vitesse ; 9 kilogrammes d'effort à 10 ou 11 km-heure, au lieu de 18 kilo-

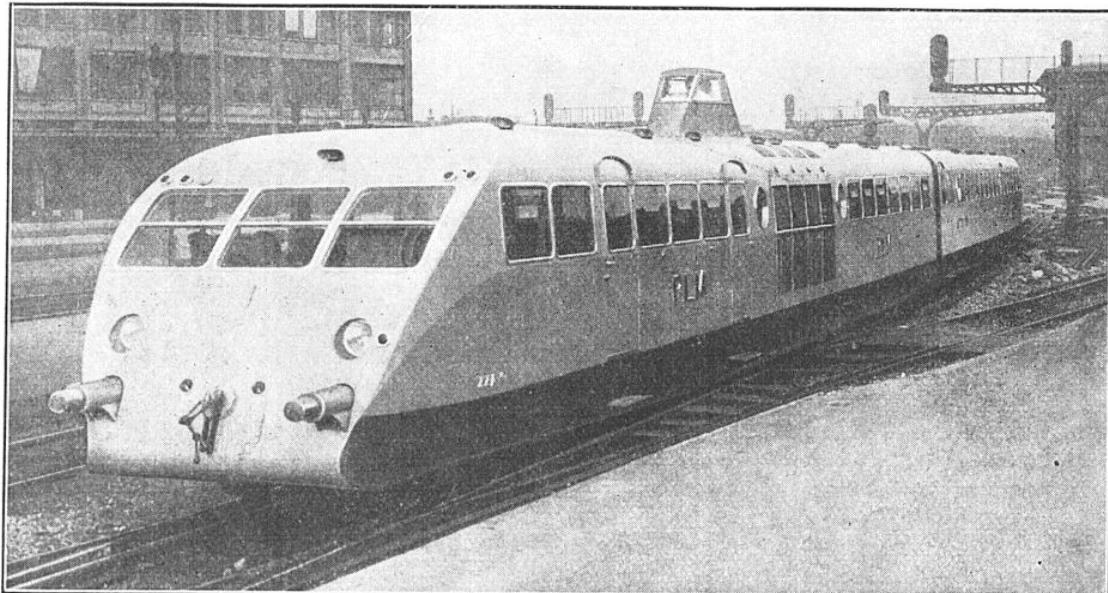


FIG. 1. - L'AUTORAIL P.-L.-M. « BUGATTI » QUI A ASSURÉ L'ÉTÉ DERNIER LE SERVICE PARIS-VICHY, ET QUI ASSURE, DEPUIS LE MOIS DE NOVEMBRE 1934, LE SERVICE PARIS-LYON

Cet autorail, à deux voitures articulées transportant 72 personnes, est, sur le P.-L.-M., l'homologue de l'autorail franco-belge sur la Compagnie du Nord. Ses caractéristiques sont, par ailleurs, tout à fait différentes. Il utilise, en effet, quatre moteurs à essence de 200 ch attaquant les arbres de commande par des embrayages hydrauliques. Il n'y a pas de changement de vitesse, si bien que l'autorail roule toujours en prise directe. Pour éviter, en cas d'accident, les incendies dus à l'inflammation de l'essence, celle-ci est contenue dans des réservoirs spéciaux à doubles parois pouvant résister à des chocs violents.

un effort de 15 à 30 kilogrammes. Sur route empierre, cet effort était de l'ordre de 30 à 45 kilogrammes.

En 1893, la Compagnie des Omnibus de

(1) Ces chiffres varient d'ailleurs avec les types d'autorails envisagés. Ainsi, la dépense d'exploitation kilométrique de l'autorail « Bugatti » Paris-Vichy (67 places), atteint 8 francs en tablant sur un amortissement de dix ans. Le prix correspondant d'un train « Pullmann » de luxe (environ 100 personnes) est de 12 francs.

(2) La traction électrique est encore bien meilleur marché, puisque le taux d'exploitation kilométrique ne dépasse guère 6 francs pour un train transportant 1.000 voyageurs. Mais ce taux ne tient pas compte des dépenses de premier établissement de la voie et des centrales électriques, qui grèvent d'autant l'exploitation totale du réseau.

grammes à 9 km-heure pour une tonne à tirer. Or, il ne s'agissait que de rails *creux*, c'est-à-dire plus ou moins propres. Sur rails saillants de chemin de fer, le roulement est encore bien meilleur, et l'effort exigé tombe à 3 ou 4 kilogrammes au plus pour une vitesse supérieure, 25 km-heure. Le rail de chemin de fer apparaît donc, au point de vue de la résistance au roulement, comme beaucoup plus avantageux que la route même aux vitesses inférieures à une vingtaine de kilomètres à l'heure environ. Au delà, le rail l'emporte encore davantage.

Mais, en 1896, avec l'invention de Michelin et grâce au pneumatique, la route regagne

sur l'avance prise par le rail. Avec des pneus, à la vitesse de 50 km-heure sur route, l'effort de roulement correspond à peu près à celui de la roue ordinaire, à bandage ferré, à la vitesse de 13 km-heure. Michelin constate d'ailleurs, dès cette époque, qu'aux grandes allures voisines de 100 km-heure, le contact du pneu avec le sol n'est plus continu. Or, depuis, le pneu n'a cessé de s'améliorer.

de roulement reste supérieur à la résistance à vaincre dans le tirage. Or, le « poli » du rail et de la roue rend ce frottement bien inférieur à celui que présente le « rugueux » de la route sur la malléabilité du pneu. Il faut au train 2 à 3 kilomètres de parcours pour atteindre 80 km-heure ; quelques centaines de mètres suffisent à l'auto. Il en est de même pour la distance nécessaire aux arrêts.

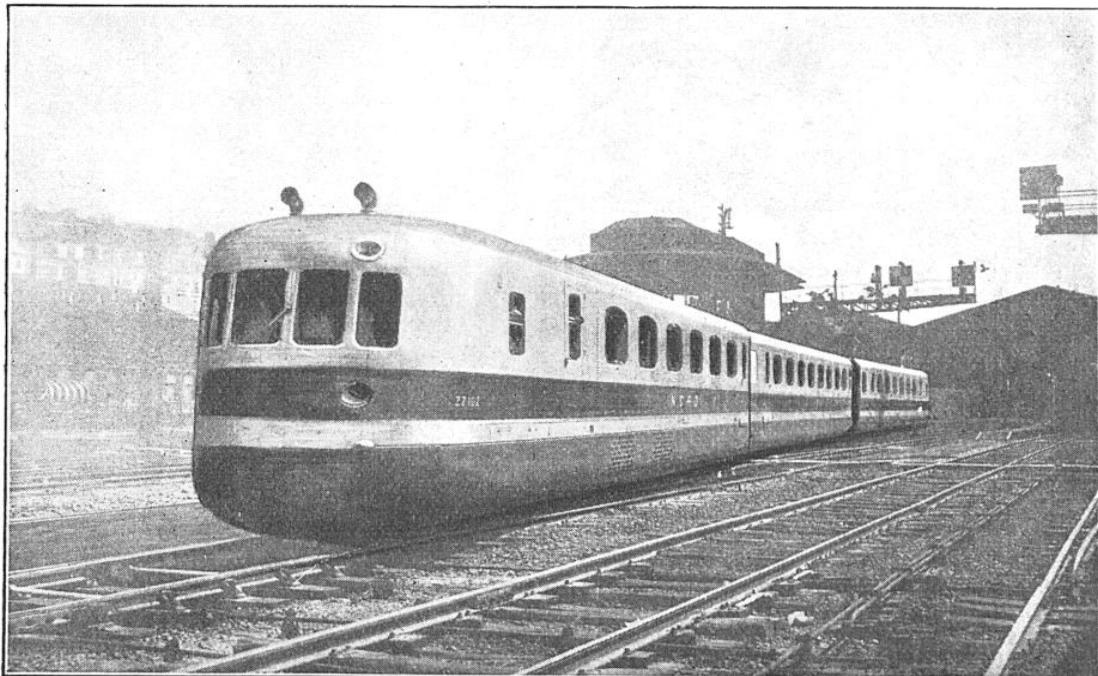


FIG. 2. — VOICI L'AUTORAIL DE LA COMPAGNIE FRANCO-BELGE, EN SERVICE DEPUIS PLUSIEURS MOIS SUR LE RÉSEAU DU NORD (PARCOURS PARIS-LILLE)

Cet autorail, formé de trois wagons articulés, est actionné par deux moteurs à huile lourde « Maybach », à transmission électrique, de 380 ch chacun. Il transporte 144 passagers de première et de seconde classe, et effectue son parcours dans le même temps que les trains rapides, mais en assurant un arrêt à Amiens avec un détour de quelques kilomètres. Il est question, d'ailleurs, d'améliorer notablement ces performances. D'autre part, on étudie le moyen d'y assurer le conditionnement de l'air d'une manière efficace.

Pourtant, même sur l'excellente route moderne macadamisée, le pneu-ballon reste, à vitesse égale, et à cause de sa malléabilité, environ cinq fois plus résistant à rouler que la roue de chemin de fer sur le rail.

Par conséquent, *au point de vue roulement, le rail conserve toujours sa suprématie sur la route.*

Mais le problème change d'aspect dès qu'on considère les démarriages et les arrêts, où intervient le phénomène de l'adhérence.

Pour démarrer, une roue motrice ne produit son plein effet de traction que si elle ne patine pas sur place, c'est-à-dire tant que le frottement de ce patinage contre la surface

Pourtant, grâce à la récente application à l'autorail du freinage électromagnétique, dont les lignes de force viennent s'ajouter au freinage mécanique classique, en faisant naître au sein même du rail les courants de Foucault qui s'opposent au déplacement, la voie ferrée regagne sur la route un peu de l'avance qu'avait cette dernière.

D'où la seconde idée : *au point de vue de l'adhérence, la route conserve encore une certaine avance sur le rail, surtout pour la rapidité des démarriages.*

Des deux principes qui viennent d'être rappelés découlent l'idée générale directrice qui doit dominer tout le grave problème

de la coordination du rail et de la route.

Les longs roulements sans arrêt resteront l'apanage du rail, c'est-à-dire la *desserte linéaire* des agglomérations urbaines éloignées et le transport *par grandes masses*. Mais, à côté des grandes lignes de chemins de fer, pour lesquelles la coordination du rail et de la route ne peut pas se poser de ce fait, existent les lignes secondaires de grands réseaux et les voies ferrées d'intérêt local. C'est dans ce domaine que se localise la concurrence routière, le rail n'étant pas fait, en vertu des deux principes précédents, pour la *desserte capillaire* des localités rapprochées. L'adhérence insuffisante ne permet pas, en effet, au train classique de réaliser la promptitude des arrêts et des démarriages dont bénéficie, au contraire, l'automobile. La vitesse commerciale du transport s'en ressent.

C'est alors que, pour rendre à ces lignes secondaires l'adhérence nécessaire tout au moins aux démarriages fréquents, l'idée vient tout naturellement de faire supporter aux roues porteuses de la charge utile le poids mort nécessaire à la force motrice ; c'est-à-dire, en définitive, de placer *l'automobile sur rail sous forme d'autorail*.

Une généralisation par trop hâtive

Ainsi, à la base même du problème de la coordination du rail et de la route, on voit apparaître l'idée d'une mise en service progressive d'autorails *sur lignes secondaires* comme un des éléments de l'assainissement de la situation financière des grands réseaux. De fait, l'amélioration des conditions d'exploitation de ces lignes secondaires apparaît bien comme l'un des points capitaux du redressement ferroviaire envisagé par la loi du 8 juillet 1933.

Sans doute, les réseaux ont bien répondu à cette pensée. La concurrence automobile s'exerçant surtout sur les lignes qu'on peut qualifier de rurales, c'est là en premier lieu qu'ils ont porté leur effort. Considérant une « étoile » de voies, émanant d'une gare-centre, ils y ont concentré les services d'exploitation par autorails avec ceux, indispensables, de l'entretien et des réparations (« étoile » de Mont-de-Marsan, de Mortagne, etc.). Mais il est encore trop tôt pour qu'ils soient en état de pouvoir donner des chiffres précis sur les résultats de ces expériences. La question de l'amortissement et de l'entretien du matériel tout nouveau que constitue l'autorail est, en effet, la grande inconnue du problème, et cette question est d'autant plus complexe que le *grand*

réseau n'a jamais pratiqué l'amortissement industriel. Il n'a en vue que l'amortissement financier.

Par conséquent, si, d'une part, il se confirme bien que l'autorail apporte une importante économie d'exploitation, cette économie peut fort bien, d'autre part, être absorbée par les dépenses de renouvellement, et l'on ne connaîtra ce second chapitre du bilan qu'au bout d'un certain nombre d'années d'existence de l'autorail. Ces dernières dépenses paraissent, d'ailleurs, devoir être d'autant plus importantes que ce nouvel engin s'usera vraisemblablement beaucoup plus vite que le matériel à vapeur qu'il remplace.

Aussi, n'en est-il que plus étonnant de constater que les grands réseaux paraissent perdre de vue l'idée première qui a présidé à la conception de l'autorail et que, sans attendre les résultats des premiers essais sur les lignes secondaires, ils étendent déjà son emploi jusqu'aux lignes principales en lui faisant jouer un rôle tout autre, celui de *services rapides, sans arrêts, à de très grandes distances*, en concurrence avec les trains rapides que, pourtant, la route ne menace guère actuellement.

Une telle improvisation ne peut être que regrettable à l'heure où des économies s'imposent ; elle est d'autant plus regrettable que les engins destinés à ce service tout nouveau doivent être spéciaux et coûteux, par conséquent, deux fois au moins plus cher que ceux en essai sur les voies secondaires. On engage ainsi des dépenses sans savoir comment se fera l'amortissement, sans savoir ce que coûtera l'entretien — et celui-ci, en raison de la légèreté du matériel, s'avère déjà fort important, montant jusqu'à 1 fr 90 au kilomètre. De plus, cette improvisation hâtive porte, en certains cas, sur des engins dangereux, parce qu'utilisant des moteurs thermiques à base d'essence, sans souci d'une catastrophe comme celle qui s'est produite en Italie, il y a moins d'un an, où une vingtaine de voyageurs ont été carbonisés et dont, d'ailleurs, la presse française n'a, pour ainsi dire, pas parlé à ce moment-là. Est-on déjà si certain, à l'avance, que, sur des parcours de grand trafic, l'autorail ne sera pas un engin d'une exploitation trop rigide, en comparaison du train à vapeur où l'addition et la suppression de voitures permettent de proportionner rapidement le nombre de places offertes à la demande des voyageurs ? Est-on déjà si certain qu'on ne sera jamais obligé d'abandonner personne sur le quai ? Aux vacances dernières, le manque de places dans certains autorails en partance n'a-t-il

pas provoqué quelques fâcheux incidents ?

Sans doute, les chemins de fer étrangers se sont également lancés, sur les grands parcours, à des expériences sensationnelles d'autorails ou de trains automoteurs à moteur thermique, et la France se devait de ne pas rester en arrière. Après le *Fliegenden Hamburger*, le train automoteur caréné de la ligne Berlin-Hambourg, emportant 200 voyageurs à la vitesse commerciale de 120 à l'heure, après le train similaire de Hollande,

de chiffrer le coût exact des autorails ultrarapides des grandes lignes, ce qui est, d'ailleurs, un problème délicat, du fait que l'on ignore la durée de ce matériel. En Allemagne et aux Etats-Unis, certains techniciens cherchent à évaluer le côté économique du problème et sont en train de s'apercevoir que la traction à vapeur n'a pas dit son dernier mot, paraissant rester encore, sur les grandes lignes, le moyen le moins coûteux et le plus pratique.

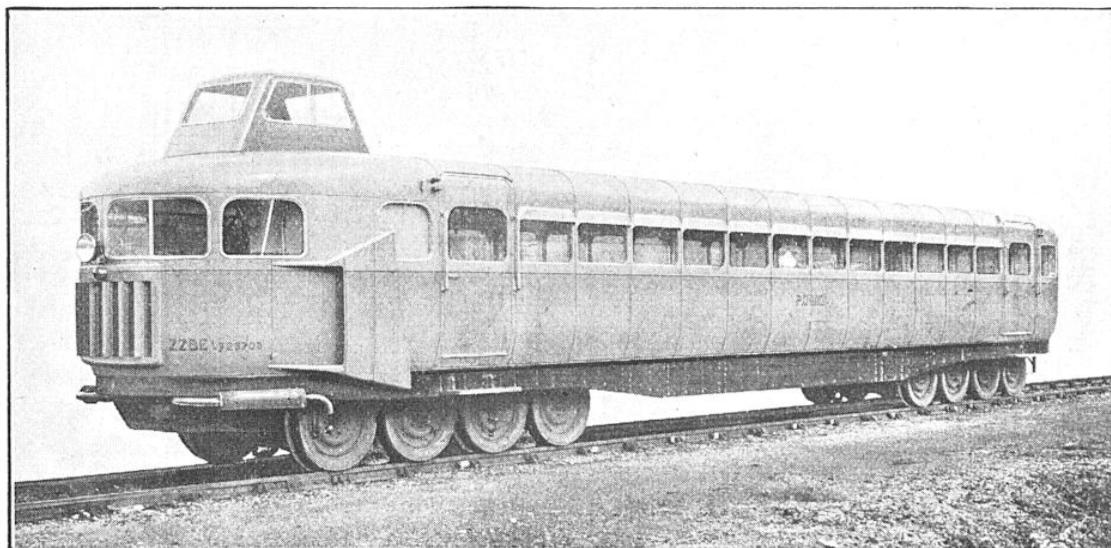


FIG. 3. — VOICI LA « MICHELINE » DE 56 PLACES, EN SERVICE SUR LES LIGNES SECONDAIRES DU RÉSEAU DE CHEMINS DE FER P.-O.-MIDI

Cet autorail, actionné par un moteur à essence « Hispano » de 200 ch est, comme les précédentes « Michelines », monté sur pneus. Nous avons déjà exposé (voir *La Science et la Vie*, n° 171, page 252) les avantages et les inconvénients de ce dispositif. Grâce à sa construction plus légère, que l'adhérence du pneu autorise, la « Micheline », relativement peu rapide à plat (100 km-heure maximum), peut réaliser, sur des rampes assez fortes, et à relativement peu de frais, d'excellentes performances.

n'est-il pas réconfortant de voir, entre Paris-Lille, un train analogue en deux voitures, sur trois bogies, de 100 tonnes, réalisant la même vitesse, et de voir les *Bugatti* Paris-Trouville, Paris-Vichy, etc...? Mais, quand on adopte cette attitude de prestige national, — extrêmement coûteuse surtout pour des réseaux déjà très déficitaires, — on n'a jamais le dernier mot. C'est ainsi que voici, aux Etats-Unis, le *Zéphyr*, train automoteur ultrarapide de l'« Union Pacific Railroad », de trois voitures, sur quatre bogies, qui ne pèse en tout que 77 tonnes, grâce aux aciers spéciaux soudés qui les constituent, et ce train obtient, de ce fait, des vitesses de l'ordre de 160 km-heure.

Or, en France, personne n'a encore essayé

La traction à vapeur est loin d'avoir dit son dernier mot

Depuis de nombreuses années, la locomotive à vapeur est traitée de parente pauvre. En silence, elle n'a cessé pourtant de s'améliorer. Grâce aux progrès du graissage, la surchauffe s'est élevée de 300 à 350 et même 400 degrés. La consommation de vapeur est alors tombée de 7 kilogrammes par cheval-heure indiqué à 6 kilogrammes à peine, et même, parfois, au-dessous. Le timbre des chaudières n'a cessé de s'élever, passant de 14 à 20 et même 25 kilogrammes par centimètre carré en certains cas, de sorte que le cheval-vapeur de la traction à vapeur s'allège sans cesse. Les détracteurs de la loco-

motive à vapeur prétendent qu'elle a maintenant atteint, par unité, sa limite de puissance, environ 3.000 ch indiqués. Or la Compagnie du P.-O., en modifiant la distribution et l'échappement de la vapeur, de façon à réduire les pertes par laminage, en adoptant un système d'admission par soupapes au lieu de tiroirs, est arrivée à faire rendre à la locomotive à vapeur des puissances atteignant presque 4.000 ch. Aux Etats-Unis, par la substitution à la chauffe à bras d'homme de la chauffe mécanique avec charbon pulvérisé et brûleur additionnel au mazout, on arrive même à des puissances unitaires de 5.500 ch.

D'ailleurs, ce n'est pas sur la puissance limite par unité dont est capable la locomotive à vapeur que porte la question qui nous occupe, mais plutôt sur sa substitution, *sur les grandes lignes*, par des autorails spéciaux pour réaliser des vitesses supérieures à celles des trains rapides à vapeur.

Est-on bien certain, en effet, que la traction à vapeur n'est pas capable de telles allures ? A-t-on oublié qu'en 1855 la « Cramp-ton » était déjà capable de ramener Napoléon III de Marseille à Paris à une moyenne horaire de presque 100 kilomètres ? Sans doute, le train remorqué ne pesait que 14 tonnes. Mais croit-on qu'une locomotive moderne ne pourrait pas réaliser actuellement des vitesses d'autorail en remorquant des trains de 200 tonnes seulement au lieu de 5 à 600 ?

En effet, sur la ligne de Berlin-Hambourg, parcourue par le fameux *Fliegenden Hamburger* à la vitesse moyenne de 124 km-heure, une simple locomotive « Pacific », à simple expansion en deux cylindres, avec 16 kilogrammes par centimètre carré de pression et remorquant un train pesant de 153 à 240 tonnes, se montre capable d'allures moyennes de 103,5 à 118,7 km-heure et cela sans que la limite de vaporisation, 57 kilogrammes par mètre carré de surface de chauffe et par heure, ait jamais été atteinte. Partant de l'arrêt, ce train ne met que 4 minutes pour atteindre la vitesse de 100 km-heure, et 6 minutes environ, celle de 130.

Aussi projette-t-on, en Allemagne, des locomotives du type 2-3-2, capables de remorquer 250 tonnes à 150 km-heure, et, dans l'un de ces projets, le carénage très poussé de la machine conduit à placer l'abri du mécanicien à l'avant, c'est-à-dire à réaliser la chauffe automatique. On envisage également une locomotive-tender carénée, du type 2-2-1, destinée à remorquer à

160 km-heure une voiture double, articulée, sur trois bogies, pesant 65 tonnes et comportant 128 places. Le calcul a même été fait de l'économie procurée par cette solution sur le Diesel. En comprenant les frais d'intérêt et d'amortissement du capital investi, l'exploitation par la vapeur reviendrait 1,7 fois meilleur marché que celle par Diesel électrique (1).

Aux Etats-Unis, le *Baltimore and Ohio* et le *New York Newhaven and Hartford* vont également faire construire des trains à vapeur légers et ultrarapides, carénés pour réaliser des vitesses de 140 à 160 kilomètres à l'heure et capable d'emporter 240 voyageurs.

En un mot, sur la grande ligne qui se défend aisément contre la concurrence routière, ce n'est pas — si l'on veut atteindre des vitesses de plus en plus élevées — vers la *formule de l'autorail spécial ultrarapide* qu'on semble s'orienter en certains pays étrangers, particulièrement compétents en matière de chemin de fer, mais plutôt vers la *formule du train léger à vapeur* formant bloc caréné. D'où l'idée qui prend naissance du train à vapeur moins lourd, plus rapide et plus fréquent. Ne voit-on pas ainsi se dessiner, dans l'évolution ferroviaire, un renversement complet de la tendance qui entraînait depuis un siècle le matériel roulant vers un alourdissement ininterrompu ?

C'est donc bien *sur les lignes secondaires, déficitaires, directement visées par la concurrence routière, que doit se concentrer le problème de l'autorail*. Porter la question sur la grande ligne, à trafic intense et disposant de moyens sans doute moins dispendieux pour accroître sa vitesse, c'est perdre de vue l'idée première qui a présidé à la conception de l'autorail et c'est se lancer dans des dépenses inconsidérées.

Comment alors coordonner la ligne déficiente avec la route ?

Cette ligne est donc une ligne secondaire de grand réseau. Plusieurs solutions se présentent alors pour la coordonner avec la route.

D'abord, commencer par essayer de l'exploiter plus économiquement avec des

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 202, page 285. Étant donné son poids et son prix, c'est surtout dans les régions désertiques ou dans les pays aux eaux chargées de sels que devrait s'appliquer la traction Diesel électrique. On ne comprend pas pourquoi c'est cette dernière solution qui a été préférée, en plein bassin houiller et en plein moment d'un inquiétant déficit ferroviaire, pour la ligne de Paris à Lille, parcours pourtant peu concurrencé par la route.

engins nouveaux, autorail à moteur thermique par exemple, — et c'est ce qui se fait actuellement, mais sans qu'il soit possible encore de donner des résultats, dans l'ignorance où l'on en est toujours de la durée exacte de ce matériel inédit.

On aurait pu également, comme le fait la Belgique, essayer des autorails à vapeur ; sur la ligne d'Herbesthal à Spa, un autorail de ce type, pesant 40 tonnes, fonctionne et démarre facilement sur des rampes de 20 millimètres, avec 82 voyageurs assis, — grâce à une chaudière à tubes d'eau timbrée à 19 kilogrammes par centimètre carré, surchauffée à 315 ou 370 degrés, et un moteur à trois cylindres de 175 ch, à 64 km-heure. Cet autorail peut atteindre l'allure de 96 km-heure.

La *Reichsbahn* essaie également un autorail à vapeur de 48 tonnes, 70 places, pouvant faire 300 ch, à 110 kilomètres à l'heure.

Il y a également en Allemagne, pour accélérer le service des lignes secondaires, un projet de locomotive à vapeur type 1-2-1, donc très légère et capable de remorquer des trains également très légers à 80 et même 90 km-heure. Cette machine, prévue pour la chauffe automatique, communiquerait avec le train de façon à permettre le service à un seul agent.

Après cette solution : exploitation par un grand réseau au moyen d'autorail à moteur thermique ou à vapeur, ou même, en certains cas, avec locomotive à vapeur spéciale, très légère — vient à l'esprit une solution intermédiaire, celle de la *remise de l'exploitation à une compagnie d'intérêt local*. En effet, il n'y a aucun rapport entre la grande artère à circulation intense de 100 à

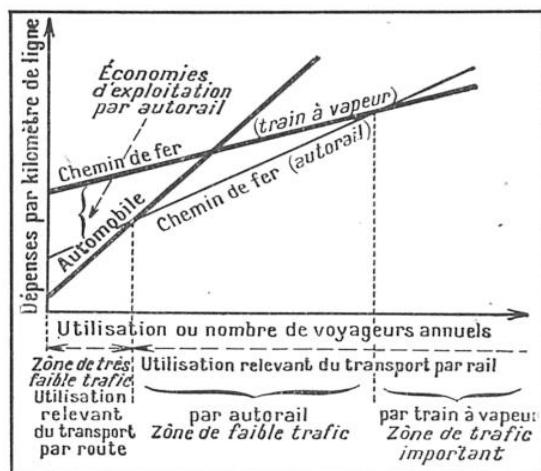


FIG. 5. — SCHÉMA INDICANT LES DÉPENSES D'EXPLOITATION, PAR KILOMÈTRE PAR COURU, EN FONCTION DU NOMBRE DE VOYAGEURS TRANSPORTÉS ANNUELLEMENT, POUR LES TROIS MODES DE TRANSPORT : TRAIN À VAPEUR, AUTORAIL, AUTOMOBILE

Les graphiques correspondants sont à peu près rectilignes, comme on peut le voir. L'automobile, l'autorail et le train à vapeur ont chacun leur zone d'action bien définie, suivant le nombre de voyageurs transportés. L'emploi de l'autorail permet, en outre, de rendre à la voie ferrée un trafic qui, autrement, devrait être du domaine de la route.

120 trains par jour et la ligne secondaire de faible trafic parcourue par 6 trains au plus, à plusieurs heures d'intervalle. Exploiter cette dernière par les mêmes méthodes que la première ne peut que donner des déboires. D'où l'idée de la faire exploiter d'une façon plus souple et moins onéreuse.

En effet, une comparaison entre des réseaux comparables au point de vue du développement kilométrique — d'une part, le grand réseau du Midi de 4.168 kilomètres, sur lesquels 2.548 kilomètres sont à faible trafic, et, d'autre part, le réseau des Chemins de fer économiques exploitant 3.454 kilomètres répartis dans 21 départements et le réseau des Chemins de fer départementaux exploitant 2.073 kilomètres dans 18 départements — amène aux constatations suivantes :

En 1929, les dépenses d'exploitation, ramenées au train-kilomètre, sont revenues :

Pour le réseau du Midi.... à 23 fr 15

Pour les Economiques à 11 fr 96

Pour les Départementaux. à 10 fr 68

Par conséquent, l'économie en faveur du réseau d'intérêt local, par rapport au grand réseau, pourrait être, au moins, de

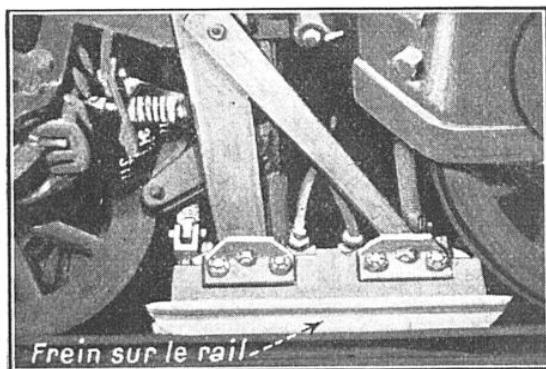


FIG. 4. — FREIN ÉLECTROMAGNÉTIQUE SUR RAIL, MONTÉ SUR UN TRAMWAY ALLEMAND, ASSURANT UN FREINAGE BEAUCOUP PLUS EFFICACE QUE LE FREINAGE SUR ROUES

l'ordre de 10 francs par train-kilomètre. Pour les 70 millions de trains-kilomètres qui constituent le trafic des 19.000 kilomètres de voies déficitaires de grand réseau, le passage de leur exploitation à des compagnies d'intérêt local représenterait, pour la collectivité, quelque 700 millions d'économie totale.

Il résulte de ces chiffres qu'il est impossible de ne pas tenir compte, dans le pro-

route, on ne peut, en effet, négliger le coût de l'entretien de la plate-forme de roulement ; le fait de reporter sur la route une partie du trafic ferroviaire ne va-t-il pas avoir comme conséquence des réfections routières plus fréquentes, et même un élargissement de certaines artères, le tout à la charge du contribuable ? Le rail est, en effet, une plate-forme idéale, presque inusable ; annuellement, le coût de son entretien ne dépasse

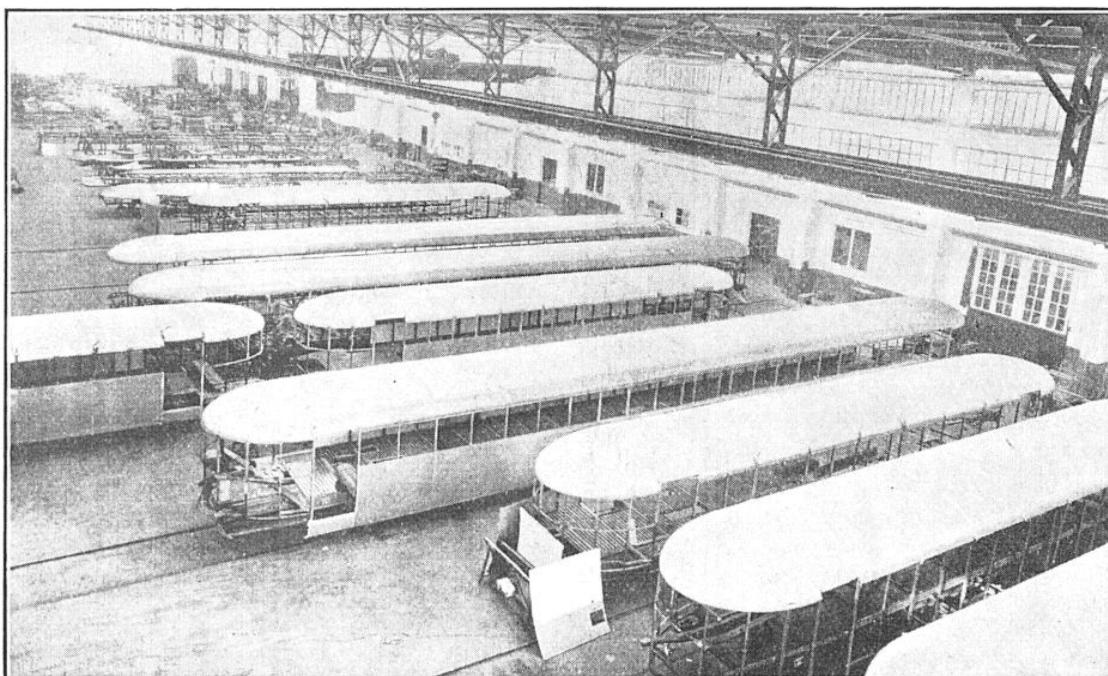


FIG. 6. — ATELIER DE FABRICATION DES « LITTORINE » (AUTORAILS FIAT), EN ITALIE

Ces autorails, construits en trois modèles (grandes lignes, lignes secondaires, tramways), sont en service sur les chemins de fer italiens, où ils parcourent quotidiennement plus de 10.000 kilomètres. Leur vitesse peut atteindre 140 km-heure ; ils sont actionnés par des moteurs à essence. Nous en avons d'ailleurs donné récemment la description (voir *La Science et la Vie*, n° 208, page 339).

blème de la coordination du rail et de la route, de la solution moyenne que présente le chemin de fer d'intérêt local.

Une bonne coordination entre le rail et la route ne peut faire abstraction de l'entretien de la route et de l'utilisation de la ligne

L'économie réalisée par la suppression de certaines voies ferrées, par trop déficitaires, au profit de la route, ne sera-t-elle pas perdue par l'accroissement des charges d'entretien de cette route ? Telle est, désormais, la question qui va se poser un peu partout devant les Conseils généraux.

Dans un bilan sincère entre le rail et la

guère 5.000 francs par kilomètre sur les voies secondaires ; c'est à peine le prix d'un simple goudronnage d'un kilomètre de route déjà aménagée au trafic automobile.

Le matériel roulant ferroviaire (1) coûte

(1) Rappelons qu'en 1879, en Autriche, pour lutter contre le déficit ferroviaire dû à une crise de trafic, certains chemins de fer d'intérêt local utilisèrent avec succès des petites locomotives à vapeur, dites « Elbel », à un ou deux essieux moteurs, l'essieu porteur soutenant un compartiment-poste ou un fourgon. Ces machines, ne coûtant que le quart ou le cinquième des machines ordinaires à trois essieux et avec tender, pouvaient remorquer trois à cinq wagons, 26 à 45 tonnes, à des vitesses moyennes variant de 30 à 40 km-heure. Si, aujourd'hui, on appliquait à un tel dispositif les perfectionnements acquis en cinquante ans par la locomotive à vapeur, on réaliserait

également moins cher, à parcours et à trafic égaux, que le matériel roulant routier, de construction bien plus légère et qui s'amortit, de ce fait, en 5 ans au plus, sur 150.000 kilomètres, alors que l'autre demande beaucoup plus de temps, sans pourtant qu'on puisse encore rien préciser en ce qui concerne l'autorail, auquel on assigne provisoirement les chiffres de 10 ans et de 500.000 kilomètres. A ce sujet, il importe de signaler en passant que c'est précisément l'amortissement trop lent du matériel roulant à vapeur qui a contribué à la désaffection du rail. Comment

exact que si, en outre, l'on tient compte de l'utilisation de la ligne, qu'elle soit routière ou ferroviaire, c'est-à-dire que si l'on considère le voyageur-kilomètre et la tonne-kilomètre, le contenu rémunératrice et non uniquement le contenant qui coûte : le véhicule-kilomètre. Mais alors le problème de l'autorail, cas particulier du problème plus général de la coordination, doit être examiné, non plus d'une façon absolue, en faisant abstraction de l'exploitation qui l'utilise, mais, d'une façon relative, c'est-à-dire dans chaque cas particulier et, pour ainsi dire.

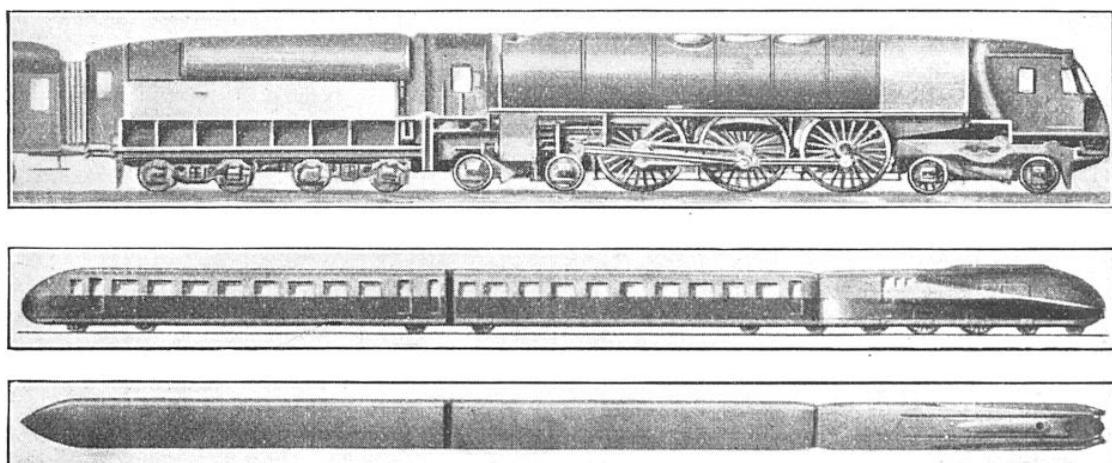


FIG. 7. — VOICI DEUX PROJETS ALLEMANDS DE TRAINS A VAPEUR, A PROFILS AÉRO-DYNAMIQUES, POUR SERVICES RAPIDES SUR LES GRANDES LIGNES

En haut, nous voyons une locomotive et son tender. Pour assurer une meilleure visibilité, l'abri est placé à l'avant, ce qui a conduit à monter la chaudière avec foyer également à l'avant et à adopter la chauffe au mazout. Les deux figures du bas représentent, vu latéralement, et vu par dessus, un train complet entièrement profilé pour réduire la résistance à l'avancement due à l'air.

veut-on que le voyageur donne la préférence au wagon vétuste qui s'amortit en 40 ans au moins, alors qu'il est sollicité sur la route par des cars reluisants, confortables et luxueux, sans cesse renouvelés et modernisés ?

Quant aux frais de traction, si l'on admet, pour les voyageurs, un prix de l'autorail-kilomètre comparable à celui de l'autoroute-kilomètre, par contre, pour les marchandises, un même trafic, devant être beaucoup plus divisé sur route que sur rail, doit revenir plus cher dans le premier cas que dans le second.

A la vérité, le bilan ne peut être sincère et une machine capable de 160 ch à 70 km-heure et dont la traction, comparée à celle d'autorails Diesel de même puissance, apporterait une économie par kilomètre de l'ordre de 5 à 6 % au moins, puisque l'amortissement du matériel à vapeur est beaucoup plus lent.

en étudiant séparément ligne par ligne.

En effet, les statistiques des chemins de fer, en 1931, indiquent que le nombre de voyageurs-kilomètres par train-kilomètre, a été, en moyenne, pour les réseaux secondaires de 32,5 (contre 109,8 pour les grands réseaux). Le prix du train-kilomètre ayant été, cette même année, de 18 fr 13 (contre 30 fr 87 pour les grands réseaux), le prix de revient du voyageur-kilomètre ressort à $\frac{18,13}{32,5} = 0 \text{ fr } 56$ pour les réseaux secondaires (contre 0 fr 28 pour les grands réseaux). Si l'utilisation des lignes secondaires avait été celle des grandes lignes, soit trois fois plus, le prix de revient du voyageur-kilomètre serait descendu de 0 fr 56 à 0 fr 19.

Or, il résulte d'une communication faite à la Société des Ingénieurs civils de France

par M. Chauchat, directeur de la Société industrielle de Transports automobiles, qu'avec une utilisation de 40 % le prix de revient du voyageur-kilomètre en autobus varie de 0 fr 262 à 0 fr 413, par conséquent est inférieur au prix moyen des réseaux secondaires en 1931, mais supérieur à ce prix s'ils avaient été aussi utilisés que les grands réseaux. Pour les marchandises, avec une utilisation de 50 à 75 %, la route se révèle plus coûteuse que le rail secondaire (de 0 fr 50 à 1 fr 56 la tonne-kilomètre sur route contre 0 fr 40 sur rail secondaire).

On voit ainsi l'*importance de l'utilisation de la ligne*. On ne peut donc pas ne pas en

dépense kilométrique annuelle en fonction de l'utilisation. La droite caractéristique de ce courant ferroviaire pourra alors être tracée à travers les points ainsi relevés des expériences passées. De cette droite, qui correspond à l'emploi d'un matériel roulant à vapeur, on pourra déduire la droite probable relative à l'emploi de l'autorail qui s'y substitue. Avec les éléments fournis par le trafic routier qui concurrence la voie ferrée considérée, et en tenant compte de l'entretien de la chaussée, on pourra également tracer la droite relative à la route. Par l'intersection de ces trois droites, train à vapeur, autorail et automobile, on déduira

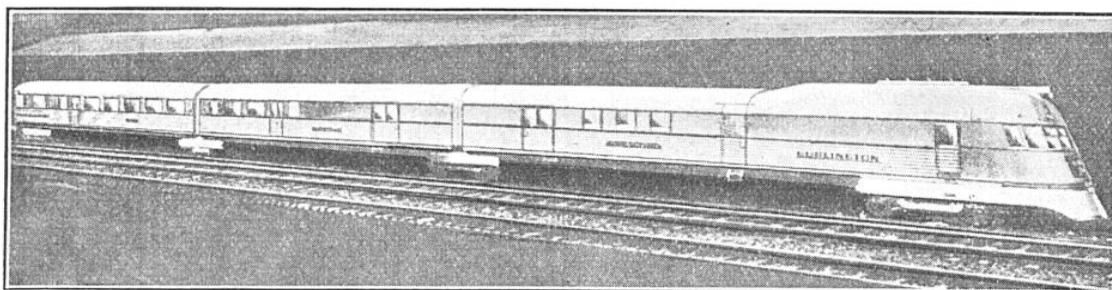


FIG. 8. — LE TRAIN « ZÉPHYR » EST L'UN DES AUTORAILS DE LUXE LES MIEUX ÉQUIPÉS DES CHEMINS DE FER AMÉRICAINS

Ce train automoteur, tout en acier inoxydable entièrement soudé, est actionné par un moteur Diesel de 600 ch « Winston » à transmission électrique. Il peut transporter 70 personnes, plus 22 tonnes de messageries, à la vitesse de 160 km-heure. Son poids total atteint 72 tonnes. Il est muni d'un dispositif de conditionnement de l'air, qui assure aux passagers un confort jusqu'ici inégalé. Cette installation, à elle seule, pèse d'ailleurs près de 1 tonne 1/2 et coûte 150.000 francs.

tenir compte dans la coordination des moyens de transport.

Or, les dépenses annuelles d'une ligne quelconque se partagent en deux éléments : l'un, *fixe*, proportionnel à la longueur de la ligne à desservir et indépendant du trafic, et l'autre, *variable* avec le trafic, c'est-à-dire proportionnel au tonnage kilométrique ou au nombre de voyageurs-kilomètre transportés en un an. Si on rapporte ces dépenses au nombre de kilomètres de la ligne, et qu'on prenne alors comme *indice d'utilisation* de cette ligne, le rapport de ce tonnage kilométrique au nombre de ces kilomètres, on constate que *la courbe de la dépense annuelle par kilomètre de ligne, en fonction de l'indice d'utilisation, est une droite*.

Dès lors, si l'on se trouve devant un cas d'espèce — un courant de trafic ferroviaire, à coordonner avec la route concurrente — ce cas fournira chaque année passée, par l'analyse de ses statistiques annuelles de trafic et de dépenses, un point de la courbe de la

immédiatement les utilisations de ligne à partir desquelles c'est la route ou le rail qui constituera la solution la plus économique.

Ainsi, l'autorail ne peut pas être envisagé à part, en dehors du problème général de la coordination du rail et de la route. Or, à l'heure actuelle, il semble que son principe ait été quelque peu perdu de vue, puisque, à l'origine, ce matériel nouveau apparaissait destiné à la ligne secondaire seule, et que, maintenant, on cherche à l'employer *sur la grande ligne*, alors que la traction à vapeur pourrait remplir ce rôle d'une façon moins onéreuse. On aurait pu, tout au moins, attendre les résultats des expériences entreprises sur les voies secondaires. Ces résultats ne pourront d'ailleurs être appréciés d'une façon exacte que si, dans le bilan à établir entre le rail et la route, figurent, d'une part, le coût d'entretien de cette dernière et, d'autre part, le degré d'utilisation aussi bien de l'autorail que de l'automobile.

RAOUL KERVOLEY.

VOICI DE NOUVEAUX PROGRÈS EN MICROSCOPIE

Le microscope à rayons ultraviolets Le microscope électronique

Par L. HOULEVIGUE

PROFESSEUR A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MARSEILLE

Le microscope est, comme on le sait, l'auxiliaire indispensable du savant comme de l'ingénieur (biologie, métallurgie, etc.), et, à ce titre, on a constamment cherché à le perfectionner pour obtenir des grossissements de plus en plus forts. Mais on est limité dans cette voie par la nature ondulatoire de la lumière, qui, engendrant le phénomène de diffraction, s'oppose, en fait, à ce que l'on utilise — avec la lumière visible — des grossissements supérieurs à 1.200. On est arrivé à tourner cette difficulté en employant, non plus la lumière visible, mais la lumière ultraviolette, qui a permis d'obtenir, pour la première fois, des microphotographies très nettes avec un grossissement de plus de 1.800. Par ailleurs, nous présentons également ici un dispositif nouveau, désigné sous le nom de microscope à électrons, qui n'a rien à voir avec la microscopie proprement dite, mais qui constitue un outil précieux pour les recherches si minutieuses dans le domaine de la physique nucléaire. Le microscope électronique, mis au point en Allemagne, a conduit notamment à des applications extrêmement intéressantes en métallographie.

DEPUIS que Lister et Dollond ont corrigé les aberrations qui déformaient et irisaien les images, et surtout depuis les mémorables travaux de Abbe, le microscope a acquis une perfection qui ne saurait guère être dépassée. En effet, lord Rayleigh a exposé les raisons qui limitent le pouvoir séparateur de cet instrument, c'est-à-dire la plus petite distance de deux points qui forment, dans le plan visuel, deux images distinctes ; cette limitation est due, comme on sait, à la nature ondulatoire de la lumière ; un système optique quelconque, si parfait qu'on le réalise, donnera toujours, d'un point lumineux objet, une image formée non par un point, mais par une petite tache, entourée elle-même d'un certain nombre d'anneaux de «diffraction». Dans la pratique, ces anneaux peuvent être négligés, et le phénomène réduit à sa tache centrale. Deux

points voisins de l'objet produiront donc deux taches qui, suivant leurs distances, seront distinctes ou empiéteront plus ou moins l'une sur l'autre ; si elles se recouvrent presque complètement, il est clair que les images de ces deux points ne sauraient être distinguées l'une de l'autre ; on admet, avec lord Rayleigh, que l'on commence à les distinguer lorsque le bord d'une des taches passe par le centre de l'autre, et cette limite conventionnelle fixe le pouvoir séparateur de l'instrument.

Or, les lois de la diffraction, appliquées au microscope, montrent que cette limite dépend de deux facteurs qui définissent ce qu'on appelle l'«ouverture numérique» de l'instrument : l'un est l'angle α (fig. 1) sous lequel, d'un point de l'objet, on voit la lentille frontale F ; l'autre est l'indice de réfraction du milieu interposé entre le point

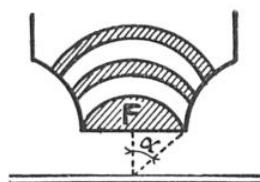


FIG. 1. — LES FACTEURS DONT DÉPENDENT LA LIMITE DU POUVOIR SÉPARATEUR ET, PAR SUITE, DU GROSSISSEMENT D'UN MICROSCOPE

Ce sont, d'une part, l'angle α sous lequel, du centre de l'objet, on voit la lentille frontale F , et, d'autre part, l'indice de réfraction du milieu interposé entre le plan examiné et cette lentille.

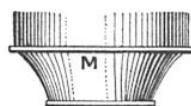
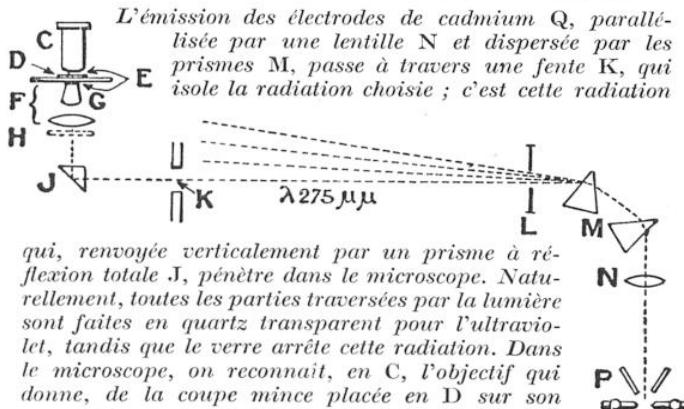


FIG. 2. — CE QU'EST LA «LATITUDE D'ACCOMMODATION»

Lorsqu'on observe, avec un microscope M , une coupe mince C , la mise au point est parfaite dans un plan P . Elle est encore suffisante entre les plans P_1 et P_2 . Le reste est flou. L'intervalle entre les plans P_1 , P_2 est la « latitude d'accommodation ».



FIG. 3. — SCHÉMA DU DISPOSITIF DE MICROSCOPIE PAR RAYONS ULTRAVIOLETS UTILISANT LA LUMIÈRE ÉMISE PAR UN ARC AU CADMIUM ET FILTRÉE PAR UN MONOCHROMATEUR



qui, renvoyée verticalement par un prisme à réflexion totale J, pénètre dans le microscope. Naturellement, toutes les parties traversées par la lumière sont faites en quartz transparent pour l'ultraviolet, tandis que le verre arrête cette radiation. Dans le microscope, on reconnaît, en C, l'objectif qui donne, de la coupe mince placée en D sur son porte-objet, une image réelle, ensuite reprise et agrandie par l'oculaire B, qui donne une nouvelle image, réelle comme la précédente et agrandie, reçue sur la plaque photographique; un oculaire A et un écran H, en verres fluorescents, permettent une mise au point approximative, complétée ensuite par des tâtonnements méthodiques. Ajoutons que la préparation, en coupe mince immergée dans un liquide isotonique, peut être éclairée en dessous par un condenseur, composé des lentilles F G, qui reçoit et centre le rayonnement du monochromateur.

et cette lentille. Ainsi, les derniers progrès réalisés en microscopie optique ont eu pour but, et pour effet, d'accroître, jusqu'au maximum accessible, ces deux facteurs. De ce côté encore, les progrès sont nécessairement limités. En fin de compte, il est difficile de dépasser, en lumière visible, un grossissement linéaire supérieur à 1.200 diamètres ; lorsqu'on pousse au delà de cette limite, les images deviennent floues et on perd d'un côté ce qu'on gagne de l'autre.

Il ne reste plus qu'un moyen à employer : il consiste à substituer la lumière ultraviolette à la lumière visible ; il est aisément compréhensible, en effet, qu'en diminuant la longueur d'onde, on diminue également le diamètre de la tache de diffraction et que le pouvoir séparateur est accru dans la même proportion.

Certes, il n'est pas question de renoncer à l'observation visuelle, qui a pour elle d'inappréhendables qualités ; elle est rapide, permet, par la substitution d'un objectif à un autre, de changer instantanément le grossisse-

ment ; elle se prête à l'emploi de colorants qui permettent de distinguer entre les divers constituants du tissu cellulaire. L'utilisation de l'ultraviolet requiert l'usage de la plaque photographique ; mais l'extrême sensibilité de cette plaque, spécialement pour les radiations ultraviolettes, permet d'utiliser des sources éclairantes dont l'intensité serait insuffisante pour l'observation visuelle. De plus, la plaque photographique est un document qu'on peut étudier à loisir suivant les méthodes perfectionnées que j'indiquerai tout à l'heure. La théorie et l'expérience montrent que la lumière ultraviolette permet d'atteindre, sans rien perdre au point de vue de la netteté, des grossissements en diamètre voisins de 1.800 ; il y a donc gain de 50 pour 100 au point de vue du pouvoir séparateur ; l'emploi de cette méthode a donc permis d'apercevoir, dans les tissus des êtres vivants, des détails qui échappaient à la microscopie visuelle.

Une autre considération, qui est aussi de grand poids, vise la petite latitude d'accommodation en lumière ultraviolette.

Voici ce qu'on entend par là : lorsqu'on observe, au microscope M, une coupe mince C (fig. 2), la mise au point est parfaite pour les images situées dans un certain plan P ;

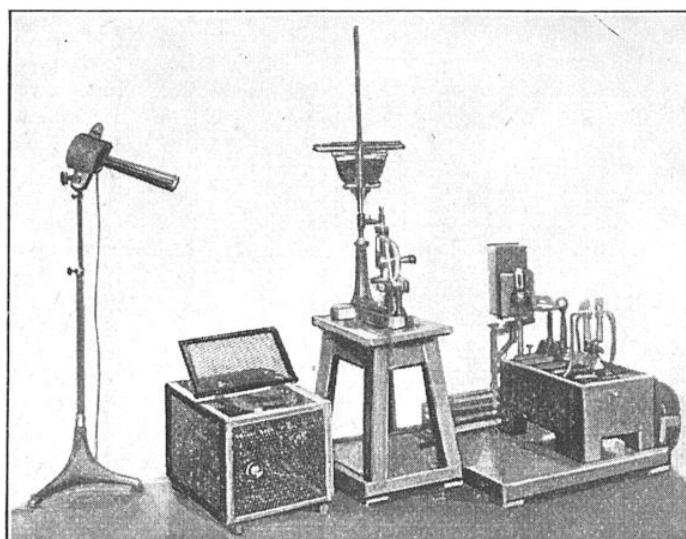


FIG. 4. — VUE D'ENSEMBLE DES APPAREILS UTILISÉS POUR LA MICROSCOPIE PAR RAYONS ULTRAVIOLETS

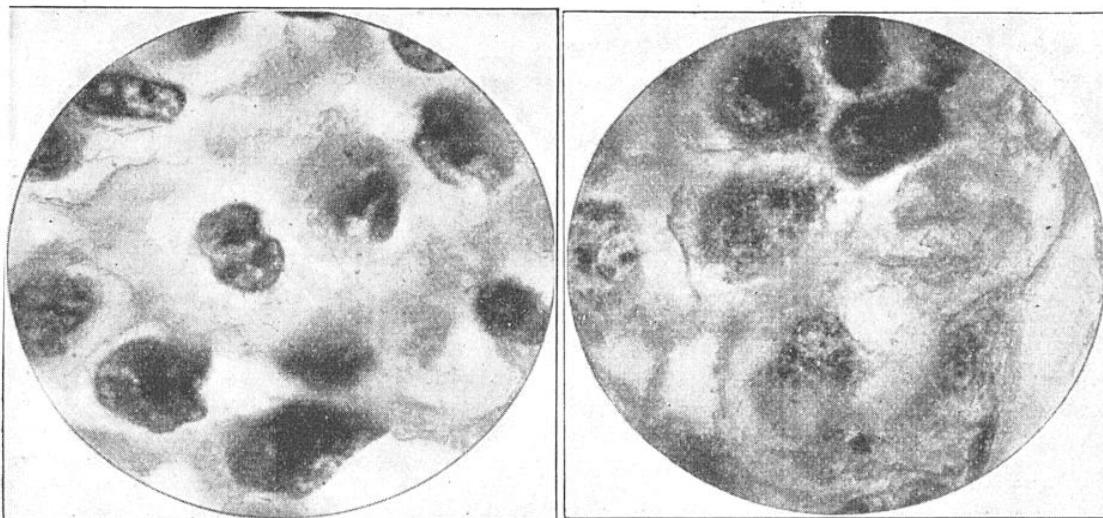


FIG. 5. — VOICI DEUX MICROGRAPHIES D'UNE MÊME PRÉPARATION : L'UNE (A GAUCHE) EN LUMIÈRE VISIBLE, QUI A PERMIS D'OBTENIR UN GROSSISSEMENT 1.000 ; L'AUTRE (A DROITE) EN LUMIÈRE ULTRAVIOLETTE, GROSSISSEMENT BEAUCOUP PLUS CONSIDÉRABLE, 1.500
On remarquera que la seconde, plus fouillée, permet de découvrir des détails invisibles dans la première.

elle est encore suffisante pour les régions situées, de part et d'autre de P , entre P_1 et P_2 ; le reste de la préparation est flou et inobservable; donc, plus est étroit l'intervalle $P_1 P_2$ (qui mesure la latitude d'accommodation), plus l'image observée sera nette, puisqu'elle ne superpose pas, dans un même plan visuel, les images de régions différentes. C'est précisément l'avantage de la lumière ultraviolette, pour laquelle, avec les grossissements voisins de 1.800 diamètres, la latitude d'accommodation ne dépasse pas 0,25 microns, soit $1/4.000^{\text{e}}$ de millimètre.

Toutes ces raisons conjuguées justifient l'emploi des vibrations de petite longueur d'onde; récemment mise au point par le physicien américain Francis F. Lucas, des grands laboratoires Bell, avec le concours des constructeurs allemands Zeiss, cette méthode a donné des résultats que nous allons exposer brièvement et qui sont de nature à élargir sensiblement le domaine d'utilisation du microscope.

I. — *L'appareil microscopique en lumière ultraviolette*

S COUPES D'UNE CELLE
SEGMENTATION
graphiées suivant trois
de la latitude d'accommo-
superposition, en quelque
la préparation examinée.

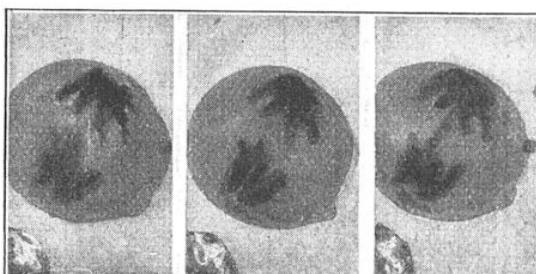


FIG. 6. — VOICI TROIS COUPES D'UNE CELULE EN VOIE DE SEGMENTATION

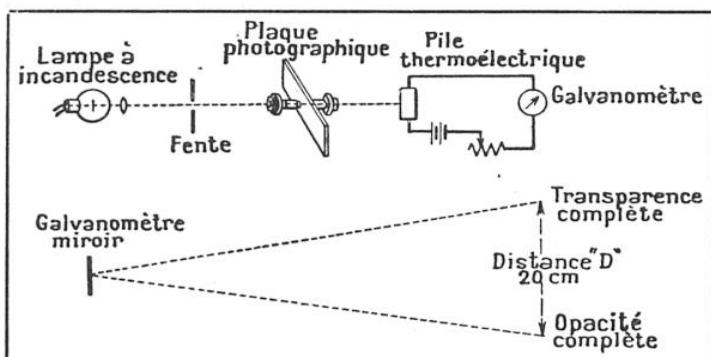


FIG. 7. — SCHÉMA DU DISPOSITIF PERMETTANT DE MESURER LA TRANSPARENCE — OU ENCORE SON INVERSE, L'OPACITÉ — D'UN CLICHÉ NÉGATIF OU POSITIF

exclusivement la radiation 2.750, isolée par un *monochromateur* représenté sur le croquis de la figure 3.

La figure 4 donne une vue d'ensemble des appareils. Pour juger des progrès qu'il permet de réaliser, il suffit de comparer deux photographies d'une même préparation (fig. 5) : la première, en lumière visible, avec un grossissement de 1.000, accuse un flou qui tient surtout à la grande latitude d'accommodation ; la seconde, faite avec un grossissement 1.500 en lumière ultraviolette, est plus fouillée et permet, par conséquent, de découvrir des détails invisibles dans la première.

L'étude des clichés

On a vu qu'une photographie, obtenue en lumière ultraviolette avec le grossissement 1.800, équivaut à une coupe mince dont l'épaisseur ne dépasserait pas un quart de micron ; les meilleurs microtomes sont loin de réaliser des minceurs aussi extrêmes et les coupes qu'ils produisent contiennent, en général, plusieurs assises de cellules. On peut donc, en effectuant, sur une même préparation, une série de photographies distantes de la latitude d'accommodation, réaliser une série de coupes dont l'ensemble, superposé, donnerait la composition en relief de la préparation examinée ; la figure 6, que j'emprunte encore au mémoire de M. Lucas, montre trois coupes successives d'une cellule en voie de segmentation.

Mais les clichés peuvent être étudiés par une autre méthode, dont les enseignements précieux

dépassent l'observation directe ; cette méthode constitue une des formes les plus perfectionnées de l'*« opacimétrie »*, qui permet de mesurer la transparence, ou son inverse, l'opacité, en divers points d'un cliché négatif ou positif. Le schéma de la figure 7 en expose clairement le principe ; la plaque photographique, entraînée par un support mû par une vis micrométrique, peut être déplacée en tous sens devant un pinceau lumineux qui la traverse ; ce pinceau de lumière visible, produit par une source ponctuelle (lampe pointolite),

est concentré, au point où il rencontre la pellicule impressionnée, en un foyer très étroit ; la lumière qui filtre à travers le film tombe ensuite sur une pile thermoélectrique très sensible, qui actionne le miroir d'un galvanomètre et lui impose des déviations proportionnelles à l'échauffement, c'est-à-dire à l'intensité du flux lumineux qui tombe sur la pile. Ainsi, plus le film est opaque, moins le miroir dévie ; un rayon lumineux, réfléchi par ce miroir, inscrira donc une courbe sur une plaque photographique mouvante, et si les mouvements de cette plaque sont proportionnels aux déplacements de la première, on inscrira automatiquement l'opacité du cliché dans la région traversée. Voici, par exemple (fig. 8), les résultats obtenus avec le cliché d'une cellule traversée suivant une direction *ab*, et le graphique ainsi obtenu

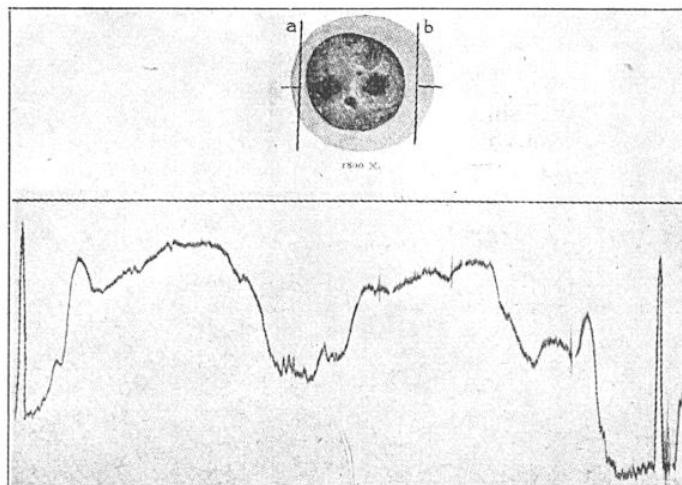


FIG. 8. — GRAPHIQUE DONNANT L'OPACITÉ D'UNE CELLULE TRAVERSÉE SUIVANT LA DIRECTION *ab*

donne une idée très précise de la structure interne de cette cellule.

Limites d'emploi de l'ultraviolet

En théorie, on pourrait utiliser des longueurs d'onde de plus en plus courtes ; en pratique, on est rapidement limité dans leur emploi : à partir de 2.000 angstroëms, par l'absorption atmosphérique, et avant, par les réactions de la matière sur les radiations.

C'est ainsi qu'un emploi très important du microscope est l'examen métallographique des alliages et des composés métal-

destructeur est assez lent pour qu'on ait le temps de prendre les clichés photographiques avant que la matière organique ait été désorganisée ; mais il n'en va pas de même avec les radiations plus brèves ; les deux clichés de la figure 9 montrent ce qu'est devenu un tissu vivant, photographié à gauche dans son état naturel, à droite, après deux minutes d'exposition aux radiations ultraviolettes de 2.300 angstroëms.

La conclusion qui se dégage de ces études, poursuivies avec persévérance pendant dix ans, c'est que l'emploi de la lumière ultra-

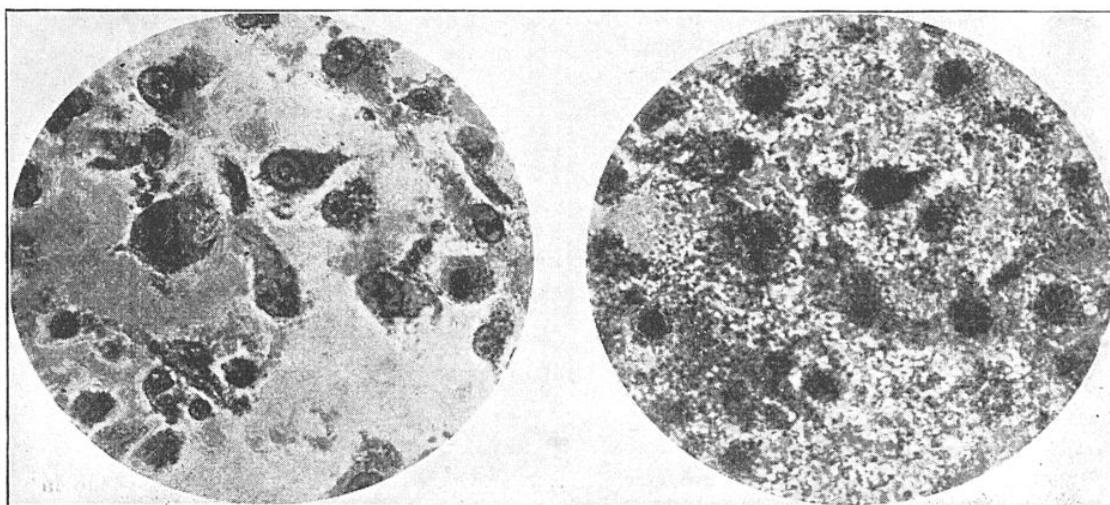


FIG. 9. — DEUX MICROGRAPHIES DE CELLULES DE TUMEURS MALIGNES PRISES AVANT ET APRÈS UNE IRRADIATION DE DEUX MINUTES

On voit l'action de l'irradiation par des rayons ultravioletts à courte longueur d'onde ($\lambda = 2.300 \text{ \AA}$).

liques divers. Cette application exige que la surface examinée, polie spéculairement et attaquée par des réactifs appropriés, soit vivement éclairée par en dessus ; or, il se trouve que la plupart des métaux sont dépourvus de pouvoir réflecteur pour l'ultraviolet, parce qu'ils l'absorbent, et cette difficulté insurmontable oblige les métallographistes à opérer en lumière visible ; mais ils ont obtenu des résultats très intéressants en munissant leur microscope d'un objectif en naphtalène monobromé, spécialement taillé pour l'observation en lumière bleue. Cette modification, due à Czapski, réalise un progrès dont font foi les photographies présentées par M. Lucas dans son mémoire.

Pour l'observation des coupes minces prélevées sur les tissus vivants, on se heurte à un nouvel obstacle : la lumière ultraviolette détruit promptement ces tissus. Avec la radiation de 2.750 angstroëms, cet effet

violette apporte une aide précieuse, mais limitée, aux recherches microscopiques. Il faut, pour aller plus loin, abandonner les chemins tracés et marcher hardiment dans une voie nouvelle ; c'est ce qu'ont fait les réalisateurs du « microscope électronique », que nous étudions ci-dessous.

II. — Le microscope électronique

Nous venons de voir quels efforts avaient été faits, en Allemagne et aux Etats-Unis, pour améliorer le pouvoir séparateur du microscope en utilisant, en place de lumière visible, la lumière ultraviolette. Si intéressants que soient les résultats obtenus, ils sont inférieurs à ceux qu'on pouvait attendre, et la plus importante conclusion de ces travaux a été de faire connaître les difficultés, pratiquement insurmontables, qu'on rencontre dans l'emploi des petites longueurs d'onde.

Assurément, on n'a pas épousé, au cours de ces recherches, le vaste domaine des ondulations ; au delà des « rayons X mous », dont le domaine s'étend depuis 1.000 jusqu'à 2 angstroëms, et dont les propriétés sont encore mal connues, s'étendent les véritables rayons X, dont les longueurs d'onde, comprises entre 2 et 0,1 angstroëms, sont, en moyenne, 5.000 fois plus petites que celles de la lumière visible ; les effets de diffraction y sont donc atténus dans le même rapport, c'est-à-dire qu'un microscope fonctionnant avec les rayons X posséderait un pouvoir séparateur 5.000 fois supérieur à celui de nos meilleurs appareils optiques... Malheureusement, on ne sait, actuellement, ni réfléchir, ni refracter les rayons X ; les milieux matériels n'agissent sur eux qu'en tant qu'absorbant, et leur indice de réfraction pour ces rayons ne diffère de l'unité que de quelques millionièmes, ce qui veut dire, pratiquement, qu'ils passent sans déviation ; on ne connaît donc aucun moyen de former une

quence, la possibilité de modifier les trajectoires de ces rayons de telle façon que tous ceux qui partent d'un même point de l'objet, se retrouvent en un même point, où ils forment une image.

Voici, d'ailleurs, deux expériences qui permettent d'illustrer cette propriété : un étroit pinceau cathodique *S* (fig. 10) est lancé à travers un double treillis métallique formant condensateur ; si ces armatures sont électrisées, comme l'indique la figure, le pinceau incident sera dévié en *R*, vers la base du prisme, comme le serait un rayon lumineux par un prisme de verre ; il serait, au contraire, relevé vers le sommet du prisme si on inversait le sens de l'électrisation.

image d'une source émettrice de rayons X, mais notre science est loin d'être achevée, et c'est peut-être de ce côté-là qu'on trouvera la solution cherchée.

En attendant, une tentative originale vient d'être réalisée en Allemagne, par les soins du docteur Knoll et du docteur Hess, de la grande firme industrielle A. E. G. Elle repose sur l'emploi d'une radiation *corpusculaire*, donc essentiellement différente de la lumière : il s'agit des rayons cathodiques, trajectoires d'électrons projetés par une cathode électrisée, dont les propriétés ont été maintes fois exposées dans cette revue. Ces rayons n'ont pas la rigidité des rayons X ; ils peuvent être aisément infléchis, soit par un champ électrique, soit par un champ magnétique, soit par les deux agissant simultanément, comme la lumière est infléchie par le « champ matériel » des milieux réfringents. On conçoit, en consé-

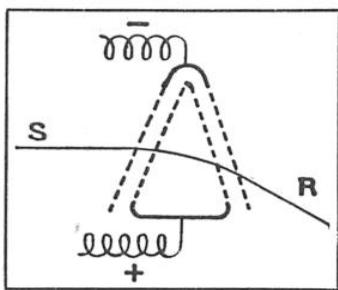


FIG. 10. — LES RAYONS CATHODIQUES SONT DÉVIÉS PAR UN CHAMP MAGNÉTIQUE
Le faisceau *S*, lancé à travers un double treillis métallique formant condensateur, est dévié en *R*. Si l'on changeait le sens de l'électrisation, le faisceau serait relevé vers le sommet du prisme.

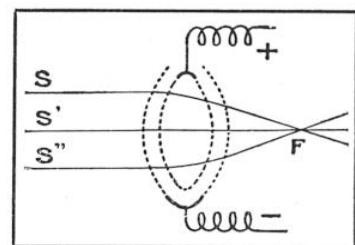


FIG. 11. — AUTRE EXPÉRIENCE MONTRANT L'ACTION D'UN CHAMP MAGNÉTIQUE SUR UN FAISCEAU CATHODIQUE
Le condensateur, en forme de lentille biconvexe, fait converger en *F* le faisceau *S S' S''*.

qui permettent d'illustrer cette propriété : un étroit pinceau cathodique *S* (fig. 10) est lancé à travers un double treillis métallique formant les deux armatures d'un condensateur prismatique ; si ces armatures sont électrisées, comme l'indique la figure, le pinceau incident sera dévié en *R*, vers la base du prisme, comme le serait un rayon lumineux par un prisme de verre ; il serait, au contraire, relevé vers le sommet du prisme si on inversait le sens de l'électrisation.

De même, un condensateur lenticulaire (fig. 11), formé par deux armatures de treillis conducteur, pourra, pour une électrisation appropriée, concentrer en un même point *F* divers rayons cathodiques *S, S', S''* et se comporter comme une lentille optique convergente ; en inversant les potentiels, le système se comporterait comme une lentille divergente.

Ces expériences ne sont, d'ailleurs, indiquées qu'à titre d'exemple, car elles ne comportent pas une rigueur suffisante pour servir de base à la construction d'un instrument précis. Mais un appareil, qui a été décrit ici même (n° 143, page 366), le *spectrographe de masse*, nous donne l'exemple de la formation des images au moyen des rayons cathodiques ou d'autres rayons corpusculaires qui sont les rayons positifs. On sait que, dans cet appareil, tel qu'il était actuellement construit par Aston, un pinceau étroit de ces rayons, infléchi suc-

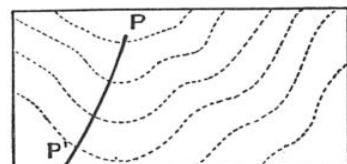


FIG. 12. — UNE PIERRE QUI DESCEND LE LONG D'UN TERRAIN INCLINÉ, TEND A SUIVRE LA LINÉE DE PLUS GRANDE PENTE *P P'*

cessivement par un condensateur et par un électroaimant, converge sur la plaque photographique avec une précision telle que les rayons de même nature donnent une image dont les dimensions n'excèdent pas *1 centième de millimètre*; les divers rayonnements, formant leurs images en des points différents, sont donc étalés en un spectre, comme les couleurs différentes le sont par un spectroscope optique, et c'est pour cela que cet appareil pourrait aussi bien être appelé *spectrographe électronique*; c'est seulement en raison de son application à la séparation des ions et des isotopes, dans les rayons positifs, que l'appellation actuelle s'est imposée.

On peut donc dire qu'en « optique électronique », le prisme a précédé la lentille, et le spectroscope, la loupe et le microscope; c'est qu'on rencontre, dans ce dernier cas, des difficultés qui ne sont pas médiocres et dont je vais maintenant dire un mot.

Quels objets pourra-t-on examiner avec le microscope électronique?

Le microscope imaginé par les docteurs *Knoll* et *Hess* ne peut, évidemment, examiner que des objets susceptibles d'émettre des rayons cathodiques. Cette condition limite singulièrement l'emploi de cet appareil; les corps capables d'émettre des électrons sont, en effet, des conducteurs, c'est-à-dire des métaux ou certains sels métalliques portés à une température suffisante; ces corps peuvent émettre les électrons, soit lorsqu'on les soumet à l'incandescence (filaments échauffés par un courant électrique), soit lorsqu'on les porte à un potentiel négatif suffisant (cathode des tubes à rayons X), soit encore lorsqu'on les illumine par la lumière ultraviolette (couche sensible des cellules photoélectriques); des électrons secon-

daires peuvent encore jaillir d'un conducteur bombardé par des électrons primaires lancés avec une vitesse suffisante; enfin, les corps radioactifs émettent des *rayons bêta* qui ne sont, on le sait, que des rayons cathodiques de grande vitesse.

Si on veut que les électrons émanés des conducteurs forment un véritable rayonnement, il faut leur communiquer une vitesse suffisante, en les soumettant à l'action d'un « champ électrique accélérateur »; ce champ, créé par une différence de potentiel maintenue entre la source des électrons et une électrode positive, permet, suivant son intensité, de communiquer aux électrons telle vitesse qu'on voudra: c'est là un grand avantage par rapport à la lumière.

Bien entendu, les rayons cathodiques durs, ou mous, c'est-à-dire rapides ou lents, ainsi obtenus, ne sauraient se propager que dans le vide, puisqu'ils sont rapidement diffusés et absorbés par tous les milieux matériels; cette condition nouvelle impose l'obligation d'enfermer le microscope électronique tout entier dans une enceinte à l'intérieur de laquelle l'air aura été raréfié aussi complètement que possible, au minimum à 1 millionième d'atmosphère.

Lentilles et microscopes électroniques

Les rayons cathodiques, émanés de la source-objet, cheminent en ligne droite tant qu'ils ne sont pas soumis à des actions électriques ou magnétiques; la région dans laquelle sont localisées ces actions portera, par analogie avec ce qui se passe en optique, le nom de lentille.

Cette lentille électronique sera constituée soit par une bobine parcourue par un courant qui produira un champ magnétique approprié, soit par un ensemble de conducteurs, électrisés de manière à produire, dans

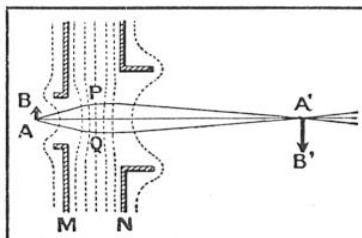


FIG. 13. — SCHÉMA D'UNE LENTILLE ÉLECTRONIQUE
M N, armatures d'un condensateur ; A, point émetteur de rayons cathodiques A P, A Q ; A', image de A. L'image de A B est en A' B'.

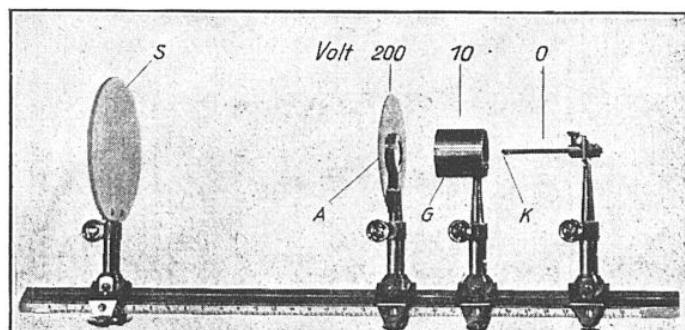


FIG. 14. — MICROSCOPE ÉLECTRONIQUE
K, cathode ; G, accélérateur des électrons au moyen d'un champ électrique ; A, lentille électronique ; S, écran fluorescent.

leur voisinage, un champ électrique ; la première solution a été réalisée à la *Tech-nische Hochschule* de Berlin ; la seconde l'a été dans le laboratoire de l'*A. E. G.* ; c'est cette dernière que nous examinerons ici, en raison de sa simplicité relative.

Une comparaison d'abord : considérons une pierre qui dévale, ou de l'eau qui s'écoule le long d'un terrain incliné ; la figure de ce terrain étant définie par la ligne de niveau (fig. 12), le corps qui tombe aura tendance à suivre la ligne de plus grande pente $P P'$, perpendiculaire à ces lignes de niveau successives ; il la suivrait effectivement s'il n'était pas doué d'inertie, c'est-à-dire de masse ; plus sa masse est faible, moins il s'en éloigne.

Les électrons qui se meuvent dans le champ électrique procèdent de même ; ce champ étant défini par ses surfaces de niveau, ou d'égal potentiel, les lignes de force qui leur sont perpendiculaires correspondent aux lignes de plus grande pente de l'exemple précédent ; mais comme l'électron est, pratiquement, dénué de masse et d'inertie, il suivra ces lignes de force en traversant le champ électrique. Il faudrait donc, pour que la lentille électronique remplit son office, que les lignes de force issues d'un point A de la cathode, convergeassent en un autre point A' de l'espace ; cette exigence paraît difficilement conciliable avec un fameux théorème, dû à Gauss, d'après lequel le point A' ne peut exister que s'il est lui-même, comme A , un centre électrisé.

Malgré ces difficultés théoriques, voici comment on peut réaliser une lentille électronique : M et N (fig. 13) sont les armatures métalliques d'un condensateur, entre lesquelles on peut maintenir une différence de potentiel appropriée ; les surfaces de niveau, plus serrées entre ces armatures, sont tracées

en traits discontinus et les lignes de force qui leur sont, naturellement, perpendiculaires, n'existent pratiquement que dans le voisinage immédiat et à l'intérieur du condensateur, car, bien entendu, en dehors de cette région, la force électrique est nulle.

Un point A , émetteur de rayons cathodiques, donnera naissance à divers rayons AP , AQ , se propageant en ligne droite jusqu'au voisinage de M ; arrivés là, ils sont infléchis par le champ électrique, ployés suivant la direction des lignes de force, puis sortent du champ et se propagent en ligne droite jusqu'en A' , où ils se

réunissent pour donner l'image du point A .

Ce résultat ne peut être obtenu que par une étude minutieuse du champ électrique, de telle sorte qu'un objet AB donne une véritable image $A'B'$. On nous affirme que les docteurs Hess et Knoll ont réalisé, par ce procédé, des lentilles électroniques d'une perfection remarquable ; on serait même parvenu à les « achromatiser », c'est-à-dire à obtenir des images nettes, quelle que soit la vitesse des électrons projetés par la cathode ; à dire vrai, autant les savants allemands sont formels dans leurs assertions, autant ils se montrent discrets dans leurs explications.

Le microscope électronique comprend donc, enfermés dans un espace vide : 1^o une cathode K (fig. 14), génératrice d'électrons primaires ; 2^o un accélérateur G ,

destiné à donner aux électrons une vitesse convenable ; 3^o une lentille électronique A , donnant de la cathode une image agrandie (cette image pourra même, comme dans le microscope optique, être reprise et agrandie à nouveau par une seconde lentille) ; 4^o un écran fluorescent S , ou une plaque photographique destinés à recueillir l'image. Ces divers éléments sont indiqués dans la figure théorique 14.

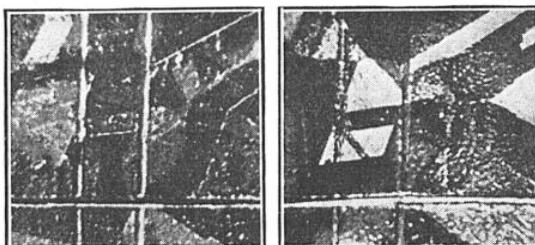


FIG. 15. — PHOTOGRAPHIES D'UNE MÊME CATHODE OBTENUES : CELLE DE GAUCHE, AVEC UN MICROSCOPE OPTIQUE ; CELLE DE DROITE, AVEC LE MICROSCOPE ÉLECTRONIQUE

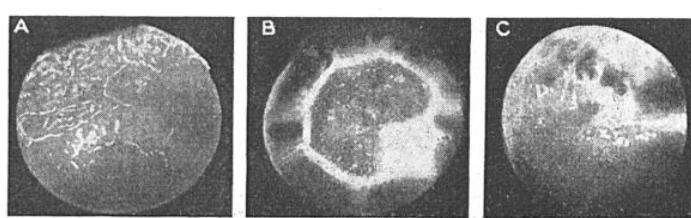


FIG. 16. — TROIS PHOTOGRAPHIES DE CATHODES OBTENUES AU MOYEN DU MICROSCOPE ÉLECTRONIQUE

Les résultats et les espoirs

Il serait souverainement injuste de comparer l'instrument qui vient de naître au microscope optique perfectionné par trois siècles de science et de technique ; on ne saurait le mettre en parallèle qu'avec l'appareil rudimentaire employé par Galilée pour ses premières observations. Pourtant, tel qu'il est, il a déjà rendu d'appréciables services en permettant d'étudier le fonctionnement des cathodes. Voici, par exemple (fig. 15), les photographies d'une même cathode, obtenues, l'une à gauche, avec le microscope optique, par les procédés classiques de la métallographie, l'autre à droite, avec le microscope électronique ; l'analogie de ces deux clichés montre que la structure cristalline, révélée par le premier, correspond aux zones d'émission cathodique dessinées par le second. De plus, l'emploi de cathodes activées avec du thorium montre que l'émission d'électrons se produit, à travers le métal inactif, par le thorium, et que, si ce corps est en petite quantité, il disparaît peu à peu, comme s'il se volatilisait au cours de l'opération.

D'autre part, les physiciens ne désespèrent pas d'atteindre, avec le microscope électro-

nique, des grossissements supérieurs à ceux qui limitent si regrettablement la microscopie optique ; ils s'appuient, pour soutenir cette opinion, passablement audacieuse, sur les plus récentes théories de la mécanique ondulatoire et, en particulier, sur une formule établie par M. L. de Broglie, qui relie la longueur d'onde de « l'onde associée » à l'électron, à l'énergie cinétique qui anime cet électron ; cette énergie se mesure, comme on sait, en électron-volts, ou, pour parler plus simplement, en volts ; par exemple, si les électrons émis par la cathode sont soumis à une tension accélératrice de 15.000 volts (c'est-à-dire si leur énergie est de 15.000 volts), l'onde associée à chacun de ces électrons a pour longueur 1 dixième d'angstroëm, c'est-à-dire qu'elle est comparable aux rayons X les plus durs ; les phénomènes de diffraction produits par cette onde devront donc être 50.000 fois moins accusés qu'avec la lumière ordinaire, et le pouvoir séparateur théoriquement conceivable sera multiplié dans le même rapport. Les espoirs ainsi créés sont à lointaine et problématique échéance, mais il est consolant de penser que, de ce côté du moins, la route du progrès n'est pas barrée irrémédiablement. H. HOULLEVIGUE.

En visitant le Salon de l'Aviation, nous avons conversé avec les ingénieurs de différentes firmes françaises et étrangères, et l'un d'eux nous a fait remarquer combien de progrès avaient été accomplis depuis deux ans (Salon de 1932).

On est arrivé, en particulier, à mettre au point : le moteur à huile lourde (1), qui, couramment utilisé sur les véhicules terrestres et sur les navires, n'en est encore qu'à ses débuts en aviation — moteur allemand Junkers (licences en France, C. L. M., et en Angleterre, Napier) ; moteur Clerget, de conception française (2) ; moteur Salmson, licence Szydlowsky ;

- Le refroidissement par air des moteurs ;
- L'hélice à pas variable réglable en vol, automatiquement ou non, généralement associée à un réducteur servant à « démultiplier » sa vitesse de rotation.
- Le pulso-compresseur (3), qui permettra bientôt de réaliser l'avion stratosphérique (travaux Rateau, Roots, Momy, etc.) ;
- Les volets d'intrados (4), qui facilitent l'atterrissement ;
- Le train d'atterrissement à éclipse (escamotable).

Signalons encore certains dispositifs accessoires, tels que le « totalisateur de marche » pour moteur, permettant de connaître son âge et de contrôler son état d'usure, les nouveaux dispositifs de mise en marche automatique (démarreur), les appareils pour éviter le « givrage » des ailes, etc.

Ajoutons que, pour la première fois, au Grand Palais, on a vu réunies autour de la France sept nations : Allemagne, Etats-Unis, Grande-Bretagne, Italie, Pologne, Tchécoslovaquie, U. R. S. S.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 131, page 424.
(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 163, page 11.

(3) Voir *La Science et la Vie*, n° 178, page 269.
(4) Voir *La Science et la Vie*, n° 209, page 377.

L'AÉRODYNAMISME EST EN TRAIN DE RÉVOLUTIONNER L'AVIATION ET L'AUTOMOBILE

Par Jean LABADIÉ

Pendant de nombreuses années, l'aviation a progressé surtout grâce aux perfectionnements purement mécaniques apportés au moteur — de plus en plus léger et de plus en plus puissant — et à la cellule, ces deux éléments étant établis et adaptés l'un à l'autre ensuite. Or, depuis deux ans, un revirement très net se manifeste. Cherchant à obtenir des vitesses supérieures à moindres frais, les constructeurs se sont, en effet, efforcés d'améliorer les qualités aérodynamiques de leurs avions en construisant la cellule, en quelque sorte, autour du moteur. C'est ainsi que l'ingénieur Riffart est arrivé, avec son Caudron-Rafale (1), équipé d'un moteur de 300 ch, à atteindre des vitesses qu'il n'était possible, jusqu'alors, de réaliser qu'avec des moteurs deux fois plus puissants. Ce résultat offre un champ immense de possibilités, tant au point de vue vitesse que rayon d'action, à l'avion de demain. Par ailleurs, dans le domaine de l'automobile, une évolution du même ordre, mais en sens inverse, se fait déjà sentir ; mais les premiers essais d'application de carrosseries aérodynamiques aux véhicules routiers n'ont pas encore donné les résultats qu'on en attendait. Aussi, certains novateurs ont-ils renversé les données du problème. Au lieu d'adapter la carrosserie au châssis, ils partent d'une carrosserie — étudiée en elle-même au point de vue aérodynamique — et cherchent à établir un châssis pouvant s'y loger. Ainsi, un constructeur français a été conduit à concevoir une voiture à quatre roues disposées en losange. D'autres, moins révolutionnaires, se contentent de préconiser la disposition du moteur à l'arrière. Quoi qu'il en soit, l'aérodynamisme est à l'ordre du jour, et avant que la technique en soit définitivement établie, les solutions proposées seront aussi originales que nombreuses.

AÉRODYNAMIQUE ! Du ciel, le mot est descendu sur la terre. Après les avions, dont c'était le métier, ce sont les voitures qui, maintenant, font de l'aérodynamique. Elles y gagnent en esthétique : les accessoires (claksons, phares, rétroviseurs, coffres à outils) s'effacent dans la carrosserie, tandis que celle-ci tend à épouser le fluide aérien qu'elle a mission de traverser. Pour le faire avec le minimum de résistance, ses lignes se calquent sur celles des « filets d'air », dont l'atmosphère l'enveloppe dans sa course de plus en plus rapide. A l'aérodynamique, l'auto, comme l'avion, demande toujours le même secret : celui de l'accroissement des vitesses.

Dans la Coupe Deutsch (2), comme dans l'épreuve de vitesse sur bases, un Arnoux, une Hélène Boucher triomphèrent grâce à un appareil qui semble résumer tout ce que la technique présente autorise en fait d'audace et d'ingéniosité. Le dernier Salon de l'Automobile (3) nous a révélé pareillement

des formes aérodynamiques inédites et efficaces. Il existe désormais un rapport étroit entre les formes de l'appareil volant et celles de la machine roulante, les secondes étant visiblement inspirées des premières.

Essayons de comprendre l'admirable logique qui conduit le technicien dans la recherche et la trouvaille de ces formes.

L'audace de l'ingénieur suppléant à l'insuffisance des souffleries

Commençons, naturellement, par l'avion.

On étudie celui-ci, dans les souffleries (1), sur des maquettes à échelle réduite. Nous avons expliqué, ici même, les lois aérodynamiques qui président à ce genre d'expériences. Aucune soufflerie n'est assez vaste, ni aucune ne souffle assez fort pour appliquer à une cellule en vraie grandeur, ou même à une maquette suffisamment grande, un vent relatif comparable à celui qui agit sur un avion en train de voler seulement à 100 à l'heure. Or, les vitesses de vol semblent devoir atteindre d'ici peu des vitesses horaires courantes de 300 à 400.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 205, page 42.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 206, page 90.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 206, page 91.

(3) Voir *La Science et la Vie*, n° 208, page 307.

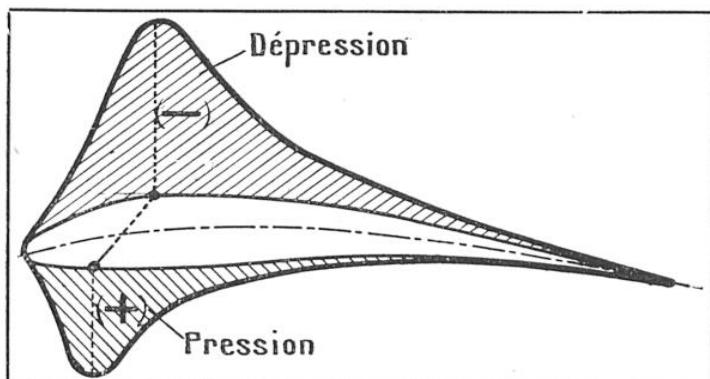


FIG. 1. — DIAGRAMMES SCHÉMATIQUES DES INTERACTIONS DE L'AIR SUR L'AILE D'AVION CLASSIQUE

Les diagrammes écrits sur le dos et sur l'intrados de l'aile marquent le sens de l'effet de sustentation : la dépression supérieure agit plus que la pression inférieure, mais au détriment de la finesse.

Une science mi-empirique, mi-théorique de la mécanique des fluides (1) permet, certes, « d'extrapoler » les résultats obtenus, c'est-à-dire d'appliquer aux formes en vraie grandeur les coefficients obtenus sur les maquettes, après avoir fait subir à ces coefficients une correction spéciale (2). Mais on conçoit que cette « extrapolation » offre de moins en moins de certitude, à mesure que l'écart s'accroît entre les vitesses maxima des courants d'air réalisées en soufflerie (50, 60, 80 kilomètres-heure) et les vitesses réellement pratiquées en vol. Il existe donc non seulement une science, mais encore une « intuition » de l'extrapolation. Parvenu à une certaine phase de ses calculs, l'ingénieur aérodynamicien doit payer d'audace et chercher à « voir » d'instinct jusqu'où il peut aller dans le dessin de ses profils d'ailes ou de carènes. Il court un risque, naturellement, celui de se tromper ; mais, s'il réussit à deviner les limites permises par la nature, c'est le succès triomphal qui l'attend. C'est cette aventure qui vient d'arriver notamment à M. Riffard, le constructeur du fameux avion *Caudron-Rafale*.

Considérez cet appareil, dé-

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

(2) Le facteur le plus important de cette correction n'est autre, rappelons-le, que le *nombre de Reynolds* dont on trouvera le sens dans notre article sur la mécanique des fluides : *La Science et la Vie*, n° 190, page 272.

tenteur de plusieurs records de vitesse. Ses ailes ont un profil qui, naguère, eut semblé paradoxal : il est « biconvexe » et rigoureusement symétrique ». Autrement dit, les deux faces de l'aile sont également bombées. Ce n'était pas là les formes que suggéraient les études préalables sur maquettes. De telles études indiquent qu'il faut octroyer à la surface inférieure de l'aile (intrados) une convexité moindre qu'à la surface supérieure (dos), sous peine d'annuler la « portance » de l'aile quand l'incidence vient à passer par zéro. D'ailleurs, les avions relativement lents exigent que l'intrados de leurs ailes ne soit

pas convexe, mais concave. Cependant, l'ingénieur, pensant que son appareil devait voler à plus de 400 kilomètres à l'heure, opta pour la solution biconvexe, laissant à l'incidence de l'aile sur sa trajectoire de vol le soin de réaliser la portance nécessaire. La finesse de l'avion en vol, à grande vitesse, devait s'en trouver accrue. Donc, le facteur « vitesse » serait favorisé par cette décision. Les essais ont montré qu'il en était bien ainsi.

Ajoutons qu'une expérience aussi hardie n'a été rendue définitivement pratique que grâce à ce dispositif d'*hypersustentation*, déjà décrit dans cette revue, qu'on nomme « volet d'intrados » (1). Ce dispositif, véritable frein aérodynamique, permet de ré-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 209, page 377.

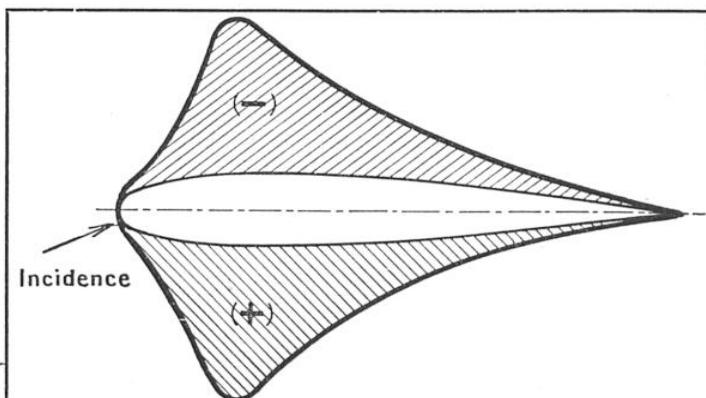


FIG. 2. — DIAGRAMMES SCHÉMATIQUES DES INTERACTIONS DE L'AIR SUR L'AILE « SYMÉTRIQUE »

La dépression supérieure et la pression inférieure sont égales. La sustentation ne résulte plus que de l'incidence de vol. Mais la finesse (moindre résistance à l'avancement) est maximum.

duire brusquement la « finesse » de l'appareil, utile seulement en plein vol et qui serait dangereuse à l'atterrissement. Sans le volet d'intrados, la « vitesse d'atterrissement » serait incompatible avec la sécurité.

Quoiqu'il en soit, la vitesse en vol de régime s'est trouvée immensément accrue : avec 300 ch, l'avion *Rafale* réalise les mêmes performances qui exigent 600 ch sur ses concurrents étrangers.

Accroissement incessant de la vitesse pour une même puissance utilisée, tel est, en effet,

carré de surface portante). Cette formule, simple mais brutale, était celle de la prodigalité. On était arrivé, par cette voie, au record des vitesses des avions terrestres toutes catégories (490 km 800), détenu par feu James Wedell, sur *Wedell-William*, avec un moteur de 900 ch pour 8 mètres carrés de surface. La puissance superficielle ressort à 110 ch par mètre carré.

« Ce même résultat peut et doit être atteint avec un moteur de 320 ch sur 7 mètres carrés, soit une puissance superficielle de 46 ch,

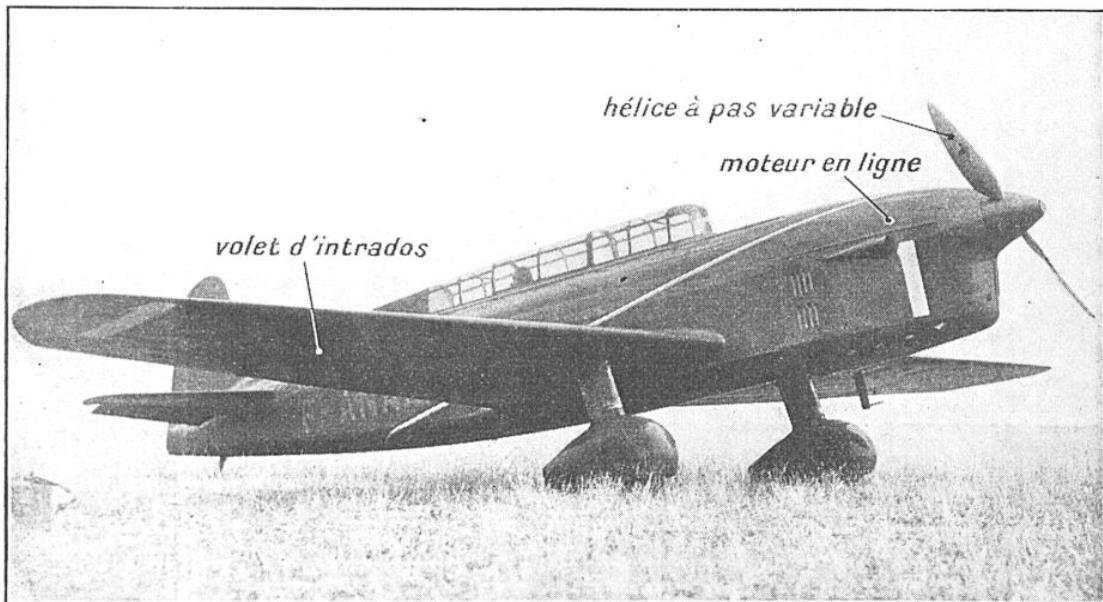


FIG. 3. — L'AVION « RAFALE » A PROFILS D'AILES « SYMÉTRIQUES »

La finesse (donc la vitesse) acquise exige, pour l'atterrissement, l'intervention d'appareils hypersustentateurs (volets d'intrados), chargés d'atténuer cette finesse afin de ralentir et de toucher terre normalement.

le seul but pratique de la science aérodynamique, que son application vise l'aéroplane ou qu'elle ait trait à l'automobile.

Le merveilleux chapelet des répercussions dans le progrès de la vitesse

Voyons les choses d'un peu plus près, en ce qui concerne l'aéroplane.

La qualité essentielle étant la vitesse, nous trouvons qu'elle est conditionnée par deux facteurs très précisément définis :

1^o La puissance motrice octroyée à l'appareil, relativement à la surface des ailes ;

2^o La traînée minimum (moindre résistance à l'avancement).

Jusqu'ici, l'on avait augmenté la vitesse surtout par accroissement de la puissance superficielle (nombre de chevaux par mètre

c'est-à-dire quatre fois moins ! », affirme M. Riffard, qui s'emploie à réaliser sa prédition avec son nouvel appareil calculé pour couvrir 500 kilomètres à l'heure. Ainsi, pour transporter un homme à ces vitesses, sur 1.500 kilomètres de distance, 320 litres d'essence suffiront au lieu de 770.

Partant de cette prévision, le constructeur établit en conséquence le moteur et ses réservoirs d'essence. Les dimensions du moteur commandent celles du « maître-couple » du fuselage. La « trainée » de l'appareil (dont la vitesse dépend) est elle-même fonction du maître-couple. Done, par le seul fait qu'il se donne un moindre volume destiné à la puissance motrice et à ses réserves de carburant, le constructeur peut réduire le maître-couple. Il gagne ainsi de la vitesse.

Mais le bénéfice acquis sur la traînée se traduit par un accroissement de la portance. On peut alors abaisser la puissance superficielle dans la même proportion, sans rien changer à la vitesse.

Continuons de suivre le fil des conséquences. Diminuer la puissance superficielle, c'est diminuer le poids du moteur et, par là, obtenir un nouveau bénéfice sur la puissance superficielle (puisque la charge au mètre carré se trouve diminuée). De là découle une nouvelle diminution du moteur, donc du volume ; donc, une fois de plus, du maître-couple. La résistance à l'avancement est encore amoindrie, etc... Par retouches successives, un progrès entraînant un autre progrès, le constructeur obtient un appareil de plus en plus rapproché de l'idéal qu'il s'est donné.

Est-ce tout ? Non pas. Le moteur étant allégé, venons-nous de voir, il peut tourner plus vite : sa puissance est accrue ; chacun de ses chevaux pèse moins. En conséquence, le diamètre de l'hélice peut être diminué, puisque le rendement de ce propulseur dépend de la vitesse périphérique des pales (cette vitesse étant d'ailleurs limitée par des lois aérodynamiques). L'hélice rapetissée, il s'ensuit, outre un gain immédiat sur le poids, la possibilité de *surbaïsser l'aile* (s'il s'agit d'un monoplan). L'efficacité de ce dispositif (qui freine la descente par compression de l'air au ras du sol) se trouve multipliée par le nouveau surbaïssement ainsi acquis.

Simultanément, le train d'atterrissement peut être raccourci : nouveau gain sur le poids. Les barres formant le cadre du train deviennent plus petites, donc moins résistantes à l'avancement dans l'air. Donc, la traînée est encore une fois diminuée, — tandis que les allégements acquis autorisent une réduction de la surface portante sans que la « charge unitaire » soit modifiée.

La réduction de la surface se traduit, à son tour, par une diminution de poids encore plus considérable qu'il n'apparaît tout d'abord. En effet, l'aile étant en « porte-à-faux », sa solidité exige l'emploi de maté-

riaux d'autant plus massifs qu'elle est plus grande. Diminuer sa surface, c'est donc alléger sa construction. Exemple : la construction de 100 mètres carrés de surface alaire en porte-à-faux exige 12 kilogrammes de matière au mètre carré. Une voilure de 16 mètres carrés n'exige plus que 7 kilogrammes de matière au mètre.

Est-ce tout ? Pas encore. La diminution de la surface alaire entraîne la possibilité de diminuer l'épaisseur relative de son profil (l'épaisseur relative étant le rapport du maître-couple de l'aile à sa « corde »), sans que la solidité de l'appareil en soit affectée. Ce nouveau gain de matière et de volume entraîne une nouvelle diminution de la traînée subie par la voilure. Exemple : les avions *Caudron*, de la Coupe Deutsch, ont 12,8 % d'épaisseur relative de l'aile (à l'enca斯特ment sur le fuselage), tandis que le *Fokker* commercial doit garder 20 % d'épaisseur relative. Les traînées respectives des deux types d'appareils sont justifiables de ces deux coefficients. Et nous avons déjà vu quelles répercussions importantes

entraîne toute diminution de la traînée.

Poursuivons ! Tous les gains que nous venons de noter autorisent une diminution des empennages (gouvernails), puisqu'ils sont eux-mêmes fonction de la voilure. D'où : nouvelle réduction de la traînée, etc., etc.

Revenons maintenant au groupe moteur-propulseur.

Le gain de puissance « massique » que nous avons enregistré sur le moteur, et qui se répercute si heureusement sur la forme du fuselage, apporte d'autres bienfaits. Le moteur tournant plus vite, et l'hélice avec lui, non seulement le diamètre de celle-ci peut être diminué, mais son pas peut et doit être accru, afin de correspondre à la vitesse d'avancement prévue.

Et, de ce fait, le rendement d'hélice se trouve augmenté. A 3.000 tours, celui de l'hélice du *Caudron-450* (Coupe Deutsch) est de 83 %, au lieu de 74 % à la vitesse de 2.000 tours que ne saurait dépasser l'hélice d'un appareil courant. Améliorer le rendement de l'hélice, c'est, à nouveau, améliorer

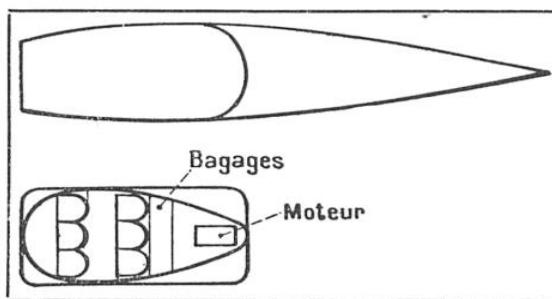


FIG. 4. — DU FUSELAGE D'AVION À LA CARROSSERIE AÉRODYNAMIQUE « IDÉALE » DE LA VOITURE AUTOMOBILE

La forme schématique supérieure a trait à l'avion ; la forme située au-dessous se rapporte à la carrosserie automobile de moindre résistance aérienne.

les conditions de travail du moteur avec toutes les conséquences déjà passées en revue.

Que cette esquisse rapide nous suffise pour comprendre que le chapelet des répercussions heureuses, à partir d'un seul perfectionnement, est littéralement indéfini. Ce chapelet, naturellement, conduit à une limite *pratique*, imposée par l'état actuel de la technique. Mais si nous observons que *le progrès initial* a été d'abord « imaginé » par le constructeur, grâce à ce que nous avons appelé *l'extrapolation* des données expérimentales fournies par l'étude des maquettes comme par les résultats déjà

d'échappement » sur des tuyères spéciales placées à l'arrière de l'appareil, la « réaction » de cet échappement doit suffire à pousser l'avion et à le faire voler avec un rendement économique d'autant plus élevé que la vitesse sera plus grande.

Les vitesses que nous venons de considérer comme acquises permettent précisément d'envisager sans retard l'application du principe de la réaction. L'avion conçu d'après ce principe ne sera pas l'avion « fusée », dont la conception est vraiment trop simpliste. La carburation de l'avion à réaction exigera l'étude aérodynamique très poussée de cônes

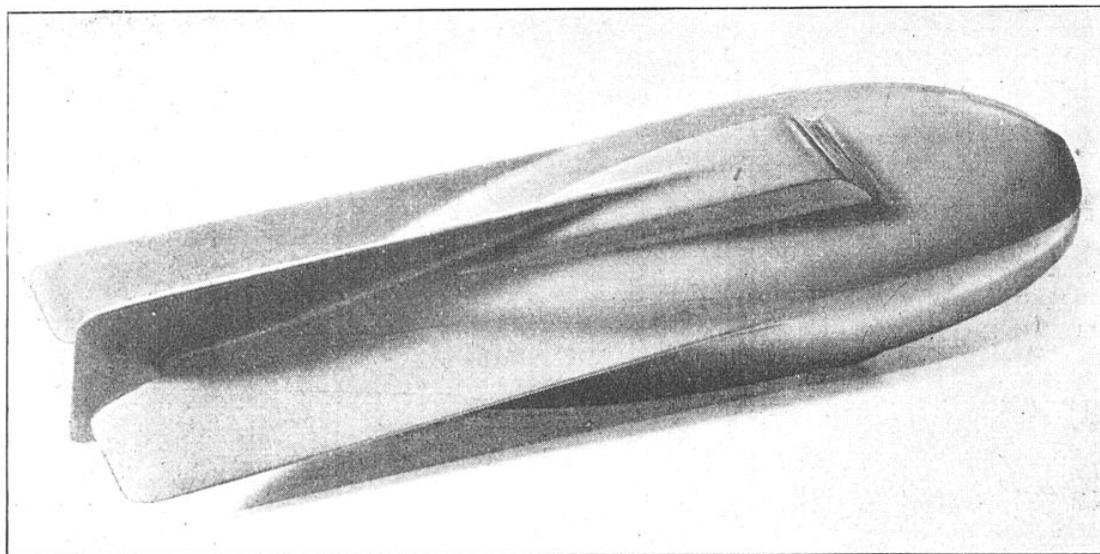


FIG. 5. — LA MAQUETTE D'UNE AUTO DE COURSE « IDÉALE », DESSINÉE PAR M. G. VOISIN
Ces formes répondent, comme on voit, au profil schématique précédent. On a ajouté des ailerons chargés de faciliter le guidage du véhicule dans l'air aux grandes vitesses.

révélés par les avions en service, nous ne pouvons nous empêcher de souligner quelle est et quelle sera la part de l'intuition et d'une audace de plus en plus raisonnée dans les progrès de l'aéroplane.

L'avion à réaction

Nous devons donc considérer comme acquises, pour un avenir très prochain, les vitesses horaires de 500 kilomètres-heure sur un rayon d'action d'au moins 1.500 kilomètres.

Franchira-t-on ce palier ?

Oui, mais probablement par un abandon radical du moto-propulseur actuel. Plus de moteur à bielles, plus d'hélice. Si les gaz provenant de la combustion du carburant sont transformés intégralement en « gaz

ouverts dans le sens de la marche de l'appareil, et dont la fonction sera de précomprimer l'air destiné à la combustion du carburant.

Les essais remarquables entrepris dans ce sens par M. Mellot, en 1916, que *La Science et la Vie* a d'ailleurs exposés en leur temps (1), vont être repris incessamment avec la collaboration de M. Riffard.

La reprise de ces essais n'était, en effet, logiquement suspendue qu'à l'acquisition des grandes vitesses actuelles et aux progrès de l'aérodynamique. Ceux-ci vont enfin permettre l'étude des formes rationnelles non plus seulement de la cellule, mais du « moteur » devenu lui-même un simple couloir aérien, compresseur par action à l'avant, détendeur par réaction à l'arrière, avec, au

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 170, page 107.

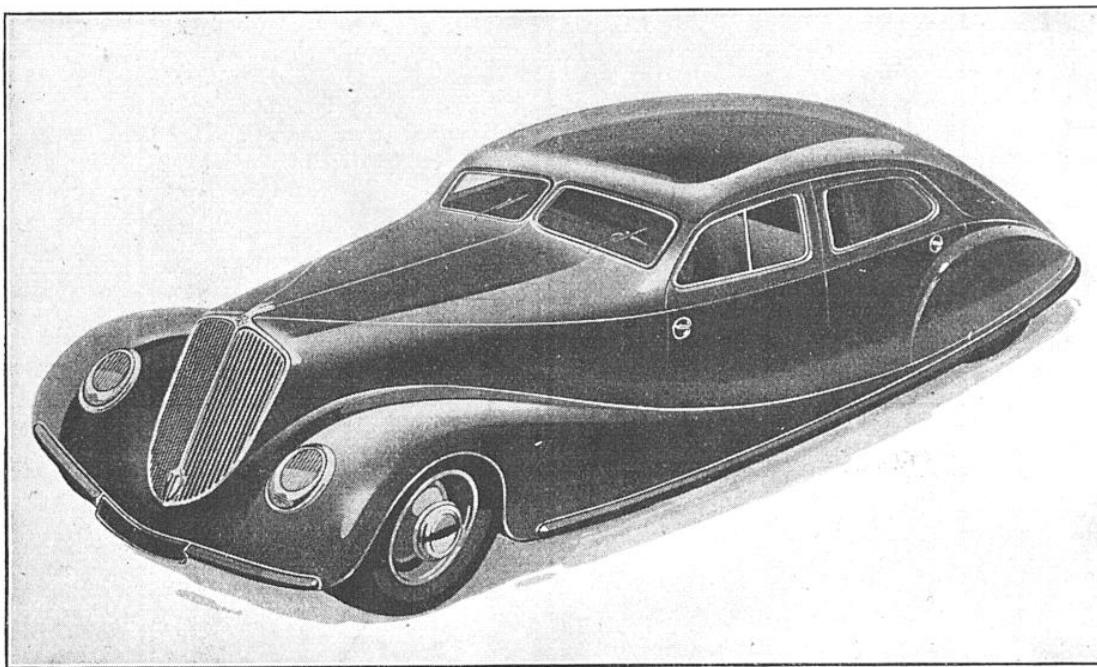


FIG. 6. — AUTRE RÉALISATION (« RENAULT ») TENDANT A SE RAPPROCHER DU PROFIL AÉRODYNAMIQUE THÉORIQUE TOUT EN COMPOSANT AVEC LES FORMES ACTUELLES DE L'AUTO

centre, la chambre de combustion. Voilà un appareil qui avalera l'air par l'avant, au lieu de le comprimer — source de résistance — et qui le restituera à l'arrière, *au lieu de laisser derrière lui la dépression tourbillonnaire agissant à la façon d'un frein.*

C'est alors que le « 1.000 kilomètres à l'heure » commencera d'entrer dans nos mœurs et de les révolutionner une fois de plus, cela va sans dire.

L'automobile et l'aérodynamique

Après cette extrapolation du présent, dans un avenir très prochain, en ce qui concerne l'avion, — « anticipation » si l'on veut, mais nullement romancée — pouvons-nous faire la même opération pour l'automobile et avec autant d'assurance ?

Le débat est plus délicat. Il existe deux écoles : celle qui prétend transporter sur la voiture l'aérodynamique de l'avion, et celle qui borne sa conception de l'aérodynamisme d'une carrosserie à

la suppression des aspérités et des résistances inutiles.

Nous avons montré (1), dans un précédent article, inspiré des expériences effectuées sur maquettes par un éminent ingénieur, M. Andreau, que l'effacement des phares, claksons, plaques d'identité, pneumatiques de rechange, poignées de portières, aboutissait à une amélioration d'environ 15 % sur la vitesse d'une voiture de série. Et nous ajoutions que c'était là le gain le plus clair que la science aérodynamique promettait aux voitures courantes, de moyenne puissance, destinées à ne dépasser qu'exceptionnellement le 80 à l'heure.

Tout cela reste vrai. Mais il convient de perfectionner cette vérité, qui est celle de l'école pessimiste, en lui superposant les vérités possibles de l'école optimiste, celle qui incite les carrossiers à donner aux voitures

(1) Voir *La Science et la Vie* n° 184, page 311.

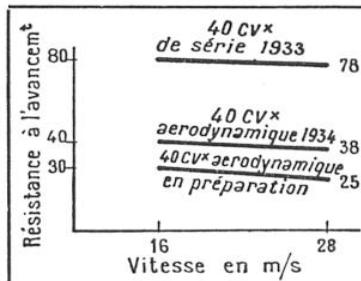


FIG. 7. — GRAPHIQUE MONTRANT LE GAIN DE LA VOITURE CI-DESSUS, EN MATIÈRE DE RÉSISTANCE A L'AVANCEMENT
On voit combien la résistance aérodynamique baisse (entre les mêmes limites de vitesses) de la voiture de série 1933 à la voiture aérodynamique 1934, et, surtout, à la voiture en préparation étudiée en soufflerie sur maquette.

les lignes se rapprochant de celles de l'avion.

En examinant, d'une façon plus serrée que nous l'avions fait dans notre premier article, la question de l'aérodynamisme des voitures, nous devons nettement différencier les profils de carrosserie « tape à l'œil » des carénages réellement scientifiques.

C'est ainsi qu'une belle carrosserie, aux lignes fuyantes, qui conserve le marchepied, qui se contente de transformer ses phares en ovoïdes sans les masquer, qui recourbe les pare-boue sans les raccorder soigneusement à la caisse, cette carrosserie se donne, en vain, une pointe arrière impressionnante.

Salon de 1934. Les graphiques ci-joints montrent que si, à la vitesse de 28 mètres-seconde, la résistance à l'avancement d'une voiture de série (1933) ressort à 78 kilogrammes, cette même résistance tombe à 38 kilogrammes pour le même châssis carrossé d'après les nouveaux principes (1934). Dans le premier cas, la voiture exige du moteur une puissance de 30 ch. Dans le second, 15 ch lui suffisent. Economie : 50 %.

Dans ce bilan, quelle est la part réalisée par la suppression des aspérités et quelle est celle revenant à l'aérodynamisme pur? Nous l'ignorons. Mais si nous apprenons

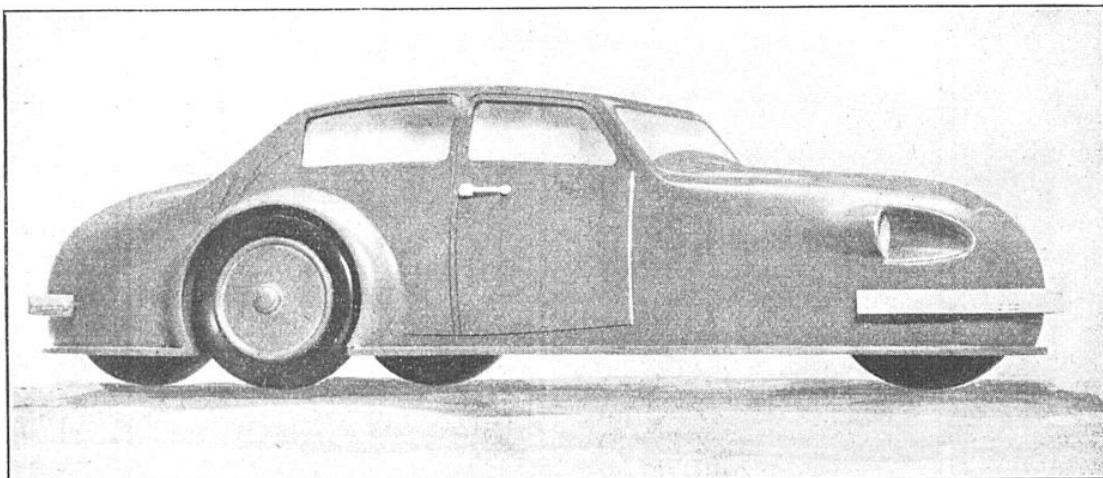


FIG. 8. — MAQUETTE DE M. GABRIEL VOISIN DESTINÉE A L'AUTOMOBILE COURANTE

Le constructeur a disposé les roues en losange et le moteur à l'arrière, de manière à laisser au carrossier toute latitude pour son dessin aérodynamique de la carrosserie de la voiture.

Les interactions tourbillonnaires des filets d'air coulant autour des phares ovoïdes, autour des mauvais raccords des pare-boue et le long du marchepied, constituent des résistances que l'effilage de la pointe arrière est incapable de compenser. Ce type de carrosserie aérodynamique purement « esthétique », ou soi-disant tel, ne nous intéresse pas.

Par contre, si l'on nous présente une carrosserie n'offrant aucune aspérité, ni aucun angle rentrant, cette carrosserie, parce qu'elle satisfait d'abord l'école pessimiste, a le droit de passer l'examen de l'école optimiste, celle des « ultra-carénages », plus exactement des « avionneurs ». Et, dans ce cas, si l'étude préliminaire a été bien menée, la carrosserie « ultra-carénée » peut nous ménager d'heureuses surprises.

Voici, par exemple, la carrosserie « hyper-aérodynamique », présentée par Renault au

que le perfectionnement du profil (prévu pour 1935) doit faire tomber la résistance aux environs de 25 kilogrammes, nous devons attribuer le nouveau gain (38-25) à une réelle science aérodynamique du constructeur.

Celle-ci, il est vrai, pose alors ses conditions. Elle exige qu'on mette à sa disposition non plus un châssis de série, mais un châssis spécialement dessiné en vue d'une carrosserie proprement « aérodynamique ».

Et nous devons conclure que la carrière de « l'aérodynamisme », dans le royaume de l'auto, est suspendue à des transformations radicales du châssis.

Autrement dit, pour si hardies que nous paraissent les formes déjà présentées, elles ne sont que de simples esquisses de celles dont l'avenir consacrera certainement l'efficacité. Il est donc téméraire de vouloir fixer des limites à ce nouvel ordre de progrès.

N'est-il pas plus sage d'essayer, tout au contraire, d'en deviner les grandes lignes ?

La voiture ne saurait imiter aveuglément l'avion

Les suggestions de la théorie des fluides sont formelles : la voiture aérodynamique idéale doit s'effiler à l'arrière, se renfler à l'avant ; la caisse doit tendre à la forme d'un œuf dont le petit bout viendrait mourir en pointe. Les constructeurs qui acceptent ces suggestions placent d'ores et déjà le moteur à l'arrière. Ce bout « pointu » de l'œuf est, d'ailleurs, tout indiqué pour loger les longs moteurs polycylindriques modernes dits « en ligne ».

En attendant, il y a le capot classique et la clientèle dont l'esthétique n'est pas encore mûre pour entrer dans « l'œuf de moindre résistance ». On traitera donc l'avant de la voiture « classique » (le passé est toujours classique), à la manière d'une aile d'avion ; cependant que la caisse en imitera la carlingue. Cette solution *hybride* durera plus ou moins longtemps. Elle est efficace. Mais, si on la traite exactement, on aboutit à plus de confort : trois places de front au lieu de deux. Qui donc prétend que les lignes aérodynamiques constituent une gêne ?

L'auto présente, d'ailleurs, des difficultés propres. Le cas des roues est très caractéristique. Il est connu qu'un cylindre tournant à grande vitesse donne au vent une prise multipliée. C'est le principe de Magnus (1), utilisé dans le navire de Flettner qui remplace les voiles par des rotors. Les pneus ballons des roues avant sont pareillement des voiles tout ouvertes sur le vent de la course. La raison conseille de les masquer, mais l'aile renflée qu'exige cette réalisation constitue elle-même un élément de résistance

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 92, page 132 et n° 130, page 295.

avec lequel il faut composer. Certains constructeurs renoncent à masquer la roue et suppriment l'aile. Sur les petites voitures, le constructeur « tant-pis » peut avoir bénéfice à se désintéresser de l'effet Magnus.

Supposons porté à son plus haut point d'efficacité l'aérodynamisme de la voiture : celle-ci s'insère alors dans les filets d'air sans provoquer le moindre tourbillon. Deux difficultés surgissent aussitôt.

Trop bien insérée dans le fluide aérien, la voiture résiste aux changements de direction. Campbell courant sur sa 1.000 ch, à Dayton, avait un empennage directeur à l'arrière (1).

Sur la ligne droite, ce dispositif garantissait de l'embardée, en cas d'éclatement d'un pneumatique. Mais s'il lui avait fallu virer, cet empennage aurait dû pivoter, se transformer en « gouvernail de direction » analogue à celui d'un avion. Sur les autoroutes qui seront les voies par excellence, les seules

sur lesquelles l'automobile aérodynamique sera tout à fait à l'aise, sur les autoroutes aux virages inclinés, nous verrons peut-être circuler un jour des autos à gouvernail aérien commandé par le volant en synchronisme avec la direction des roues.

Autre difficulté signalée par l'éminent constructeur Gabriel Voisin, confirmée par les expériences en soufflerie de M. Andreau : tout vent latéral vient déranger la stabilité d'une voiture trop aérodynamique, lorsqu'elle marche à grande vitesse. Et cette objection s'accroît de gravité si la carrosserie imite tellement bien l'aile d'avion qu'elle tend à « décoller », soulevant ainsi l'ensemble de la voiture. Dans ce cas, l'adhérence à la route se trouve dangereusement atténuée. Les formes aérodynamiques spécialement destinées à l'auto devront avoir, en conséquence, pour effet composant vertical, de plaquer la voiture au sol, non de la

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 102, page 558.

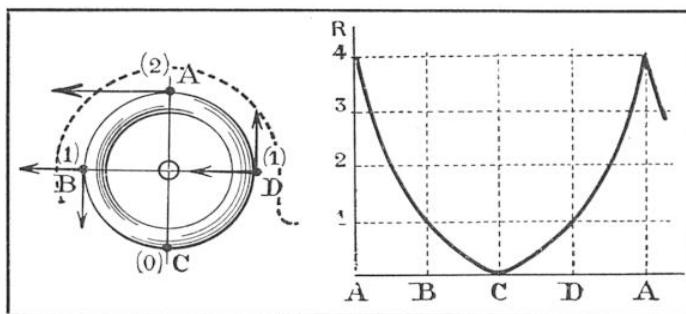


FIG. 9. — LA RÉPARTITION DES RÉSISTANCES AÉRODYNAMIQUES D'UNE ROUE QUI AVANCE SUR LA ROUTE
Au point C (contact avec le sol), la vitesse, relativement à l'air, est nulle. En B et en D, elle est égale à la vitesse de translation de la voiture. En A, elle est double de cette translation. Le graphique adjoint au schéma de la roue en mouvement montre comment varie la résistance aérodynamique sur les divers points de la roue, en vertu du schéma de gauche. Cette résistance croît immensément au-dessus du diamètre B D. C'est pourquoi l'aile doit masquer toute la moitié supérieure de la roue.

faire planer. Mais alors, ne dépassons pas la mesure ! Sinon la voiture trop bien appliquée à la chaussée perdra en travail de roulement ce qu'elle gagnait sur la résistance à l'avancement. Le problème est délicat, c'est-à-dire objet d'expériences à venir.

En 1932, un éminent spécialiste, M. Claveau, posait, dans une conférence à la Société des Ingénieurs de l'Automobile, les conditions générales qui doivent présider, d'après lui, à l'établissement de la voiture aérodynamique, non pas seulement théorique, mais pratique. Dès 1923, M. Claveau avait établi la forme ovoïde avec pointe effilée et moteur à l'arrière, tant en conduite intérieure que pour voiture de course. Mais en 1929, se guidant sur des considérations de « logeabilité » et de standardisation dans la fabrication en série, M. Claveau avait réalisé la fameuse voiture-tank dont l'avant et l'arrière sont symétriques et profilés comme le front d'une aile d'avion. Ce front d'aile est aujourd'hui adopté, au moins pour l'avant des voitures, par des marques notoires, notamment « Chrysler ». M. Claveau croit fermement que l'aérodynamique de la voiture doit comporter des solutions extrêmement simples, très éloignées de la rigueur qu'exige le calcul des formes d'avion, mais parfaitement suffisantes pour satisfaire au meilleur déplacement du véhicule routier.

Les répercussions de l'aérodynamique sur le moteur

Une résistance aérodynamique dont la suppression mérite une étude toute spéciale est celle du radiateur. Ce panneau transversal à la trajectoire du mouvement est une telle absurdité que l'intuition de certains constructeurs, parmi les premiers en date (Renault, Clément-Bayard), avaient placé

le radiateur à l'arrière du capot. Ainsi leurs capots étaient, dès l'origine, aérodynamiques d'instinct. Et c'est ce même « instinct », mais grandement faussé, qui nous vaut aujourd'hui ces « grilles » protectrices obliques, ou masquant le véritable radiateur qui, lui, demeure vertical sous ce camouflage incliné dont on pourrait dire qu'il est l'hommage de la routine à la science, comme l'hypocrisie est celui du vice à la vertu.

En course, — le sport étant le refuge suprême de la sincérité, — l'automobile s'est donné des radiateurs aussi étroits que possible, mais placés au fond d'un tunnel de prise d'air — aérodynamique au premier chef. Les filets d'air prennent, dans ce tunnel, un « potentiel des vitesses » (comme on dit en mécanique des fluides) tellement élevé que le refroidissement fourni par le petit radiateur équivaut à celui d'un panneau de radiation quatre et cinq fois plus étendu. Il était fatal que l'étude aérodynamique rationnelle de la voiture de course conduisît à l'adoption de ce système efficace.

Poussé à ses extrêmes conséquences et avec l'aide de turboventilateurs destinés

à pourvoir au refroidissement durant l'arrêt ou le ralentissement du véhicule, ce système conduit à l'abandon du radiateur à eau et à l'adoption du refroidissement par l'air, — ainsi que celui-ci est en train de se généraliser dans l'aviation.

Plusieurs solutions de ce genre ont figuré au Salon de 1934. Le moteur, placé à l'arrière, est ainsi parfois mieux refroidi par de simples ailettes que par une masse d'eau.

L'automobile rapide de demain

L'ensemble de ces réflexions suggère au constructeur une ligne de conduite parfaitement nette. L'automobile de grande

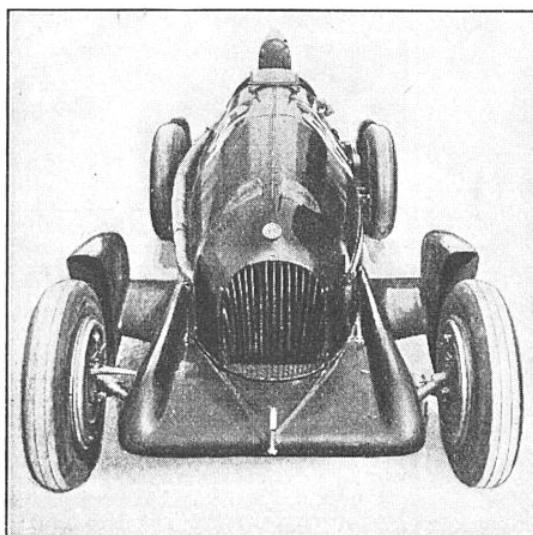


FIG. 10. — UNE VOITURE DE COURSE DE CARROSSERIE ORIGINALE, MAIS PRATIQUEMENT EFFICACE POUR LES GRANDES VITESSES

Dans cette forme, le constructeur a sacrifié la résistance avant des roues (et son accroissement par effet Magnus) ; mais il a fait suivre les roues d'un fuselage destiné à annuler leurs tourbillons de trainée. Par contre, le radiateur est réduit, parce que l'air qui s'y engouffre est « guidé » par le plateau avant ; celui-ci, d'autre part, guide les filets de l'air inséré entre le sol et la voiture.

vitesse sera bel et bien aérodynamique et précisera sans doute les quelques formes qui, dès à présent, placent le moteur à l'arrière, dans la pointe effilée, et les passagers à l'avant. Le schéma ci-joint, qu'a dessiné à notre intention M. Riffard, esquisse cette conception qu'ont déjà réalisée certains constructeurs du Salon, suivant leur formule personnelle (« Tatra ») et que l'ingénieur, M. Claveau, véritable précurseur, avait déjà présentée, rappelons-le, au Salon de 1923 !

A ce propos, une mention toute spéciale doit être consacrée à la voiture de l'avenir telle que l'imagine M. Gabriel Voisin. Hardiment, l'éminent constructeur pousse à ses extrêmes limites la logique de quelques considérations de simple bon sens. Les quatre roues de l'auto classique sont disposées en quadrilatère. Cette disposition est consécutive à l'existence d'un organe aussi vieux que les chars des pharaons : l'essieu. Les roues indépendantes, automotrices, grâce aux transmissions « homocinétiques », se sont déjà libérées de l'essieu. Il faut aller plus loin, pense M. Gabriel Voisin, et placer les roues en losange. Un seul essieu central portera deux roues folles. A l'avant, une roue directrice ; à l'arrière, une roue motrice et directrice tout ensemble. Inutile de souligner les qualités de manœuvre d'un tel dispositif : c'est celui qu'ont adopté les constructeurs d'autobus quand il s'est agi de très grandes voitures. Les autobus Madeleine-Bastille ont six roues dont quatre directrices (train avant et train arrière). L'auto à quatre roues en

losange sera d'une telle maniabilité qu'elle pourra presque pivoter sur place. Le groupe motopropulseur adjoint à la roue arrière sera placé derrière la carrosserie proprement dite, soigneusement isolé de la caisse aux passagers, l'ensemble étant enveloppé dans une forme ovoïde qui, pour n'avoir pas son gros bout à l'avant, n'en est pas moins aérodynamique dans la mesure réclamée par la voiture.

Si l'on proteste au nom de l'esthétique, nous répondrons que l'esthétique de l'auto de 1898 était celle du « phaéton » des héros de Balzac. Il a fallu plusieurs années à l'auto pour abandonner simplement le ressort biconvexe de ce véhicule antédiluvien : les nécessités mécaniques l'y ont conduite. Et aujourd'hui encore, alors que le « ressort » obtenu par la seule *torsion* d'une barre d'acier s'offre aux constructeurs, avec les tampons hydropneumatiques et les butoirs de caoutchouc plein, venus s'ajouter au merveilleux pneumatique pour mieux « suspendre » la voiture automobile, celle-ci conserve encore des traces héréditaires de sa suspension d'autrefois : quelques lames cassantes reliant un « essieu » à un « châssis ».

Les jours de l'essieu sont comptés ; ceux du châssis à quatre poutres et des ressorts à lames également.

La carrosserie de l'auto défend encore, mais de plus en plus péniblement, le peu qui lui reste des lignes de la diligence. Ainsi va le progrès, lentement, mais sûrement.

JEAN LABADIÉ.

◆ ◆ ◆

La distribution du gaz des cokeries à longue distance a toujours constitué un problème particulièrement intéressant à résoudre, pour permettre de vendre le gaz d'éclairage à meilleur compte. Récemment, la « British Association » a consacré une conférence à ce sujet où nous avons appris qu'en 1934 une quarantaine d'exploitations gazières britanniques s'approvisionnaient en gaz de cokeries pour alimenter leur clientèle urbaine et rurale. Les compagnies anglaises auraient ainsi acheté aux sociétés houillères plus de 15 milliards de pieds cubes (soit 424 millions de mètres cubes) rien qu'en 1933. La plus importante des usines utilisant actuellement le gaz de cokeries est Sheffield, qui constitue le modèle du genre. Nous mentionnerons ensuite Newcastle, Middlesbrough, Rotherham, Derby, Glasgow. Ces usines, pour la plupart municipales, sont reliées par des sortes de « pipe lines » aux fours à coke des régions métallurgiques et houillères. Nous aurons, du reste, l'occasion de revenir sur cette importante question, tant au point de vue technique que social, pour montrer comment on peut établir un réseau de distribution de gaz de cokeries à « haute pression » comme il en existe déjà en Angleterre et en Allemagne notamment, sans oublier l'Amérique, dont nous reparlerons plus tard.

LA LUMIERE, ENGIN DE GUERRE ?

Par le lieutenant-colonel REBOUL

QUICONQUE a conduit une auto la nuit sait combien est désagréable la rencontre d'une autre automobile circulant en sens inverse, et dont les phares ne sont pas strictement conformes au Code de la route. Souvent, on est ébloui à plus de 100 mètres de la voiture en défaut ; il en résulte des embardées, la perte du sentiment de la direction. Parfois, pour éviter des accidents graves, on est obligé de s'arrêter.

Tels sont les méfaits que provoquent de simples lampes d'une cinquantaine de bougies, dont les rayons divergent cependant fortement, ce qui leur fait perdre rapidement de leur pouvoir éclairant. Multipliez la puissance de la source lumineuse par 1.000, rendez à leur sortie de l'appareil les rayons strictement parallèles ; le faisceau ainsi obtenu sera d'une puissance incomparablement supérieure ; à des kilomètres de distance, il vous aveuglera.

Aussi a-t-on pensé à utiliser, pour la lutte contre l'avion, la nuit, les gros projecteurs qui les émettent. Certains, dont le diamètre du miroir varie de 0 m 90 à 1 m 50 — quelques-uns atteignent même 2 mètres — lancent des faisceaux lumineux si intenses, que l'avion, saisi par eux, ne pense qu'à leur échapper. Les pilotes qui ont participé à des bombardements de nuit ont conservé un souvenir désagréable des minutes où ils étaient complètement éblouis par les phares terrestres à grande puissance.

Dans ces conditions, il était naturel de se demander s'il n'y aurait point intérêt à multiplier le nombre de ces engins. Ils augmenteraient ainsi le nombre des moyens actifs de la défense antiaérienne du territoire. Actuellement, ce ne sont que des auxiliaires du canon de la D. C. A. ; demain ne pourraient-ils pas, eux aussi, jouer un rôle de première importance ?

La lumière peut-elle gêner les avions ?

D'abord, une première objection. Ces appareils sont extrêmement coûteux et réclament, pour leur service, un personnel important ; ils sont d'un déplacement difficile. De plus, ils devraient être en très grand nombre, si on voulait pouvoir compter sur eux pour triompher d'une attaque aérienne ennemie.

La nuit, leurs détachements ne pourront convenablement remplir leur rôle qu'en restant accrochés au terrain pour être en communication constante, entre eux et avec les centres de renseignement, par téléphone. La zone que chacun d'eux peut battre étant extrêmement réduite, il faudrait pour que l'aveuglement produit par leurs rayons soit vraiment dangereux pour le pilote, que l'avion ne puisse pas — ne fût-ce qu'un instant — sortir du faisceau lumineux d'un projecteur sans tomber dans celui d'un autre. Cela ne serait possible qu'à la condition de disposer d'un nombre extrêmement élevé de projecteurs dans toute la zone des attaques aériennes. Les dépenses auxquelles il faudrait consentir, aussi bien pour construire une telle masse de matériel que pour l'équiper, dépasseraient certainement le but cherché. Et, même dans ce cas, le rendement qu'on obtiendrait serait encore insuffisant.

Il existe, en effet, de nombreux moyens de se défendre contre eux. D'ores et déjà, le pilote peut se protéger par des écrans contre leur éclat. Il aura tôt fait, du reste, de sortir de la zone dangereuse de leurs barrages lumineux, si ceux-ci ne s'étendent point sur plusieurs lignes en profondeur. Le pilotage automatique qui, pratiquement, est résolu, lui permettra demain de poursuivre sa route sans difficultés, même si les pinceaux des projecteurs ne cessent d'enrober sa carlingue de leurs feux. Il lui suffira de poursuivre sa route, d'après la carte, en ne consultant que ses instruments de bord, son avion se rétablira de lui-même. Il est en situation, dès maintenant, de déterminer facilement, à chaque instant, sa position par rapport au sol. Ses instruments lui indiqueront donc, même s'il est aveuglé, le moment où il survolera l'objectif qui lui est assigné. Il lui suffira, à cet instant, de déclencher ses bombes et de prendre le chemin du retour. Sans doute, son tir sera moins ajusté ; mais si son objectif est de grande superficie, le rendement de ses projectiles ne diminuera guère. Ils pourront provoquer des pertes aussi lourdes.

Ceci est tellement évident que les partisans les plus résolus de la lumière comme arme de guerre n'ont jamais songé sérieusement à elle pour nous défendre contre

l'attaque des aéronautiques ennemis, d'autant que ce moyen n'est guère utilisable que la nuit, ce qui restreint singulièrement les conditions d'emploi et diminue considérablement le rendement de ce matériel.

La lumière sur le champ de bataille

Certains, par contre, ont pensé l'utiliser sur le champ de bataille, tant pour aider la défense que pour faciliter l'attaque. Pour cela, ils ont imaginé des appareils ingénieux portatifs, qui peuvent émettre des lumières intenses, qu'on peut diriger facilement sur les points occupés par l'ennemi qu'on veut éblouir. Que faut-il penser de ce matériel? Pourrait-il être de quelque secours dans un prochain conflit?

A ces engins, nous adresserons, en premier lieu, deux reproches.

Tout d'abord, ils ne seraient utilisables que la nuit. Leur emploi ne pourrait donc être que très rare. En prévision d'éventualités qui ne se produiront peut-être jamais, faut-il encombrer les unités d'un matériel coûteux, prévoir, dans nos approvisionnements, les recharges nécessaires, spécialiser un personnel qui sera inutilisable dans la lutte normale, et affaiblir ainsi, de parti pris, le nombre des combattants? Evidemment non. Nous ne sommes pas assez riches, ni en matériel, ni en hommes, pour penser à doter nos armées d'engins dans l'espoir qu'un jour, peut-être, ceux-ci pourraient être d'une utilité quelconque sur le champ de bataille. Aux projecteurs de la D. C. A., on ne peut point adresser le même reproche. En effet, ceux-ci permettent aux canons des batteries auxquelles ils sont rattachés, de pouvoir accomplir, de nuit comme de jour, la même action ; ils accroissent leurs possibilités de rendement.

Le deuxième reproche à faire à ces engins, c'est qu'ils ne mettent point définitivement l'adversaire hors d'état de nuire ; dans les meilleures conditions d'emploi, ils pourraient le paralyser, l'empêcher de faire état de ses armes ; mais que leur action éblouissante cesse et, instantanément, l'ennemi pourra utilement faire feu de ses mitrailleuses et des autres armes portatives. Pour ce rendement éphémère, peut-on consentir à diminuer le nombre des engins véritablement efficaces, aussi bien le jour que la nuit, et celui de leurs servants? La réponse ne peut être douteuse.

Elle l'est encore moins si on entre dans le détail de l'utilisation possible de ces engins vers le champ de bataille. Celui-ci ne sera jamais une plaine idéale. Les rayons éblouissants passeront au-dessus des crêtes qui mas-

queront les batteries dont il faudrait éteindre le feu. Les servants n'auront pas à souffrir de l'action des projecteurs portatifs ; ils continueront tranquillement à exécuter leurs tirs de barrage et de contre-préparation. Les projecteurs portatifs, ignorant, en outre, l'emplacement où se trouvent les observatoires des officiers qui règlent le tir des canons dont ils souffrent, ne pourront rien contre eux. Ils seront même impuissants contre la mitrailleuse qui prendra à partie le coin de tranchée où ils se trouveront et qu'ils voudraient protéger. Celle-ci, en effet, sera parfois située fort loin, sur un flanc, à 1.500-1.800 mètres de leur poste — à un endroit où leur équipe n'arrivera pas à la découvrir —. Le temps est passé où chacun tirait droit devant soi. Aussi, les armes automatiques qui se trouveront juste en face des projecteurs portatifs pourront-elles être masquées, elles aussi, aux rayons éblouissants ; très souvent destinées à prendre d'enfilade une partie éloignée de nos lignes, elles se seront mises à l'abri de nos vues et, par suite, des rayons lumineux qu'on peut émettre de nos postes avancés.

Quelle que soit la débauche de projecteurs portatifs à laquelle on pourrait avoir recours, rien n'empêchera enfin que l'ennemi n'exécute son plan de feux, dès que l'alerte sera donnée. Chaque arme automatique a sa consigne qu'elle exécutera, que ses servants soient ou non aveuglés. Les armes sont pointées à l'avance. Il suffit de presser sur leur détente pour que le barrage s'exécute.

Le développement des engins lumineux ne servira point à grand' chose, sauf peut-être à attirer, sur les points où ils se trouveront, un tir précis de l'adversaire, qui aura tôt fait de localiser exactement les emplacements sur lesquels ils sont établis et de régler facilement leur tir sur eux.

Ces engins lumineux pourront-ils, du reste, remplir exactement la mission qu'on entrevoit pour eux? C'est douteux. Pour l'exécuter, il faudrait, en effet, que ceux qui les servent et qui doivent manier leurs faisceaux se mettent eux-mêmes à découvert et restent dans cette position, tant que durera leur mission, dans des zones où les projectiles siffleront de tous côtés, où la mort les menacera sans cesse.

Que ces engins soient utilisables dans certaines conditions spéciales, comme un coup de main, c'est possible ; mais il ne faut pas croire que leur emploi puisse être généralisé. Rien ne vaudra un canon ou une mitrailleuse pour mettre un ennemi hors de combat.

Lieutenant-colonel REBOUL.

L'EMPLOI DU LATEX TRANSFORMERA-T-IL LES INDUSTRIES DU CAOUTCHOUC ?

Par G. GÉNIN

Le caoutchouc provient, comme on le sait, d'un liquide végétal, — plantes à caoutchouc (1), — le latex, dans lequel il se trouve en suspension, comme la crème dans le lait (émulsion). Pendant longtemps, le caoutchouc était extrait sur place, sous forme de « crêpe », aux pays de production, pour être traité et transformé aux pays d'utilisation. Or, grâce à des procédés tout récents de concentration et de stabilisation du latex, il devient désormais possible de transporter ce liquide dans des conditions beaucoup plus économiques. On peut alors traiter le latex directement dans les usines spécialisées dans la confection d'objets en caoutchouc, ce qui procure des avantages techniques multiples grâce à des procédés inconnus jusqu'ici. Il en résulte une floraison de fabrications nouvelles du plus haut intérêt, qui sont décrites ici pour la première fois.

PARMI les industries qui ont subi, au cours de ces dernières années, l'influence des progrès scientifiques, il faut citer au premier plan celle du caoutchouc manufacturé. C'est, en effet, dans cette industrie que le développement de nos connaissances sur les phénomènes de chimie colloïdale, tels qu'ils ont été décrits ici même par M. Paul Bary (2), a permis de modifier profondément la technique de l'industrie du caoutchouc, et ce changement vient de trouver sa plus éclatante confirmation à la suite de la possibilité de faire venir en Europe le latex, c'est-à-dire le produit naturel d'où, jusqu'ici, était extrait le caoutchouc ramené ensuite à ses formes d'utilisation, c'est-à-dire feuille fumée et crêpe.

Il y a à peine quinze ans, le liquide laiteux que l'on extrait de l'arbre à caoutchouc et qui porte le nom de « latex », par suite de son analogie avec le lait, était aussi ignoré du chimiste et de l'ingénieur qu'il l'est encore aujourd'hui du grand public. La raison en était que l'on n'avait pas encore envisagé la possibilité d'utiliser directement ce produit et que, par conséquent, les recherches que l'on pouvait entreprendre à son sujet étaient purement spéculatives. Seuls, quelques spécialistes, intéressés par les caractéristiques tout à fait particulières de ce produit, avaient entrepris un certain nombre d'études sur le latex, dans le but de mettre en évidence sa composition et de souligner ses propriétés spéciales. En réalité, des précurseurs, après Charles-Marie de La Condamine et Fresneau, — qui furent les pre-

miers à faire connaître au monde civilisé le caoutchouc et ses remarquables qualités, — avaient bien pensé à utiliser directement le latex par moulage, en copiant certains tours de main que les indigènes du Brésil connaissaient depuis fort longtemps, mais ces précurseurs se heurtèrent rapidement à l'impossibilité de faire venir en Europe, et particulièrement en France, le latex sous une forme utilisable. Les techniques des indigènes furent donc abandonnées, et l'industrie du caoutchouc prit un essor formidable en utilisant ce produit sous les formes précédemment indiquées de feuille fumée ou de crêpe.

C'était là un véritable retour en arrière, car on savait que les indigènes avaient été capables d'obtenir des tissus imperméables, des chaussures, des bottes et beaucoup d'autres objets, en utilisant directement le suc laiteux qui s'échappe de l'hévéa ou arbre à caoutchouc, puisque, dès 1736, *La Condamine* présentait à l'Académie des Sciences de Paris de nombreux échantillons d'objets fabriqués en partant du latex.

Malgré tous les efforts de savants éminents, et en particulier de *Fourcroy* en France, vers 1800, et de *Hancock* en Angleterre, vers 1830, ce n'est qu'après la guerre qu'il a été possible de faire venir en Europe du latex utilisable par l'industrie. Pour bien souligner les difficultés qu'il a fallu vaincre, il importe de dire quelques mots de la composition du latex et de ses propriétés tout à fait spéciales.

Composition et propriétés du latex

On entend aujourd'hui par « latex » toutes les sécrétions laiteuses fournies par les

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 108, page 453.
(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 146, page 119.

plantes, quelle que soit leur composition. Mais, dans la plupart des cas, ces sécrétions végétales, qui s'écoulent de l'arbre lorsque l'on incise l'écorce de celui-ci, renferment une plus ou moins grande proportion de caoutchouc ou d'une substance analogue, et, si on procède à leur examen microscopique, on constate que le caoutchouc se trouve sous la forme de petits globules de dimensions excessivement réduites, de l'ordre de quelque millièmes de millimètre, en suspension dans l'eau, ou plutôt dans un sérum, qui contient en solution des sels, des sucres, etc. C'est donc avec raison que l'on a donné à ce produit le nom de « latex », puisque, par sa composition, tout au moins qualitative, il ressemble étrangement au lait ordinaire.

Dans le latex, les petites particules de caoutchouc ont pris la place des globules de matière grasse du lait ; le sérum contient, comme dans le sérum du lait, des sels et des sucres en solution, et enfin, à côté de ces

produits, il existe dans les deux cas des protéines, dont le rôle est de maintenir en suspension les particules de caoutchouc et de matière grasse dans le sérum. Ces protéines, dans le cas du lait, sont constituées presque exclusivement de caseine. Au point de vue quantitatif, il existe des différences très marquées entre le latex et le lait, et le latex, heureusement pour les planteurs de caoutchouc, est beaucoup plus riche en caoutchouc que ne l'est le lait en crème. Dans le tableau ci-dessus, on a reproduit les analyses d'un échantillon de lait de vache et d'un échantillon de latex de caoutchouc recueilli dans la colonie anglaise de Ceylan.

L'échantillon de latex ayant d'ailleurs servi à effectuer cette analyse était relativement riche en caoutchouc et, dans la pratique, la teneur en caoutchouc d'un latex moyen est comprise entre 30 et 35 %.

Pour expédier le latex il faut le concentrer

Pour expédier en Europe du latex de caoutchouc, il faudra, pour 30 kilogrammes de caoutchouc, expédier 100 kilogrammes de latex contenant 70 kilogrammes d'eau. A une

	Lait de vache	Latex de caoutchouc
MATIÈRES EN SUSPENSION..... (graisse p. le lait, caoutchouc p. le latex).	4,05	41,29
PROTÉINES	4,92	2,18
SUCRES.....	5,50	0,36
SELS MINÉRAUX.....	0,40	0,41
EAU.....	85,13	55,15

TABLEAU COMPARATIF DES COMPOSITIONS RESPECTIVES
DU LAIT DE VACHE ET DU LATEX

époque où les frets étaient excessifs, on ne pouvait donc accepter de transporter 70 kilogrammes d'eau en pure perte, et les économies que l'on pouvait réaliser par le remplacement du caoutchouc en feuille fumée ou sous forme de crêpe par le latex, disparaissaient devant les frais élevés de transport de ce dernier produit. La première question qui s'est donc posée, dans la pratique, a été de concentrer le latex avant son expédition, de façon à augmenter sa richesse en caoutchouc, mais en opérant de telle sorte que le produit conserve toutes ses caractéristiques spéciales et qu'en particulier on puisse, par addition d'eau, le diluer et revenir au produit naturel. C'est la difficulté de cette concentration, rendue nécessaire par les frais de transport, qui a été la cause, pendant de longues années, des insuccès auxquels se sont heurtés les spécialistes dans leurs essais d'utilisation directe du latex. Ce n'est que depuis 1920 que la question a été résolue,

et, successivement, on a vu apparaître différents procédés de concentration du latex, qui, aujourd'hui, se classent en trois groupes principaux :

1^o On peut concentrer le latex par chauffage, qui a pour objet de chasser l'eau par évaporation, chauffage qui doit se faire avec beaucoup de précautions, pour éviter la coagulation du produit, et en présence de certaines substances colloïdales, comme les savons, en particulier, qui rendent le produit plus visqueux et qui permettent aux globules de latex de supporter l'action de la chaleur et des frottements dans les appareils de concentration. On arrive, par ce procédé, à obtenir des produits contenant jusqu'à 75 % de caoutchouc et qui sont connus en Europe sous le nom de *Revertex*. Ce procédé de concentration est surtout utilisé en Malaisie britannique et dans les Indes Néerlandaises ;

2^o On peut également concentrer le latex par centrifugation, absolument comme on sépare la crème du lait dans les écrémuses modernes. On utilise, à cet effet, des écrémuses à bol ou à assiettes, tournant à très grande vitesse et, dans ce cas, on ne peut

dépasser une concentration d'environ 60 % de caoutchouc, sous peine de voir le produit se coaguler. Le produit ainsi préparé est connu sous le nom de *Jatex*;

3^e On peut enfin opérer par écrémage, c'est-à-dire laisser monter le caoutchouc à la surface du latex, absolument comme on laisse monter la crème à la surface du lait dans la ferme où on ne dispose pas d'appareil centrifuge. Mais comme cette opération serait trop longue et qu'on risquerait de perdre une part du caoutchouc restant dans le sérum, on l'active en ajoutant au latex des substances qui, comme la gomme adragante, la gomme arabique, etc., accélèrent la montée des globules de caoutchouc à la surface du produit.

Quel que soit le procédé employé, on obtient, dans tous les cas, un produit réversible, c'est-à-dire que l'on peut diluer à nouveau de façon à revenir au latex naturel.

C'est ce produit qui est aujourd'hui reçu sur les lieux de consommation, aussi bien en Europe qu'aux Etats-Unis, et qui tend peu à peu à remplacer les autres formes du caoutchouc dans les applications de ce produit. Un exemple du développement remarquable de l'utilisation du latex est donné par les chiffres de la consommation de ce produit aux Etats-Unis. Il y a une dizaine d'années, elle était sensiblement nulle et, aux Etats-Unis, on employait le latex surtout pour les recherches et les mises au point. En 1924, la consommation s'élevait déjà à près de 5 millions de pounds (le pound, ou livre américaine, vaut environ 450 grammes). En 1925, elle atteignait 8.600.000 pounds ; puis, jusqu'en 1928, la consommation se maintint constante à la suite des premières difficultés auxquelles les ingénieurs se heurtent en voulant étendre les domaines d'emploi du latex, et ce n'est qu'en 1929 et 1930, malgré la terrible crise économique qui s'est abattue sur les Etats-Unis, que la consommation du latex dans ce pays commence à se développer considérablement, avec 8.300.000 pounds en 1929, 9.950.000 en 1930, 10.400.000 en 1931, 11.400.000 en 1932 et 19.160.000 pour les dix premiers mois de 1933. En Europe et en France, avec peut-être un peu de retard, la consommation du latex se développe dans les mêmes proportions.

Parallèlement à ces progrès dans la consommation du latex concentré ou non, — car, depuis la diminution sensible des frets maritimes, l'expérience a démontré, dans certains cas, que l'augmentation des dépenses provenant du transport d'une plus

grande quantité d'eau pouvait être compensée par l'absence des redevances payées par les planteurs qui utilisent les procédés de concentration brevetés, — des progrès importants ont été faits dans le mode d'emballage et d'expédition du latex.

Expédition et transport du latex

Le latex étant une substance qui, au point de vue chimique, est d'une très grande instabilité, la solution idéale serait de l'expédier en bonbonnes de verre ; mais cette façon de faire est impraticable, par suite des frais qu'elle entraînerait et des risques de casse. On s'est donc contenté tout d'abord d'expédier le latex dans les vieux bidons en fer étamé ayant servi à contenir l'essence, le pétrole et les huiles minérales expédiés dans les Indes Néerlandaises et en Malaisie ; puis, par la suite, on fit appel aux fûts métalliques qui avaient servi aux mêmes usages. Ce procédé d'emballage n'est pas parfait. Au niveau du latex, en effet, on constate que la couche d'étain disparaît peu à peu et que le fer se trouve attaqué. Il en résulte une coloration brunâtre du latex qui diminue évidemment la qualité du produit, par suite des impuretés métalliques qu'il contient : fer et également cuivre. Un premier progrès a été réalisé en protégeant la surface intérieure de ces récipients par une couche de caoutchouc obtenue en laissant sécher du latex sur les parois du récipient. On a ensuite utilisé des fûts constitués par des lattes de bois également imperméabilisées intérieurement par une couche de caoutchouc. Enfin, depuis quelques années, l'augmentation de la consommation du latex a incité les grandes sociétés consommatrices à utiliser des moyens modernes de transport. Voici, par exemple, comment opèrent les importantes sociétés américaines et anglaises qui non seulement sont des grandes sociétés de transformation, mais également des propriétaires de plantations de caoutchouc.

Le latex est tout d'abord additionné d'ammoniaque. On a en effet constaté que, si cette précaution n'était pas prise, le latex surirait, absolument comme le fait le lait, et il se formerait un caillot de caoutchouc coagulé, le latex devenant à ce moment inutilisable. La présence d'ammoniaque a pour conséquence de s'opposer au développement de certains microorganismes acidifiants qui sont la cause de cette coagulation. Le latex est alors transporté des plantations à la gare la plus proche et placé dans de grands wagons-réservoirs. On l'expédie ensuite au

port le plus voisin et, suivant les conditions du moment, on le stocke dans de très grandes citernes ou on le verse directement dans des bateaux d'une construction spéciale et qui sont, en quelque sorte, identiques aux bateaux-citernes utilisés pour le transport des huiles minérales et du pétrole. On a même prévu, dans ces bateaux, l'emplacement de résistances électriques chauffantes dont le but est de maintenir une température uniforme dans les soutes. On parvient ainsi à obtenir un latex conservant sa pureté initiale, à condition de veiller avec un soin jaloux à la propreté des pompes, des réservoirs, des tuyauteries, etc. Il faut, pour toutes les manipulations, employer des pompes spéciales, car les pompes ordinaires (centrifuges ou alternatives) risqueraient d'entraîner la coagulation du latex sous l'influence des frottements qui se développent dans ces pompes : frottement des pales sur le carter ou des pistons dans les cylindres.

Examinons maintenant les applications du latex auxquelles les techniciens ont été tout naturellement conduits, lorsqu'ils ont pu enfin disposer d'un produit satisfaisant.

Les applications directes du latex dans l'industrie du caoutchouc

Si le caoutchouc peut être utilisé sous sa forme solide après malaxage, mastication,

incorporation des charges, etc., il est également utilisé sous la forme de ses solutions. Mais le caoutchouc n'est malheureusement soluble que dans les solvants organiques comme le benzène, le tétrachlorure de carbone, le sulfure de carbone, tous produits excessivement dangereux, soit par leur toxicité, soit par leur inflammabilité, soit par les dangers d'explosion auxquels ils donnent naissance lorsqu'ils sont mélangés à l'air. Il faut, d'autre part, récupérer ces solvants lorsque le caoutchouc qu'ils contiennent est parvenu à sa forme définitive ; ces produits sont, en effet, en général coûteux et il importe de les régénérer, ce qui ne va pas sans frais, sans perte de produit et sans augmentation des risques. Il n'est donc pas étonnant que les ingénieurs du caoutchouc aient été tout naturellement conduits à remplacer ces solutions de caoutchouc (dont le type le plus

commun est la dissolution qui sert à réparer les pneus de bicyclette) par le latex.

C'est alors que les premières difficultés surviennent. Si, il y a plusieurs siècles, les indigènes du Brésil se contentaient d'utiliser le caoutchouc seul pour la confection d'objets en caoutchouc, il ne peut plus en être de même aujourd'hui, et on ajoute au caoutchouc de nombreux ingrédients, soit pour des raisons d'économie, soit parce que ces produits sont ou ont été, à un moment donné,



FIG. 1. — LA RÉCOLTE DU LATEX, PAR INCISION DES HÉVÉAS, AUX INDES NÉERLANDAISES

Nous voyons ici un indigène en train d'inciser l'écorce de l'arbre pour permettre l'écoulement du latex dans le récipient placé dessous. Cette opération est délicate, car il est important de ne pas inciser trop profondément pour ne pas tuer l'arbre.

moins chers que le caoutchouc, soit que leur présence ait été considérée comme améliorant considérablement les qualités mécaniques, physiques et de résistance au vieillissement des objets manufacturés en caoutchouc. Ainsi, par exemple, une bande de roulement de pneumatique ne renferme pas 50 % de caoutchouc, le reste étant constitué de nombreux ingrédients, en particulier de noir de carbone, qualité spéciale de noir de fumée, qui confère aux pneumatiques actuels leurs qualités merveilleuses. Ces ingrédients sont très nombreux ; le plus répandu d'entre eux est le soufre, dont le rôle est de vulcaniser le caoutchouc et d'empêcher qu'il ne devienne gras à l'usage. Mais on trouve également : les accélérateurs, dont l'objet est d'accélérer la combinaison du soufre et du caoutchouc au cours de la vulcanisation ; des agents de renforcement, comme le noir de carbone dont nous parlions précédemment ; des charges internes comme le blanc de Meudon, le sulfate de baryte, etc., dont l'emploi permet de réduire le prix des objets ; enfin, des pigments colorés qui ont pour rôle de modifier la coloration du produit final. Lorsque le problème se posa d'ajouter ces différents produits au latex, on crut qu'il suffisait de les placer dans le latex et d'agiter simplement pour obtenir un mélange homogène ; la réalité a été beaucoup moins simple, et on a constaté que cette addition brutale avait pour effet d'entrainer la coagulation du latex et l'impossibilité de l'employer sous sa forme liquide.

Disons tout de suite que toutes ces difficultés sont aujourd'hui surmontées. On a d'abord cherché à connaître le mécanisme de cette coagulation, et on a trouvé des explications différentes suivant les cas. Il peut, par exemple, y avoir réaction chimique entre le latex et les produits d'addition ; il peut y avoir phénomène électrique si, par exemple, on ajoute au latex, dont les globules de caoutchouc sont chargés d'électricité négative (1), un produit chargé positivement qui neutralisera la charge des particules du caoutchouc et entraînera leur précipitation. La solution la plus couramment employée, dans tous les cas où la substance d'addition n'est pas soluble dans l'eau et est sans action sur le latex, consiste à former des dispersions très fines des produits d'addition, constitués par des particules dont les dimensions sont du même ordre que celles des globules du caoutchouc, d'ajouter à ces dispersions un colloïde protecteur qui, en même temps qu'il ralentira

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 182, page 134.

leur dépôt, s'opposera à la coagulation du latex, et de mélanger alors le latex et ces dispersions aqueuses de charges en utilisant, pour cette opération, un mélangeur tel que ceux qui sont employés dans l'industrie des peintures. C'est par cette méthode que la plupart des constituants des mélanges du latex sont incorporés aujourd'hui dans ce produit.

Fabrication des tissus imperméabilisés

La fabrication des tissus imperméabilisés par les anciens procédés s'effectue, suivant qu'il y a doublage ou simplement imprégnation, en utilisant des dissolutions assez fluides de caoutchouc ou, au contraire, des véritables collodions très visqueux et très épais qui sont étendus à la calandre sur le tissu à doubler. On a donc songé à remplacer simplement, dans les différentes machines à imprégner ou à doubler, les produits employés il y a quelques années par des latex plus ou moins concentrés et épais. Là encore, on s'est heurté à de nouvelles difficultés. L'histoire du latex n'est d'ailleurs faite que d'une suite de difficultés plus ou moins graves qu'il a fallu surmonter pour arriver aux belles réalisations actuelles.

Dans l'imprégnation des tissus, par une solution de caoutchouc dans le benzène par exemple, il se produit, en effet, une véritable pénétration des micelles du caoutchouc, c'est-à-dire d'agglomérats de molécules de caoutchouc excessivement petits, qui, par suite de leurs très faibles dimensions, parviennent à pénétrer entre les fibres élémentaires des tissus. Il y a donc véritable protection de la masse de ces fibres et si, effectivement, on examine une coupe des fibres ainsi imprégnées et si on soumet cette coupe à l'action d'un réactif assez puissant qui, normalement, aurait détruit la fibre, comme l'acide sulfurique, on constate que la pellicule de caoutchouc qui entoure le textile le protège d'une façon complète contre l'action de l'acide. Si, au contraire, on répète la même opération en utilisant un textile imprégné au latex, on constate que cette protection n'est pas du tout assurée si, auparavant, on n'a pas pris certaines précautions particulières. La raison de ce phénomène est due à ce que les petites particules de caoutchouc qui existent dans le latex sont de dimensions nettement supérieures à celles des micelles de caoutchouc. Il en résulte donc que ces petites particules ne peuvent pas pénétrer à l'intérieur des fibres textiles. Le sérum qui constitue le milieu de suspension des parti-

cules de caoutchouc, seul, pénètre dans les fibres, toujours très avides d'eau, et le caoutchouc reste à l'extérieur sans pénétrer et sans même adhérer d'une façon suffisante aux fibres.

Par conséquent, dès que l'on put obtenir des tissus gommés au latex, ce fut pour constater que la couche de caoutchouc était toute superficielle, ne protégeait pas les tissus contre l'action de l'humidité ou des agents extérieurs, et parfois même se détachait, sous l'action d'un effort très peu important, du tissu imperméabilisé.

particules de caoutchouc du latex, de telle sorte qu'aujourd'hui, s'il n'y a pas, à vrai dire, pénétration du caoutchouc entre les espaces capillaires des fibres, il y a néanmoins une adhérence très grande entre fibres et caoutchouc, donc protection de la fibre, et la qualité bien supérieure du caoutchouc du latex permet de compenser l'absence de pénétration de ce produit dans la fibre. Autrement dit, la question de la fabrication des tissus imperméabilisés au

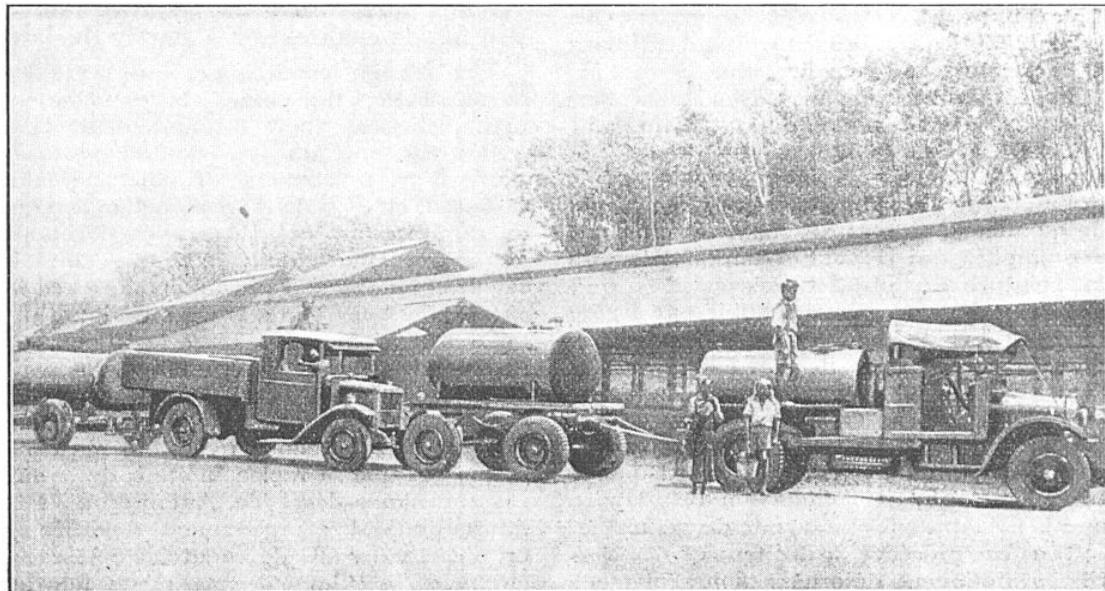


FIG. 2. — LE TRANSPORT DU LATEX VERS LE PORT D'EMBARQUEMENT SE FAIT, COMME ON LE VOIT CI-DESSUS, AU MOYEN DE WAGONS-CITERNES AUTOMOBILES

Pour empêcher, pendant le transport, la coagulation du latex, — cause analogue à celle du lait, — on ajoute au liquide de l'ammoniaque, qui s'oppose au développement des micro-organismes acidifiants qui sont la cause de cette coagulation, et le latex reste liquide jusqu'à destination.

chait, sous l'action d'un effort très peu important, du tissu imperméabilisé.

Toutes ces difficultés, qui, pendant plusieurs années, s'opposèrent à l'emploi du latex dans la fabrication des tissus imperméabilisés et des tissus doublés, ont été surmontées grâce à l'utilisation d'agents spéciaux, dits agents de mouillage, dont le rôle est de faciliter, comme leur nom l'indique, le mouillage du tissu par le latex, d'assurer une meilleure adhérence du latex sur la fibre, tous résultats qui s'obtiennent par le fait que ces produits abaissent la tension superficielle du latex vis-à-vis de la fibre textile. Ce traitement par les agents de mouillage peut être également complété par une opération ayant pour but d'ouvrir les pores du tissu et de faciliter la pénétration des

latex est aujourd'hui pratiquement réalisée et permet d'éviter l'emploi de solvants dangereux, toxiques et inflammables, qui, jusqu'à cette époque, avaient été la bête noire des fabricants de tissus imperméables.

Une invention française, due à MM. Lejeune et Bongrand, a d'ailleurs permis d'étendre l'emploi du latex non plus aux tissus sous leur forme définitive, mais au fil lui-même et d'obtenir ainsi des tissus caoutchoutés, mais non plus imperméables, qui peuvent servir, par exemple, à la fabrication des sacs destinés au transport des substances acides ou corrosives. Ce nouveau procédé consiste à imprégner de latex les fibres au cours de leur filature. Il est bien évident que, dans ces conditions, la pénétration, au sein même du fil, du caoutchouc est grandement

facilitée, d'autant plus qu'on peut encore l'améliorer en opérant dans le vide ou sous pression, de façon à permettre l'introduction à cœur du latex dans les fils élémentaires en bobine ou en écheveau. Le résultat est que, si l'on examine une coupe de ces fils ainsi imprégnés — qui ont reçu le nom de *Filastic* — après l'avoir soumise à l'action d'un réactif corrosif, on constate que, contrairement au cas précédent, la partie textile de la coupe est complètement protégée par le revêtement de caoutchouc. A côté de la fabrication des sacs, on a utilisé ces fils pour la fabrication des courroies, des rubans transporteurs, des semelles, etc.

Pour terminer ce paragraphe, nous citerons que, plus récemment, on a mis au point un procédé de gommage des tissus qui consiste à pulvériser le latex sur le tissu, — qui a été, au préalable, traité par des agents de mouillage, — en utilisant à cet effet des aérographes qui servent à l'application de la peinture au pistolet, aérographes qui, dans certains cas, peuvent subir une légère modification. Si, par exemple, on utilise pour la pulvérisation de l'air chauffé à 90°, l'eau du latex se trouve presque immédiatement vaporisée, et on peut parvenir à déposer sur le tissu une couche de caoutchouc sec suffisamment épaisse pour que le travail ultérieur de gommage à la calandre ou à la machine à frictionner devienne inutile.

Tous ces procédés de traitement des textiles s'appliquent désormais non seulement aux tissus les plus courants, mais également à des textiles particuliers, tels que les filets de pêcheurs, les sacs de jute, les sacs pour l'expédition du ciment et des engrains, les balles destinées à l'expédition de la laine, etc. On fabrique également, avec l'aide du latex, des sacs doublés intérieurement d'une feuille de papier fort collée sur le sac proprement dit par une couche de latex. Le latex sert également à la fabrication des câbles et des cordages ; jusqu'ici, ces câbles étaient fréquemment traités, en vue d'améliorer leur souplesse, leur flexibilité et de protéger les fibres contre l'action des organismes étrangers, au moyen d'émulsions d'huile, de graphite, qui se trouvaient chassées au bout de peu de temps par suite des efforts subis par ces câbles. Aujourd'hui, le latex a pris la place de ces agents de conservation et, en dehors de son rôle d'agent assouplissant et de protection contre les organismes microbiens, il augmente l'imperméabilité des fibres. On peut, d'ailleurs, ajouter au latex une certaine proportion d'huile pour améliorer encore la souplesse de l'ensemble.

Le latex a également servi à la fabrication des carpettes ; sur un tissu fort servant de fond, on dépose une couche assez épaisse d'un enduit à base de latex et, dans cet enduit, on noie la brosse qui adhère d'une façon très énergique au support. On a également utilisé le latex pour enduire le dessous des tapis et augmenter leur adhérence aux parquets. On évite ainsi le glissement des tapis sur les parquets et les accidents qui peuvent en résulter.

On sait fabriquer aujourd'hui des fils de caoutchouc à partir du latex

Les fils en caoutchouc, qui servent à la fabrication des gaines et des vêtements orthopédiques, sont ordinairement constitués par une âme en caoutchouc recouverte d'un revêtement de soie, de laine, de coton, etc. Pendant très longtemps, l'âme en caoutchouc a été obtenue en découpant des fines bandes de caoutchouc dans les feuilles : on obtenait ainsi une âme à section carrée, dont les bords étaient toujours plus ou moins déchiquetés, dont les dimensions ne pouvaient pas dépasser une certaine limite inférieure et dont la qualité était celle du caoutchouc ordinaire, c'est-à-dire moyenne, puisque le caoutchouc avait été mastiqué, malaxé et que sa molécule était, de ce fait, plus ou moins dégradée. Aujourd'hui, cette fabrication est complètement modifiée, et on obtient des fils de caoutchouc à section circulaire, absolument comme on fabrique de la soie artificielle, c'est-à-dire en filant un bain de caoutchouc au moyen de filières et en obtenant ainsi des fils ronds en longueur pouvant atteindre plusieurs kilomètres et d'une finesse extrême, puisque, dans la catégorie des fils les plus fins, on trouve des diamètres de l'ordre de 1/125^e de pouce, c'est-à-dire 1/5^e de millimètre. Ces fils, si on les examine au microscope, se caractérisent par leurs bords absolument lisses, et leurs qualités mécaniques et physiques sont bien supérieures à celles des fils à section carrée. Par exemple, un fil ayant environ 0 mm 35, donc déjà assez fin, demande, pour se rompre, une charge d'environ 500 grammes, alors qu'une charge de 150 grammes était suffisante pour rompre le fil de même section, mais carrée.

L'apparition de ces fils extrêmement fins a permis à l'industrie des fils en caoutchouc de fournir à la haute couture de nouveaux textiles d'un très joli aspect, d'une grande finesse et qui peuvent s'étirer de plusieurs fois leur longueur. Ces fils sont aujourd'hui employés non seulement pour la confection

de gaines, mais également pour celle des dentelles, des costumes de bain, des tissus pour robes d'été, des tissus pour tailleur et costumes d'hommes, etc., résistants au lavage, ne se pliant pas, ne laissant pas apparaître de faux plis et extensibles dans tous les sens, ce qui permet au tissu de s'appliquer étroitement sur la forme qu'il recouvre. Ce fil est déjà très répandu aujourd'hui dans la haute couture française et, sous le nom de *Lastex*, il a conquis les suffrages de tous ceux qui ont eu l'occasion de l'essayer.

Fabrication des objets au trempé

Une autre méthode d'utilisation du caoutchouc est celle qui consiste à immerger des moules ou des formes dans une solution de caoutchouc, de façon à recouvrir ces formes d'une pellicule de caoutchouc qui est ensuite séchée, vulcanisée, et qui peut être plus ou moins renforcée en multipliant le nombre des opérations. C'est cette méthode de fabrication particulière qui est à la base de l'industrie des ballons-reclame, des chaussures, des tétines, des gants de caoutchouc, des chaussures de caoutchouc pour la plage, etc. Son principal inconvénient est qu'elle repose sur l'emploi d'une dissolution de caoutchouc dans un solvant organique qui, comme nous l'avons dit, est un produit dangereux, toxique, inflammable et d'un prix élevé. Il n'est donc pas étonnant que l'on ait songé très rapidement à remplacer la dissolution de caoutchouc par le latex, d'autant plus que cette idée était celle déjà exploitée par les indigènes du Brésil pour la fabrication des bonnets, des bottes, bouteilles, etc. Rappelons que ces indigènes constituaient, au moyen d'argile, une forme qui était trempée dans le latex et qui était ensuite, lorsqu'elle était recouverte d'une pellicule suffisamment épaisse, séchée au soleil. Le sérum du latex s'évapo-

rait en même temps qu'il pénétrait dans la forme en argile poreuse et, au bout d'un certain temps de séchage, et également parfois de cuisson, il suffisait de briser la forme intérieure pour obtenir l'objet en caoutchouc.

L'emploi du latex, pour cette fabrication d'objets au trempé, n'a pas rencontré de grandes difficultés et il est aujourd'hui universellement répandu. Il a l'avantage de supprimer la présence de solvants dangereux dans les ateliers, celui de donner

des objets d'une qualité meilleure, puisque fabriqués en partant d'un caoutchouc n'ayant subi aucun traitement physique et chimique et non dégradé, et, enfin, il est d'une réalisation facile et surtout plus rapide. En effet, lorsque l'on fait appel aux dissolutions du caoutchouc, il est nécessaire, si l'on veut utiliser des solutions suffisamment fluides, de ne pas dépasser, comme concentration du caoutchouc en solution, le chiffre de quelques pour cent. Il en résulte que, par un seul trempé, on obtient une pellicule excessivement mince et peu résistante. Il faut donc, pour obtenir des dépôts d'épaisseur utilisable, répéter les trempés et, entre chaque opération, assurer l'évaporation du solvant. La multiplication des trempés entraîne donc une perte de temps et une élévation du prix de revient, inconvénients que l'on évite avec l'emploi du latex.

Nous avons vu, en effet, que le latex renferme sous sa forme naturelle déjà environ 30 à 35 % de caoutchouc ; mais on peut également l'utiliser sous une forme plus concentrée, à 60 % de caoutchouc, et même, par un traitement spécial, l'épaissir, donc augmenter sa viscosité et faire que, par un seul trempé, on obtienne une pellicule suffisamment épaisse pour qu'il soit inutile de répéter l'opération. Les méthodes de fabrication d'objets au trempé en partant du

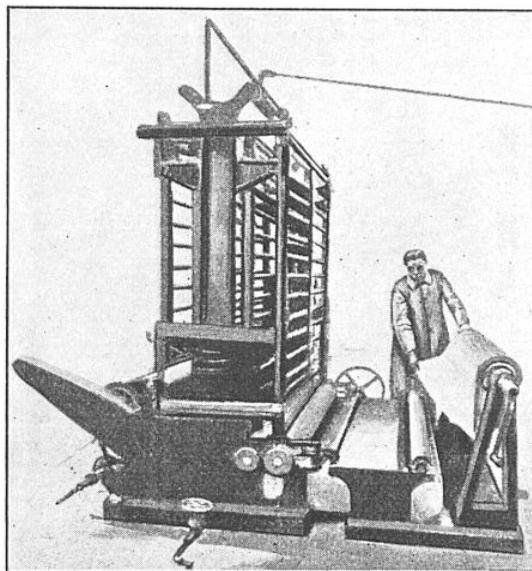


FIG. 3. — MACHINE UTILISÉE AUJOURD'HUI POUR ENDUIRE LES TISSUS DE LATEX

L'emploi du latex pour imperméabiliser des tissus exige certaines précautions préalables et, en particulier, l'addition d'« agents de mouillage », qui assurent une meilleure adhérence du latex sur la fibre. Ce procédé est aujourd'hui au point.

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

latex sont assez nombreuses ; chacune présente ses avantages et ses inconvénients et possède donc ses partisans. Toutes reposent sur l'emploi d'un latex épaisse, donnant donc une couche suffisamment robuste qui doit être ensuite coagulée pour obtenir la paroi définitive. Cette coagulation peut se faire ultérieurement, après le trempé proprement dit ou en même temps que ce trempé. C'est par ce point principal que se différencient les méthodes de fabrication.

En effet, lorsque l'on a obtenu, sur la forme ou sur le moule, des dépôts de latex d'épaisseur suffisante, ces dépôts n'ont aucune cohérence, et il faut les coaguler pour obtenir une pellicule continue de caoutchouc. On peut, pour arriver à ce résultat, soit évaporer le sérum qui imprègne le caoutchouc, soit faire agir sur le dépôt certains agents chimiques. Dans le premier cas, on peut soit chauffer pour activer l'évaporation de l'eau, soit utiliser un moule poreux creux et faire agir le vide à l'intérieur de ce moule pour activer le départ de l'eau. Dans le second cas, la forme recouverte du dépôt de latex est trempée dans une solution d'un sel acide qui coagule le caoutchouc ; on procède alors à un lavage, puis au séchage et, enfin, à la vulcanisation.

Lorsque le trempage de la forme et la coagulation ont lieu simultanément, le mode opératoire le plus conseillé consiste à utiliser ce que l'on appelle un latex sensibilisé à l'action de la chaleur, d'immerger un moule chaud dans le latex, qui se recouvre alors d'une couche de latex épaisse et coagulée par la chaleur du moule. On procède ensuite aux opérations habituelles de lavage, séchage et vulcanisation, et c'est ce procédé qui est appliqué par l'importante firme italienne *Pirelli*, pour la fabrication de gants et objets du même genre.

Parmi les différents produits qui sont fabriqués dans ces conditions, nous citerons les gants, les ballons, les tétines, les chausures de bain, les manches de raquettes, etc. Pour la fabrication des chaussures, qui se complique du fait que les différentes parties des chaussures doivent posséder des épaisseurs inégales et être parfois de teintes dif-

férentes, on utilise plusieurs bains de latex et, en particulier pour les semelles, il est fréquent de déposer plusieurs couches, la dernière possédant des ingrédients spéciaux qui communiqueront à la partie extérieure de la semelle une plus grande solidité et des propriétés antidérapantes. Un exemple qui montrera la supériorité des qualités des produits ainsi fabriqués est le suivant : on a soumis à des essais de vieillissement artificiel des gants de chirurgien fabriqués soit en partant d'une dissolution de caoutchouc, soit en partant de latex, et on a déterminé la résistance de ces gants après vieillissement, ainsi qu'après des stérilisations répétées dans la vapeur sous pression. On a constaté que les gants au latex supportaient sans diminution excessive de leur qualité plus de dix stérilisations, alors que les gants anciens ne pouvaient pas subir plus de cinq stérilisations. Les propriétés mécaniques, c'est-à-dire de résistance à la traction, d'allongement, etc., varient dans les mêmes proportions en faveur de l'emploi du latex.

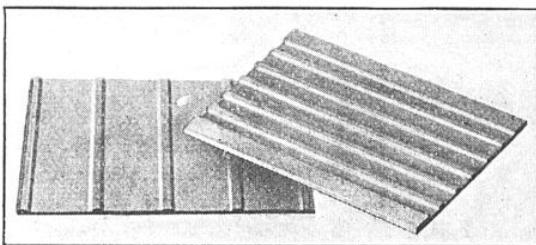


FIG. 4. — PLANCHER ANTIVIBRATOIRE SERVANT DE SUPPORT A UNE MACHINE-OUTIL
Ce plancher, très spécial, est fabriqué avec du Revertex, c'est-à-dire du latex concentré contenant jusqu'à 75 % de caoutchouc.

Caoutchouc spongieux et caoutchouc microporeux

Depuis quelques années, en Angleterre, puis en France, l'emploi du caoutchouc spongieux s'est développé pour la confection des coussins d'automobiles, d'autocars voitures de transport en public, ainsi que dans l'ameublement, les salles de spectacles et des applications particulières. Le caoutchouc spongieux est constitué par une multitude de petites alvéoles complètement fermées séparées par des membranes de caoutchouc. Lorsque ces coussins en caoutchouc spongieux portent un poids quelconque, l'air contenu dans toutes ces petites alvéoles est comprimé, mais ne peut s'échapper, et, dès que l'action du poids disparaît, l'air, par suite de l'élasticité remarquable du caoutchouc, reprend son volume initial et le coussin sa forme normale. L'absence de ressorts, d'une part, et la nature du coussin, d'autre part, font que ces produits sont particulièrement appréciés des usagers par suite de leur souplesse et de l'impression de fraîcheur qu'ils communiquent. Le caoutchouc

spongieux — après avoir, pendant très longtemps, été fabriqué en partant de mélanges de caoutchouc et de certaines substances qui, sous l'influence de la chaleur de vulcanisation, se décomposaient en donnant naissance à des produits gazeux qui créaient les petites alvéoles dont nous avons parlé plus haut — est obtenu aujourd'hui en partant du latex. On peut appliquer la même méthode de fabrication, c'est-à-dire ajouter au latex des produits qui se décomposent en donnant naissance à un gaz ; mais, plus récemment, la Société Dunlop a breveté un procédé qui consiste à battre le latex absolument comme on bat des œufs en neige. On fait passer dans le latex un courant d'air violent, en même temps qu'on l'agit fortement, et on obtient ainsi une mousse qui est vulcanisée dans des moules appropriés. On s'est heurté, pendant un certain temps, à des difficultés provenant des grandes dimensions des masses à vulcaniser ; mais, aujourd'hui, on produit d'excellents coussins microporeux en utilisant des moules spéciaux portant des cavités dans lesquelles sont logées

les résistances chauffantes qui permettent de chauffer uniformément toute la masse de mousse de latex. Ce produit est vendu aujourd'hui sous le nom de *Dunlopillo*.

Le caoutchouc microporeux, ou simplement poreux, se différencie du premier par le fait que ses pores sont de dimensions beaucoup plus réduites que les alvéoles du caoutchouc spongieux et qu'ils communiquent, en outre, avec l'extérieur. Le caoutchouc microporeux, qui est aujourd'hui fabriqué en partant du latex, est un produit qui trouve des applications intéressantes dans la fabrication des séparateurs d'accumulateurs, des membranes filtrantes, des

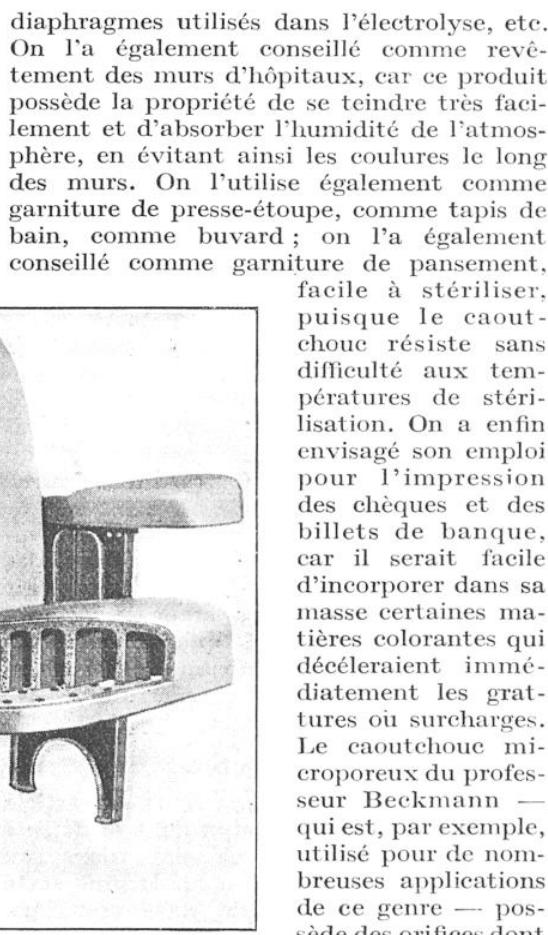


FIG. 5. — COUPE D'UN FAUTEUIL SANS RESSORTS EN CAOUTCHOUC SPONGIEUX

L'absence de ressorts et la nature du coussin, constitué par une multitude d'alvéoles remplies d'air enfermées dans la masse même du caoutchouc, rendent ces fauteuils particulièrement confortables à cause de leur souplesse et de l'impression de fraîcheur qu'ils communiquent.

mètre carré de caoutchouc microporeux renferme environ 500.000 pores.

L'emploi de plaques de caoutchouc microporeux comme séparateur d'accumulateurs, tel que le séparateur « Osmotex », présente d'importants avantages. Ces séparateurs sont généralement destinés à remplacer le séparateurs en ébonite perforée ou les séparateurs en bois jadis employés, dans le montage des accumulateurs d'automobiles, pour séparer les plaques de signe opposé et éviter les courts-circuits internes. Le séparateur « Osmotex » possède, comme l'ébonite, une résistance parfaite à l'action de l'acide sulfurique dilué et des températures relati-

vement élevées qui peuvent exister dans les accumulateurs. Comme les séparateurs en bois, il possède une finesse et une porosité très grandes, de telle sorte qu'il parvient à arrêter le passage des plus petites particules de matière active, même les particules dont les dimensions sont de l'ordre colloidal (1). C'est également dans le montage des accumulateurs secs et chargés que l'emploi de ce séparateur microporeux a amené un grand progrès, car, jusqu'alors, les séparateurs en bois, utilisés dans ce genre d'accumulateurs, ne devaient pas être traités, si l'on voulait éviter une déformation du séparateur au cours de son séchage, et il en résultait que la résistance interne de l'accumulateur était notablement augmentée, d'où perte de puissance de la batterie au moment du démarrage du moteur.

Nous pourrions ainsi multiplier les nombreuses industries où le latex a trouvé des applications. L'étude de ces produits n'est d'ailleurs qu'à son premier stade de développement, et il est probable que, dans un avenir très proche, cette substance, si intéressante par ses caractéristiques, sera à la base de nombreuses fabrications.

L'avenir des applications du latex

Nous n'avons pas parlé dans cet article de l'électrophorèse du latex dont *la Science et la Vie* a décrit les principes dans son n° 182 du mois d'août 1932. Depuis cette date, les applications de cette technique particulière se sont multipliées, par exemple pour la fabrication des chambres à air, pour le dépôt du caoutchouc sur des pièces métal-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 114, page 519.

liques soumises à l'action d'acides et de produits corrosifs. Voici des domaines un peu plus particuliers d'emplois du latex. Ce sera, par exemple : l'emploi du latex comme colle et adhésif ; ses applications à la cordonnerie et à l'industrie de la chaussure ; l'emploi du latex dans la fabrication des peintures et vernis, et plus spécialement dans la fabrication des peintures antiacides ; l'utilisation du latex dans la fabrication du papier en vue d'obtenir des papiers de meilleure qualité de vieillissement, et, en particulier, plus résistants à l'humidité ; la fabrication des panneaux isolants à la fois au point de vue calorifique et au point de vue acoustique ; la fabrication des garnitures de frein et des meules abrasives, dans lesquelles le liant de l'amiante ou de l'émeri est constitué par du latex ; la fabrication du cuir artificiel et des imitations de suède ; la fabrication d'objets moulés, tels que ballons, poupées et jouets de toutes sortes ; enfin, l'utilisation du latex dans le revêtement des routes en vue d'obtenir, par mélange avec l'asphalte, un revêtement plus souple, plus silencieux et imperméable, protégeant donc les soubassements de la route contre les intempéries.

Les applications qui ont été décrites d'une façon plus complète dans ce premier article auront néanmoins montré à nos lecteurs toute l'importance de cette nouvelle matière première que l'industrie française se doit d'employer sur une échelle industrielle, puisque nos colonies, et au premier rang de celles-ci, l'Indochine française, sont à même de fournir le latex nécessaire à la consommation de notre pays.

G. GÉNIN.

Le constructeur Blériot, de retour d'Amérique, a déclaré qu'il avait été frappé du développement prodigieux de l'aviation commerciale aux Etats-Unis, et qu'il estimait que, prochainement, la liaison aérienne régulière Paris-New York serait un fait accompli, grâce à l'établissement d'îles flottantes, dont *La Science et la Vie* (1) a signalé la possibilité de réalisation suivant le projet Armstrong. Il comporte quatre relais constitués par des îles artificielles de 450 mètres sur 130 mètres, à 31 mètres au-dessus des flots, et stabilisées même pendant la tempête. Avec de petits avions rapides, le voyage Europe-Amérique pourrait s'effectuer en moins de vingt heures et pour le prix (rémunérateur pour la compagnie exploitante) d'environ 5.000 francs par passager (prix inférieur au tarif des paquebots). La ligne ainsi mise en service comporterait, au début, deux vols par jour, dans les deux sens, et pourrait, par la suite, être desservie par des départs plus fréquents. Rien ne s'oppose, a ajouté l'ingénieur Blériot, à la réalisation de ce projet, qui — actuellement — est encore considéré par certains comme une chimère !

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 129, page 209.

NOUS AVONS BEAUCOUP A APPRENDRE DE LA RADIODIFFUSION ITALIENNE

Par Jean MARCHAND

La radiodiffusion italienne a réalisé, au point de vue technique comme au point de vue de son organisation, un ensemble cohérent qui, à l'heure actuelle, rivalise avec les plus belles installations du monde entier. Ce sont celles-là même que nous présentons ici, grâce à la belle documentation que M. Giorgi, directeur de T. S. F.-Tribune, a rapporté de son voyage d'études en Italie.

Le 28 octobre dernier, M. Mussolini célébrait, à Rome, le douzième anniversaire de la « Marche sur Rome ». Cette cérémonie comportait, comme de coutume, l'inauguration solennelle de plusieurs œuvres d'embellissement de la ville, notamment la Voie du Cirque Maxime, de 800 mètres de long, de 20 mètres de large, coupée en son milieu par une vaste esplanade de 8.000 mètres carrés. *La Science et la Vie* a d'ailleurs exposé (1) le remarquable effort de l'Italie en vue de conquérir l'indépendance économique vers laquelle aspirent tous les pays.

Mais il est un domaine dans lequel notre sœur latine a montré un esprit d'organisation vraiment remarquable. Dernière venue à la radiodiffusion, elle possède aujourd'hui l'un des premiers réseaux de l'Europe. Si, en effet, c'est en 1921 que le premier concert fut retransmis en Amérique, par téléphonie sans fil, l'Italie n'établit qu'en 1924 les bases d'un service de radiodiffusion. En France, la première audition eut lieu en novembre 1921, à l'occasion du centenaire d'Ampère ; en Angleterre, en 1922. Donc, le 6 octobre 1924, la station de Rome (1 kw 5) inaugurait la radiodiffusion italienne avec trois ans de retard sur la France. Etant donné les rapides progrès de la radiotéchnique, c'était là un handicap sérieux ; mais ce retard devait lui permettre de bénéficier immédiatement des expériences et des tâtonnements des autres pays. Aussi, ce retard fut-il vite comblé et, aujourd'hui, la radio italienne se place parmi les mieux organisées d'Europe. Notre collaborateur M. Giorgi, au cours d'un récent voyage, a visité les installations transalpines que nous décrivons ici.

La radiodiffusion italienne compte aujourd'hui quatorze stations modernes totalisant 187 kilowatts. Elle utilise un réseau de

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 207, page 241.

3.700 kilomètres de câbles spéciaux pour les retransmissions. Un magnifique palais de la Radio à Rome, un important théâtre à Turin, deux à Milan, un remarquable centre de contrôle à Sesto Calende, deux orchestres de chacun quatre-vingts musiciens choisis parmi les meilleurs artistes, une organisation technique poussée très loin, sont les éléments des progrès de la radio italienne.

Comment est organisée la radiodiffusion en Italie

Une idée domine l'organisation des services de radiodiffusion. Elle part de ce principe qu'il est impossible de mettre au point une organisation artistique sérieuse auprès de chaque émetteur. En effet, quels frais faudrait-il prévoir pour disposer d'un orchestre par station ? Par ailleurs, trouverait-on des ressources artistiques suffisantes dans toutes les villes ? Aussi, en Italie, chaque station ne dispose-t-elle pas d'une organisation propre. Elle n'établit ni son programme, ni son horaire d'émission. Toutes les stations sont réparties en deux groupes : le *groupe Nord* (Turin, Milan, Gênes, Trieste et Florence) ; le *groupe Sud* (Rome, Naples et Bari).

Toutes les stations du *groupe Nord* transmettent le programme de *Turin* ; celles du *groupe Sud*, le programme de *Rome*.

Aussi les auditeurs ne disposent que de deux programmes quotidiens, mais ils sont sûrs que ces programmes sont choisis et exécutés dans les meilleures conditions possibles.

Cette organisation ne peut évidemment exister que si les stations sont reliées entre elles. Pour cela, 3.700 kilomètres de câbles spéciaux ont été installés, car on a toujours refusé d'utiliser les câbles téléphoniques ordinaires, qui ne sont pas prévus pour transmettre intégralement toutes les fréquences mises en jeu, de 30 à 9.000 cycles.

Seules, deux stations, Bolzano et Palerme fonctionnent individuellement, en attendant

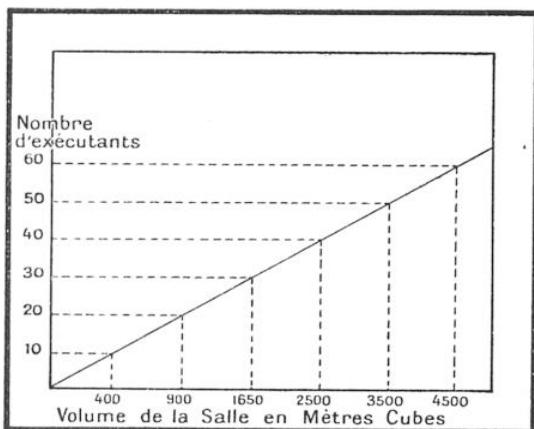


FIG. 1. — LE VOLUME D'UNE SALLE DOIT VARIER AVEC LE NOMBRE D'EXÉCUTANTS
Diagramme montrant le volume le plus convenable pour une salle d'émission en fonction du nombre d'exécutants qui doivent y prendre place.

l'établissement des câbles nécessaires à leur liaison au réseau italien.

Signalons également que trois stations de moindre importance (Turin II, Milan II, Rome III) fonctionnent pour permettre aux galénistes de capter l'un ou l'autre des programmes italiens.

Enfin, une station est en construction à Bologne et un émetteur de très grande puissance est projeté à Rome.

Pour terminer ce coup d'œil général sur cette organisation, il faut signaler le *Centre de Contrôle de Sesto Calende*. Afin que les divers organismes de l'ensemble de la radio concourent avec fruit au même but : obtenir

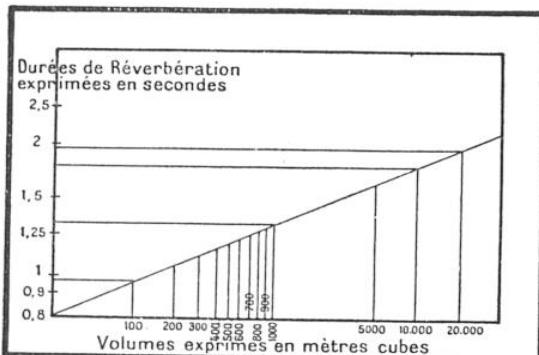


FIG. 2. — LA « RÉVERBÉRATION » DOIT ÊTRE ÉTUĐIÉE SELON LE VOLUME DE LA SALLE

Ce diagramme, établi empiriquement par F.-R. Watson, professeur de physique expérimentale à l'Université de l'Illinois (Etats-Unis), donne les durées les plus convenables de la réverbération en fonction du volume de la salle.

de bonnes émissions, il faut qu'aucune négligence ne vienne fausser le fonctionnement d'un rouage, si minime soit-il. Ainsi, la qualité technique, voire artistique, a-t-elle laissé à désirer? La fréquence d'une station a-t-elle varié? Tous ces défauts sont impitoyablement signalés à la direction générale de la radio, qui prend immédiatement les décisions nécessaires. Un écart horaire de deux minutes n'est même pas toléré.

A Sesto Calende, des opérateurs spécialisés, munis d'appareils perfectionnés (sept appareils), contrôlent en permanence, minute par minute, le fonctionnement de toutes les stations italiennes. Et ceci aboutit à une quasi-perfection.

En résumé, l'organisation générale de la

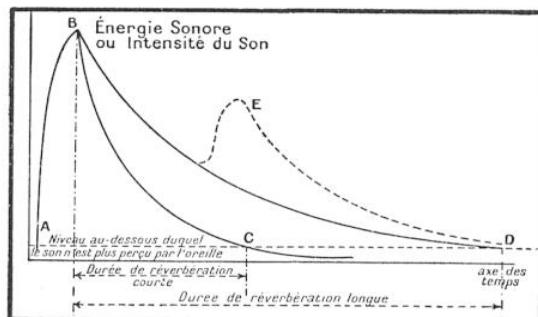


FIG. 3. — DÉCROISSANCE DU SON EN FONCTION DES DURÉES DE RÉVERBÉRATION
Si la réverbération est irrégulière (courbe ED), et si le temps s'écoulant entre B et E dépasse 1/12^e de seconde, l'auditeur a la sensation désagréable de la répétition du son, d'un écho.

radio italienne est conçue de sorte qu'en tous les points du pays, à toute heure et quelles que soient les conditions atmosphériques, un auditeur, même pourvu d'un appareil très modeste, est assuré de pouvoir écouter parfaitement le programme de son groupe. L'auditeur possède-t-il un appareil plus puissant? Il peut alors choisir entre les deux groupes. D'ailleurs, rappelons qu'à Rome, à Milan et à Turin, des stations montées à l'intention des possesseurs d'un poste à galène leur permettent de bénéficier des deux programmes quotidiens italiens. Ajoutons que le réseau des câbles spéciaux de radiodiffusion autorise le relais général de toute manifestation, quelle que soit la station d'origine qui transmet cette manifestation.

Le Palais de la Radio, base de la radiodiffusion italienne

Une radiodiffusion ne peut exister que s'il existe un centre technique d'émissions chargé

de préparer celles-ci dans les meilleures conditions compatibles avec les progrès de la technique. Tel est le rôle du Palais de la Radio de Rome, qui permet de mettre en valeur les ressources artistiques (orchestres choisis, artistes célèbres) dont l'Italie peut disposer, puisqu'elle n'éparpille pas ses richesses entre de multiples programmes.

Extérieurement, le Palais de la Radio ne présente rien de particulier. Mais c'est une construction spéciale, aux fondations profondes, aux murs épais comme ceux d'une forteresse et renfermant des pièces de plusieurs milliers de mètres cubes, dans lesquelles aucun bruit extérieur ne peut pénétrer. Ces pièces constituent les auditoria où règne, normalement, le silence le plus absolu. Quel que soit le vacarme du dehors, qu'un orchestre de quatre-vingts musiciens joue dans un auditorium, aucun de ces bruits ne pénètre dans la pièce voisine. A cet effet, les murs, le plafond et le plancher de chaque

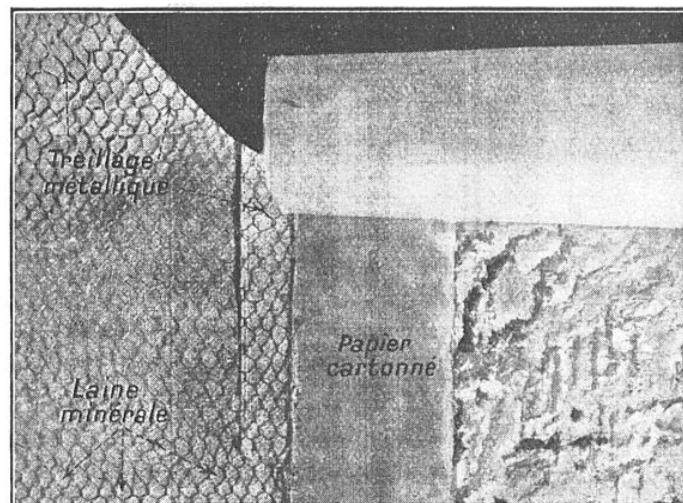


FIG. 5. — COMMENT EST RÉALISÉ, D'UNE FAÇON COMPLÈTE, L'ISOLEMENT ACOUSTIQUE D'UN STUDIO
Laine minérale maintenue par treillages métalliques, papier cartonné constituent un revêtement ayant une absorption de 40 % à toutes les fréquences et assurent le silence absolu.

salle constituent une structure intérieure reliée à la structure murale de l'édifice par des matériaux entièrement élastiques. Dans l'épaisseur des murs se trouvent des matériaux mauvais conducteurs du son, tels que du papier, du coton, du feutre (surtout dans le plafond), du molleton, du carton bitumé. Il va de soi que les ouvertures sont également très étudiées ; les portes et les fenêtres sont triples, les conduites d'air frais (indispensables dans ces locaux hermétiquement fermés) ne laissent passer aucun bruit, aucun son d'un auditorium à l'autre.

Ainsi, chaque salle d'émission est absolument isolée au point de vue acoustique. Mais cela ne suffit pas. Il faut encore que le ou les microphones recueillant les sons captent ces derniers dans les meilleures conditions, en vue de la reproduction. C'est là un point capital de la réalisation d'une bonne émission.

Or, tout le monde sait maintenant qu'un son n'est jamais simple, c'est-à-dire qu'il ne peut se traduire par un nombre de vibrations déterminé. S'il en était ainsi, la même note, — le

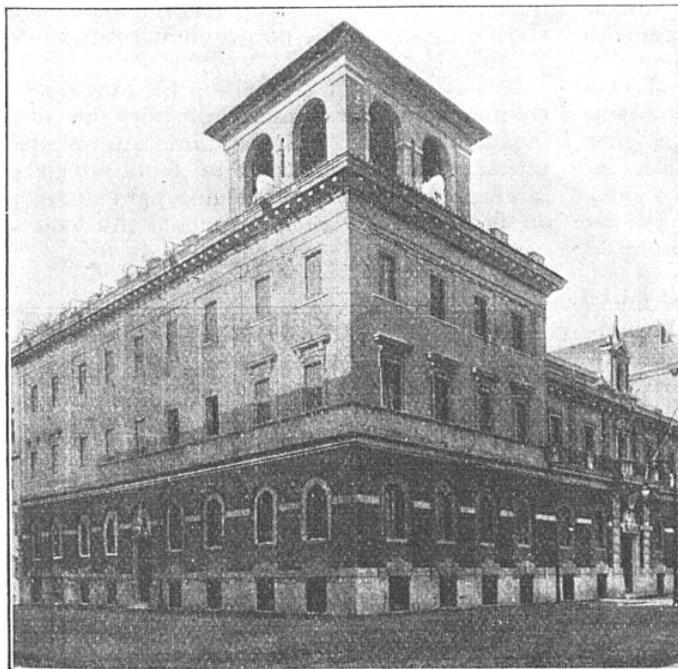


FIG. 4. — LE PALAIS DE LA RADIO A ROME
Sept studios différents, acoustiquement isolés de façon absolue, sont prévus pour les divers genres de concerts exécutés.

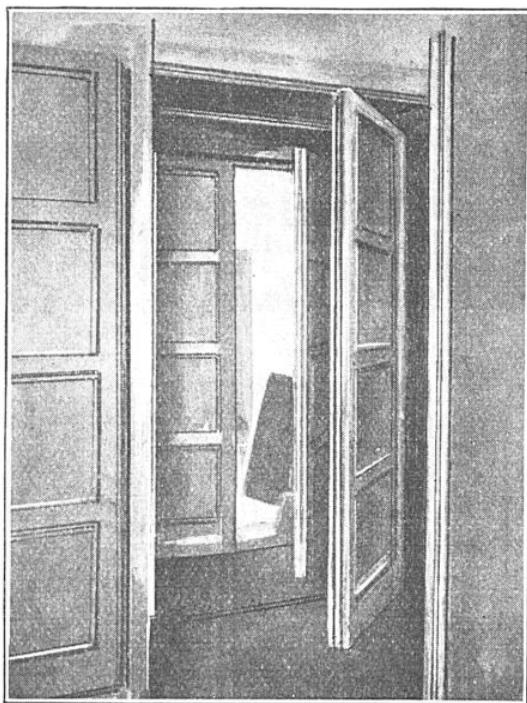


FIG. 6. — UNE TRIPLE PORTE D'UN DES STUDIOS DU PALAIS DE LA RADIO A ROME

la, par exemple, dont le son fondamental correspond à 435 vibrations par seconde, — donnée par un piano, un violon ou un autre instrument, produirait sur l'oreille un effet identique. Il n'en est évidemment rien, sans quoi il serait impossible de distinguer entre eux les instruments de musique. Ici interviennent les *harmoniques* du son fondamental, dont la superposition des vibrations à celles de ce dernier donnent le *timbre* de l'instrument.

Si donc on imaginait un orchestre nombreux émettant des sons purs, sans harmoniques, aucun morceau joué n'aurait un caractère artistique, tous les instruments se confondant les uns avec les autres.

Il est donc indispensable de transmettre les harmoniques grâce au microphone, qui les transforme en courants électriques variables envoyés, après amplification, dans l'antenne rayonnant les ondes.

Comment est étudiée l'acoustique des studios de Rome

Tout d'abord, il est évident qu'une salle d'émission doit varier de volume suivant l'énergie sonore produite dans cette salle. Un grand orchestre ne peut jouer dans un studio au plafond bas, aux dimensions

exiguës. Le microphone serait « surchargé », ce qui provoquerait des distorsions aussi fâcheuses qu'inévitables. Cette condition a été comprise dans tous les pays, dont les centres émetteurs disposent de plusieurs studios.

Il faut, de plus, que la sonorité de la salle soit convenablement étudiée. On se souvient certainement du soin que l'on apportait jadis à étouffer, dans les studios, toute réflexion du son sur les parois des auditoria. Des tapis épais recouvriraient le sol, des tentures étaient placées le long de tous les murs, de sorte que, lorsqu'on parlait dans une telle salle, la voix paraissait mate et blanche, donc déformée par rapport à la voix que l'oreille a l'habitude d'entendre. Il est indispensable de revenir sur cette erreur et de donner à la salle une sonorité étudiée produisant un prolongement sonore rendant les sons plus naturels.

Puisque, d'autre part, on doit disposer de plusieurs studios spécialisés au genre d'émission, chacun d'eux aura une sonorité particulière.

L'étude de la réverbération (1), c'est-à-dire de la réflexion des sons sur les parois et de sa durée, a abouti à cette double constatation : il faut que l'absorption des revêtements soit la même pour toutes les fréquences musicales ; que la réverbération soit régulière, sous peine de provoquer des répétitions.

Enfin, un centre d'émission bien organisé, comme celui de Rome, doit posséder des ingénieurs du son qui, pendant la représentation, doivent maintenir un équilibre parfait entre l'orchestre et le chant, par exemple, ou entre les divers instruments musicaux.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 204, page 462.

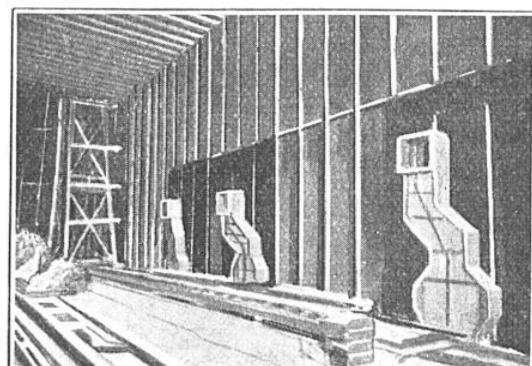


FIG. 7. — LES CONDUITS D'AÉRATION SONT ÉTUDIÉS TOUT SPÉCIALEMENT POUR ÉVITER LE PASSAGE DES ONDES SONORES

A Rome, le Palais de la Radio comporte sept studios. Les deux plus grands mesurent 25 mètres de long sur 16 mètres de large, 10 mètres de haut, soit 4.000 mètres cubes. Trois autres plus petits ont 1.568 mètres cubes. Les deux derniers, encore plus petits, sont réservés à la musique de chambre, conférences, etc. Le centre d'émission de Rome constitue donc un ensemble parfait où, constamment, sont répétées les œuvres avant d'être jouées. Certains opéras ont exigé jusqu'à quatorze répétitions.

Nous devons, malheureusement, constater qu'en France un pareil effort n'a pas été fourni, et que nos studios sont encore loin de répondre aux meilleures conditions que nous venons d'examiner.

Une remarquable organisation artistique

Les ressources artistiques de l'Italie sont immenses. Encore fallait-il les utiliser rationnellement pour la plus grande satisfaction des sans-filistes. On conçoit déjà que la réduction à deux du nombre des programmes ait facilité la tâche des organisateurs ; mais, en outre, l'Etat leur a apporté son appui.

En effet, une loi de 1928 impose à tous les directeurs de théâtres, de salles de concerts, de conservatoires, la diffusion de leurs représentations suivant certaines modalités et moyennant une indemnité convenable. Celle-ci prévoit la part de chacun : personnel, auteurs, artistes, compositeurs, directeurs, musiciens, choristes, etc. D'ailleurs, théâtre et radio s'entendent parfaitement, et le comité arbitral chargé de régler les différends possibles n'a, en fait, jamais eu à intervenir.

Les théâtres étant certains que la radiodiffusion ne déformerai pas le spectacle, par

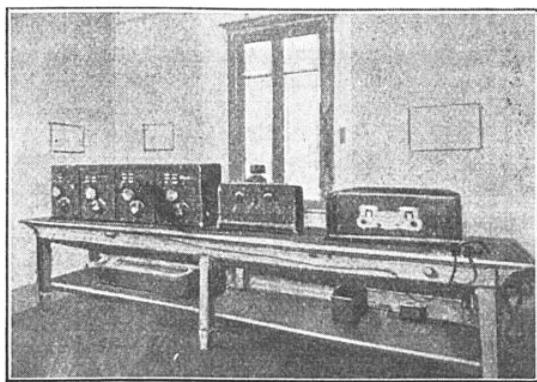


FIG. 8. — SALLE DE MESURE DES FRÉQUENCES AU CENTRE DE CONTRÔLE DE SESTO CALENDE

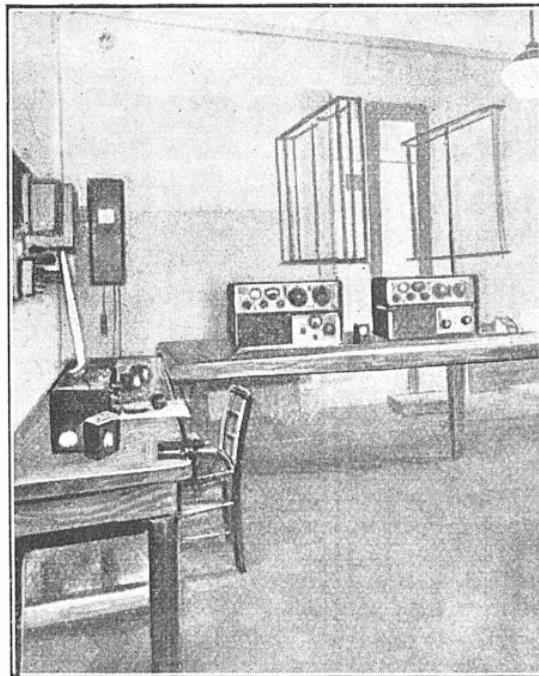


FIG. 9. — SALLE DE MESURE DU CHAMP ÉLECTROMAGNÉTIQUE A SESTO CALENDE

suite de sa parfaite organisation technique, sont très heureux de recevoir l'indemnité prévue.

De plus, les artistes gagnent à cette entente. En effet, en dehors de la saison théâtrale, très courte en Italie (d'octobre à mars), ces mêmes artistes sont engagés pour les représentations organisées dans les studios d'émission.

Reste la question des programmes. Plusieurs mois à l'avance, les services de la radiodiffusion traitent avec tous les grands théâtres, et pour toute la saison, pour le nombre de représentations nécessaires, en général, deux opéras par semaine.

Il faut signaler encore que les répétitions en studio s'effectuent tout comme au théâtre. C'est une condition indispensable d'une bonne représentation. Ainsi, dans une semaine, l'auditeur italien pourra entendre : deux opéras, une opérette, une soirée de « variétés » (jazz, chansons, revues), une soirée de comédie, une de musique de chambre et comédie. Pour assurer l'excellence des représentations, la radio italienne n'a pas hésité à organiser des écoles de solistes et de choristes. On ne doit donc pas s'étonner si l'Italie reçoit de nombreuses demandes de relais du monde entier. Voilà une remarquable propagande pour l'art italien.

D'où vient l'argent ?

Il est évident qu'une telle organisation a exigé de puissants capitaux et des revenus importants. Pourtant, la radio italienne n'est pas riche. Elle est concédée à une société privée, l'*E. I. A. R.*, qui encaisse les taxes versées par les sans-familles (80 lires par an et par appareil), et qui, sous le contrôle de l'Etat, doit assurer, dans des conditions fixées, le bon fonctionnement de la radiodiffusion. Or, avec le produit des taxes et de la publicité, environ 40 millions de lires, non seulement elle fait face à tous ses besoins, mais encore elle verse à l'Etat 1.250.000 lires par an, sous forme de taxes et impôts, et son bénéfice dépasse 800.000 lires. Sans une organisation impeccable, un tel résultat serait impossible. Pour faire vivre une radiodiffusion, il n'est donc pas besoin de revenus aussi considérables qu'on pourrait le penser, à condition que ces revenus soient intégralement versés à la Radio et rationnellement utilisés. La radio italienne, grâce à une excellente formule d'exploitation et à une remarquable équipe d'animateurs, est parvenue au résultat cherché.

Il faut signaler, d'ailleurs, également la vulgarisation de la radiodiffusion dans les écoles (plus de 1.700 écoles possèdent un appareil de T. S. F.) et à la campagne.

En Italie, la propagande en faveur de la radio est active

Nous terminerons cet exposé sur la radio italienne en mentionnant les efforts effectués pour vulgariser la T. S. F. A Turin, existe un centre de propagande unique, où tout ce qui concerne le développement de la radio est catalogué dans des fichiers ingénieux où

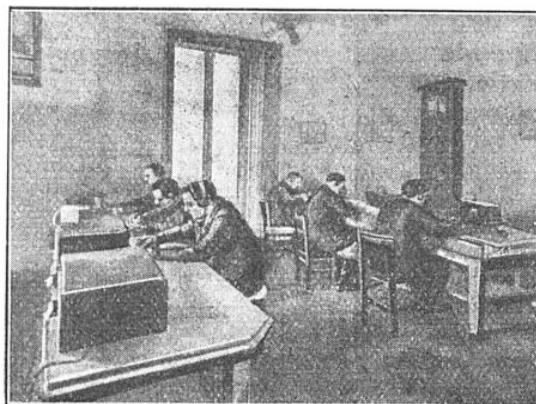


FIG. 10. — CONTRÔLE DE LA RÉCEPTION ET DE L'ÉMISSION A SESTO CALENDE

l'on peut trouver immédiatement un renseignement quelconque et précis.

Enfin, des pionniers bénévoles, au nombre de 3.000, font une intense propagande dans toute la péninsule. Chaque pionnier recrute, dans le rayon d'action qui lui est concédé, les futurs sans-familles, en faisant connaître à ces derniers tous les avantages et agréments de la T. S. F. La Société *E. I. A. R.* délivre à ces bons serviteurs de la radio des diplômes, des certificats et autres distinctions honorifiques. De plus, des concours sont organisés entre les pionniers, et des primes importantes, même en espèces, sont attribuées à ceux qui ont obtenu les meilleurs résultats.

Bien entendu, une publicité intense dans les journaux et périodiques vante constamment les bienfaits de la T. S. F.

En France, il reste beaucoup à faire

Ce tableau de l'organisation de la radio en Italie suffit à nous montrer ce qu'il reste à faire en France pour redonner à la T. S. F. le développement auquel elle a droit.

Il faudrait améliorer les studios en suivant les dernières

données de la technique ;achever l'installation des câbles spéciaux pour les retransmissions, condition essentielle d'un bon rendement ; créer un centre de contrôle et recruter une bonne équipe d'ingénieurs du son. Il faudrait enfin éviter l'éparpillement des efforts et concentrer en un nombre restreint de centres d'émissions la multitude des programmes actuels. Dans ces conditions, assurés d'un programme bien étudié et bien exécuté, d'une retransmission sans défaut, non seulement les auditeurs estiment juste la taxe qui leur est demandée, mais encore se multiplient rapidement, d'où un nouvel accroissement des revenus de la radio.

JEAN MARCHAND.

L'état-major allemand a affirmé que la guerre moderne doit se dérouler sous le signe de la science et de la vitesse. Aussi, *La Science et la Vie* suit-elle régulièrement et impartiallement l'évolution rapide des armements, de la motorisation et des méthodes de combat dans le monde, sur terre, dans les airs et sur mer. Ce n'est pas œuvre « alarmiste » que de signaler les progrès des uns, les défaillances des autres.

VOICI LA CONCEPTION DU RADIORÉCEPTEUR IDÉAL POUR 1935

Par C. VINOGRADOW

En présence des multiples perfectionnements apportés récemment aux radiorécepteurs et présentés par les nombreux constructeurs, le sans-filiste peut parfois se demander comment fixer son choix afin de bénéficier au maximum du progrès technique. Pour répondre au désir exprimé par tant d'amateurs de radiophonie, notre collaborateur expose ici ce qu'ils ont le droit d'exiger d'un poste vraiment moderne : au point de vue de sa sensibilité, de sa sélectivité, de la fidélité, de la musicalité, de sa facilité de réglage, etc. Un classement rationnel des radiorécepteurs étant maintenant possible, nous avons tenu à en donner connaissance à nos lecteurs.

IL y a encore à peine quatre ou cinq ans, la diversité des appareils radiorécepteurs était telle qu'aucun essai de classification sérieuse n'était possible. Actuellement, les progrès de la technique ont abouti à une certaine unification qui autorise l'établissement d'un classement bien défini.

Les divers modèles actuellement construits et vendus peuvent être divisés en plusieurs classes différentes que nous avons indiquées sur les tableaux 1 et 2.

Dans cette classification, nous avons pris comme base les caractéristiques électriques de l'appareil, et notamment le nombre des circuits accordés utilisés par ce dernier.

Nous aurions pu prendre aussi bien comme base de la classification les qualités essentielles du récepteur, qui sont, comme on sait, sa sélectivité et sa sensibilité. Malheureusement, cette classification présente deux inconvénients. Tout d'abord, les « performances » d'un récepteur sont le résultat des soins avec lesquels il a été étudié et établi. Il est évident, dans ces conditions, que deux appareils montés suivant le même schéma, mais par deux constructeurs, peuvent avoir des qualités bien différentes.

En outre, il est nécessaire d'être complètement d'accord en ce qui concerne le procédé d'établissement de ces chiffres caractérisant les qualités quelque peu abstraites que sont la « sensibilité » et la « sélectivité ».

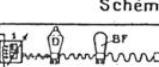
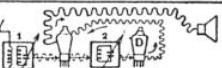
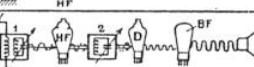
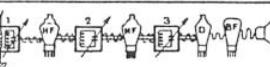
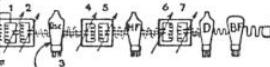
Comment devons-nous mesurer la sélectivité et la sensibilité d'un récepteur? L'usage international, s'inspirant de la convention des constructeurs américains, a adopté, pour caractériser la sensibilité de l'appareil, le nombre de microvolts qu'il faut appliquer à l'antenne du poste pour avoir, après la dernière lampe, un signal

ayant la puissance de 50 milliwatts. Il est évident que cette mesure doit être faite toujours avec une antenne standard ayant une résistance, une capacité et une self réparties bien déterminées.

La mesure de la sélectivité est basée sur les considérations suivantes :

Supposons que nous recevions une station et que sa puissance soit telle qu'au moment de l'accord, elle donne, après la dernière lampe, juste la puissance de 50 milliwatts. Tournons maintenant le condensateur jusqu'à ce que notre poste soit désaccordé de 9 kilocycles. Au fur et à mesure du désaccord, la puissance donnée par la dernière lampe diminuera, et ceci d'autant plus que le poste est plus sélectif. Supposons qu'au moment du désaccord de 9 kilocycles, la dernière lampe fournit encore une puissance de 2 milliwatts. Cela signifie que, pour un désaccord de 9 kilocycles, la station ne produit, dans la plaque de la dernière lampe, que $1/25^{\text{e}}$ de la puissance qu'elle développait à l'accord exact. Nous dirons que la sélectivité du poste est de $1/25$. Le rapport entre la puissance au moment du désaccord de 9 kilocycles et la puissance maximum correspondant à l'accord mesure donc la sélectivité. Ainsi, dans notre exemple, la sélectivité est de $1/25^{\text{e}}$, ce qui correspond, à peu près, à la sélectivité d'un poste à deux lampes.

Un bon récepteur à deux circuit accordés ne laisse persister, au moment du désaccord de 9 kilocycles, que 0,6 ou 0,5 milliwatts, et un bon superhétérodyne moderne, 0,07 ou même 0,05 milliwatts. Cela correspond respectivement à la sélectivité de $1/100^{\text{e}}$ pour le premier et de $1/1.000^{\text{e}}$ pour le second. La valeur du désaccord fut fixée

Type	Montage	Nombre de circuits	Nombre de lampes	Schéma
1	Direct	1	2	
2	Direct-reflex	2	2	
3	Direct	2	3	
4	Direct	3	4	
5	Super	4	3	
6	Super-reflex	6	3	
7	Super	7	4	
8	Super	7	5	

Légende: Courant HF; Courant MF; Courant BF.

TABLEAU 1. — VOICI LES DIVERS TYPES DE MONTAGES ACTUELLEMENT UTILISÉS POUR LES RADIORÉCEPTEURS

intentionnellement à 9 kilocycles, car il correspond ainsi exactement à l'écart des fréquences établi entre deux stations voisines par le plan de Lucerne (1).

Bien que ce mode de classification ne présente pas une base absolument stable, il permet, néanmoins, de comparer entre eux les divers montages mentionnés dans le tableau 1.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 200, page 169.

Il est nécessaire, bien entendu, de prendre les valeurs moyennes des « performances » réalisées par un grand nombre d'appareils semblables. Le tableau 2 nous donne cette classification et nous permet d'établir une certaine hiérarchie entre les divers montages, en nous indiquant les limites supérieures des qualités que nous pouvons attendre de chacun d'eux.

La stabilisation quasi définitive des principes fondamentaux de la construction a permis aux constructeurs de diriger tout particulièrement, cette année, leur attention vers des perfectionnements de détail et vers la simplification des manœuvres exigées par le réglage des postes. Certains réglages ont été confiés ainsi à des dispositifs entièrement automatiques ; d'autres ont été facilités à l'extrême par des systèmes ingénieux. Il est évident que ce sont les postes les plus puissants et, partant, les plus chers, qui ont reçu le maximum de ces perfectionnements.

Les schémas de principe des divers postes sont indiqués par le tableau 1. Un grand nombre d'organes est commun à tous les schémas. Par conséquent, en examinant les uns après les autres les divers organes du schéma le plus compliqué et en notant les divers perfectionnements ou modifications qui ont été réalisés, on pourra facilement se représenter l'ensemble des perfectionnements apportés par les divers constructeurs à la technique des radiorécepteurs en général.

Les bobinages ont une influence profonde sur le rendement

Parmi les diverses causes du mauvais rendement des enroulements, on doit en signaler deux dont l'influence est considérable. Pre-

Type	Schéma	Nombre des circuits	Nombre des lampes	Sensibilité moyenne	Sélectivité à 9 kilocycles
I a	Direct	1	2	1.000 à 100	1/35 à 1/40
II a	—	2	3	50 à 25	1/80
II b	Super	4	3	125 à 75	1/175
II c	Direct-reflex	2	2	80 à 50	1/80 à 1/100
III a	Direct	3	4	25 à 20	1/130 à 1/175
III b	Super-reflex	6	3	30 à 10	1/300
IV.....	Super	7	4	20 à 5	1/400 à 1/1.000
V.....	Super	7	5	10 à 3	1/700 à 1/1.000

TABLEAU 2. — CLASSIFICATION DES RÉCEPTEURS PAR PERFORMANCES

mièrement, c'est l'absorption de l'énergie dans les divers conducteurs pouvant se trouver dans le champ de la bobine ; deuxièmement, ce sont les pertes provoquées par la résistance ohmique de l'enroulement même.

Prenons une bobine ordinaire (fig. 3). Elle possède une certaine self-induction et une certaine résistance ohmique. Introduisons à l'intérieur de la bobine un noyau en fer doux (II, fig. 3). La self-induction de la bobine augmente considérablement. Si, tout en introduisant le noyau de fer doux, nous voulons que la bobine conserve le même coefficient de self-induction qu'auparavant, nous devons lui enlever un certain nombre de spires. Par conséquent, en utilisant des noyaux convenablement étudiés, nous pouvons réaliser des enroulements ayant un nombre de spires beaucoup plus restreint. Ainsi, la résistance ohmique d'une self « à fer » sera beaucoup plus faible que celle d'une self analogue bobinée « sur air ». De plus, le champ magnétique de la bobine sera canalisé presque entièrement dans le noyau et n'ira pas induire des courants secondaires dans les pièces métalliques environnantes. Enfin, les dimensions de la bobine seront beaucoup plus faibles, et il sera plus facile de la blinder et de la soustraire à l'influence des champs électriques voisins. On ne pouvait pas songer à employer le fer massif pour les noyaux des bobines parcourues par des oscillations aussi rapides que celles utilisées dans la radiophonie. Il fallait utiliser le fer finement pulvérisé en particules séparées, noyées dans un vernis isolant et ensuite agglomérées en noyaux solides. Les bobines réalisées ainsi sur noyau « à fer » donnent un rendement nettement supérieur à celui des bobines ordinaires bobinées « sur air ». La figure 4 représente un ensemble d'accord, de fabrication anglaise, bobiné sur noyau de fer.

Un des avantages des bobinages sur fer est la possibilité de modifier la valeur selfique en ménageant, dans le noyau, un faible entrefer variable. En variant ce dernier, on peut donner à la self la valeur exacte exigée

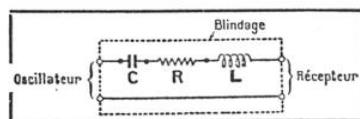


FIG. 1. — ANTENNE FICTIVE STANDARD

$c = 0,2 / 1.000 \text{ microfarads}$; $R = 25 \text{ ohms}$; $L = 20 \text{ microhenrys}$.

par le montage, sans modifier le nombre des spires. Les bobinages « à fer » sont employés non seulement dans

les postes chers ou compliqués, mais également dans les postes simples à deux ou trois circuits, dont ils améliorent notablement le rendement.

Le changement de fréquence est toujours à l'honneur

Le plus grand nombre des postes construits actuellement utilise le principe du changement de fréquence, en particulier les postes de luxe, classes 7 et 8 (v. tableau 1).

L'organe principal de chaque poste changeur de fréquence est évidemment la lampe oscillatrice-mélangeuse. La lampe heptode et la lampe octode (1) semblaient donner, jusqu'à ces derniers mois, la solution la plus rationnelle du problème du changement de fréquence.

Actuellement, encore, la plus grande partie des postes superhétérodynes modernes sont montés avec des lampes oscillatrices de l'un de ces deux types. Mais il semble que la solution prochaine du problème sera donnée par des lampes réunissant, sous une enveloppe unique et autour du même filament, deux lampes absolument distinctes, ayant chacune son flux d'électrons et sa plaque finale.

Ainsi, au point de vue théorique, on retrouvera, sous une forme plus économique, l'ancien montage changeur de fréquence à deux lampes. Ce dernier donnait des résultats très satisfaisants et possédait de grands avantages, mais était éclipsé par les montages à lampe unique, plus économiques et plus simples.

La figure 6 donne le schéma de la nouvelle lampe triode-hexode à deux plaques. La grille accélératrice de la lampe hexode est réunie directement à la grille de la lampe triode, à l'intérieur de l'ampoule.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 201, page 222.

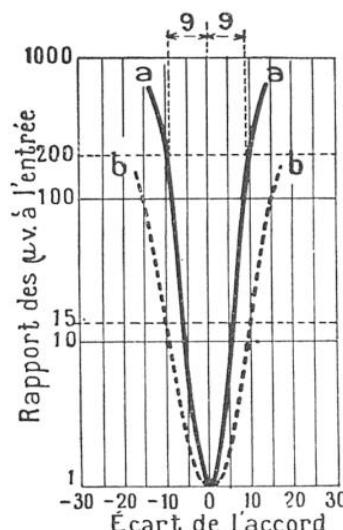


FIG. 2. — UNE GRANDE SÉLECTIVITÉ (COURBE a) DIMINUE LA BANDE DE FRÉQUENCE ET NE LAISSE PAS PASSER ÉGALEMENT TOUTES LES NOTES, COMME UNE SÉLECTIVITÉ MOINS GRANDE (COURBE b)

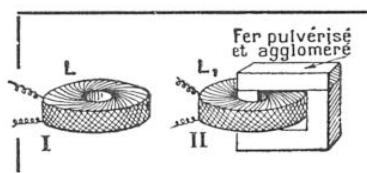


FIG. 3. — LES DEUX BOBINES L , L_1 SONT IDENTIQUES, MAIS LA SELF INDUCTION DE L_1 EST PLUS GRANDE PAR SUITE DU NOYAU DE FER

but unique des circuits « haute fréquence » précédant la lampe mélangeuse est d'éliminer la réception du deuxième battement, c'est-à-dire d'une émission dont la fréquence diffère de celle de l'émission désirée de la valeur double de la moyenne fréquence.

Le « filtre d'image » est constitué tout simplement par un circuit couplé avec l'antenne et qui est réglé de telle façon qu'à chaque moment il se trouve accordé sur une fréquence supérieure pouvant donner la « réception image ». La fréquence correspondant à l'accord principal franchit facilement le « filtre d'image » et se trouve reçue et amplifiée normalement. Par contre, la fréquence capable de donner la « réception-image » parasite est absorbée par le filtre et affaiblie dans une telle proportion que son influence perturbatrice devient absolument négligeable. Le « filtre d'image » permet une réception exempte de toutes interférences ou siffllements si gênants dans un poste superhétérodyne..

Les cadrants ont fait l'objet de multiples recherches

La partie haute fréquence que nous examinons comporte obligatoirement un certain nombre de condensateurs variables. Leur nombre varie généralement de 1 à 3, suivant le schéma de l'appareil. Actuellement, ces condensateurs sont toujours commandés par un bouton unique

Le « filtre d'image » évite les interférences

Il y a lieu de parler ici d'un dispositif ingénier, dit « filtre d'image ». On sait que le

agissant simultanément sur tous les rotors des condensateurs réunis sur le même axe. Pour permettre le réglage, l'axe des rotors des condensateurs est obligatoirement réuni à un index se déplaçant devant un cadran. Les postes modernes permettent une bonne réception de cent à cent cinquante stations différentes. Pour rendre facile le repérage d'une station déterminée, parmi tant d'autres, les constructeurs ont fait preuve, ces dernières années, d'une ingéniosité remarquable. Dans les cadrants les plus répandus actuellement, les stations sont inscrites suivant l'ordre de leurs longueurs d'ondes. Le nom de la station correspondant à l'accord est indiqué soit par un voyant lumineux, soit par un index.

La longueur d'onde d'une station d'émission est une caractéristique arbitraire due à la décision d'une conférence internationale.

Par conséquent, rien, à priori, n'indique à l'opérateur l'ordre d'inscription des diverses sta-

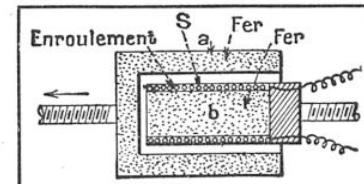


FIG. 5. — SELF VARIABLE A NOYAU DE FER DOUX

Quand l'enveloppe a est entièrement engagée sur la bobine S, la self induction est maximum. Elle est minimum quand la self S est sortie de l'enveloppe de fer.

tions. Rien ne lui fait prévoir, par exemple, que les fréquences de Toulouse et de Hambourg sont voisines. Tel est le premier inconvénient de la disposition des stations suivant leurs longueurs d'ondes. Un autre inconvénient de la plupart des cadrants est leur mauvaise visibilité, car, tout en portant un nombre considérable de noms, ils ont ordinairement des dimensions relativement faibles. Le remède le plus simple consiste à agrandir le cadran et inscrire les noms sur un espace plus grand. Tel est le cadran représenté par la figure 11, où les noms des stations sont inscrits sur un cercle très large et bien éclairé. D'autres constructeurs utilisent, dans le même but, des échelles différentes pour les différentes gammes d'ondes.

Pour permettre de distinguer plus facilement la station correspondant à l'accord, certains cadrants ont recours à des aiguilles très fines, d'autres à de petites fenêtres ou points lumineux placés à côté de chaque nom et s'illuminant juste au moment où le condensateur se trouve dans le voisinage de l'accord.

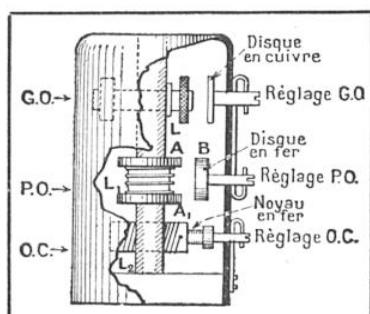


FIG. 4. — ENSEMBLE D'ACCORD POUR TOUTES ONDES. LES ENROULEMENTS P. O. ET O. C. (ONDES COURTES) SONT BOBINÉS SUR NOYAUX DE FER

cord. Une solution élégante et réellement efficace est apportée par le *cadran-cinéma* ou *kino-scala*, comme le nomment les Allemands. Au-dessus du cadran se trouve une petite fenêtre munie d'un verre dépoli ; chaque fois que l'index du cadran passe devant une station, le nom de cette dernière apparaît dans la fenêtre en grandes lettres blanches sur fond noir. Le dispositif est très simple. Les noms des stations sont inscrits en lettres transparentes sur un disque noir conjugué avec l'axe des condensateurs. Suivant la position des condensateurs, ces noms sont présentés les uns après les autres devant l'objectif d'une véritable lanterne de projection en miniature.

Afin d'éviter la disposition peu commode des stations suivant leurs longueurs d'ondes, certains constructeurs ont réalisé des cadrants qui permettent un classement des stations dans un ordre alphabétique, ou presque.

D'autres cadrants utilisent un véritable répertoire alphabétique, inscrit sur un tambour et portant, vis-à-vis le nom de chaque station, deux chiffres donnant la position exacte de l'index correspondant à la réception de cette station.

Indiquons également le réglage « national ». L'appareil possède un levier spécial. Placé devant le nom d'un pays, il ne permet au poste de recevoir que les stations de ce pays, en court-circuitant, par un dispositif mécanique compliqué, toutes les autres stations. Mais on est parvenu à faire mieux encore en France.

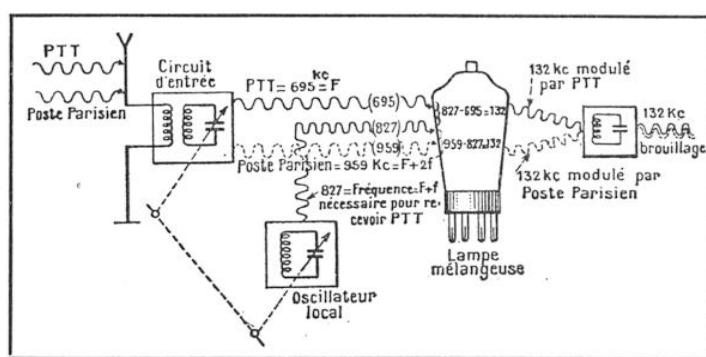


FIG. 7. — COMMENT SE PRODUIT LA « RÉCEPTION-IMAGE »

Vers l'automatisme complet

Examinons maintenant une solution originale réalisée par Grammont et présentée au dernier Salon de T. S. F. Le récepteur ne possède aucun organe de réglage d'accord manié à la main. Les noms des stations sont inscrits dans l'ordre strictement alphabétique sur un petit tableau placé sur le dessus du poste. A côté de chaque nom se trouve une petite douille de cuivre. Il suffit d'enfoncer une fiche dans l'orifice de la douille choisie pour que le poste se règle *automatiquement et silencieusement* sur la station désirée. Si on tient compte que le réglage est fait avec une précision de 0,2 kilocycle, et que l'opérateur ne doit s'occuper ni de la longueur d'onde de la station ni de la gamme où elle se trouve, on doit reconnaître que cette réalisation représente la solution presque idéale du problème. Ceci d'autant plus que ce système permet, en outre, le réglage à distance par simple adjonction d'un deuxième tableau analogue réuni au récepteur par un câble souple.

Le « crack-killer », pour les réceptions locales et contre les parasites

Dans un appareil récepteur, la lampe oscillatrice-mélangeuse est suivie par une ou deux lampes amplifiant les oscillations de la moyenne fréquence. C'est de ces lampes, qui sont habituellement à coefficient d'amplification variable, que dépend, en grande partie, la sensibilité du récepteur, et c'est sur ces lampes qu'agissent les divers dispositifs, automatiques ou non, réglant cette dernière. Dans les postes modernes, la sensibilité est réglée au maximum dès la construction, de façon à pouvoir la diminuer ensuite, lors de la réception des stations puissantes. Cette diminution de la sensibilité est entièrement automatique et est effectuée

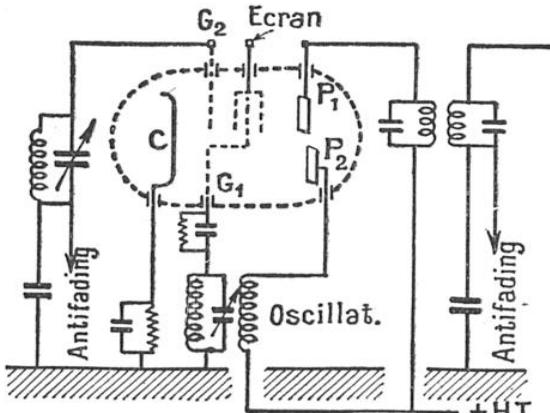


FIG. 6. — SCHÉMA DE LA NOUVELLE LAMPE TRIODE-HEXODE A DEUX PLAQUES

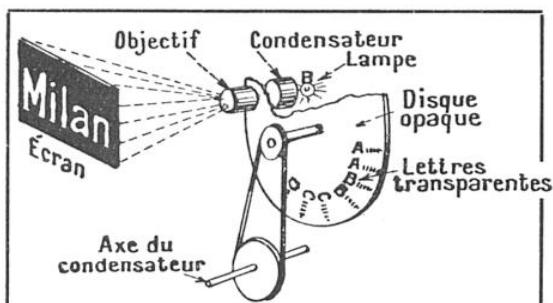


FIG. 8. — DISPOSITIF FAISANT APPARAITRE LES NOMS LUMINEUX DES STATIONS SUR LESQUELLES LE POSTE EST ACCORDÉ

par un dispositif spécial appelé « antifading » (1).

Supposons maintenant que nous écoutions pendant une soirée d'orage, ou que notre récepteur soit placé dans un endroit saturé par un grand nombre de perturbations parasites. Accordons notre récepteur sur une puissante station locale. Bien que la puissance de l'émission soit plus forte que celle des parasites, et malgré l'influence de l'« antifading » réduisant la sensibilité au minimum, la réception des « parasites » sera encore suffisamment intense pour empêcher toute écoute agréable.

Si, à ce moment, on diminue encore la sensibilité du poste, la reproduction des bruits parasites et l'audition régulière faibliront ensemble. Réglons cet affaiblissement supplémentaire de telle façon que les bruits parasites deviennent presque inaudibles. A ce moment, on entendra encore bien, grâce à sa grande puissance, l'émission locale ; mais cette dernière ne sera plus gênée par les bruits parasites. Ce dispositif d'« écoute locale » équipe maintenant un grand nombre d'appareils, et est constitué simplement par une résistance additionnelle qu'on insère en série avec la résistance de polarisation d'une des lampes à « pente variable ». La figure 9, à gauche, nous montre l'action, et la figure 9, à droite, le principe de ce dispositif, qui est souvent désigné par le terme anglais *crack-killer*.

L'indicateur de résonance facilite le réglage

Dans tous les postes récepteurs, la puissance d'audition diminue au fur et à mesure qu'on s'éloigne de l'accord exact. Mais, dans un poste muni du dispositif « antifading », cette diminution est moins prononcée, car l'« antifading » augmente la sensibilité du

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

récepteur au fur et à mesure de l'affaiblissement du signal. Cette action d'« antifading » rend plus difficile le réglage du poste, et tous les récepteurs modernes ayant le dispositif « antifading » utilisent un petit appareil, appelé « indicateur de résonance », permettant de trouver sans aucun tâtonnement la position de l'accord exact. C'est dans les circuits des plaques des lampes à pente (amplification) variable qu'on introduit normalement l'« indicateur de résonance ».

En effet, chaque fois que le poste se trouve accordé sur une émission, la polarisation négative des grilles de ces lampes augmente, grâce à l'« antifading », et le courant des plaques diminue d'une façon correspondante. La diminution maximum du courant-plaque correspond au moment de l'accord exact. Tous les indicateurs visuels de résonance ne sont, en somme, que des appareils nous permettant d'apercevoir l'instant où le courant-plaque passe par un minimum. Certains de ces dispositifs utilisent l'allongement de la lueur dans un tube au néon, mais le plus grand nombre ont recours à des millampèremètres. Les équipages mobiles de ces derniers portent, soit une aiguille se déplaçant devant un cadran, soit un volet obturant plus ou moins une fenêtre lumineuse.

D'ailleurs ces indicateurs ne permettent pas seulement de réaliser le réglage le plus correct sur une émission, mais encore de contrôler la puissance des réceptions. En effet, la déviation des indicateurs étant proportionnelle à l'amplitude de l'onde porteuse, ces derniers nous permettent de juger d'une façon très simple la puissance relative des diverses stations reçues par l'appareil.

Sélectivité variable

On sait que le plan de Lucerne a attribué à chaque station une bande de fréquence de 9 à 10 kilocycles.

La sélectivité normale des postes de

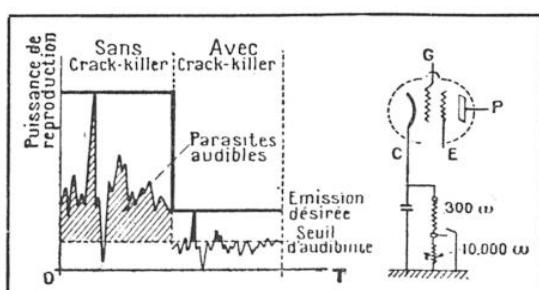


FIG. 9. — PRINCIPE DU FONCTIONNEMENT DU « CRACK-KILLER » POUR L'ÉCOUTE LOCALE

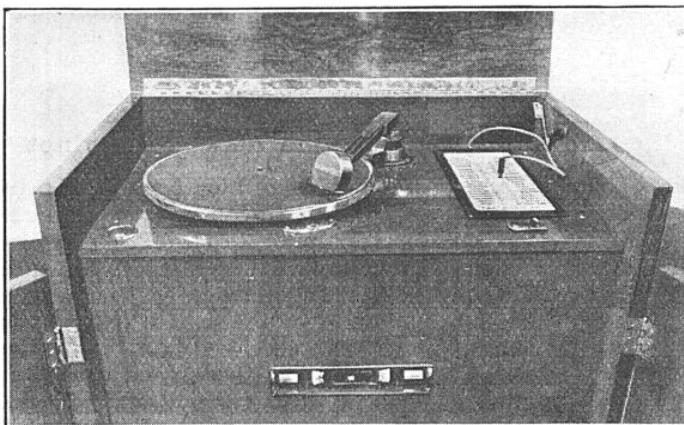


FIG. 10. — RÉCEPTEUR A RÉGLAGE AUTOMATIQUE

La photographie représente un appareil d'une grande marque française muni d'un réglage entièrement automatique. Les noms des stations sont inscrits sur un tableau placé sur le panneau supérieur du récepteur. Un petit orifice se trouve à côté de chaque station. Il suffit d'enfoncer une fiche dans l'orifice correspondant à la station désirée pour que le poste s'accorde AUTOMATIQUEMENT sur cette station. Le dispositif permet également le réglage à distance. Dans ce cas, un ou plusieurs tableaux analogues sont réunis au poste par des conducteurs électriques simples.

réception est de ± 5 kilocycles. Cette sélectivité est nécessaire pour éviter l'interférence des émissions travaillant sur des longueurs d'ondes voisines. Malheureusement, cette sélectivité empêche la reproduction des notes aiguës dont la fréquence dépasse 5.000. Or, dans beaucoup de cas (dans le cas d'écoute d'une station voisine ou d'une station très puissante), l'interférence n'est pas à craindre. On a alors évidemment intérêt à élargir la bande passante du récepteur afin d'augmenter ses qualités musicales. Un certain nombre de postes modernes possèdent des dispositifs qui permettent de faire varier leur sélectivité. Ceci est obtenu, dans certains appareils, par suppression d'un étage d'amplification de moyenne fréquence, dans d'autres, par l'introduction de résistances dans le circuit accordé de moyenne fréquence.

Certains postes anglais ont une sélectivité pouvant varier de 10 à 40 kilocycles.

Comment on règle la puissance sonore

Passons maintenant à la lampe détectrice, qui, dans les appareils modernes, est presque obligatoirement une diode. Cette dernière permet, en effet, une détection sans déformation et rend très facile l'usage du dispositif « antifading ». Le plus grand nombre des postes comporte, en liaison avec la lampe diode, un potentiomètre permettant

de régler l'admission des oscillations acoustiques dans la partie amplificatrice basse fréquence. Cette disposition permet un certain nombre d'avantages, parmi lesquels nous noterons, premièrement, la possibilité d'accorder le récepteur en silence, en se basant uniquement sur les variations de l'indicateur de l'accord. Ensuite, cette disposition permet de réduire, sans déformation, la puissance sonore aussi loin qu'on puisse le désirer. En effet, la lampe détectrice ne détecte sans déformation qu'à partir d'une différence de potentiel bien déterminée. Si, pour affaiblir une émission, on agissait sur les circuits précédant la lampe détectrice, on risquerait de faire parvenir à la lampe un signal trop faible et d'avoir, de ce fait, une déformation ; tandis que le réglage de la puissance sonore après la lampe détectrice permet de réduire la puissance sonore sans déformation.

soigne après la lampe détectrice permet de conserver aux signaux arrivant à la lampe détectrice leur maximum d'amplitude, et, par conséquent, assure toujours une détection convenable. Enfin, le réglage de la puissance par action sur la

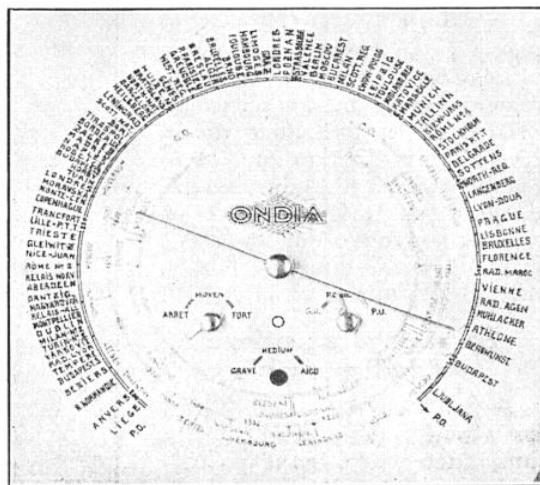


FIG. 11. — CADRAN MODERNE

Les appareils modernes permettent la réception d'un très grand nombre de stations. Cet ingénieux cadran, grâce à la disposition judicieuse des noms des diverses stations et à la finesse de l'index, permet l'accord facile et précis, tout en laissant visibles les indications des cadrants auxiliaires.



FIG. 12. — POSTE RÉCEPTEUR ENREGISTREUR

Cet appareil permet non seulement la réception simple, mais rend également possible l'enregistrement de l'émission reçue. L'enregistrement amateur est également prévu. L'appareil permet de reproduire aussi bien les disques enregistrés par lui-même que les disques ordinaires de commerce.

partie basse fréquence de l'amplification permet, en outre, de régler, par le même potentiomètre, et la puissance de la réception radiophonique, et la puissance de la reproduction des disques par pick-up, car ce dernier se trouve généralement branché entre une des bornes du potentiomètre et la masse.

Le réglage silencieux est indispensable

Il y a lieu de noter, parmi les circuits dépendant de la lampe détectrice, les dispositifs assurant automatiquement le réglage silencieux. Ces dispositifs rendent muette la lampe amplificatrice basse fréquence en la déconnectant, chaque fois que l'onde porteuse arrivant à la lampe détectrice devient nulle ou très faible. Les réglages silen-

cieux utilisent généralement une lampe spéciale, et leur fonctionnement a été déjà étudié dans un de nos précédents articles (1).

Le réglage de la tonalité et la reproduction de toutes les notes

Les postes modernes bien construits peuvent reproduire d'une façon presque uniforme une gamme très large de fréquences acoustiques. Néanmoins, à l'écoute, on constate souvent une prédominance très marquée des notes aiguës. Ceci est surtout exact pour les émissions écoutées avec une très faible puissance sonore. Ce phénomène est dû à plusieurs causes différentes. Premièrement, les haut-parleurs exigent beaucoup plus d'énergie pour reproduire correctement les notes graves que les notes aiguës ; ensuite, les ébénisteries, souvent non appropriées ou trop petites, ne reproduisent que bien imperfectement les sons graves ; enfin, notre oreille est plus sensible aux sons aigus qu'aux notes graves. Pour rétablir l'équilibre entre les sons graves et aigus, on affaiblit intentionnellement les seconds, ce qui fait ressortir davantage les premiers.

Cet affaiblissement est produit par un dispositif spécial appelé « contrôleur de tona-

1) Voir *La Science et la Vie*, n° 205, page 29.

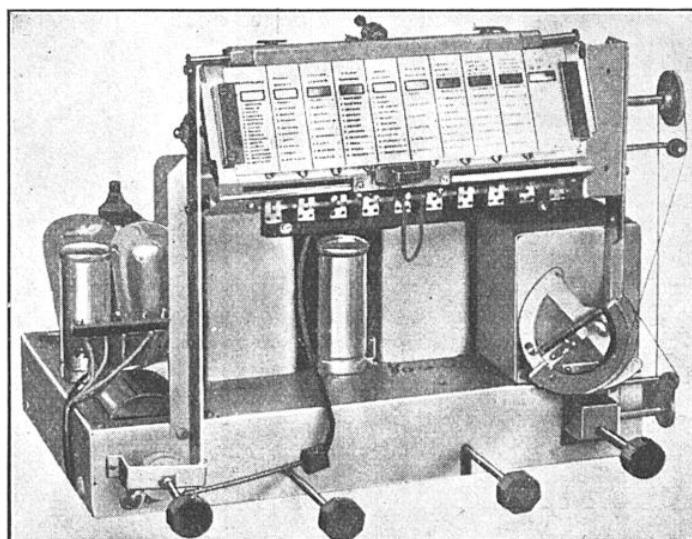


FIG. 13. — CADRAN A RÉGLAGE, DIT « NATIONAL »

Les noms des émetteurs portés dans chaque colonne correspondent à un pays déterminé. En plaçant le petit levier, visible sur la photographie, vis-à-vis une des colonnes, on rend le poste apte à recevoir uniquement les stations d'un pays déterminé, la réception des autres postes étant rendue automatiquement impossible par un dispositif électromécanique particulier.

lité ». Il est constitué le plus souvent (fig. 15) par une capacité assez forte et un rhéostat mis en parallèle sur le primaire du transformateur du haut-parleur. Quand le rhéostat est à son maximum, la résistance offerte par le contrôleur de la tonalité, au passage des sons graves ou des sons aigus, est très élevée. Si, maintenant, le rhéostat est ramené à une valeur voisine de zéro, les notes aiguës trouveront le passage presque libre, car la forte capacité ne leur présentera pas une impédance suffisante. Par contre, les notes graves ne pourront pas franchir la capacité et se dirigeront vers le haut-parleur. Il y a lieu de noter que le « contrôleur de tonalité » permet souvent de faire disparaître les bruits parasites et sifflements accompagnant l'écoute.

L'expérience a démontré, en effet, que ces bruits et siflements ont souvent une fréquence très élevée et peuvent être facilement absorbés par le filtre de tonalité, ou *tone control*, comme disent les Anglais.

Les haut-parleurs multiples et le relief musical

Même corrigé par un « contrôleur de tonalité », un haut-parleur unique ne peut pas couvrir d'une façon uniforme toute la gamme des fréquences musicales. Seul, l'emploi de deux réproducteurs jumelés permet de reproduire la gamme tout entière. Un de ces haut-parleurs doit reproduire les notes graves, tandis que l'autre doit être consacré aux notes aiguës.

Certains constructeurs utilisent même trois haut-parleurs de tailles différentes, chacun ne reproduisant fidèlement qu'une partie de la gamme sonore. En pratique, deux haut-parleurs semblent suffire. Ils sont généralement précédés par des circuits filtrants, qui ne font pénétrer vers chaque

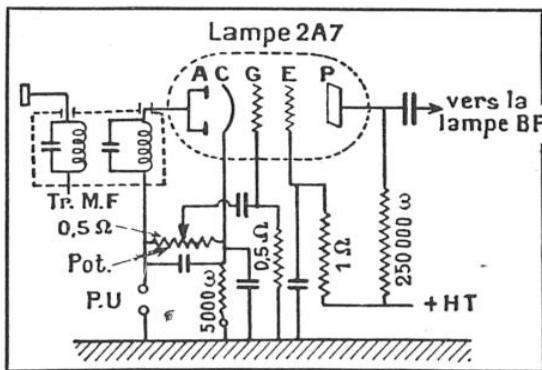


FIG. 14. — EMPLOI D'UN POTENTIOMÈTRE
RÉGULATEUR DE L'INTENSITÉ SONORE

haut-parleur que les fréquences qu'il peut reproduire — certains constructeurs utilisent même des amplificateurs séparés pour chaque haut-parleur (fig. 16). On doit noter ici

les résultats particulièrement intéressants obtenus en couplant ensemble un haut-parleur dynamique et un haut-parleur piezoélectrique. Il est également nécessaire de noter ici que la reproduction des notes graves exige que le haut-parleur soit entouré d'un « baffle », ou bouclier, suffisamment grand. La non-observation de cette règle entraîne la perte des notes graves, déjà si difficiles à obtenir. Par conséquent, le poste moderne, — en dehors, bien entendu, des postes portatifs ou postes pour autos — doit avoir des dimensions suffisamment grandes. La solution présentée par un meuble d'une certaine importance est excellente, mais malheureusement peu pratique. Dans la plupart des cas, les postes actuels se contentent d'ébénisteries plus petites, mais, néanmoins, suffisamment spacieuses pour conserver la reproduction des notes graves.

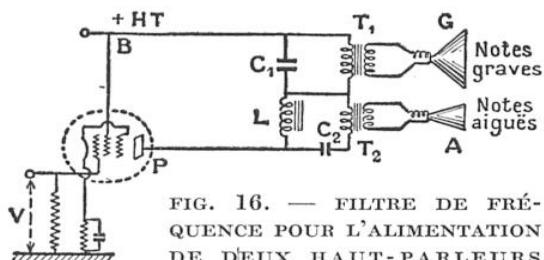
Mais, en dehors de la reproduction uniforme de toute la gamme sonore, l'emploi des haut-parleurs multiples a l'avantage de permettre de créer le « relief musical » (1). L'auditeur, entendant venir les sons aigus d'un côté et les sons graves de l'autre, situe dans l'espace les diverses sources musicales et éprouve une sensation de relief se rapprochant de celle que lui fournit l'écoute réelle d'un orchestre ou d'un chanteur.

Ce que devrait être le poste idéal

Après avoir examiné les divers perfectionnements réalisés, pendant les dernières années, par la technique des radiorécepteurs, résumons ce qui vient d'être dit en donnant une caractéristique complète d'un poste moderne idéal, tel que nous pouvons le concevoir au seuil de l'année 1935.

Ce poste sera évidemment un superhétérodyne à 5 ou 6 lampes au maximum. Les circuits de haute fréquence et les circuits de moyenne fréquence seront réalisés sui-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 199, page 24.



Les oscillations lentes correspondant aux notes graves ne peuvent traverser ni la capacité C_2 , ni la capacité C_1 . Elles franchissent, par contre, facilement la self de choc L . Au contraire, les oscillations rapides correspondant aux notes aiguës rencontrent, en L , une barrière presque infranchissable ; mais, en revanche, traversent facilement les capacités C_2 et C_1 . Les notes graves suivent donc le chemin $P \text{---} L \text{---} T_1 \text{---} B$, et les notes aiguës $P \text{---} C_2 \text{---} T_2 \text{---} C_1 \text{---} B$. Le haut-parleur A reproduit, par conséquent, presque exclusivement les notes aiguës, et le haut-parleur G les notes graves.

des noyaux en fer pulvérisé. Un circuit d'absorption pour la réception-image est également un perfectionnement que devra posséder notre récepteur idéal. Le changement de fréquence doit être fait soit par deux lampes séparées, soit par une lampe unique genre triode-hexode. Il devra avoir un dispositif automatique de réglage de la sensibilité, dit « antifading », et le dispositif automatique de réglage silencieux. En principe, le poste idéal doit être muni d'un réglage automatique genre Grammont, donnant l'émission désirée par l'établissement d'un simple contact correspondant à la station émettrice. Si on préfère, néanmoins, un cadran à réglage manuel, ce dernier devra permettre la recherche facile des stations et appartenir au type alphabétique ou similaire. Il devra permettre la lecture aisée des noms des stations et être muni d'un indicateur visuel d'accord. Ce poste modèle devra posséder une sélectivité variable et,

en tout cas, avoir un réglage spécial pour la réception des puissantes stations locales. Le réglage de la puissance sera effectué après la lampe détectrice et non sur les circuits de haute-fréquence. Un contrôle de tonalité doit être également prévu. Ces deux derniers réglages doivent agir aussi bien pendant la réception de

la radiodiffusion que pendant la reproduction des disques. Enfin, ce récepteur parfait devra avoir deux haut-parleurs de tailles différentes disposés non à côté l'un de l'autre, mais à une certaine distance, compatible avec l'encombrement de l'ébénisterie. Enfin, pour terminer cette liste déjà longue, nous ajouterons que le poste « 100 % parfait » doit permettre aussi le réglage à distance.

Il est évident qu'aucun appareil actuel ne contient *tous* les perfectionnements mentionnés ci-dessus. Néanmoins, certains appareils de luxe réunissent déjà un grand nombre de ces perfectionnements. Espérons que toutes ces améliorations seront appliquées également aux postes de réception de prix moyen.

C. VINOGRADOW.

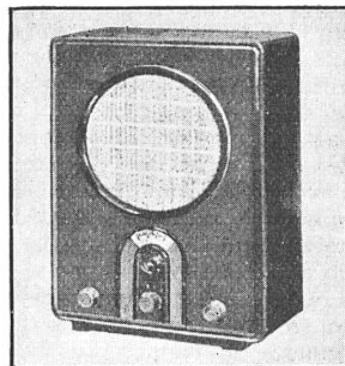


FIG. 17. — TYPE DE POSTE POPULAIRE ALLEMAND

Ce récepteur ne comporte que trois lampes et un haut-parleur magnétique. Néanmoins, il permet une très bonne réception des stations même éloignées. Ce poste est fabriqué par l'ordre du gouvernement du Reich et près de 800.000 appareils de ce type sont déjà vendus.

En France, il existait, en 1934, 1.500.000 récepteurs de T. S. F., contre plus de 5 millions en Allemagne et 6 millions en Angleterre. Voilà pour le récepteur. Quant à l'émission, il est indiscutable que les stations allemandes, italiennes — pour ne citer que celles-là — ont une portée internationale beaucoup plus appréciée que les nôtres. La radiodiffusion française est donc en retard. Pour combler ce retard, il faut que notre réseau soit doté de postes émetteurs plus puissants, de studios mieux adaptés à la technique moderne, enfin que la qualité de nos programmes soit au moins égale à celle des programmes étrangers.

QU'AVONS-NOUS APPRIS AU SALON DE L'AVIATION DE PARIS ?

Par José LE BOUCHER

Le Salon de l'Aviation de 1934 a présenté un intérêt véritablement exceptionnel à de multiples points de vue. Groupant, en effet, pour la première fois, les expositions de huit nations (France, Allemagne, Etats-Unis d'Amérique, Grande-Bretagne, Italie, Pologne, Tchécoslovaquie, U.R.S.S.), il a rendu tangibles les progrès techniques réalisés, depuis le Salon précédent (1932), dans tous les domaines de l'aéronautique : mise au point définitive du moteur à compresseur, du moteur à huile lourde et de l'hélice à pas variable, augmentation notable des qualités de vol des cellules (finesse, sustentation), etc. Dans un article précédent (1), nous avons eu l'occasion de dégager les tendances générales de la construction aéronautique dans le monde. Nous présentons, ci-dessous, une étude critique et méthodique des perfectionnements réalisés dans le domaine du moteur comme dans celui de la cellule, en examinant les appareils les plus caractéristiques construits en France et à l'étranger. L'auteur indique les solutions les plus heureuses auxquelles ont abouti les efforts des techniciens français, allemands, américains, italiens, depuis deux ans.

Au moment où ces lignes paraîtront, le XIV^e Salon de l'Aéronautique aura fermé ses portes. Plus qu'à l'exposé de matériels déjà vus ou connus, on s'attachera donc ici à mettre en relief les inconvénients et les avantages de ceux-ci, et, surtout, on s'étendra sur les enseignements à tirer de la leçon de choses à laquelle nous avons assisté.

En tout état de cause, le Salon de 1934 marquera une date très importante dans l'histoire de l'aéronautique. Depuis la fin de la guerre, depuis que sont nées une aviation touristique et une aviation sportive, et, tandis que se développait une énorme aviation de guerre, seize années ont passé. Des formules nouvelles sont apparues ; quelques-unes n'ont connu qu'une existence éphémère ; d'autres, au cours des ans, se sont développées, sont arrivées à une éclosion totale et telle qu'on peut se demander si elles ne sont pas destinées à disparaître prochainement pour faire place à des solutions nouvelles.

Les progrès réalisés dans la construction des moteurs

Un exemple : les moteurs à compresseurs ne datent pas d'hier. Voilà des années qu'on creuse la question, qu'on essaye des compresseurs volumétriques ou centrifuges. Le Salon de 1934 nous apporte la consécration presque parfaite — parce qu'en matière d'aviation, la perfection est essentiellement

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 210, page 503.

relative — de ce type de moteur. Un moteur à compresseur anglais a tourné, presque sans arrêt, durant 72 heures, le temps pour le *Comet* de Haviland d'aller de Londres à Melbourne. Les 72 heures en question ont permis aux aviateurs Scott et Campbell Black de franchir 19.000 kilomètres environ. Dix-neuf mille kilomètres, c'est à peu près la moitié de la circonférence terrestre prise à l'Équateur. Est-il réellement indispensable d'avoir un moteur à compresseur qui permette de faire le tour de la Terre en 150 heures environ, presque sans arrêt ? L'homme n'est que l'homme ; la Terre n'est que la Terre ! Si le « record » est toujours une chose intéressante, quand ce ne serait que parce qu'il exalte l'énergie humaine et stimule l'activité et l'intelligence créatrice des hommes, il faut bien tenir compte de la résistance physiologique des êtres. Celui qui voudrait voler 150 heures, à une vitesse telle que, parti de Dakar, il se retrouve à Dakar au bout de 150 heures, réaliserait sans doute un exploit sans précédent ; mais c'est sa seule qualité d'exception qui en ferait sa valeur.

La preuve est aujourd'hui acquise que le moteur à compresseur dispose d'une longévité au moins égale au moteur non muni de ce dispositif de suralimentation. Il y a deux ans seulement, le compresseur apparaissait, en Europe tout au moins, comme un engin redoutable susceptible d'accroître ou de rétablir la puissance du moteur à une certaine altitude, mais également de diminuer

sa robustesse et d'augmenter sa fragilité. On sait maintenant qu'il n'en est rien.

Les services de l'aviation belge ont fait subir à un 850 ch « Hispano Y-C. R. S. » un essai de 100 heures au banc. Le moteur a tenu, ce qui a d'ailleurs valu à la maison Hispano de réapparaître sur le marché belge, où Rolls Royce, avec son « Kestrel », régnait en maître depuis plusieurs années.

Ce deuxième exemple, ajouté à celui des « Gipsy » spéciaux qui, sans défaillance trop grave, ont tourné 72 heures environ sous des latitudes et des climats très différents — montre que la technique du moteur à compresseur est aujourd'hui bien au point. Voilà l'un des tournants auxquels nous faisions allusion tout à l'heure. Vaut-il mieux avoir un moteur qui tourne 150 heures sans défaillance — ce qui, au regard des vitesses pratiquées par les vainqueurs de Londres-Melbourne, permettrait d'effectuer le tour de la Terre en s'arrêtant huit fois seulement, pour effectuer le plein des réservoirs — ou bien vaut-il mieux disposer de moteurs à compresseur qui permettraient d'effectuer Londres-Melbourne, non plus en 72 heures, mais en 36? Notre religion est faite. C'est à cette dernière formule qu'on doit arriver. Les moteurs actuels à compresseur représentent, à nos yeux, le stade auquel on était parvenu vers 1916, quand des moteurs, comme le « 140 Hispano », sans compresseur, fut répandu dans toutes les escadrilles du front. Sécurité de marche, poids, longévité relative, puissance au regard de la cylindrée, correspondaient à un tout harmonieux fort satisfaisant pour l'esprit et les besoins de l'époque.

Telle nous paraît être la situation actuelle avec les compresseurs. Il faut donc passer à un autre stade. Lequel? Deux voies sont ouvertes devant nous qui, d'ailleurs, ne s'excluent pas l'une et l'autre : poursuivre dans la même direction, — c'est-à-dire creuser encore le problème du moteur à explosion et chercher à tirer le maximum de puissance pour une cylindrée donnée (en multipliant les cylindres tout en diminuant leurs dimensions, en augmentant le nombre des tours du moteur et celui du compresseur), ou bien s'orienter carrément vers le moteur à huile lourde qui se prête, mieux encore peut-être que le moteur à explosion, à la suralimentation.

Les auteurs du règlement de la Coupe Deutsch ont opté carrément pour la première solution. Déjà, les résultats obtenus montrent le progrès réalisé sur les types de moteurs conçus selon les règles anciennes.

Renault a réussi à tirer 350 ch de 8 litres de cylindrée, ce qui donne 43 ch 5 au litre. Si la puissance conserve, au regard des poids à transporter, une valeur absolue, sa valeur, au regard de la vitesse, est essentiellement relative. Mais il est encore quelque chose de bien plus relatif que la puissance : c'est la cylindrée. C'est à cette donnée essentiellement variable, la cylindrée, qu'il faut s'attaquer. Tirer le maximum de puissance du minimum de cylindrée, tel est l'objectif de demain ; tel est le stade auquel nous devons dorénavant passer, après avoir vérifié le bien-fondé des hypothèses touchant l'emploi des compresseurs.

Le moteur à huile lourde s'affirme

L'autre voie, c'est le moteur à huile lourde.

Dans ce domaine, deux nations seules exposaient le résultat de travaux très intéressants : la France, avec les moteurs à huile lourde dus à M. Clerget (1) ; l'Allemagne, avec le « Jumo Junkers » (2) à pistons opposés. Ce dernier pays avait l'avantage de présenter trois moteurs à huile lourde, montés normalement sur un hydravion trimoteur Junkers.

Pour découvrir les intéressantes productions de M. Clerget, — dont le talent n'est pas, croyons-nous, suffisamment reconnu, — il fallait avoir de bons yeux. Car ce moteur de 500 ch en étoile, qui constitue l'une des plus belles réussites de cet éminent ingénieur, était installé au premier étage. Personne ne comprendra non plus que le moteur « Hispano-canon », dont *pas mal d'exemplaires ont déjà été vendus à l'étranger*, ne figurât pas dans un stand. Ce sont là mystères qui relèvent d'une mystique bureaucratique assez pitoyable. On eût parfairement compris que la France se réservât le monopole du moteur-canon, qui, dans ce domaine, nous assure une incontestable supériorité sur l'étranger. Elle ne l'a pas fait. Pourquoi donc jeter un voile sur une invention que nous avons livrée aux autres? On peut s'étonner, en revanche, d'avoir vu sur un stand allemand un bâti-moteur de *Heinkel-70* équipé d'un « Gnôme-Rhône K-14 ».

Le « K-14 », comme l'*« Hispano Y-B.R.S. »* ou *« C.R.S. »*, est, en effet, l'un des deux seuls moteurs à compresseur de 1.000 ch environ actuellement au point dans le monde. Un peu d'egoïsme national, pour quelque temps du moins, n'eût-il pas été légitime?

Quoi qu'il en soit, seules l'Allemagne et la France demeurent en présence, et en tête,

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

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 157, page 13.

dans le domaine du moteur à huile lourde : Junkers d'une part, Clerget de l'autre. La maison américaine Packard (1), qui, sous l'impulsion de l'ingénieur Woolson, disparu aujourd'hui, s'était bravement lancée dans la mêlée, semble, pour le moment, vouloir laisser ses travaux en sommeil.

tructeur du moteur à huile lourde qui réussirait à battre le record de durée, détenu par Doret et le regretté Le Brix, soit 10.000 kilomètres environ en circuit fermé. Il est prévu que, si le constructeur du moteur est étranger, la prime sera réduite à 5 millions.

A part les moteurs Clerget et Junkers à

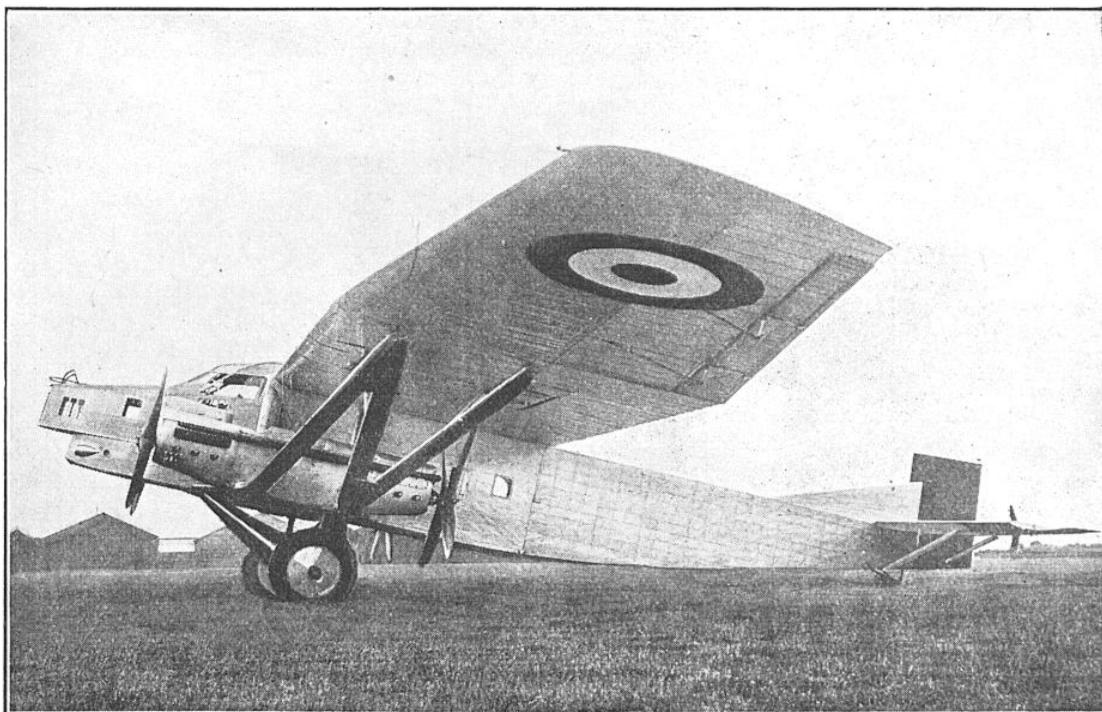


FIG. 1. — LE « FARMAN-220 » QUADRIMOTEUR EST L'UN DES PLUS PUISSANTS ET PLUS RAPIDES APPAREILS DE COMBAT ET DE BOMBARDEMENT QUI EXISTENT A L'HEURE ACTUELLE. IL PEUT TRANSPORTER 5.000 KILOGRAMMES SUR 1.000 KILOMÈTRES DE DISTANCE ET ATTEINT UNE VITESSE DE 300 KILOMÈTRES A L'HEURE A 4.000 MÈTRES D'ALTITUDE

Cet appareil, fort bien réussi en raison de sa grande vitesse et de la facilité de son pilotage — il peut voler même avec deux moteurs arrêtés, — donne une idée des dimensions auxquelles a conduit la politique du multiplace de combat, telle qu'elle a été conçue. Un Farman-220 est, à l'heure actuelle, équipé en avion transatlantique sur la ligne de l'Atlantique Sud ; il doublera le trimoteur terrestre Couzinet Arc-en-Ciel, comme l'hydravion Blériot Santos-Dumont, qui vient de réussir brillamment sa première traversée aller et retour, doublera l'hydravion Latécoère-300 la Croix-du-Sud.

Le fait que, cette année, on a vu au Salon un appareil de transport — en l'espèce un hydravion trimoteur *Junkers* — équipé de moteurs à huile lourde ne signifie peut-être pas l'agonie du moteur à explosion ; mais il pourrait bien en symboliser le crépuscule. Toutes les possibilités qu'offre le moteur à injection réservent à celui-ci, en effet, le plus bel avenir. On l'a bien compris au ministère de l'Air, puisqu'on vient de décider qu'un prix de 10 millions serait décerné au cons-

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

huile lourde, il faut signaler le moteur Salmson, licence Szydlowsky, qui est, paraît-il, bien au point.

Quelle est la meilleure disposition des moteurs ?

Les moteurs seuls ne nous fournissent pas l'exemple de formules arrivées à un tel degré de perfection qu'on peut se demander si elles ne seront pas périmées demain.

La disposition classique des moteurs eux-mêmes n'est-elle pas dans ce cas ? Tous ceux

qui ont vu l'étonnante réussite représentée par le *Macchi-Fiat* de 3.200 ch, sur lequel le lieutenant italien Agello a dépassé la vitesse de 709 kilomètres à l'heure, se seront peut-être posé la même question que nous. On connaît la disposition adoptée par Fiat (1). Deux moteurs sont accolés l'un à l'autre en tandem ; certains organes sont communs aux deux moteurs ; d'autres sont particuliers à chacun d'eux. L'arbre du moteur arrière passe et tourne à travers le réducteur du moteur avant ; chaque moteur entraîne

dres, à cylindres opposés, en H, très intéressant et dont nous avions vu, il y a plusieurs années, le modèle-type à l'usine de Londres (1).

Mais si ingénieuses que soient les solutions offertes, solution Napier, solution Junkers (« Jumo »), les deux présentent les mêmes caractéristiques : l'une, dans le domaine du moteur à explosion ; l'autre, dans le domaine de l'huile lourde. Chez Napier, les cylindres sont opposés ; chez Junkers, ce sont les pistons. Il est indiscutable

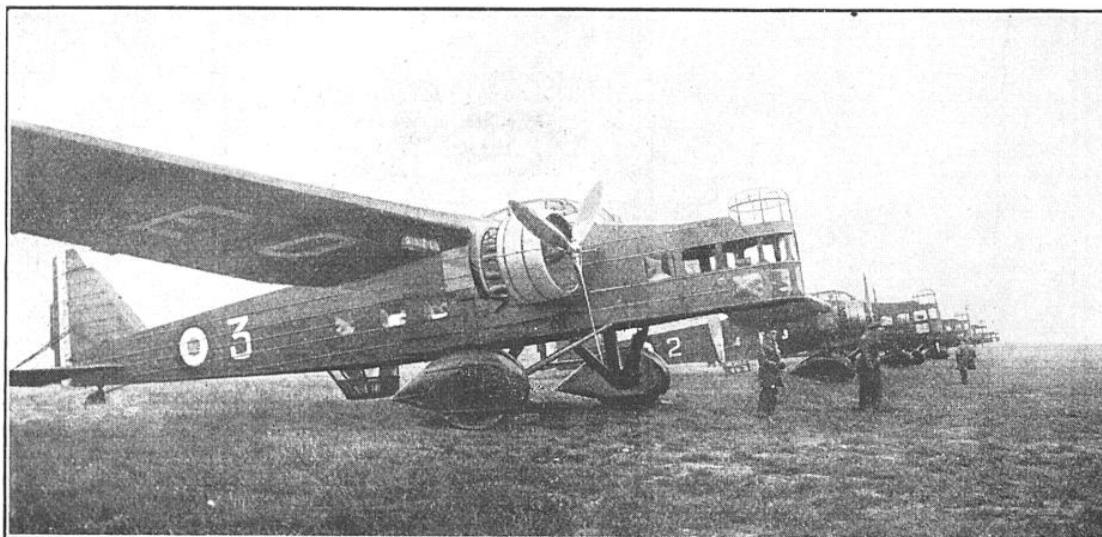


FIG. 2. — ENCORE UN TYPE DE MULTIPLACE DE COMBAT ET DE BOMBARDEMENT : LE « MARCEL-BLOCH-220 ». CET APPAREIL PORTE 1.000 KILOGRAMMES A 1.000 KILOMÈTRES. LA VITESSE ATTEINT, DIT-ON, 290-300 KM-HEURE. LE PLAFOND EST DE 9.000 MÈTRES

Le Bloch-200, déjà en service dans l'aéronautique française, doit équiper une grande partie de nos escadrilles lourdes. Il y aurait intérêt, semble-t-il, à faire des essais très sévères à pleine charge, sur les appareils de série car, si réussi dans ses lignes que soit l'appareil, on peut émettre quelques doutes sur les chiffres véritablement sensationnels dont on parle peut-être un peu trop facilement.

une hélice ; les deux hélices tournent en sens inverse. De nombreux lecteurs ne manqueront pas de dire que c'est là un remarquable système pour annuler le couple de renversement si redoutable sur les avions de grande vitesse. Certes, c'est exact et, à l'origine, il n'y a pas de doute que ce fut là l'idée maîtresse qui a guidé les ingénieurs italiens. Toutefois, ceux qui ont regardé attentivement les stands des moteurs, — en particulier ceux d'Hispano, pour la France, et de Napier, pour la Grande-Bretagne, — n'auront pas manqué d'être frappés de l'extrême souci apporté par ces constructeurs à diminuer le maître-couple.

Napier a exposé un moteur de 12 cylindres,

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 194, page 91.

qu'on ne pourra pas indéfiniment multiplier les cylindres et les pistons, ce qui reviendrait à augmenter indéfiniment les longueurs de vilebrequins. De même qu'on n'a pas encore vu, au delà de certaines dimensions, une seule machine à vapeur, et surtout une seule turbine, fournir l'énergie à un seul propulseur, — on n'en voit d'ailleurs pas l'intérêt, — de même, on ne voit pas l'intérêt, si même la technique s'y prêtait, de monter 3.000 ou 4.000 ch sur la même hélice. C'était le seul reproche qu'on pouvait faire à la conception remarquable due à M. Louis Bréguet, il y a plusieurs années, et qui consistait à grouper quatre moteurs « Bugatti » débrayables les uns par rapport aux autres.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 168, page 447.

Les quatre moteurs étaient tous attelés sur le même propulseur. Et si le propulseur, au départ, par un jet de boue ou pour tout autre raison imaginable, se trouvait détérioré? Et si ce propulseur — nous songeons à une hélice à pas variable, par exemple — se déréglaît, que l'une des pales même — nous envisageons le pire — se détachât

plus encore frapper l'imagination, c'est la réduction du maître-couple, en raison des conséquences qui peuvent en découler. Faisons bien remarquer que, dans les groupes tandems habituels — dont l'initiative revient, croyons-nous, à M. Claude Dornier — on trouve une hélice à l'avant, *tractive*; une autre installée à l'arrière, *propulsive*.

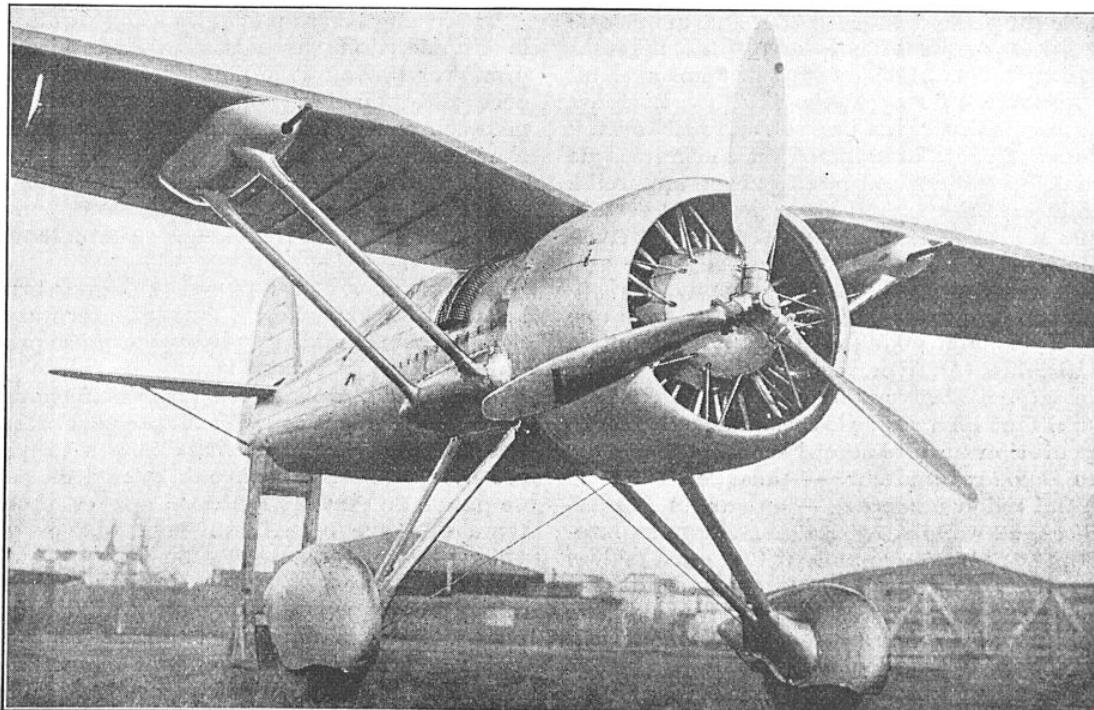


FIG. 3. — VOICI L'UNE DES CURIOSITÉS DU SALON : L'AVION DE CHASSE POLONAIS « P. Z. L. », ARMÉ DE DEUX CANONS AUTOMATIQUES OERLIKON. CET APPAREIL A DES QUALITÉS DE VITESSE ET DE PUISSANCE ASCENSIONNELLES TOUT A FAIT REMARQUABLES

La solution des deux canons dans l'aile est-elle saine? Nous ne le croyons pas. Les deux canons montés dans l'aile du P. Z. L. présenté au Salon n'étaient d'ailleurs que des maquettes. On n'apercevait, en effet, ni système d'éjection des douilles, ni système de réarmement. On imagine mal, en outre, l'aile du P. Z. L. résistant aux deux marteaux pneumatiques que constituent deux canons automatiques de 20 mm. Au travail qu'on demande à une aile d'avion de chasse, combien résisteraient à ces efforts supplémentaires?

brusquement, à quoi servait toute l'astucieuse combinaison échafaudée?

Considérons, au contraire, la solution italienne de Fiat. Que le couple de renversement soit annulé, c'est l'évidence même.

Vers l'amélioration de la finesse -

Voilà le premier bénéfice dû à ce double moteur, puisqu'il entraîne deux hélices tournant en sens inverse. Les deux hélices sont toutes deux *tractives*, dans le cas du *Macchi-Fiat*, mais elles pourraient être aussi bien *propulsives*. Mais, ce qui doit peut-être

Dans la solution italienne, les deux hélices sont *tractives*. Les avantages de ce dispositif uniforme apparaissent aussitôt. Un tel groupe peut être *comme un moteur unique* placé à l'intérieur d'un fuselage unique, puisque les deux hélices sont placées à l'avant du groupe. Un tel bimoteur présenterait donc l'avantage d'une finesse aérodynamique beaucoup plus grande que celle des bimoteurs que nous avons vus au Salon. Ceux-ci ont, en effet, ou bien deux moteurs situés de part et d'autre du fuselage (*Douglas* américain, *Bréguet* « *Fulgur* », *Bréguet*-

41M4, Potez-56, Bloch-200, Amiot-143M5), ou bien deux moteurs situés au-dessus de la coque (hydravion *Lioré*). Avec ces dispositifs, les moteurs ajoutent, et dans une très large proportion, à la résistance à l'avancement due aux ailes et au fuselage. Si nous admettons la solution italienne, que se passe-t-il ? Le fait d'enfermer deux moteurs, aulieu d'un, dans le fuselage n'ajoute aucune résistance à celle du planeur lui-même. Remarquons que l'extraordinaire vitesse de 700 kilomètres à l'heure a été obtenue par les Italiens avec un hydravion à flotteurs. A cette allure, flotteurs et mâts constituent une énorme résistance à l'avancement. Imaginons, au contraire, que ce même moteur soit monté sur un appareil à train escamotable. Il est à peu près certain que la vitesse de 800 kilomètres serait dépassée, et cela bien que le train éclipsable exigeât l'utilisation d'une aile épaisse, dont la trainée (1) serait sensiblement plus forte que celle de l'aile mince de l'hydravion italien. Mais, aussitôt, se présente à l'esprit le danger de vitesse d'atterrissage excessive. C'est là qu'il faut bien serrer le raisonnement. L'augmentation de vitesse qui serait obtenue sur un *Douglas* bimoteur, — puisque c'est là le grand avion moderne, — ou sur un *Marcel-Bloch*, en remplaçant les deux moteurs latéraux par un groupe moteur tandem à hélices tractives placées dans le fuselage, serait due *non pas à un accroissement de charge au mètre carré, mais uniquement à un accroissement de finesse aérodynamique*. C'est-à-dire que ce dispositif, bien loin d'augmenter la vitesse d'atterrissage, aurait pour effet de la diminuer.

Ainsi, tout en augmentant la vitesse de croisière, il augmenterait en même temps la sécurité. Mais précisons bien, pour prévenir toute erreur dans la discussion.

La vitesse d'atterrissage est déterminée, pour un poids donné, par le maximum de portance. Théoriquement, si l'on remplace les deux moteurs placés sur les ailes par deux moteurs en tandem dans le fuselage, *tout en conservant la même aile*, le poids ne varie pas, non plus que la portance maximum. Donc, la vitesse minimum de sustentation, qui est la vitesse d'atterrissage, ne varie pas : tel est le résultat théorique. La diminution de trainée a pour seul effet de diminuer l'angle d'atterrissage (angle de plané).

Pratiquement, la vitesse d'atterrissage diminue pour deux raisons :

1^o Les deux moteurs placés sur les ailes annulent pratiquement la portance dans les parties de l'aile, qui sont recouvertes par les capotages des moteurs. On sait, en effet,

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 188, page 149.

que la portance est engendrée par le vide créé au-dessus de l'aile par le refoulement des filets d'air vers le haut, produit par le bord d'attaque. Là où le bord d'attaque est masqué par le capot du moteur, la portance disparaît. Si l'on enlève les moteurs pour les enfermer dans le fuselage, on rétablit ces portions du bord d'attaque et on accroît la portance ;

2^o En augmentant la finesse, on diminue la trainée, donc la puissance nécessaire à propulser l'avion et le poids de combustible nécessaire pour le rayon d'action prévu. On peut, en conséquence, diminuer le poids de charpente de l'avion.

En pratique, on diminue donc le poids à vide et on augmente la portance. Voilà pourquoi la vitesse d'atterrissement se trouverait réduite.

Conclusion : il ne faut pas appliquer brutalement les formules ; il faut les interpréter d'après les phénomènes physiques qui se produisent dans la réalité.

Ainsi, cet accroissement de sécurité serait dû non seulement à ce que la vitesse d'atterrissement serait diminuée, mais aussi à ce que cet avion volerait beaucoup mieux, en cas de panne de l'un des moteurs, que les bimoteurs du type actuel, qui sont obligés de voler plus ou moins en crabe dès qu'un de leurs moteurs est en panne. Ce vol en crabe, qui présente peu d'inconvénients par beau temps, devient dangereux quand les circonstances météorologiques sont mauvaises, parce que le pilote se défend mal contre les remous sur un appareil ainsi désaxé.

Il est d'ailleurs probable que l'organisation d'une chambre des machines sur un bimoteur du type nouveau serait relativement facile, puisque les deux moteurs seraient enfermés dans le fuselage. On fonde cette appréciation toujours sur les souvenirs laissés par le *Léviathan*, de M. Louis Bréguet, qui comportait, comme nous l'avons dit, quatre moteurs « Bugatti-Bréguet » embrayés sur une même hélice. Autour de ces quatre moteurs existait une chambre des machines. En cas de panne d'un moteur, celui-ci se débrayait automatiquement et le mécanicien avait, *en principe* (l'appareil n'a pas été mis en service), tout le loisir de réparer les avaries pendant que l'avion continuait à voler avec les trois autres moteurs. Cette formule, bien que très intéressante, est demeurée un prototype d'expérience, parce qu'elle était trop en avance sur l'état de la technique au moment où elle fut réalisée. Elle comportait des dispositifs délicats, dont la mise au point eût demandé des années de

travail et, peut-être, quelques dizaines de millions. Il faut bien remarquer que l'accroissement de vitesse obtenu par le dispositif dont nous nous occupons ici, étant dû non pas à un accroissement de puissance, mais à un accroissement de finesse, entraîne une augmentation du même ordre dans le rayon d'action. Si, par exemple, la vitesse de croisière passe de 300 à 400 kilomètres, le rayon d'action passe du même coup à 4.000 kilomètres s'il était de 3.000. En effet, l'avion qui parcourt 400 kilomètres dans l'heure ne

moyeu d'hélice creux porté par un pignon également creux, de telle façon que le tube du canon passe dans cet orifice. Imaginons qu'au lieu d'un trou de 3 centimètres de diamètre, nécessaire pour le passage du canon, on ménage à cet endroit un trou de 5 ou 6 centimètres, pour laisser passer l'arbre porte-hélice du moteur arrière, et le groupe tandem se trouve réalisé. Sans doute, ces choses sont plus simples à concevoir sur le papier qu'à réaliser au bureau de dessin et à l'usine. Mais, enfin, les moteurs-canons

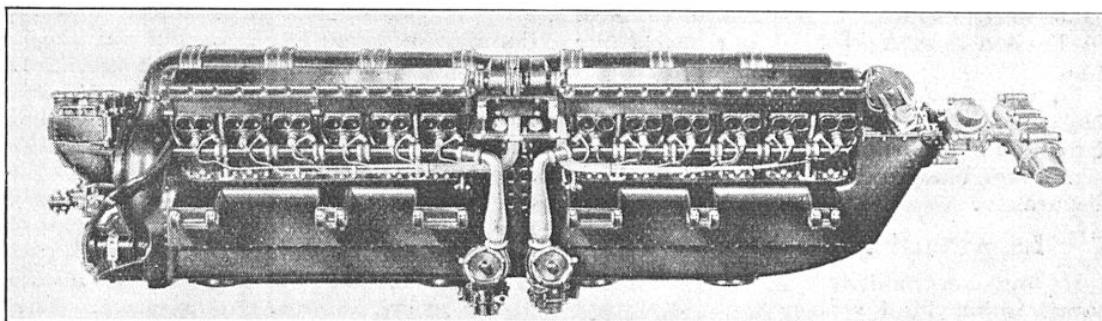


FIG. 4. — VOICI LE DOUBLE MOTEUR « FIAT » QUI ÉQUIPE L'HYDRAVION ITALIEN « MACCHI », SUR LEQUEL LE PILOTE ITALIEN AGELLO A BATTU RÉCEMMENT TOUS LES RECORDS DU MONDE DE VITESSE EN ATTEIGNANT 709 KILOMÈTRES A L'HEURE

Ce double moteur représente indiscutablement l'une des grandes formules de l'avenir. L'arbre du moteur arrière passe à travers le réducteur du moteur avant et à travers le moyeu de l'hélice du moteur avant, pour venir enfin recevoir son hélice propre. Les deux hélices tournent en sens inverse, ce qui annule le « couple de renversement ». En plus du bénéfice considérable représenté par la suppression de ce couple, il faut bien remarquer combien cette solution ingénieuse permet de réduire le maître-couple. Il s'agit ici d'un moteur de 3.000 ch, qui n'offre pas plus de résistance qu'un moteur de 1.500 ch. La solution « Fiat » n'est cependant pas tout à fait parfaite. Les deux moteurs ont un carter commun, un compresseur commun. Il semble que, pour éviter précisément des longueurs de carters exagérées, pour qu'une panne survienne à l'un des moteurs n'entraîne pas l'arrêt de l'autre, il y ait intérêt à séparer rigoureusement les deux moteurs; deux carters, deux compresseurs et, bien entendu, magnétos et carburateurs propres à chacun d'eux.

brûle pas 1 gramme de combustible de plus que lorsqu'il faisait 300 kilomètres avec ses moteurs placés de part et d'autre du fuselage.

Mais, objectera-t-on, ce projet si séduisant n'est-il pas irréalisable, précisément pour les raisons qui ont provoqué l'échec de M. Bréguet, il y a dix ans ! Le dispositif des moteurs en tandem, tel qu'il a été réalisé par Fiat, ne comporte-t-il pas des problèmes techniques qui sont loin d'avoir reçu une solution vraiment pratique ?

C'est là précisément que nous faisons appel aux techniciens. Le moteur « Fiat » ne comporte aucune solution rigoureusement exceptionnelle. En effet, les deux moteurs en tandem sont tout simplement des moteurs démultipliés, du type des moteurs-canons que fabriquent Hispano, Renault et Lorraine. Ces moteurs-canons comportent un

existent ; on trouve également sur certains avions, par exemple sur le Junkers G-38 allemand, des arbres de transmission entre moteur et hélice. Les deux organes constitutifs du groupe tandem à deux hélices tractrices existent donc et ont été éprouvés dans la pratique. Il semble qu'il ne doive pas y avoir de difficulté sérieuse à les réunir pour en faire un engin utilisable sur les lignes aériennes. Et cette réalisation aurait des conséquences tellement considérables que l'effort nécessaire pour la mettre sur pied nous paraît devoir être tenté.

Songeons, en effet, que les Italiens ont réalisé le 700 à l'heure, avec un hydravion à flotteurs, en volant près du sol. Imaginons que le groupe moteur qu'ils ont utilisé soit monté sur un avion à train escamotable, et soit aussi muni de compresseurs permet-

tant de voler à 4.000 mètres sans perte de puissance ! On approcherait sans doute les 1.000 kilomètres de la Coupe Blériot.

La Coupe Deutsch a montré ce dont nos techniciens du moteur et de l'avion étaient capables, lorsqu'on leur posait clairement un problème simple en laissant ensuite libre cours à leurs initiatives. Y a-t-il une raison grave qui rendrait chimérique ce projet du bimoteur à tandem à deux hélices tractives, à compresseur, à train escamotable et à volets d'intrados, qui aboutirait, nous semble-t-il, à l'appareil transatlantique capable de transporter la poste d'un seul vol de Paris à New York ? Nous pensons que non.

La vue du double moteur « Fiat », l'un des clous de ce Salon, autorise ainsi à se demander si la formule des bimoteurs et des trimoteurs classiques n'est pas destinée à disparaître.

La perfection des bimoteurs

Il faut reconnaître que cette formule paraît aujourd'hui arriver à un étonnant degré de perfection. Il est très dommage que nous n'ayons pu admirer le *Douglas* américain et le *Comet* de Haviland, qui sont incontestablement les deux types les plus réussis de bimoteurs. S'ils n'étaient pas sous la verrière du Grand Palais, du moins leurs grandes ombres planaient sur plusieurs stands. Impossible de ne pas songer au *Douglas*, quand on regardait le bimoteur *Fulgur* exposé dans le stand Bréguet. Cette machine est indiscutablement d'une belle venue. Il est dommage qu'elle donna plus l'impression d'une maquette en vraie grandeur que d'un avion destiné à voler.

Le succès remporté par les *Douglas*, les *Lockheed*, les *Boeing*, aux Etats-Unis, devrait inciter les dirigeants de l'aéronautique française, et beaucoup de nos constructeurs, à faire un retour sur eux-mêmes. A quoi tient cette supériorité, acquise de façon indiscutable par l'industrie américaine dans le domaine de l'aviation commerciale ? On a mis beaucoup de raisons en avant : le nombre des constructeurs américains, la métallurgie américaine, l'audace des Américains... Pour nous, l'explication de ce triomphe réside, avant tout, dans un esprit de méthode qu'on ne saurait trop louer, parce qu'il relève du plus pur esprit cartésien ; les Américains ont étudié au tunnel, au laboratoire, élément par élément, tout ce qui devait constituer, par exemple, un excellent appareil de transport, et c'est après avoir éprouvé les inconvénients et

les avantages qui pouvaient ressortir de tel ou tel élément, de telle ou telle disposition, qu'ils *ont adopté une formule*. Pourquoi les Américains sont-ils arrivés à cette solution du bimoteur pour les appareils de transport, alors que nous autres, au contraire, nous sommes jetés tête baissée dans la formule trimoteurs ? C'est, avant tout, parce qu'ils ont déduit d'une quantité d'expériences de laboratoires une idée générale, alors que nous avons fixé, nous, d'abord une formule et avons demandé à nos constructeur d'en tirer le meilleur parti. Descartes est cependant Français, mais, dans le domaine aéronautique, on pourrait croire qu'il est Américain. Le résultat est là. Le *Douglas* vole magnifiquement. En Grande-Bretagne, le *Comet* de Haviland fait l'admiration de tous. Alors que notre imagination s'accrochait à une idée pure, la multiplicité des moteurs facteur de sécurité, et à une autre, le danger du bimoteur en raison des couples résultant de l'arrêt d'un de ceux-ci, les Américains n'ont accepté aucune idée *à priori*. Ils ont, en cherchant, trouvé le secret du bimoteur volant parfaitement avec un moteur arrêté. Ce secret, quel est-il ? Tout d'abord, un excédent de puissance manifeste. Ensuite, une cellule si finement dessinée que le souffle de chacun des moteurs travaille dans les meilleures conditions. Enfin, pour les machines très rapides, une structure d'aile qui assure une rigidité extraordinaire aux efforts de flexion et de torsion. Ce n'est pas par un heureux hasard que Douglas a adopté la construction cellulaire.

Et c'est alors, mais après combien d'expériences portant sur les plus infimes détails, que le monde aéronautique — en France, tout au moins — vit avec stupéfaction ce que nous avions déclaré *à priori* tout à fait irréalisable : un avion bimoteur *décoller* avec toute sa charge, l'un des moteurs n'ayant même pas été mis en route.

Faisons remarquer que ce succès est obtenu au détriment du rendement commercial. On ne demande aux bimoteurs normaux, en régime de croisière, qu'une certaine quantité de chevaux dont ils disposent. Mais, en cas de panne de l'un des groupes propulseurs, on exige de celui qui reste un effort qui, *s'il était doublé*, reviendrait à douter l'appareil d'une puissance à peu près une fois et demie supérieure à celle qui lui assure normalement sa vitesse de croisière.

Le Salon de 1934 nous a offert des exemples nombreux de bimoteurs magnifiques : le *Fulgur-Bréguet*, quand il volera, doit être une machine fort intéressante ; le *Potez-56*

également; le petit *Savoia-Marchetti* amphibie, qui est certainement un petit chef-d'œuvre de construction. Le souci apporté à diminuer les maîtres-couples, les résistances, quelles qu'elles soient et où qu'elles le trouvent, demeure l'une des caractéristiques de ce Salon.

A la recherche des résistances parasites

Chacun s'ingénie à éclipser les trains d'atterrissement et, à cet égard, un avantage marqué est à inscrire au bénéfice des bimo-

que nous savons et aussi celui de tolérer l'aile mince.

Le « Heinkel-70 » et la famille des « Caudron »

A cet égard, dans cette chasse aux résistances parasites, la maison allemande Heinkel a réalisé une véritable merveille avec son *H-70*, qui constituait l'un des clous du Salon. Dans un autre domaine, — celui du tourisme, ou du sport, — la maison française Caudron a fourni, elle aussi, un magni-

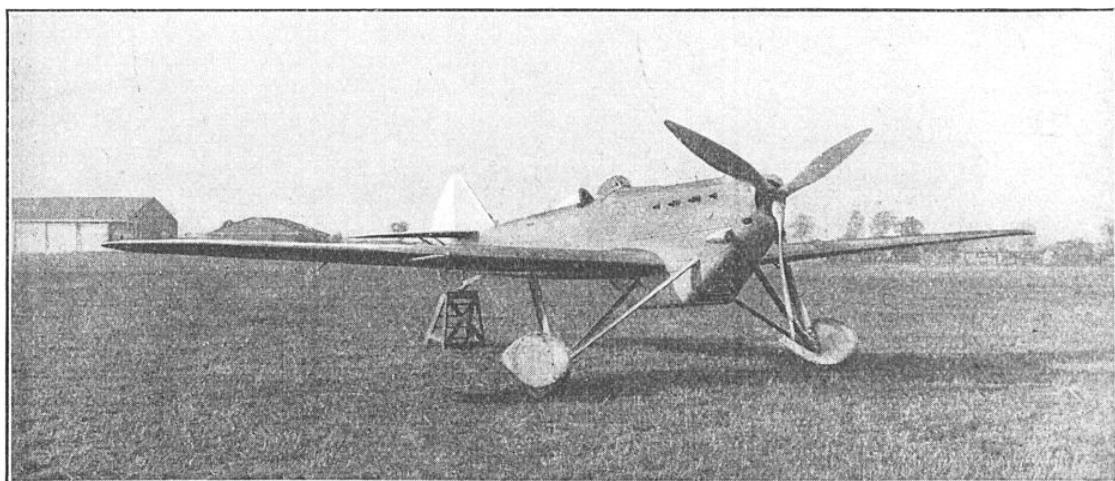


FIG. 5. — VOICI LE MONOPLACE DE CHASSE QUI SURCLASSE, A L'HEURE ACTUELLE, TOUS SES CONCURRENTS : LE « DEWOITINE D-511 », DONT LA VITESSE DÉPASSE 400 KM A L'HEURE

Le Dewoitine D-511 est équipé d'un moteur-canon « Hispano-Suiza Y-C. R. S. » de 850 ch, sur lequel La Science et la Vie a déjà publié une étude (voir le n° 207, p. 251) : le tube passe à travers le réducteur du moteur et débouche dans le moyeu de l'hélice. La perfection des lignes du Dewoitine apparaît nettement sur le document que nous publions. Un seul point, pourrait-on dire, choque l'œil : c'est le redan constitué par le radiateur sous le carter du moteur. Devant l'impossibilité où l'on se trouve de supprimer les résistances offertes par ces radiateurs, il semble bien que l'on devra, un jour ou l'autre, arriver aux plaques radiantes disposées sur les bords d'attaque des ailes. Le gain de vitesse qui en résultera serait considérable.

teurs et des ailes épaisses. Les berceaux-moteurs se prêtent bien à cet éclipsage ; l'épaisseur de l'aile également. La question est déjà presque résolue de façon satisfaisante par de nombreuses maisons. Mais après. Après, il faudra chercher autre chose. Ceux qui ont jeté un coup d'œil sur les multiplaces de combat *Potez-430*, *Bloch-200*, *Bréguet 41M 4*, auront été frappés, comme nous, des surfaces considérables représentées par les groupes-moteurs. Ou bien, comme dans l'*Amiot-143M 5*, multiplace de combat également, il faut arriver à noyer les groupes dans l'aile — donc faire une aile épaisse, — ou bien s'en tenir à la solution italienne, c'est-à-dire atteler un double moteur sur deux hélices, ce qui présente les avantages

fique effort. Son *Simoun* et tous les appareils issus du célèbre *Rafale* ont apporté la preuve que des travaux intelligents et méthodiques conduisaient inexorablement à des résultats remarquables. Chez Heinkel, comme chez Caudron, l'esprit, devant les productions de ces maisons, trouve de multiples raisons d'être satisfait. Pourquoi donc le *Heinkel-70*, avec ses 860 ch, si toutefois cet appareil est réellement équipé d'un moteur aussi puissant, va-t-il si vite ? Il ne semble pas comporter, cependant, de solutions révolutionnaires... Mais il faut remarquer le raccordement des ailes avec le fuselage, très étudié, très poussé, la minceur du maître-couple de ce fuselage, le fini des profilages jusques et y compris le sabot de queue, la perfection du

poli des surfaces, l'absence de rivets apparents, l'étonnante réussite que constitue le système d'éclipsage du train d'atterrissement, et enfin, sans doute, l'excellente étude de l'hélice qui, paraît-il, assure un rendement égal — certains disent même supérieur — à 80 %. La machine, si les bossages supérieurs des cylindres n'étaient pas aussi apparents, n'offrirait à l'œil aucun défaut. Quand on aura réussi, chez Heinkel, à diminuer l'importance de ces bossages, on aura, sans doute, tiré le maximum de la formule exploitée.

C'est ce souci de réduire à tout prix le maître-couple des appareils et, par voie de conséquence, de chacun des éléments constitutifs, qui doit conduire, un jour ou l'autre, à abandonner le moteur en étoile. Cela peut paraître révolutionnaire à une époque où certaines maisons, spécialisées jusqu'ici dans les moteurs en V ou en ligne, établissent des types en étoile ; mais l'avenir démontrera que, sauf pour certaines puissances, le moteur en étoile est condamné. Si l'on veut bien réfléchir que le « Gnôme K-14 » a le même maître-couple que le « K-9 », comment ne pas s'étonner qu'un moteur d'une puissance moindre offre la même surface qu'un moteur bien plus puissant ? Pour ce maître-couple, la puissance du « K-14 » est donc intéressante, et celle du « K-9 » ne l'est pas. Et, d'autre part, pour ne pas augmenter le maître-couple, peut-on indéfiniment imaginer de placer des cylindres refroidis par l'air les uns derrière les autres ? Non. Si paradoxalement cela puisse apparaître, le moteur refroidi par l'air rejoindra nécessairement, par sa disposition, le moteur refroidi par un liquide, c'est-à-dire que ses cylindres seront en ligne ou en V.

La disposition en ligne ne saurait évidemment convenir qu'à de faibles puissances. Pour les autres, on préférera sans doute la forme en V inversé. Dans la catégorie des moteurs en ligne, il faut citer Napier, dont le moteur « Javelin » en ligne est une très jolie réussite.

A notre époque, le maître-couple est roi.

Les multiplaces de combat

C'est cette question des surfaces apparentes qui nous conduit tout naturellement à examiner la famille des multiplaces de combat. Pour aller vite, il faut offrir le moins de résistance possible à l'avancement. Pour avoir des chances d'échapper aux coups de l'adversaire, il faut lui offrir le moins de surface vulnérable possible. A cet égard, l'*Amiot-143 M 4* présente une supériorité incontestable sur les *Bréguet-41 M 4*,

les *Potez-540*, les *Bloch-200*. Il ne s'agit pas seulement, croyons-nous, de considérer la surface totale de la machine. Les aviateurs de chasse qui auront « pris » dans un collimateur idéal, et à une distance respectable, bien que modeste, soit l'*Amiot*, soit le *Bréguet*, soit le *Bloch*, auront sans doute, comme nous, été frappés de la masse offerte à l'œil par les *Bréguet*, les *Bloch* et les *Potez*. Les moteurs carénés, avec tout ce qu'ils comportent de volume, présentent à l'œil une cible bien plus substantielle, si l'on ose dire, que l'*Amiot*, si l'on n'attaque pas ce dernier, bien entendu, par-dessus et en arrière. Et, cependant, l'*Amiot* a certainement plus de surface que les autres multiplaces ! Ceci ne revient-il pas à dire que la surface n'est pas tout, comme certains tireurs, ardents partisans du monoplace, semblent le croire. Pour nous, un appareil comme l'*Amiot* peut avoir 100 mètres carrés de surface et être moins vulnérable qu'une machine de surface moindre.

C'est le même raisonnement qui nous fait dire que la réduction des surfaces n'est pas, pour un monoplace, un critérium absolu. Le *Dewoitine-511* — que nous admirons beaucoup et qui, dans quelques mois, assurera à l'aviation de chasse française une place prépondérante — satisfait l'esprit par beaucoup de points, mais il le déçoit par un autre. Si l'on « dégauchit » le *D-511* de face et de profil, on est désagréablement surpris par la surface brute offerte à l'air... et au tireur par toute la partie inférieure du berceau-moteur, qui comprend le radiateur. A regarder la ligne presque parfaite — sauf le détail, dont nous venons de parler — du *D-511*, on pourrait s'imaginer qu'une très sévère économie de surface, une netteté de lignes absolue sont strictement indispensables pour parvenir aux très grandes vitesses. Or, une visite au stand polonais, et surtout au stand tchèque, était de nature à dérouter l'esprit quelque peu. Le *P. Z. L.-24*, d'origine polonaise, qui n'a pas du tout la netteté de lignes du *Dewoitine*, atteint 416 km-heure à 4.800 mètres. Et le biplan tchèque *Avia-534* — ce qui est encore bien plus incroyable, avec ses haubannages compliqués — vole à 405 km-heure à 4.500 mètres. Il monte à 5.000 mètres en 4 minutes 4 secondes, et le *P. Z. L.-24* en 5 minutes 30 secondes.

Ces chiffres doivent permettre de se rendre compte que l'exiguïté de la surface, l'absence de mâts ne sont pas tout. En veut-on une preuve ? *Dewoitine*, *P. Z. L.-24*, *Avia-534* sont des monoplaces. A quelle vitesse vole

donc le *Heinkel-70*, équipé d'un moteur à compresseur d'équivalente puissance, mais qui peut transporter 500 kilogrammes à 1.000 kilomètres ? *A 415 kilomètres à l'heure à l'altitude d'utilisation et à 366 kilomètres à 6.000 mètres*. Il lui faut, en revanche, 16 minutes pour monter à 6.000 mètres, *mais toujours avec 500 kilogrammes de charge*.

Cette comparaison entre les possibilités des appareils monoplaces de chasse et celle d'un avion multiplace doit inciter à réfléchir.

En France, partisans du monoplace et partisans du multiplace se sont affrontés. Cette controverse a abouti aux résultats que l'on a pu voir au Salon. D'une part, un type de monoplace extrêmement racé, comme le *D-511*. Seul, le tir axial, avec un canon de 20 ou 23 millimètres, lui est permis. Le pilote, restreint dans son armement, est restreint également dans ses possibilités d'évolution (1), en raison des accélérations. D'autre part, des multiplaces, véritables mastodontes à champ de tir intégral, mais surchargés d'un équipement invraisemblable qui a conduit à des dimensions considérables, à des poids trop importants, à des vitesses insuffisantes, si élevées qu'elles apparaissent, enfin, à des prix de revient insensés.

Il est impossible, tant que l'expérience, en vraie grandeur, n'aura pas sanctionné le débat, de départager les partisans d'une formule ou de l'autre. Ce qui apparaît, toutefois, c'est que toutes deux ont atteint une espèce de degré limite. La vision d'un biplace de chasse *Les Mureaux*, sans tourelle arrière ; d'un *Heinkel-70*, susceptible d'emporter un équipage et un armement importants, est de nature, croyons-nous, à faire réfléchir monoplaciastes et multiplaciastes.

Un compromis apparaît possible. Doter le chasseur d'une arme arrière — donc, vrai-

semblablement, d'un homme de plus — alléger le multiplace de beaucoup de choses, et réduire au besoin son champ de tir, telles sont peut-être les grandes lignes des solutions de demain. Il faut remarquer, en outre, qu'au moment où l'on est parvenu à doter les multiplaces d'un champ de tir intégral, les vitesses d'utilisation restreignent singulièrement, sinon tout à fait, les possibilités du *tir latéral*. L'anachronisme est donc flagrant.

Mais...

Mais qu'il s'agisse de monoplaces ou de multiplaces français, si réussis que soient certains types, dans l'une ou l'autre de ces catégories d'avions, ils nous apparaissent tous frappés d'un même mal : la construction métallique intégrale. Rien n'est plus fragile qu'un avion en temps de guerre. Tous les pilotes ne sont pas pilotes d'essais. Tous les terrains ne sont pas des billards. Tous les adversaires ne sont pas des maladroits. Que deviendront les appareils quand il leur sera survenu un « bobo », train faussé, aile plus ou moins « froissée », fuselage « sonné » ? Il ne faut plus compter sur le pare pour réparer. La construction métallique exige des spécialistes depuis longtemps formés à l'art de travailler la tôle, de la riveter, de la souder; pour cela, il faut des machines spéciales et s'adresser à des usines munies d'un matériel coûteux, alors que le bois est plus aisément à travailler.

C'est pourquoi les appareils anglais *Hawker, Super Fury, Avia, P. Z. L.*, toute l'admirable série des avions et hydravions italiens — construits de façon peut-être moins scientifique, mais beaucoup plus pratique et de réparation beaucoup plus facile que les nôtres — doivent retenir l'attention. En temps de guerre, la question des rechanges n'est-elle pas primordiale ?

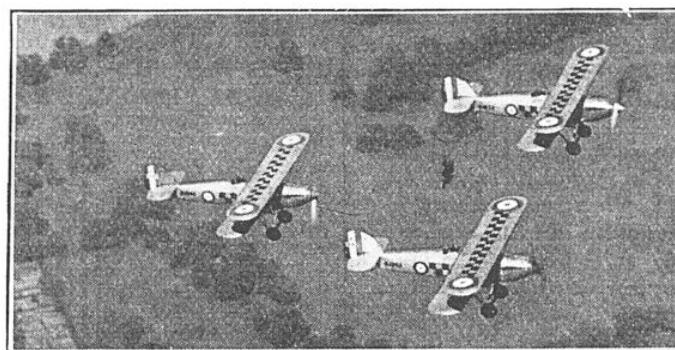


FIG. 6. - UN GROUPE D'AVIONS « HAWKER SUPER FURY », MONOPLACES DE CHASSE ANGLAIS

Le Hawker Super Fury, qui fut longtemps à la tête de tous ses concurrents, est aujourd'hui distancé. Toutefois, la perfection de sa construction, la facilité relative de celle-ci, — l'appareil n'est pas intégralement métallique comme le Dewoitine D-511, — permettent à la Grande-Bretagne d'avoir une aviation de chasse magnifique, pour qui la question des rechanges se pose de façon moins aiguë que pour d'autres pays.

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

La T. S. F. était trop négligée au Salon

Trois exposants, dont un Anglais, représentaient à eux seuls, au Salon, toutes les possibilités de la T. S. F. en aviation. C'était trop peu. En effet, la régularité des départs des avions commerciaux, l'horaire des lignes aériennes fixé presque aussi rigidelement que celui des trains et des paquebots, sont maintenant entrés dans les habitudes courantes.

Le compte rendu précis, heure par heure, des grands raids semble au public une chose toute naturelle, et les transmissions d'ordres entre avions militaires sont exécutées tous les jours.

Cette régularité, cette sécurité et cette rapidité d'information et de commandement sont dues à l'emploi intensif de la T. S. F. sous ses différentes utilisations à bord des avions.

Il y a quelques années encore, l'utilité de la radioélectricité dans l'aviation semblait contestable, et maint pilote considérait le poste de T. S. F. comme un instrument encombrant et lourd, qu'il préférât abandonner au sol pour emporter quelques litres d'essence supplémentaires. Combien de raids se sont terminés tragiquement, sans qu'aucun secours puisse être apporté à l'équipage perdu dans la brume, au-dessus de l'océan, parce que cet équipage n'avait pas voulu placer un poste de T. S. F. à bord de son avion?

Aujourd'hui, il n'est plus besoin de mettre en évidence les avantages incontestables de la radioélectricité dans l'aviation, car tous les pilotes ont compris que la T. S. F. est, au premier chef, l'un des facteurs principaux de la sécurité et de la régularité.

Tout raid soigneusement et scientifiquement préparé fait une large part aux liaisons radioélectriques. Il convient, à ce sujet, de rappeler le record de distance et le raid Paris-New York de Codos et Rossi. Au cours de ces deux raids, et principalement durant le premier, qui dura 60 heures, le monde entier fut tenu au courant de la marche de l'avion grâce aux radiotélégrammes que Rossi lançait régulièrement.

L'avion *Joseph-Le Brix* était équipé d'un poste ondes longues « A. C. 3 », d'une puissance de 225 watts, et d'un poste ondes courtes « A. O. C. ». La liaison pouvait être ainsi établie jusqu'à 800 kilomètres, en ondes longues, avec les navires et les stations côtières, et, d'autre part, les émissions ondes courtes, portant à des distances considérables, étaient écoutées par les stations officielles et les réseaux d'amateurs.

On peut dire qu'actuellement les ensembles

LA CLASSIFICATION FRANÇAISE DES APPAREILS MILITAIRES EN 1935

I. — AVIATION AUTONOME (Armée de l'air)

A) AVIATION DE CHASSE (Défensive)

L'avion de chasse, jusqu'ici monoplace disposant du seul tir axial (mitrailleuse ou canon), est chargé de la défense du ciel contre les incursions de l'ennemi. Les qualités d'un avion de chasse doivent être : grande vitesse, plafond élevé, ascension rapide. Les types actuels les plus perfectionnés de l'avion de chasse français sont les *Dewoitine-500* et *511*. Vitesse, 400 kilomètres à l'heure ; plafond, 11.000 mètres ; vitesse de montée, 5.000 mètres en 6 m 38 s.

B) AVIATION DE BOMBARDEMENT (Bombardement de nuit, destruction)

Les avions de bombardement de nuit sont des appareils lourds multimoteurs, susceptibles d'emporter de lourdes charges à grandes distances. En France, on ne dispose actuellement que d'anciens appareils, les *Léo-20* et *27*, transportant 600 kilogrammes de bombes à 1.000 kilomètres. C'est notoirement insuffisant. Les gros appareils de transport doivent être, en principe, susceptibles d'être transformés en appareils de bombardement de nuit. Moyens de défense : mitrailleuses à l'avant et à l'arrière.

C) AVIATION DE COMBAT (Bombardement de jour. Protection et combat)

Les appareils multiplaces, bimoteurs, doivent être très rapides et disposer d'un champ de tir intégral, c'est-à-dire être capables de tirer dans toutes les directions. Ils doivent pouvoir exécuter des bombardements de jour et également assurer la protection des appareils de bombardement, au cours d'expéditions diurnes. Type *Aniot*. Caractéristiques : vitesse à 4.000 mètres, 310 km-heure ; plafond, 9.500 mètres ; distance franchissable, 2.000 kilomètres. Leur doctrine d'utilisation n'est pas encore fixée.

II. — AVIATION DE COOPÉRATION (Auxiliaire de l'armée de terre)

D) GRANDE RECONNAISSANCE (Renseignements pour l'état-major, observation)

Appareils rapides au moins biplaces, disposant de la radio et d'un faible armement. Type : *Mureaux 113 R 2*. Caractéristiques : vitesse, 315 km-heure sur 2.000 kilomètres. Ces appareils sont, en général, équipés pour la photographie aérienne.

E) RÉGLAGE DU TIR DE L'ARTILLERIE

Les avions servant au réglage de l'artillerie ne doivent pas, en principe, dépasser les lignes. On peut utiliser, à cet effet, des appareils anciens et peu rapides ; on prévoit même de réquisitionner dans ce but l'aviation civile. Actuellement, le *Potez-26*, type démodé, est destiné, jusqu'à nouvel ordre, à cette mission.

Nous examinerons séparément l'aviation et l'hydroaviation navales et l'aviation sanitaire.

émetteurs-récepteurs d'ondes longues ou d'ondes courtes, destinés aux avions, sont arrivés à un stade de réalisation industrielle permettant une utilisation pratique et sûre. Bien des inconvénients reprochés aux appareils qui équipaient les avions il y a encore quelques années, ont à présent disparu; c'est ainsi que tous les postes modernes sont, tant pour l'émission que pour la réception, entièrement alimentés par le réseau électrique installé à bord de l'avion, ce qui supprime le gros ennui du aux batteries d'accumulateurs et piles et permet de gagner du poids. La réception à bord, rendue si pénible par les perturbations dues aux parasites engendrés par les magnétos, devient parfaite sur tous les avions dont les moteurs et les rampes d'allumage sont blindés, ce qui se généralise de plus en plus.

Parmi les problèmes qui ont été récemment étudiés par les techniciens de la T. S. F. d'avions, il faut surtout retenir la radiogoniométrie, d'une part, et les liaisons radiotéléphoniques, d'autre part.

L'emploi des lampes modernes, et, notamment des lampes à grille écran (1), a permis de réaliser des récepteurs radiogoniométriques d'une énorme sensibilité; on peut alors, en utilisant comme collecteur d'ondes un cadre blindé et étanche d'un très petit diamètre, obtenir des relèvements précis à des distances assez considérables; les cadres utilisés sont souvent escamotables,

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

afin de ne pas créer de résistance à l'avancement lorsque le radio ne fait pas de relèvements. Tous les radiogoniomètres d'avion existant actuellement sont destinés à l'écoute des ondes moyennes, supérieures à 100 mètres. Les ingénieurs des différentes firmes étudient les problèmes posés par la radiogoniométrie des ondes courtes; mais aucune solution satisfaisante n'a encore été proposée.

Les recherches sont également activement poussées pour remédier aux inconvénients de « l'effet de nuit », qui consiste en ce fait connu que des erreurs importantes de relèvement sont remarquées après le coucher du soleil. L'état actuel des travaux permet d'espérer qu'avant un an, ces deux problèmes seront résolus.

La question des liaisons radiotéléphoniques — qui se pose pour l'intercommunication des avions de chasse, ou des avions faisant partie d'une même escadre aérienne — vient d'être résolue d'une

façon tout à fait satisfaisante. Deux techniques s'affrontent en ce moment : l'une qui emploie des longueurs d'onde de l'ordre de 50 mètres, l'autre des ondes courtes inférieures à 10 mètres.

Si la première a pour elle l'avantage d'une mise au point plus facile du matériel, elle offre, en revanche, des inconvénients tactiques importants ; la gamme d'ondes utilisées ne permet pas, en effet, de réaliser le « duplex » ; l'écart indispensable de longueur d'ondes entre les différents émetteurs ne permet que d'en répartir un petit nombre

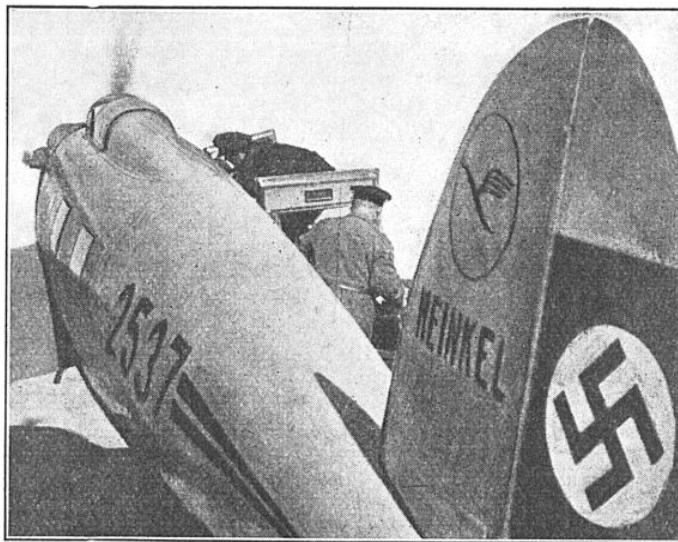


FIG. 7. — LE « HEINKEL-70 », APPAREIL ALLEMAND ÉQUIPÉ EN AVION DE TRANSPORT POUR QUATRE PASSAGERS, FUT INCONTESTABLEMENT L'UN DES CLOUS LES PLUS REMARQUÉS DU SALON

Cette machine, munie d'un moteur de 860 ch à compresseur, est d'une exécution remarquable. La réduction du maître-couple du fuselage, le raccordement des ailes au fuselage selon des lignes parfaitement harmonieuses, la perfection de l'éclipsage du train, le profilage minutieux de toutes les résistances passives, y compris le sabot de queue, constituent autant d'éléments qui servent à expliquer les vitesses exceptionnelles réalisées par cet appareil : 366 kilomètres à l'heure à l'altitude d'utilisation et 405 à 4.000 mètres. Transformé en avion de guerre, l'appareil peut transporter 500 kilogrammes de bombes à 1.000 kilomètres. C'est évidemment une machine redoutable.

dans la bande prévue, et, enfin, si la partie de l'onde directe ne dépasse guère les 70 ou 80 kilomètres nécessaires, l'onde réfléchie, par contre, se retrouve à plusieurs centaines de kilomètres, ce qui est inadmissible pour une utilisation militaire. Enfin, les émissions peuvent être brouillées par un émetteur puissant, situé à plusieurs centaines de kilomètres.

Les postes fonctionnant sur ondes très courtes, au-dessous de 10 mètres, sont, au contraire, affranchis de tous ces inconvénients, et il semble bien qu'en définitive ils doivent être préférés, bien que d'une mise

connaître la température, les pressions et l'hygrométrie, doit être chaleureusement félicité.

En résumé, dans ce domaine de la radioélectricité, si primordial en aéronautique, on a regretté vivement que le public, en raison du faible nombre d'exposants, n'ait pas été mis assez, ni clairement, au courant des possibilités extravagantes de la T. S. F.

Impressions d'ensemble

L'apport des nations étrangères dans ce Salon de 1934 aura été magnifique. Qu'il s'agisse de l'hydravion italien *Macchi-Fiat*,

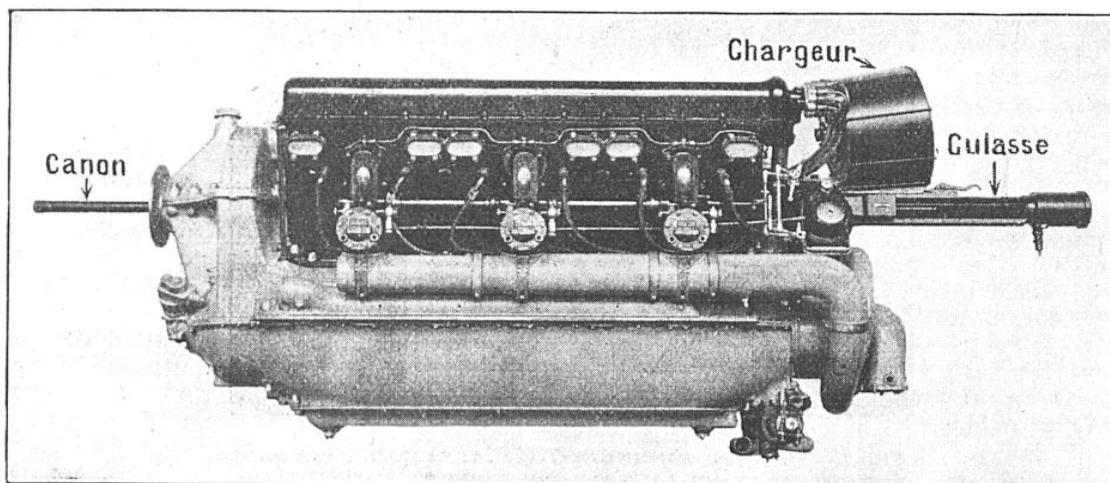


FIG. 8. — MOTEUR-CANON « HISPANO », DE 860 CH (12 Y.C. R. S.)

Le tube du canon passe entre les cylindres en V et débouche, à gauche, dans l'axe du moyeu de l'hélice. Ce canon de 20 mm est à armement automatique. Vitesse du tir : 400 coups à la minute.

au point plus délicate. Avec ces postes, le « duplex » est réalisé complètement et les liaisons s'établissent absolument comme avec un téléphone : on peut, entre 5 et 10 mètres, placer plusieurs milliers d'émetteurs, sans que ceux-ci se gênent mutuellement. Enfin, la portée obtenue avec ces postes, et qui est de l'ordre de 70 kilomètres, est vraiment une portée limite, au delà de laquelle l'émission est tout à fait disparue. Des essais, qui ont été faits récemment, ont prouvé que ce matériel est maintenant parfaitement au point, et l'on peut espérer que l'aviation de chasse sera bientôt dotée d'appareils d'intercommunication.

L'Office National Météorologique avait su présenter, de façon très intéressante, l'utilité de la radioélectricité pour les sondages météorologiques. Le commandant Bureau, inventeur d'un petit ballon-sonde, du poids de 1.200 grammes, qui permet de

de 3.200 ch, ou du petit bimoteur amphibie *Savoia-Marchetti*, équipé de deux moteurs « Pobjoy » de 75 ch chacun, — véritable merveille de construction, d'aménagement, de confort, — de l'avion allemand *Heinkel-70*, de l'appareil de chasse *P. Z. L.-24* et de l'avion de tourisme vainqueur du Challenge international, de l'*Avia-234* tchèque, du triplace école anglais et aussi du *Hawker Super Fury*, — qui faisait, toutefois, un peu figure de vieille et très honorable connaissance, — des moteurs allemands « *Jumo V* » à huile lourde, des moteurs anglais « *Javelin* » de la Maison Napier, nous aurons vu des choses admirables.

L'impression qui se dégageait de l'exposition française était également réconfortante. Les magnifiques et si scrupuleusement honnêtes productions de Lioré, de Dewoitine en hydravions, avions de commerce et de chasse ; certaines réussites de Potez, comme

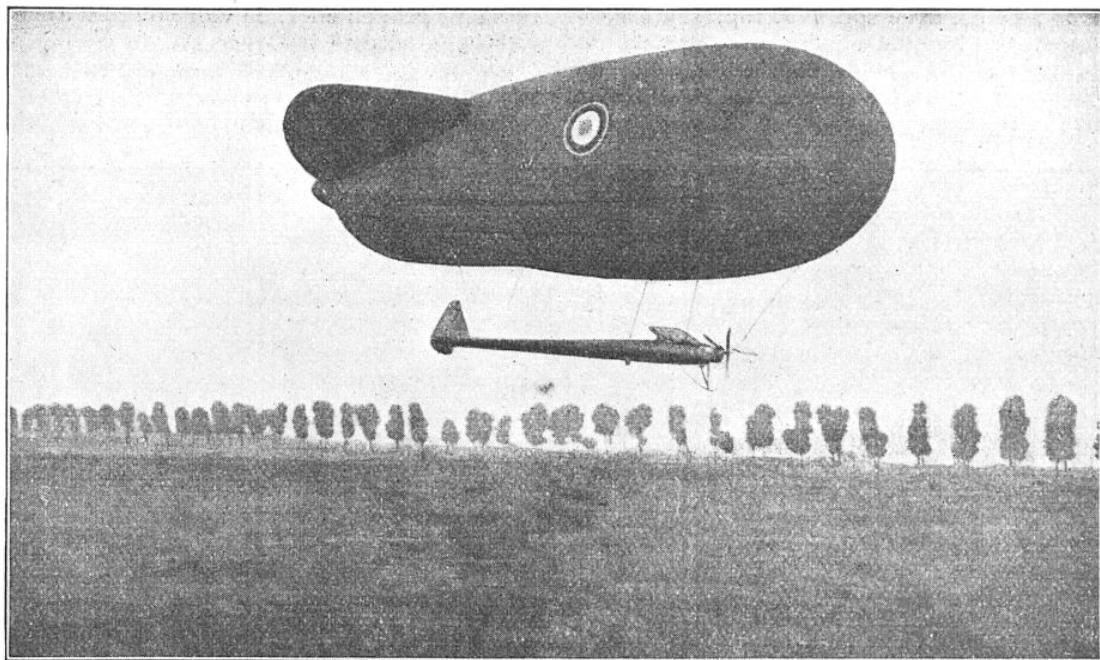


FIG. 9 ET 10. — L'AÉROSTATION AU SERVICE DE L'URBANISME A PARIS

Les nombreux visiteurs du dernier Salon de l'Aviation ont suivi avec intérêt les évolutions, dans le ciel de Paris, du ballon, genre « saucisse » d'observation, muni d'un moteur lui permettant de se déplacer lentement. C'était le moto-ballon Zodiac choisi par la Préfecture de police pour photographe et cinématographe certains points de la capitale où la circulation est particulièrement intense. Voici quelques détails sur ce moto-ballon : sur la carène d'un ballon captif d'observation, on fixe un fuselage monocoupe équipé d'un moteur de 60 ch ainsi que les gouvernes de direction et de



profondeur. L'opération se fait en quelques minutes. Le fuselage, démontable en trois tronçons, peut être aisément transporté sur une remorque légère. Les photos de cette page montrent le moto-ballon en vol et le ballon à l'atterrissement. La carène et les empennages pneumatiques n'ont pas changé. Cet appareil nouveau, maniable, économique, a donné aux essais toute satisfaction. Signalons qu'au point de vue militaire ce dispositif permet de rapidement transformer un ballon captif en lui donnant une autonomie précieuse pour effectuer au mieux le réglage des tirs d'artillerie à longue portée.

le 56 ; Cams, avec son 110, représenté seulement en maquette ; les productions de Caudron en avions de tourisme ; celles de Farman en grand tourisme, celles d'Amiot en multiplaces, peuvent et doivent nous

ne s'agir pas, en effet, de voir voler les appareils à la vitesse indiquée par le constructeur, mais des appareils *normalement chargés* atteindre la dite vitesse.

Il ne s'agit pas seulement d'avoir de très

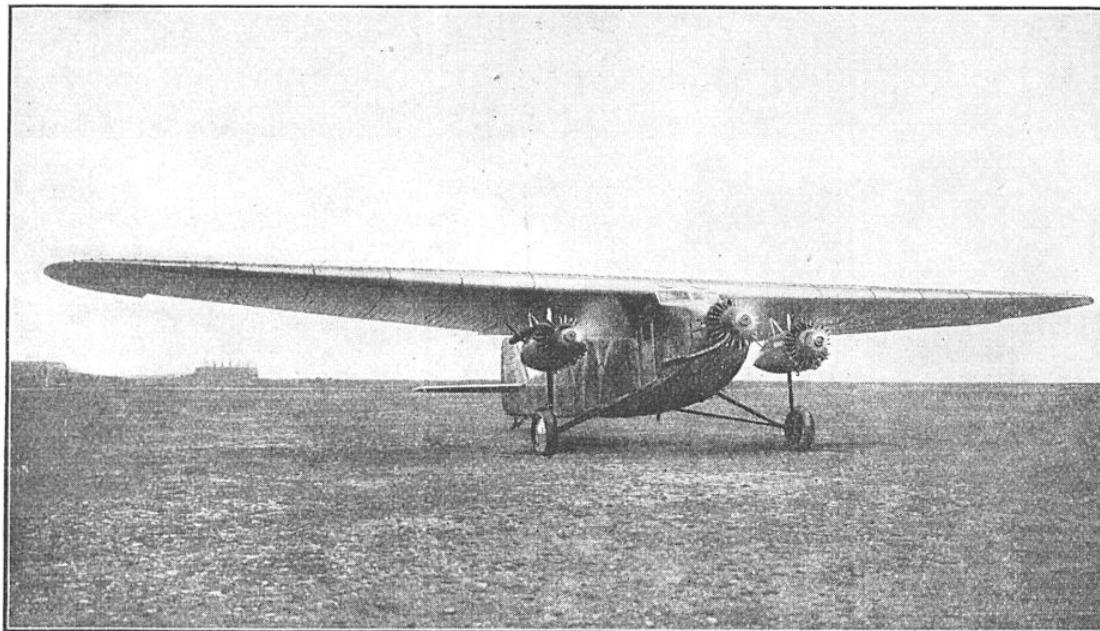


FIG. 11. — AVION TRIMOTEUR, INTÉGRALEMENT MÉTALLIQUE, DE LA SOCIÉTÉ PROVENÇALE DE CONSTRUCTIONS AÉRONAUTIQUES, TYPE « 41 T »

Les principales caractéristiques de cet appareil sont les suivantes : envergure, 20 mètres; longueur, 13 m 180; hauteur, 4 m 15; puissance, 3 moteurs Salmson de 135 ch (total 405 ch); vitesse, 200 km-heure pour un rayon d'action de 1.000 kilomètres. Deux appareils de ce type, construits en 1929, sont actuellement utilisés par Lefèvre et Assolant, qui ont totalisé, en liaisons postales hebdomadaires, 100.000 kilomètres sur la ligne Tananarive-Broken Hill, en correspondance avec la ligne Londres-Le Cap. L'un de ces deux appareils avait déjà effectué, en 1933, dans de brillantes conditions, un périple de 12.000 kilomètres en Afrique Centrale, sous la conduite du capitaine Wauthier.

apporter un réconfort nécessaire dans les circonstances actuelles.

Mais notre inquiétude provient, d'une part, que le temps presse pour donner à l'armée de l'air les matériels dont elle a besoin, et que, d'autre part, beaucoup de ces matériels achetés en grande série n'ont pas tous satisfait aux essais indispensables. Il

beaux appareils rutilants de vernis, mais la possibilité de les réparer rapidement et de les remplacer dans les délais les plus restreints.

Bref, nous avons quelques types très réussis dans tous les domaines. Que donneront-ils à l'usage ?

C'est le secret de demain.

J. LE BOUCHER.

L'Allemagne vient de suspendre le goudronnage des routes pour résérer les goudrons de houille à la préparation des carburants de synthèse. Les procédés d'obtention des essences par voie synthétique à partir des dérivés de la houille se développent, en effet, activement, pour pouvoir subvenir aux besoins du Reich (motorisation de l'armée, aviation), en cas de conflit, sans faire appel à l'importation des produits pétroliers étrangers. En France, notre production en goudrons ne répond déjà plus aux nécessités de la route et, pour les besoins du service des poudres, les quantités qui seraient nécessaires, en cas de mobilisation, sont insuffisantes.

LES VITAMINES, VÉRITABLES « CATALYSEURS » DE LA NUTRITION

Par Charles BRACHET

Nul n'ignore, à l'heure actuelle, que la nutrition de l'homme et des animaux ne saurait être assurée de façon normale par un simple apport des éléments chimiques qui entrent dans la composition des tissus. Il est, en outre, indispensable que les aliments contiennent certains corps que l'on a appelés « vitamines » et dont la présence — même en quantités infimes — empêche le développement de maladies, telles que le scorbut, le béribéri, le rachitisme, etc. Les connaissances — toutes récentes — que nous avons acquises dans ce domaine s'accroissent et se complètent d'année en année, grâce aux innombrables et patients travaux effectués sur cette question dans tous les pays du monde. Nous ne sommes encore qu'au seuil d'un chapitre à la biologie fort complexe, où il est encore difficile d'énoncer des conclusions définitives. Car, au fond, qu'est-ce qu'une vitamine et comment agit-elle ? Voilà des questions auxquelles il est encore malaisé de répondre avec précision.

Le paradoxe ne date pas d'hier qui consiste à soutenir la supériorité du sauvage sur l'homme civilisé. Le XVII^e siècle en a fait sa thèse favorite. C'est un paradoxe, — sauf, peut-être, dans ce département essentiel de la vie qui s'appelle nutrition. En matière de nourriture, tout raffinement se paye par un danger dont le plus typique réside dans la destruction de ces substances *indispensables* : les « vitamines ».

La plus délicate, la plus dangereuse des industries — qui devrait être, en conséquence, la plus scientifique — n'est autre que celle de l'alimentation. Ce fait primordial vaut la peine d'être expliqué. Nous allons le faire en nous aidant des remarques profondément judicieuses de deux spécialistes : M^{me} L. Randoïn et M. H. Simonnet.

Les méfaits de la civilisation en matière alimentaire

« Les races sauvages, ou demi-sauvages, vivant dans les pays tempérés et productifs, consomment une nourriture mixte, composée d'aliments d'origine végétale et d'aliments d'origine animale, sans leur faire subir de modifications notables. Ce sont des races prospères et prolifiques. Ni le scorbut, ni le béribéri ne sévissent parmi ces primitifs ayant conservé comme guide, dans le choix de leur nourriture, une sorte d'instinct animal. » Tel est le fait primitif, incontestable.

Que le scorbut, le béribéri, et bien d'autres maladies, soient dus à l'intervention industrielle de l'homme dans la préparation de sa nourriture, c'est là un autre fait, non moins incontestable. L'homme civilisé se préoccupe avant tout de la conservation des produits alimentaires, son premier « capital ». La première technique qui s'offre pour atteindre ce but consiste à saler, fumer, boucaner les viandes ; à ensiler les céréales et les tubercules, sélectionnés d'autre part d'après leur richesse en amidon ; à cuire les fruits, sélectionnés à leur tour d'après leur richesse en sucre. Tous ces aliments, riches en matières grasses, en amidon, en sucre, sont très nutritifs, plus que les herbes, les fruits sauvages, les bourgeons, les petits mollusques, le poisson frais, le gibier, dont s'alimentent les sauvages. Mais le civilisé, abusant de ses réserves « salées » et « fumées », contracte le scorbut. Il lui suffira, d'ailleurs, d'un jus quotidien de citron pour s'en guérir : la nature apporte le remède — mais aussi un « problème scientifique ». Quel est le facteur, absent dans les vivres de conserve et présent dans le citron, qui empêche le scorbut d'apparaître ? On connaît aujourd'hui la réponse : la « vitamine » C.

Il est commode pour des paysans pauvres de se nourrir à peu près exclusivement de farine de maïs, produit agricole particulièrement riche en amidon. Mais apparaît alors une maladie inconnue des ancêtres : la pellagre. En 1925, on saura qu'ici encore

c'est l'*absence* d'un facteur essentiel à la vie, la « vitamine » P, qui est la cause de tout le mal.

Il est commode, dans l'Inde et dans l'Insulinde, de nourrir les coolies et les prisonniers exclusivement avec le riz produit par les usines locales, qui décortiquent la graine et la polissent jusqu'à la rendre brillante comme la porcelaine. La flotte japonaise nourrit longtemps ses équipages avec des rations à base de riz. Mais le *béribéri*, terrible maladie nerveuse, apparaît alors chez les prisonniers, chez les coolies, chez les matelots. En 1889, un médecin hollandais, *Eijkman*, constate que les poules nourries du riz des prisonniers, dans la cour d'une maison centrale de Java, contractent le *béribéri*, tandis que les poules nourries de riz brut, non décortiqué, demeurent bien portantes. Il existe donc, dans l'écorce du grain de riz, un principe indispensable à la vie : on saura, beaucoup plus tard, que c'est une « vitamine » B. « L'industrie » du riz la fait disparaître.

La cuisinière la plus bourgeoisie, en ép杵ant un fruit, un légume, risque donc, sans le savoir, de courir le même danger ou un danger analogue, c'est-à-dire d'éliminer une « vitamine » connue ou inconnue. En procédant à la cuisson de ce fruit, de ce légume, et de tous les aliments en général, l'industrie « cuisine » ne va-t-elle pas détruire quelqu'autre de ces principes vitaux ? Et si la cuisine devient fabrication de conserves alimentaires, procédant au moyen d'autoclaves et par les hautes températures qu'exige la stérilisation « pasteurienne », le mal ne va-t-il pas s'aggraver ? Il s'aggrave, en effet. Et, cette fois, c'est la science — celle de Pasteur — qui est indirectement la grande responsable, puisque c'est elle qui, seule, permet la conservation des aliments cuisisés, la fabrication des « conserves » dont le catalogue alimentaire est aujourd'hui varié à l'infini.

Il est donc bien évident que, depuis le premier essai de conservation par le sel

jusqu'aux procédés les plus modernes, en passant par la sélection agricole des végétaux et par l'élevage des animaux gras, toute l'industrie alimentaire opère à contre-sens de la nature.

Le fait est assez grave, si l'on songe à tous les malaises, à toutes les déficiences, à toutes les maladies de causes encore mal définies, qui frappent notre société, et précisément, semble-t-il, en raison directe du raffinement qu'elle apporte à sa vie. L'intelligence industrielle et scientifique est donc allée, une fois de plus, à contre-sens de l'instinct vital du sauvage confectionnant son repas « complet ». C'est donc par un supplément d'effort scientifique que l'intelligence doit découvrir le correctif des maux qu'elle-même a engendrés. Il ne s'agit pas de renoncer aux bienfaits « civilisateurs » de l'industrie alimentaire, mais il faut arracher à la nature la connaissance de ses facteurs vitaux les plus secrets : c'est le but de la science des vitamines, et, plus généralement encore, nous le verrons, la science de la nutrition.



FIG. 1. — UN EXEMPLE DES EFFETS BIOLOGIQUES DE LA CARENCE D'UNE VITAMINE B DANS L'ALIMENTATION

En haut, un pigeon recevant un régime alimentaire (artificiel) complet et équilibré ; au bout du dix-septième mois, l'animal est en état absolument normal.
— En bas, état d'un pigeon soumis à un régime artificiel exclusivement privé d'une vitamine B : l'animal présente une crise de polynévrite.

dix-millionième, en poids, de la ration quotidienne), sont indispensables au développement, à l'entretien, au fonctionnement des organismes et dont l'absence détermine des troubles et des lésions caractéristiques. »

Pour découvrir une vitamine inconnue, il convient, par conséquent, de savoir d'abord guérir « le trouble accompagné de lésions caractéristiques » que l'on suppose être dû à l'absence de cette vitamine dans le régime alimentaire du sujet, et que l'on appelle, à cause de cela, une « avitaminose ».

Qu'est-ce qu'une vitamine ? Comment on la découvre

Voici la définition que M^{me} L. Randoïn et M. H. Simonnet proposent pour les vitamines :

« Les vitamines sont des substances que l'organisme animal est incapable d'élaborer lui-même et qui, à doses infinitésimales (de l'ordre du millionième, voire même du

Si cette guérison s'obtient en complétant le régime déficient au moyen d'un aliment déterminé, il est évident que la vitamine *x* recherchée se trouve dans cet aliment. Mais cet aliment peut contenir également — et, le plus souvent, contient en effet — d'autres vitamines, caractérisant d'autres avitaminoses. D'autre part, plusieurs aliments, très différents, peuvent apporter, chacun séparément, la guérison de l'avitaminose considérée : dans ce cas, ils contiennent tous la vitamine recherchée, sans contenir obligatoirement les « autres » vitamines. La recherche de la vitamine inconnue s'effectuera donc par une série d'expériences, dans lesquelles les aliments seront éprouvés grâce à des réactifs purement physiologiques. Autrement dit, des organismes vivants (rats, cobayes, oiseaux, etc.) subiront des régimes alimentaires scrupuleusement analysés, méthodiquement variés ; quand l'avitaminose apparaîtra par carence d'une substance alimentaire, et quand elle disparaîtra grâce à la réintroduction de cette même substance dans le régime, l'expérimentateur pourra affirmer que la substance en question contient la « vitamine » correspondant à la définition de Randoïn et Simonnet.

A ce moment, on commence à savoir quelque chose de précis touchant la vitamine. On connaît un ou plusieurs de ses « supports » alimentaires. Pratiquement, le physiologiste n'en demande pas davantage. Cela lui suffit, même pour établir d'après un aliment-type le dosage biologique des diverses vitamines. Mais si le chimiste veut s'en donner la peine, il peut espérer isoler le précieux élément, ou tout au moins en reconnaître la formule organique. Il lui suffit d'éliminer progressivement tous les composés classiques de l'aliment considéré, jusqu'à ce que le résidu final prouve son efficacité sur les réactifs biologiques. Cette recherche d'un élément chimique infinitésimal, à la lumière des indications biologiques, rappelle l'isolement du radium de la pechblende sur les indications physiques de plus en plus serrées de l'électromètre de Pierre Curie.

L'histoire des quatre principales vitamines : A, B, C, D

Dans ces conditions, il est naturel que les premières vitamines identifiées chacune par une lettre de l'alphabet, soient qualifiées par la maladie (l'avitaminose) qui donna lieu à leur découverte. L'avitaminose « béri-béri » (en termes médicaux, une névrilemme aiguë et généralisée) a donné lieu à la décou-

verte de la vitamine B « antinévritique ».

L'avitaminose « scorbut » a fait découvrir la vitamine C « antiscorbutique ». L'avitaminose « rachitisme » a révélé la vitamine D « antirachitique ». Ce sont là des *avitaminoses spontanées*, dont l'humanité souffre depuis des siècles.

Nous avons rappelé comment les premières observations d'Eijkman (1889), sur le béri-béri des prisonniers javanais, fut à l'origine de cet immense mouvement de recherche. Le principe vital indispensable contenu dans l'écorce du riz fut reconnu exister, tout de même, dans l'écorce d'autres graines qui, décortiquées, donnaient, elles aussi, le béri-béri aux oiseaux. Vers 1901, le Hollandais Grijns et, plus tard, en France, Weill et Mouriquand, Lucie Randoïn et P. Portier constatèrent que le béri-béri pouvait encore être provoqué chez les oiseaux par des aliments quelconques chauffés à haute température (en autoclave). La conclusion s'imposait : *une stérilisation des aliments par la chaleur détruit la vitamine antinévritique*.

L'action curative du « son de riz » ayant pu être concentrée dans des extraits de ce son, C. Funk essaya, en 1911, d'en isoler le principe actif. A l'aide de purifications et de précipitations fractionnées, il réussit à faire cristalliser de faibles quantités d'une base organique active, répondant à une formule chimique précise, qu'il appela pour la première fois « vitamine ».

En 1914, les Américains Mc Collam et Davis observèrent que les « accidents polynévrétiques », provoqués sur le rat par un régime alimentaire chimiquement pur, pouvaient être guéris en ajoutant à ce régime de faibles quantités de germe de blé ou de poudre de lait. Le facteur vital contenu dans le germe de blé apparut soluble dans l'eau (hydrosoluble).

On se demanda, toutefois, si le facteur de Mc Collam (appelé B par son inventeur) était identique à la vitamine antinévritique de Funk. Des expériences méthodiques ne tardèrent pas à mettre en évidence que la vitamine B de Funk contenait autre chose que le facteur mis en évidence par la solution aqueuse de Mc Collam, et qui représentait le facteur spécifiquement antinévritique.

Le facteur supplémentaire, c'était précisément celui qui avait été découvert, en 1913, par Osborne et Mendel, sous le nom de vitamine A, dans leurs études concernant la nutrition par les matières grasses. Ces auteurs avaient été conduits à conclure que les diverses matières grasses n'ont pas toute

Désignation de la vitamine	Nom de l'avitaminose expérimentale	Caractéristique de l'avitaminose	Affection spontanée correspondante	Action de la chaleur sèche	Action de la chaleur humide	Action des rayons ultraviolets	Nature chimique	Dose minima active par animal et par jour
VITAMINES SOLUBLES DANS L'EAU (facteurs hydro-solubles)								
Vitamine antiscorbutique (C).	Scorbut.	Syndrome hémorragique.	Scorbut de l'adulte. Maladie de Barlow ou scorbut infantile.	A partir de 65°, détruite.	1 h. à 120°, en partie détruite.	Nulle ?	C ¹ — Acide ascorbique (appareillé aux sucres); C ² — Méthyl-nor-narcotine ou diphenol C (?) (Alcaloïde).	1 mg 000 0 mg 020
Vitamine antinévritique (B ¹).	Polynévrite.	Troubles digestifs névrites multiples.	Béribéri, " maladie des sucreries ".	A 130°, détruite.	2 h. à 120°, détruite.	Lentement détruite.	Corps basique renfermant du soufre.	0 mg 0024
Vitamine d'utilisation nutritive (B ²).	Dénutrition expérimentale.	Troubles du métabolisme des substances énergétiques et, plus spécialement, des glucides.	Anorexie, certains troubles de l'assimilation, dénutrition.	A 130°, résiste.	2 h. à 120°, résiste.	Détruite.		
Vitamine d'utilisation cellulaire (B ³).	" Black-tongue " ou stomatite ulcéruse. (?)	Troubles digestifs, troubles cutanés.	Pellagre (homme), " Black-tongue " (chien), stomatite ulcéruse. (?)	A 130°, résiste.	5 h. à 120°, résiste.	?	Noyau hétérocyclique.	0 mg 005 pour 1 cm ² de suspension de levure.
VITAMINES SOLUBLES DANS LES MATIÈRES GRASSES (facteurs lipo-solubles)								
Vitamine de croissance proprement dite (A).	Avitaminose A.	Arrêt de la croissance, xéroptalmie.	Troubles de croissance, hilkam, xéroptalmie ou kératomalacie.	8 h. à 130°, détruite.	1 h. à 120°, résiste.	Résiste.	A ¹ — Anémastérols (renfermant un cycle et une fonction alcool). A ² — Carotènes (carbures d'hydrogène à nombreuses doubles liaisons conjuguées).	0 mg 0003
Vitamine antirachitique (D).	Rachitisme.	Troubles de la calcification et de l'ossification.	Rachitisme.	8 h. à 130°, détruite.	?	Détruite.	Ergostérol irradié cristallisé (de formule très complexe, renfermant plusieurs cycles et une fonction alcool).	0 mg 0002
Vitamine de la reproduction (E).	Stérilité expérimentale.	Chez le mâle, arrêt de la spermatogenèse; chez la femelle, troubles de la nutrition fœtale.	Certains troubles de la reproduction dans les deux sexes.	Résiste.	Résiste ?	?		0 mg 250

(D'après L. RANDON et H. SIMONNET.)

TABLEAU SYNOPTIQUE DES VITAMINES ACTUELLEMENT CONNUES, DE LEURS CARACTÉRISTIQUES ET DES AVITAMINOSES CORRESPONDANTES

la même valeur alimentaire. Certaines d'entre elles, — le beurre, par exemple, — outre leur valeur énergétique, contiennent une substance que l'on peut extraire par l'alcool ou l'éther et qui est *indispensable à la croissance et à la vie*. Ce facteur, *dissous dans les matières grasses* (liposoluble), ou vitamine A, était présent dans l'ancienne « vitamine B », complexe de *Funk*.

Mais encore la nouvelle vitamine B, rectifiée par *Mc Collam*, n'était pas simple. Il fallut bientôt la considérer comme formée de deux facteurs distincts. En 1926, M^{me} *L. Randois* et *R. Lecoq* fournirent la preuve expérimentale de l'existence d'au moins deux vitamines B, en montrant que la nutrition du pigeon pouvait être assurée sans que l'animal fût protégé contre les crises nerveuses. D'autre part, d'autres expérimentateurs montraient que les accidents nerveux pouvaient être obtenus chez le poulet sans que les besoins nutritifs fussent satisfaits. Il y avait donc une vitamine B « antinévritique » et une vitamine B nécessaire à l'assimilation des aliments. Mieux encore, cette dernière dut être décomposée, à son tour, en vitamine d'utilisation nutritive proprement dite, intéressant l'organisme en général, et en vitamine d'utilisation strictement cellulaire laquelle ne serait autre que la vitamine antipellagreuse.

Telle est la fécondité de la recherche.

L'histoire de la vitamine « antiscorbutique » remonte encore plus haut que l'histoire de la précédente. Dès 1671, le Français *Nicolas Venette* affirmait qu'il y avait relation entre l'apparition du scorbut et la privation de végétaux frais. N'empêche que le scorbut sévissait encore pendant la guerre de 1870, et, durant la guerre russo-japonaise, 17.000 soldats de la garnison de Port-Arthur en furent atteints. C'est seulement en 1907 que deux savants norvégiens, *Holst* et *Fröhlich* firent, pour le scorbut, un travail analogue à ceux de *Funk* et de *Mc Collam*. Sur le cobaye pris comme « réactif », ils reconnaissent que le citron, l'orange, le chou, la tomate, le pissenlit et les *jus frais*, extraits de ces végétaux, étaient riches en « principe antiscorbutique », que ce principe était *soluble dans l'eau*, très fragile, très instable, vite détruit à l'air par oxydation et aussi par la cuisson, mais que *l'acidité du citron et de l'orange accroissait sa stabilité*. *Funk* conclut qu'il y avait, là encore, une « vitamine ». Mais ce n'est qu'en 1918 que le scorbut fut définitivement considéré comme une maladie par défaut. La vitamine correspondante reçut la lettre d'ordre C.

Les vitamines et le rachitisme

De ce qui précède, il résulte que les trois premières vitamines, A, B, C, ont été découvertes dans une suite logique d'expériences remontant au problème de nutrition soulevé par le béribéri. L'histoire du facteur « antirachitique » D ne fait que confirmer cet engrènement des déductions logiques, avec l'expérience comme guide. Les principes généraux de recherche acquis dans la découverte des trois premiers facteurs incitèrent un savant, *Mellanby*, à penser que le « rachitisme » était aussi une avitaminose. Il supposa que c'était peut-être le facteur « liposoluble » A, de croissance, qui jouait un rôle dans la genèse du rachitisme.

Employant le chien comme réactif, il réussit à faire apparaître le rachitisme chez cet animal, en le soumettant à un régime alimentaire purifié de vitamines par les moyens classiques de chauffage. Mais, à la contre-épreuve, un autre savant, *Hess*, démontra que le facteur A, réintroduit dans le régime, ne guérissait pas le rachitisme, ni même ne l'empêchait pas d'apparaître. Le problème d'une nouvelle vitamine, inconnue, se posait. On tenta de l'éviter en essayant de mettre en cause les constituants minéraux du régime alimentaire, puisque, aussi bien, le rachitisme apparaît comme une faiblesse du système osseux. Et ce travail, loin d'être inutile, amorça l'un des problèmes les plus importants de la nutrition : celui de « l'équilibre » alimentaire. C'est ainsi que le rachitisme put être provoqué chez le rat par un régime ultra-riche en calcium, mais pauvre en phosphore. Une addition convenable de phosphore prévenait ou guérissait le rachitisme.

Toutefois, on constata que certaines substances, très peu nombreuses, — parmi lesquelles, au premier rang, l'huile de foie de morue, — guérissaient le rachitisme expérimental — tout comme l'huile de foie de morue guérissait, fait empirique déjà connu, le rachitisme spontané des enfants. L'huile de foie de morue contenait le facteur A, tout comme le beurre frais ; mais le beurre était faiblement antirachitique. Donc il devait exister un facteur spécifiquement antirachitique dans l'huile de foie de morue. C'était la vitamine D, qui devait être obtenue, en 1931, à l'état cristallisé (*Bourdillon*, *Webster*, d'une part, et *Windaus*, d'autre part). A la dose infime de 2 cent-millièmes de milligramme, la vitamine D cristallisée prévient le rachitisme expérimental du rat.

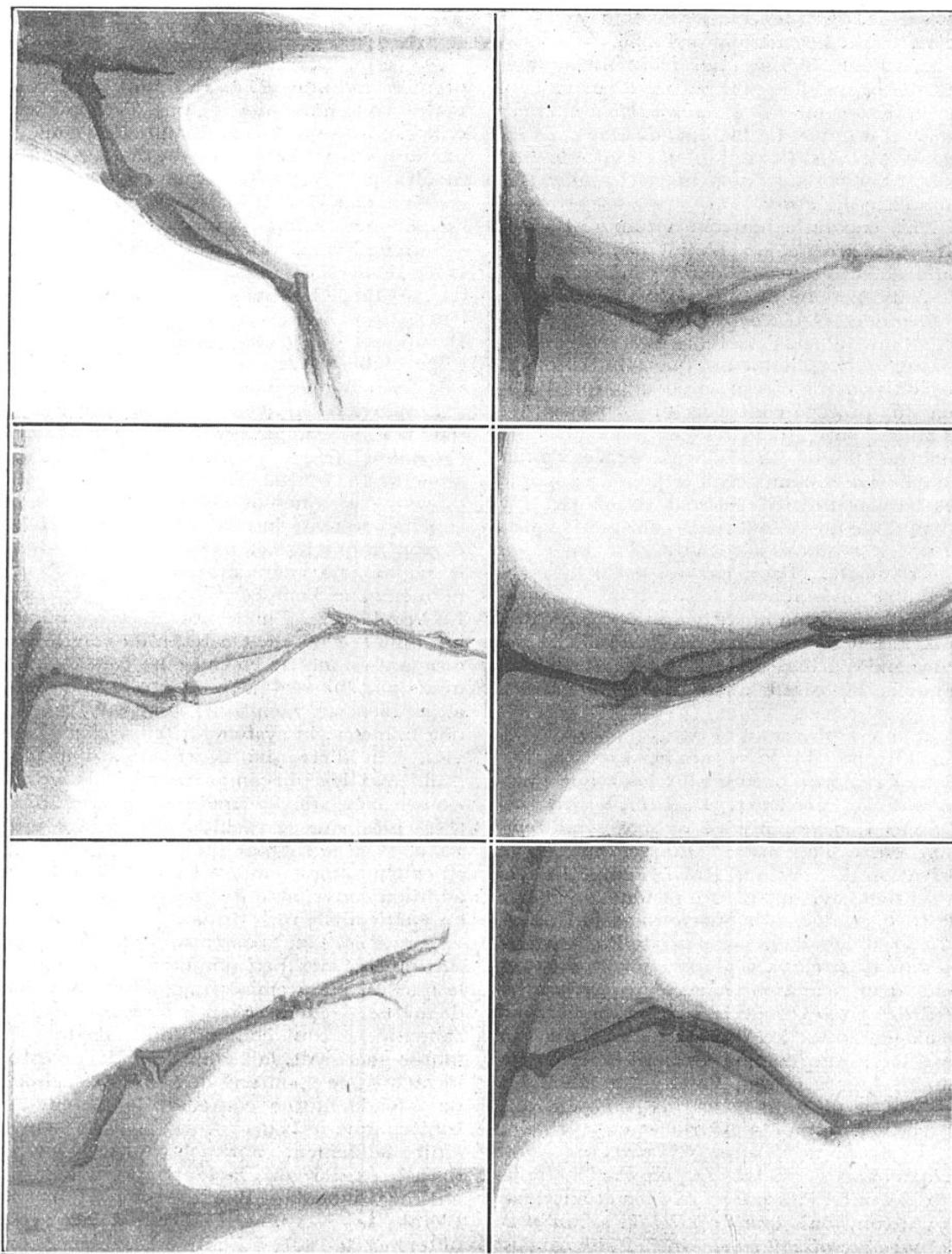


FIG. 2. - ACTION BIOLOGIQUE (ANTIRACHITIQUE) DES STÉROLIS (MÉTHODE HENRI LABBÉ) DU CACAO
En haut : à gauche, radiographie d'une patte de rat normal et, à droite, d'une patte de rat rachitique.
Au centre : patte de rat rachitique, avant et après traitement au théostérol irradié. En bas : le membre rachitique, avant et après traitement par théostérol non irradié (action moins vive, mais perceptible).

Où la lumière ultraviolette intervient

La découverte de la vitamine D entraîna aussitôt — et toujours par une déduction logique naturelle — une conséquence de la plus haute portée.

On savait que les bains de soleil peuvent guérir le rachitisme. De même, les radiations ultraviolettes fournies par la lampe à arc et la lampe de quartz à vapeur de mercure ont une activité nettement antirachitique. De là à déduire que les radiations ultraviolettes contribuaient à la formation de la vitamine D dans l'organisme, il n'y avait qu'un pas. On irradia différentes substances organiques, notamment des matières grasses — plus exactement des « lipides » — et l'on reconnaît que, dans ces matières, la fraction contenant les « stérols » devenait antirachitique par irradiation. Le cholestérol irradié se révéla cent fois plus actif que l'huile de foie de morue ; mais, bientôt, on reconnaît que c'était une impureté (entrant dans le cholestérol pour 1 millième) qui, seule, accaparaît le pouvoir antirachitique.

Effectivement, tous les stérols d'origine végétale ou animale ne sont pas activables par irradiation. On découvrit toutefois que l'ergostérol (tiré du seigle germé et retrouvé plus tard dans l'organisme animal) est particulièrement activable. Tant et si bien que l'ergostérol est maintenant considéré comme la « substance-mère » de la vitamine D, — autrement dit, une « provitamine », à partir de laquelle se crée le facteur antirachitique par l'effet photochimique de la lumière, en particulier des rayons ultravioletts.

Récemment, le docteur *Henri Labbé*, irradiant le cacao, a montré que le « théostérol » contenu dans cette substance devenait fortement antirachitique, grâce à ce traitement physique. Plus récemment encore, le même chercheur a conféré les mêmes qualités au « sojastérol », contenu dans la farine de soja, cette plante japonaise qu'on a justement qualifiée « la plus nutritive du monde ». Voilà donc des aliments antirachitiques tout désignés pour remplacer l'huile de foie de morue dans le traitement préventif du rachitisme infantile.

Seulement, la plus grande prudence s'impose quant au dosage des aliments artificiellement vitaminiés. Etant donné les quantités infimes par lesquelles agissent les vitamines, et que nous avons signalées plus haut, on ne sera pas étonné d'apprendre que l'excès de vitamines provoque des troubles particuliers, les « hypervitaminoses », non moins dangereux que les avitaminoses.

Tableau général des vitamines actuellement identifiées

Aux vitamines A, B, C, D, dont nous avons fait l'historique tout en montrant leurs avitaminoses caractéristiques correspondantes, il faut ajouter la vitamine E, découverte en 1925 à propos des troubles de grossesse. L'absence de vitamine E dans un individu de l'un ou de l'autre sexe entraîne la stérilité.

Une dernière vitamine (P) — celle dont la carence détermine la « pellagre » — a été mise en évidence également vers la même époque. Elle ne serait, peut-être, qu'une variante des vitamines B.

Nous touchons ici au terme de la nomenclature des vitamines actuellement connues. On les divise en deux classes suivant qu'elles sont « hydrosolubles » ou « liposolubles », mots dont nous avons donné le sens.

Le lecteur trouvera, ci-joint, sous forme de tableau synoptique, cette nomenclature des vitamines et des troubles que leur carence provoque.

Le rôle probable des vitamines dans le fonctionnement des êtres vivants.

Les équilibres alimentaires

Les vitamines, par leurs doses infinitésimales, semblent jouer, dans les réactions de la vie, un rôle analogue à celui des catalyseurs dans les réactions chimiques. Ce rôle est très difficile à définir : les vitamines sont, jusqu'ici, des *anti-maladies* ; leur action *positive* est très cachée.

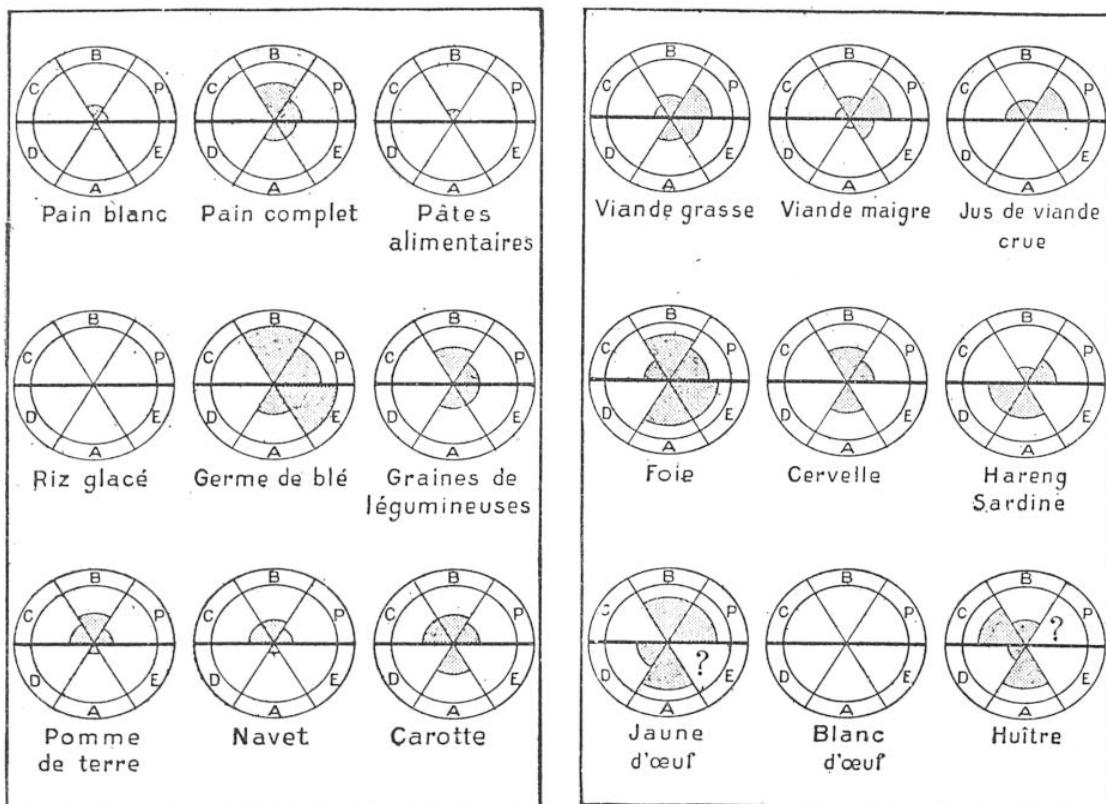
Toutefois, on sait que la vitamine C (antiscorbutique) exerce son action sur l'équilibre physico-chimique du sang, équilibre qu'elle maintient en présidant à l'utilisation du fer par l'organisme (Randoïn et R. Lecoq). De même, la vitamine D (antirachitique) préside à la distribution du calcium aux différentes parties du squelette osseux.

Ce rôle de « facteurs d'utilisation », les vitamines semblent l'étendre à notre nutrition tout entière. Les travaux de M^e L. Randoïn et de R. Lecoq ont, en effet, montré que l'action des vitamines devient inefficace si le régime alimentaire n'est pas « équilibré ». On sait, depuis le XIX^e siècle, que les aliments apportent à l'organisme *l'énergie physique* que celui-ci dépense. Mais une ration renfermant toute l'énergie potentielle nécessaire à l'organisme ne l'entretient que si le rapport des vitamines B aux matières sucrées ne s'écarte pas trop d'une certaine valeur. Quand la proportion est rompue,

les troubles éclatent. D'une manière plus générale, les *avitaminoses* ne doivent plus être considérées comme des maladies provenant de la simple carence du facteur « vitamines », mais *comme des maladies provenant d'un déséquilibre alimentaire*. Les vitamines ne sont donc, en définitive, qu'un facteur de l'équilibre alimentaire.

Si elles viennent à manquer, même quand

cacao. Il nous est pratiquement impossible de présenter ici le tableau des vitamines qu'apporte chaque aliment, en particulier. Il est plus simple de signaler, avec M^{me} Randoïn, la liste des aliments particulièrement pauvres en vitamines : *pain blanc, farines purifiées, riz poli, légumes décortiqués, pâtes alimentaires, viandes conservées par stérilisation ou très cuites, bouillons artificiels dits*



(D'après L. RANDOIN et H. SIMONNET.)

FIG. 3. — TABLEAU DONNANT LA TENEUR EN VITAMINES D'UN CERTAIN NOMBRE D'ALIMENTS, D'ORIGINE VÉGÉTALE (À GAUCHE) ET D'ORIGINE ANIMALE (À DROITE)

l'*avitaminose* aiguë ne se manifeste pas, certains principes nutritifs, au lieu d'être utiles, sont gaspillés, mal utilisés ; ils deviennent encombrants, puis nocifs. Les vitamines contribuent, par conséquent, à épargner la fatigue des organes, à éviter la formation de déchets inutiles.

Comment procurer à l'organisme les vitamines nécessaires ?

Chaque jour, les spécialistes mettent en évidence les vitamines contenues dans les aliments. C'est ainsi que le docteur Labbé a révélé l'existence de la vitamine D dans le

« concentrés », extraits de viande. L'usage répété de rations ainsi constituées peut ne pas provoquer d'*avitaminoses* aiguës, mais cause certainement des troubles qui ne sont presque jamais rapportés à leur cause. Les *avitaminoses larvées* ou « frustes » sont innombrables.

L'abus des bonbons, des chocolats, des gâteaux très sucrés est une autre cause d'*avitaminoses* frustes, car le sucre, dans ces friandises, n'est pas accompagné des vitamines nécessaires à son assimilation (déséquilibre alimentaire).

Le manque de lumière et d'irradiation

solaire entraîne, chez les enfants des villes, un rachitisme plus ou moins accentué (privation de vitamine D), qu'il faut corriger par l'huile de foie de morue ou les produits irradiés, mais dosés avec une précaution méticuleuse, l'excès étant aussi nuisible que le défaut.

Une règle excellente, édictée par Mme L. Randoïn à l'usage des ménagères, consiste : 1^o à introduire dans le menu de chaque repas une salade crue et un fruit cru ; 2^o à user de jus de citron frais dans la préparation des salades ; 3^o à consommer, en même temps que des mets farineux ou sucrés, une bonne source de vitamines B (germe de blé, levure de bière) ; 4^o consommer du beurre à l'état frais, soit seul, soit avec des légumes cuits à l'eau.

En général, tous les fruits frais et les graines en germination contiennent la vitamine C antiscorbutique.

Les vitamines B sont présentes dans un grand nombre d'aliments végétaux et animaux, mais on les trouve surtout en abondance dans les substances riches en noyaux cellulaires : levure de bière, germe de céréales, jaune d'œuf, cervelle, foie.

La vitamine A (de croissance) est surtout abondante dans les graisses provenant des tissus actifs, animaux ou végétaux, dans les parties vertes des plantes (feuilles).

La vitamine D, antirachitique, est présente dans le hareng, dans la sardine, dans la morue, mais particulièrement dans leur foie. C'est la seule vitamine dont l'abondance ne se rencontre que dans un organisme animal. Toutes les autres vitamines sont beaucoup plus répandues dans les organes végétaux.

La grande division naturelle des vitamines en « hydrosolubles » et « liposolubles » ne permet pas, le plus souvent, à celles-ci et à celles-là de coexister dans le même aliment. Cependant, l'orange, le citron, la laitue, le chou, la tomate, les épinards et aussi le foie, le lait frais, le jaune d'œuf, le germe de blé contiennent à la fois des vitamines hydrosolubles et des vitamines liposolubles.

La science de la nutrition

En résumé, la découverte des vitamines, née de l'étude des régimes alimentaires, aboutit à constituer cette *science de la nutrition* dont nous avions montré la nécessité et même l'urgence dès le commencement de cet article. Et, comme c'est la fécondité de l'application pratique qui sanctionne toujours un progrès scientifique, on peut affirmer que la découverte des vitamines, commencée depuis seulement un quart de siècle, est l'une des plus importantes acquisitions de l'humanité dans le domaine de la biologie appliquée.

On ne peut limiter sa portée. Quand on aura étudié l'action nocive des régimes alimentaires légèrement avitaminés, agissant toujours dans le même sens, pendant plusieurs générations, on verra peut-être qu'il peut s'ensuivre des modifications graves dans la constitution et l'équilibre physico-chimique du sang et des humeurs ou des cellules constituant nos tissus. Le diabète, le cancer, dont les causes profondes nous échappent, sont, tout compte fait, de graves maladies de la nutrition, soit organique, soit cellulaire.

CHARLES BRACHET.

On sait (1) qu'en Allemagne la firme Junkers a — la première — construit, pour l'exploitation des lignes commerciales de la « Lufthansa », des avions de transport propulsés par des moteurs à huile lourde pour éviter, notamment, tout danger d'incendie, sans oublier d'autres avantages sur lesquels nous aurons l'occasion de revenir. Les résultats obtenus depuis deux ans sont des plus satisfaisants, et nul doute que le moteur à huile lourde (gas oil) ne marque sa place dans la locomotion aérienne, comme il l'a déjà conquise dans les domaines de la marine, de l'industrie et des véhicules sur route et sur rail. La firme Junkers a vendu récemment des licences en Angleterre et en France (C. L. M.), et un moteur de ce genre est en voie d'homologation par notre ministère de l'Air. Nous verrons donc des appareils équipés en moteurs à huile lourde sur des lignes européennes, notamment Londres-Berlin. Nous avons signalé qu'en France le moteur Clerget et le moteur Salmson sont actuellement au point.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 148, page 311.



PRENONS L'ÉCOUTE

LES NOUVEAUX DIRIGEABLES EN 1935

Aux ateliers Zeppelin, à Friedrichshafen, sur le lac de Constance, s'achève le plus grand dirigeable que le monde aura jamais connu. Qu'on en juge : 248 mètres de long (contre 236 mètres pour le précédent); capacité, 195.000 mètres cubes (contre 105.000 mètres cubes); rayon d'action, 16.000 kilomètres ; vitesse, 130 km-heure; puissance totale des quatre moteurs à huile lourde (gas oil), 4.000 ch. En ordre de marche, cet aéronef géant pèsera près de 200 tonnes! L'enveloppe ne sera plus en tissu, comme pour le *L. Z.-127* (1), mais constituée par un revêtement métallique à la fois résistant et léger. Le futur dirigeable *L. Z.-129* sera aménagé avec tout le confort des paquebots modernes et pourra être mis en service au cours de l'été de 1935. Il sera gonflé soit à l'hydrogène, soit de préférence à l'hélium (2), et des pourparlers sont actuellement en cours, en Amérique, pour l'approvisionnement en ce gaz incombustible. Nous décrirons en temps opportun, avec tous les détails techniques, cette magnifique réalisation dans le domaine du plus léger de l'air, car le docteur Eckener lui-même nous a promis de présenter ici le *L. Z.-129*. Le *L. Z.-129* est, paraît-il, destiné à la ligne aérienne Berlin-Buenos-Ayres et, par conséquent, concurrencera la ligne aéropostale française exploitée avec succès par l'*Arc-en-Ciel*, la *Croix-du-Sud* et le *Santos-Dumont*. Mais il peut aussi convenir à la liaison Europe-Amérique du Nord qu'il pourrait assurer, dit-on, en moins de 60 heures et pour un prix de passage rémunérateur de 400 dollars !

De son côté, l'U. R. S. S. ne reste pas inactive : elle compte mettre en service, en 1935, un petit dirigeable semi-rigide, qui a déjà fait ses essais dans le courant de novembre dernier. Il jauge 18.500 mètres cubes, a une longueur de près de 105 mètres et est destiné à transporter confortablement 20 passagers sur la ligne Moscou-Sverdlovsk. Equipé avec moteurs « Maybach » de 260 ch, il pourra développer 800 ch. Ses trois moteurs sont disposés dans des nacelles spéciales et séparées de l'aéronef proprement dit, comme dans le *Macon* américain (3) — contrairement aux dirigeables allemands du type Zeppelin. Sa vitesse de croisière est de 100 km-heure. C'est une tentative intéressante, dans le domaine de la navigation aérienne soviétique, pour transporter à grande distance des passagers au-dessus du vaste territoire russe. Bien entendu, il ne saurait être comparé, quant à sa grandeur et à ses perfectionnements, au *L. Z.-129*, qui sera, comme nous l'avons dit, le plus grand et le plus beau dirigeable du monde. L'Amérique, elle aussi, s'engage dans cette voie !

LES GÉANTS DE L'AIR (AVIONS, HYDRAVIONS)

Au début de 1935, les deux plus grands appareils « plus lourds que l'air », dans le monde, sont le *Maxime-Gorki* et le *Lieutenant-de-vaisseau-Paris*. Le *Maxime-Gorki*, avion terrestre construit en U. R. S. S., possède les caractéristiques suivantes :

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

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 163, page 47.

(3) Voir *La Science et la Vie*, n° 138, page 509, et n° 192, page 500.

envergure, 63 mètres ; longueur, 32 m 5 ; surface, 484 mètres carrés ; poids total, 42 tonnes; passagers, 79 personnes ; puissance, 7.000 à 8.000 ch ; équipage, 8 personnes ; vitesse maximum, 280 km-heure ; vitesse de croisière, 240 km-heure ; à l'atterrissement, 85 kilomètres ; plafond, 6.500 mètres. Il est muni : d'une imprimerie, d'un poste de T. S. F. puissant pour les réception et les émissions, d'un haut-parleur pour la propagande, d'un cinéma sonore, d'une bibliothèque, etc. Son rayon d'action est de 2.500 kilomètres. Il constitue, pour le gouvernement soviétique, un excellent moyen de propagande intérieure. — En France, nous possérons maintenant le *Lieutenant-de-vaisseau-Paris*, le plus grand hydravion de transport, qui rivalise avec le *Dornier Do. X*, véritable paquebot aérien allemand, décrit ici à la suite du voyage de notre collaborateur à Friedrichshafen (1). Les principales caractéristiques de l'appareil français sont : envergure, 49 m 30 ; longueur, 31 m 62 ; hauteur 9 m 02 ; passagers, 72 personnes ; puissance, 4.800 ch (6 moteurs de 800 ch) ; vitesse commerciale, 230 km-heure ; rayon d'action, 5.000 km ; poids total, 37 tonnes ; plafond, 6.300 m. Nous aurons l'occasion de revenir sur ces appareils géants, pour en montrer les avantages et les inconvénients dans la pratique de la locomotion aérienne.

LA RÉNOVATION DE L'AVIATION FRANÇAISE

Avant la fin de cette année 1935, l'aviation militaire française sera pourvue d'au moins 220 appareils de chasse, qui seront livrés à l'armée de l'air à raison de 25 par mois. Le prix de revient de chaque appareil, pour l'Etat, est de 500.000 francs environ (250.000 francs pour le moteur, 250.000 francs pour la cellule) non compris l'armement (2).

Ces appareils sont équipés en moteurs de 690 ch ou de 860 ch, et susceptibles de voler à plus de 400 km-heure (5.000 mètres d'altitude). Le plafond est de 11.500 mètres, atteint en moins de 6 minutes. Aux essais, ces moteurs ont fourni 500 heures de vol sans révision, ce qui constitue un progrès réel sur certaines fabrications précédentes, si onéreuses pour l'Etat, aujourd'hui au rebut. Leur rayon d'action (3) est de 800 kilomètres à la vitesse de croisière.

L'aviation française de chasse pourrait donc être en mesure, d'ici un an, de s'aligner avec les aviations étrangères les mieux équipées, au point de vue de la qualité. Restera à résoudre, cependant, le problème de la quantité.

Quant aux avions de bombardement, certains modèles remarqués au Salon (*Amiot, Bloch*) sont encore transitoires. D'ici quelques mois, certains constructeurs affirment qu'on « sortira encore beaucoup mieux ».

Quant à l'avion commercial, en France, il est loin d'avoir dit son dernier mot. N'aurons-nous pas, en juillet prochain, des avions de transport réalisant 330 km-heure au moins ? Dans ce domaine des transports aériens, nous sommes encore bien en retard (4).

La Science et la Vie, par ses nombreuses études bien documentées et impartiales sur les aviations française et étrangères, a conquis une place prépondérante dans la presse internationale ; elle ne manquera pas d'exposer les nouveautés qui — si rapidement — bouleversent les doctrines et les matériels aériens.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 155, page 355.

(2) Les appareils de chasse sont armés d'un canon automatique (licence « Oerlikon » de 20 % (ou de 23 % suivant le cas), tirant 400 coups à la minute, avec chargeur de 60 cartouches. Le canon traverse l'axe de l'hélice. Deux mitrailleuses flanquent le canon pour assurer la défensive dans toutes les directions.

(3) En France, le rayon d'action pour les avions lourds (commerciaux ou de bombardement) désigne la distance parcourue, depuis le point de décollage jusqu'au point d'atterrissement, sans toucher au sol en tenant compte d'un vent de face de 50 km-heure. Par contre, pour les avions rapides tels que le appareils de chasse, le rayon d'action est évalué autrement : il correspond à la distance pour laquelle l'avion possède l'autonomie complète (en nombre d'heures), calculée d'après le régime économique du moteur (consommation aux essais).

(4) Voir *La Science et la Vie*, n° 210, page 503.

LES A COTÉ DE LA SCIENCE

INVENTIONS, DÉCOUVERTES ET CURIOSITÉS

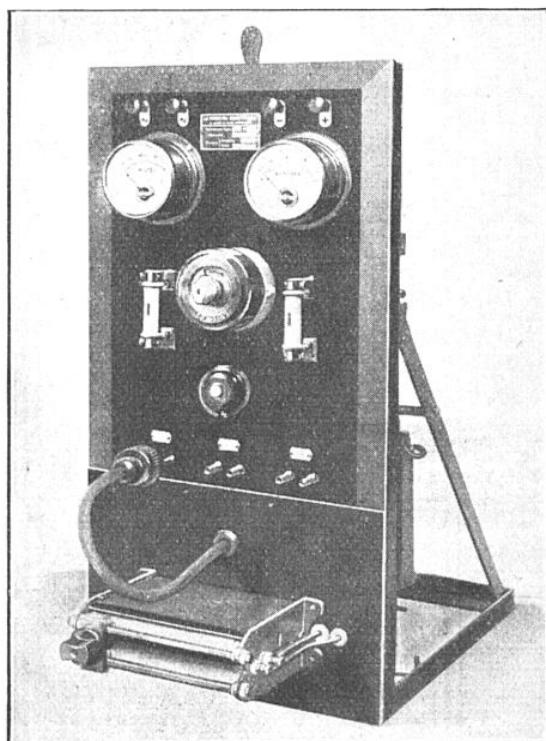
Par V. RUBOR

Les redresseurs de courant à vapeur de mercure et la recharge des accumulateurs d'automobiles

Au début du siècle, Cooper Hewitt démontra que la lampe à vapeur ne laissait passer que la moitié des alternances du courant alternatif qui l'alimentait. Du même coup, il avait inventé le redresseur à vapeur de mercure. D'ailleurs, *La Science et la Vie* a exposé en détail le fonctionnement de ces tubes et montré leurs immenses applications industrielles (1).

Le courant alternatif étant aujourd'hui le plus répandu, il est nécessaire, pour recharger des accumulateurs, de le redresser, c'est-à-dire de ne laisser passer qu'une alternance

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



ENSEMBLE DU REDRESSEUR DE COURANT
MODÈLE NORMAL « M. 10 B »

du courant. Les lampes à vapeur de mercure, ne comportant aucun organe mécanique inutile, devaient tout naturellement offrir une excellente solution à ce problème. Il fallait, cependant, étudier et mettre au point des appareils pratiques et du meilleur rendement possible, faciles à utiliser par les garagistes et les spécialistes en électricité automobile.

Trois modèles, établis par *La Verrerie Scientifique*, répondent parfaitement à la question : le *M. 10 B* à trois tensions (30, 60, 90 volts), 10 ampères, pour courant 110 à 220 volts monophasé ; le *T. 10 B*, trois tensions (30, 60, 90 volts), 10 ampères, pour courant 110 à 220 volts triphasé et le *M. 10 B B*, à une seule tension (35 volts), 10 ampères, modèle simplifié, pour courant 110 à 220 volts monophasé.

Nous ne pouvons donner ici une description détaillée de ces appareils. Signalons leur facilité d'emploi, leur encombrement restreint, leur rendement élevé à toutes charges (plus de 80% à pleine charge), le redressement des deux alternances du courant avec une seule ampoule, la longévité des ampoules (durée minimum : 4.000 heures, pouvant atteindre 8.000 et 12.000 heures).

Ainsi, les deux premiers modèles permettent de recharger :

1^o Sous une intensité de 10 ampères, jusqu'à 10 batteries de 6 volts en série, ou 5 batteries de 12 volts ;

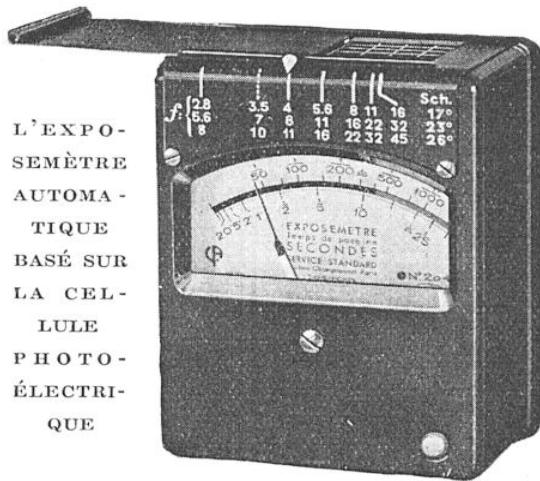
2^o Sous une intensité de 5 ampères, jusqu'à 20 batteries de 6 volts par deux groupes de 10 en série, les deux groupes étant en parallèle, ou jusqu'à 10 batteries de 12 volts par deux groupes de 5 en série, les deux groupes étant en parallèle.

LA VERRERIE SCIENTIFIQUE, 12, avenue du Maine, Paris (15^e).

Le secret des belles photographies : l'exactitude du temps de pose

QUEL que soit le soin pris pour composer un sujet, pour la mise en plaque la plus artistique, le succès dépend toujours de l'exactitude du temps de pose qui varie avec la saison, l'heure, le temps, le diaphragme, la sensibilité de l'émulsion utilisée, etc.

De nombreux appareils ont été imaginés pour la mesure de ce temps de pose. Il va de



soi que l'on préférera ceux où l'intervention de l'opérateur est réduite au minimum. Dans ce domaine, nous signalons aujourd'hui les exposémètres à cellule photoélectrique. Ils comportent essentiellement une cellule et un microampèremètre, qui mesure le débit de la cellule en fonction de son éclairement.

La firme Chauvin-Arnoux, qui a mis au point des cellules photoélectriques remarquables et qui est spécialisée dans la construction des appareils à cadre mobile sensibles, a créé un appareil : le P. C. 160, pouvant être utilisé à la fois pour la photographie et le cinéma.

Cet exposémètre permet, en effet, de mesurer les temps de pose depuis 28 minutes jusqu'à 1/2.000^e de seconde avec des ouvertures de diaphragme de F/1,3 à F/32 ; il peut être utilisé directement pour les cadences de prises de vues cinématographiques de 8, 16, 24, 32 et 64 images par seconde.

Longue échelle de lecture due à la sensibilité de l'appareil, *lecture directe*, au moyen d'un diaphragme mobile, du temps de pose si l'on se donne le diaphragme, et du diaphragme si l'on se donne le temps de pose, telles sont les caractéristiques principales de cet appareil.

Vous photographiez en cherchant à vous rapprocher de la vie, pour garder de merveilleux souvenirs. L'exposémètre est l'élément essentiel de votre réussite.

CHAUVIN & ARNOUX, 186, rue Championnet, Paris (18^e).

La loupe binoculaire, en rendant les mains libres, facilite les travaux les plus minutieux.

D E nombreux métiers exigent le travail à la loupe. Le plus connu d'entre eux est certainement le métier d'horloger. Celui-ci se concevrait-il sans son monocle-loupe vissé à l'œil ? Mais il en est de même du retoucheur de photographies, du photogra-

veur. Les médecins, les dentistes eux-mêmes utilisent la loupe dans certains cas particuliers. Bien entendu, la loupe n'est pas un microscope et nous ne lui demandons pas les mêmes services qu'à cet instrument d'optique assez compliqué.

Quel que soit l'emploi de la loupe, il est évident que l'obligation de tenir la loupe d'une main constitue une gêne considérable pour le travail. Nous savons comment les horlogers ont résolu le problème, au prix d'une fatigue certaine (un œil doit être constamment fermé) et de la perte du relief que donne seule la vision binoculaire.

Frappé de ces inconvénients, un de nos compatriotes, M. Berland, a eu l'idée de monter deux loupes sur un support analogue à une monture de lunettes. Un système à vis et à molettes permet de régler l'écartement des loupes de 30 à 45 millimètres. Pour que la vision se fasse sans effort et, par suite, sans fatigue, il est nécessaire, en effet, que les axes optiques des yeux passent sensiblement par les centres optiques des loupes et se coupent en un point situé au voisinage du plan focal des lentilles. Dans ces conditions, la fusion des deux images vues par les deux yeux se produit automatiquement, sans effort d'accompagnement.

Signalons, de plus, que les loupes, n'occupant qu'une faible partie du champ visuel, permettent la vision directe sans quitter les lunettes.

Enfin, les lentilles sont interchangeables, et, selon les verres utilisés, on obtient des grossissements variables de 1 à 3.

V. RUBOR.

L. BERLAND, opticien, Etréchy (Seine-et-Oise).

NÉCROLOGIE

M. Auguste BERNARD, fondateur de « Bernard-Moteurs » et président du Conseil d'administration de la Société « Fusion-Moteurs », est décédé subitement le 17 novembre dernier.

L'intérêt que ce grand industriel avait toujours porté à *La Science et la Vie* nous fait un devoir d'adresser à sa mémoire notre hommage déférent et notre souvenir respectueux.

Nous ne pouvons songer à retracer ici l'œuvre de ce grand Français. N'oublions pas que c'est lui qui a vulgarisé l'usage du



moteur agricole et industriel et l'a fait ainsi pénétrer jusque dans les hameaux les plus reculés de la métropole et des colonies. Son nom constitua, à l'étranger, une remarquable propagande pour la construction française. La croix de chevalier de la Légion d'honneur avait, à juste titre, récompensé ses mérites reconnus.

Ayant prévu sa disparition même, il avait pris soin d'arrêter les directives auxquelles ses collaborateurs de la société qu'il dirigeait ne manqueront pas de se conformer pour mener à bien la tâche qu'il avait entreprise.

CHEZ LES ÉDITEURS⁽¹⁾

Défense aérienne du territoire, par le général Niessel, le général Chabord et G. de Guilhermy. Prix : 10 francs ; France, 12 francs ; étranger, 15 fr. 60.

Le problème de la défense des populations civiles contre les attaques aériennes est à l'ordre du jour dans tous les pays. On conçoit que les pouvoirs publics se préoccupent de protéger les habitants des grandes villes contre les conséquences d'une attaque par bombes explosives incendiaires et toxiques, ou bacillaires. Les auteurs de ce passionnant ouvrage ont réussi à présenter cette redoutable question sous son aspect scientifique, ce qui leur a permis de réagir, à juste titre, contre les inquiétudes exagérées et irraisonnées, en démontrant que l'application de mesures de protection permettrait de lutter avec efficacité contre le danger d'une agression aérienne.

Ce que sont ces mesures de protection, comment elles doivent être appliquées,

(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.

autant de points clairement exposés dans cet ouvrage d'un puissant intérêt public.

L'Eau, par M. P. Otto, docteur ès sciences physiques. Prix : France, 13 fr. 60 ; étranger, 16 fr. 40.

Le nom de M. Otto fait autorité dans le domaine de l'épuration des eaux. Alors que nous étudions nous-même la stérilisation par les rayons ultraviolets, les travaux du Dr Otto sur l'ozone faisaient déjà autorité.

Dans l'ouvrage de haute vulgarisation que vient de présenter l'auteur, nous trouvons un exposé méthodique, précis et impartial des différents procédés scientifiques en usage pour l'épuration des eaux dans les villes. La science, depuis le début de ce siècle, s'efforce de chasser de la cité moderne l'eau qui tue. L'eau pure dans l'urbanisme constitue, en effet, un problème capital de l'hygiène sociale, et *La Science et la Vie* se préoccupe activement des solutions adoptées pour le résoudre.

Utilisation des chaleurs perdues pour le chauffage et la production de la force motrice, par Hans Balike, traduit par A. Schubert. Prix franco : France, 53 fr. 80 ; étranger, 57 francs.

L'utilisation des chaleurs perdues est aujourd'hui un problème économique capital. Pour guérir un mal, il faut en connaître les causes. L'auteur étudie donc, tout d'abord, les sources de pertes de chaleur. Il passe ensuite en revue les conditions d'utilisation de cette chaleur, grâce aux échangeurs, à l'emploi de la vapeur d'échappement, des gaz brûlés, des accumulateurs de chaleur, le transport de la chaleur à distance. Cet ouvrage constitue une mise au point intéressante de cette question primordiale au point de vue du rendement.

TARIF DES ABONNEMENTS A « LA SCIENCE ET LA VIE »

FRANCE ET COLONIES

Envoyé simplement affranchis.....	{ 1 an 45 fr. 6 mois ... 23 —	Envoyé recommandé.....	{ 1 an 55 fr. 6 mois... 28 —
-----------------------------------	--	------------------------	---------------------------------------

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, Rhodésia, Suède.

Envoyé simplement affranchis.....	{ 1 an 80 fr. 6 mois ... 41 —	Envoyé recommandé.....	{ 1 an 100 fr. 6 mois... 50 —
-----------------------------------	--	------------------------	--

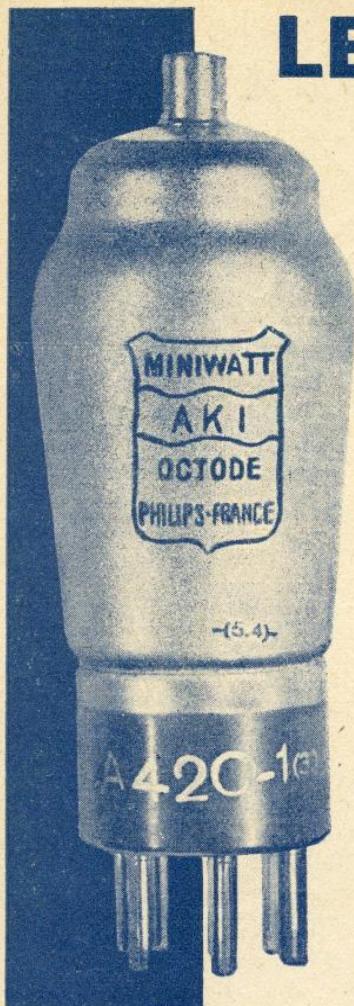
Pour les autres pays :

Envoyé simplement affranchis.....	{ 1 an 70 fr. 6 mois ... 36 —	Envoyé recommandé.....	{ 1 an 90 fr. 6 mois... 45 —
-----------------------------------	--	------------------------	---------------------------------------

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

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

Directeur : G. BOURREY. — Gérant : M. LAMY. — Paris. — Imp. MAURICE BERNARD, 18, rue d'Enghien.



LES 5 MEILLEURS MONTAGES MINIWATT PHILIPS

Le bureau d'études PHILIPS a étudié et réalisé pour nos clients cinq châssis,

**dont les schémas,
les photographies,
les plans de câblage,**

explications de montage et devis des pièces sont publiés dans une superbe brochure de 24 pages que tout amateur averti voudra posséder.

ENVOI CONTRE 2 FR. 50 EN TIMBRES

VIENT DE PARAITRE :

**Le seul Catalogue de ce genre
en Europe**

100 pages ;
485 clichés ;
14 articles techniques ;

18 schémas et devis. — Abaques, tableaux de concordance, culots, etc.,

ENVOI CONTRE 2 FR. 50

Ces documentations prouvent la vitalité persistante de la pièce détachée

AU PIGEON VOYAGEUR

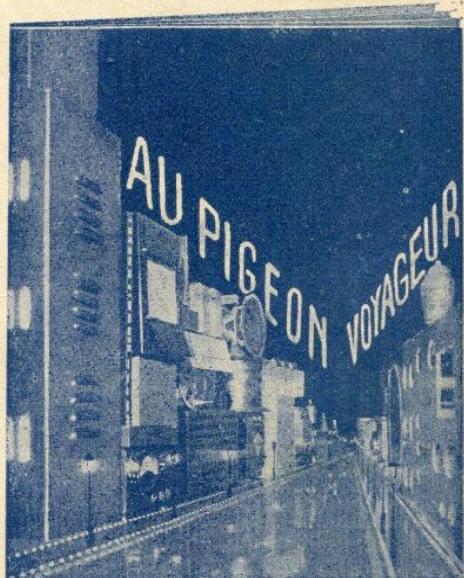
Je désire recevoir :
1^o Les 5 meilleurs montages ;
2^o Le catalogue complet.
Cl-joint 2,50 — 5 fr. en timbres.

Nom.....

Adresse.....

(Rayer les mentions inutiles.)

252 bis
Boul. Saint-Germain
PARIS-VII^e
Téléph. : LITTRÉ 74-71
(4 lignes)
R. C. Seine 7.071



15093

COMMENT Peugeot

PEUT-IL VENDRE...

14.900 F. une conduite
intérieure 4 pl. **201**

17.500 F. une conduite
intérieure 4 pl. **301**

22.600 F. une conduite
intérieure 4 pl. **401**

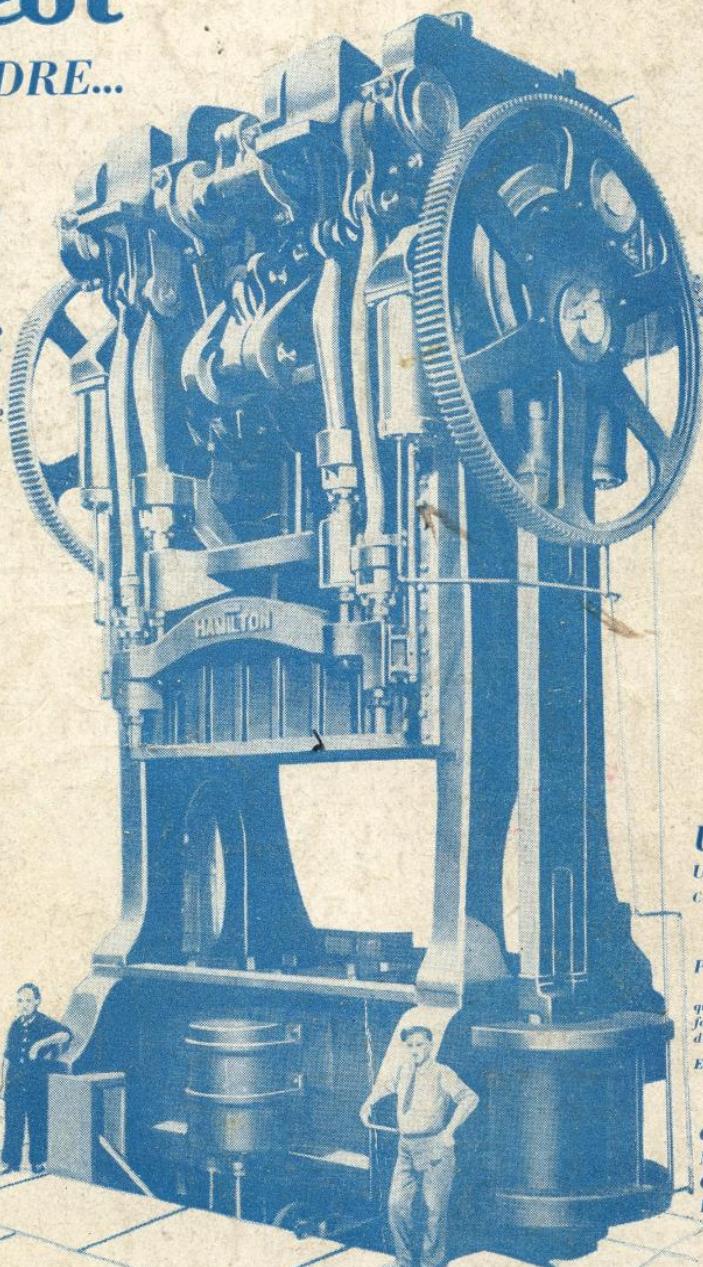
28.500 F. une conduite
intérieure 4 pl. **601**

ET GARANTIR
LA QUALITÉ
qui fait la renommée
de ses voitures ?...

**PRIX ET
QUALITÉ**

... sont dûs
à l'exploitation
rationnelle de son

**PIUSSANT
OUTILLAGE**



UNE PEUGEOT EST CONSTRUISTE POUR DURER

UN EXEMPLE

UNIQUE AU MONDE :

Cette gigantesque machine
qui vient d'être installée
aux usines Peugeot à
Sochaux (Doubs) est une

**PRESSE A TRIPLE EFFET
DE 800 TONNES**

qui permet d'emboutir sur les deux
faces et de poinçonneur les éléments
des carrosseries métalliques.

Elle pèse 281 tonnes et a coûté
près de 2 millions

**C'EST LA PREMIÈRE
MACHINE DE CE MODÈLE
QUI ENTRE EN EUROPE
ET LA PLUS PUISSANTE
DU MONDE.**