

Conditions d'utilisation des contenus du Conservatoire numérique

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

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

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

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

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

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

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

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

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

NOTICE BIBLIOGRAPHIQUE

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

Notice du Volume	
Auteur(s) volume	[s.n.]
Titre	La science et la vie
Volume	Tome 46. n. 207. Septembre 1934
Adresse	Paris : La Science et la Vie, 1934
Collation	1 vol. (XVIII p.-p.[179]-268) : ill., couv. ill. en coul. ; 24 cm
Cote	SCI. VIE 207
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.207

France et Colonies : 4 fr.

N° 207 - Septembre 1934

LA SCIENCE ET LA VIE



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

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

La fonction — Le recrutement

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

Ces services ont un double but :

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

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

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

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

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

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

Les avantages de la carrière

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

1° De résidence (2.240 francs pour Paris) ;

2° Le cas échéant, de charges de famille ;

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

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

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

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

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

Conditions d'admission (1)

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

(1) Le programme de ce concours sera envoyé gratuitement, sur simple demande, par l'Ecole Spéciale d'Administration, 28, boulevard des Invalides, Paris (7^e). Ceux qui trouveraient ce programme trop difficile peuvent demander l'emploi d'agent technique de l'Aéronautique.



ÉCOLE DU GÉNIE CIVIL **ÉCOLE DE NAVIGATION**

placées sous
le haut patronage
de plusieurs Ministères

19, rue Viète, et 152, avenue de Wagram, PARIS - 17^e
Tél. : Wagram 27-97

Cours sur place ou par correspondance

COMMERCE & INDUSTRIE

Obtention de Diplômes et
accès aux emplois de
**SECRÉTAIRES
DESSINATEURS
CHEFS DE SERVICE
INGÉNIEURS
DIRECTEURS**

**CERTIFICATS D'ÉTUDES
BREVETS
BACCALAURÉATS**

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

MARINE MILITAIRE

Préparation aux Ecoles
des **ÉLÈVES-INGÉNIEURS MÉCANICIENS** (Brest)
SOUS-OFFICIERS MÉCANICIENS et **PONT**
des **MÉCANICIENS** de l'**AVIATION MARITIME**
(Rochefort)
des **MÉCANICIENS** (Moteurs et Machines)
(Lorient)
BREVET de T. S. F.

MARINE MARCHANDE

Préparation des Examens
ÉCOLE de NAVIGATION
ÉLÈVES-OFFICIERS
LIEUTENANTS
CAPITAINES
MÉCANICIENS, COMMISSAIRES
T. S. F.

ÉCOLE DE NAVIGATION MARITIME

de NICE - VILLEFRANCHE-s-MER

PALAIS DE LA MARINE NATIONALE (Villefranche)

Cours théoriques pour tous les examens de la marine marchande.
Exercices d'embarcation dans la rade.
Visite de navires.

PROGRAMMES GRATUITS
(Joindre un timbre pour toute réponse)

LUBU-ELGY

E. Taracini

ENTREZ DANS LA VIE PAR LA GRANDE PORTE :

Le Dessin, les Langues Etrangères, l'Art de Rédiger, la Publicité.

PEU-ÊTRE comptez-vous parmi les rares heureux qui sont pour le moment satisfaits de leurs gains. Même alors, ce serait une bonne idée de développer vos talents, afin d'atteindre de réelles qualités pratiques et des gains supplémentaires, simplement en utilisant vos loisirs.

Mais si votre vie actuelle ne vous comble pas, *il faut* prendre cette initiative, à moins que vous ne vous contentiez d'attendre le gros lot. Ne soyez pas découragé d'avance. Demandez les renseignements qui vous intéressent sur les Cours de l'Ecole A. B. C.

Ces Cours vous permettent d'entrer *par la grande porte* dans les situations les plus enviables.

Apprenez à dessiner

et vous arriverez muni d'un prestige incomparable dans tous les métiers où il y a quelque chose à créer, par exemple, l'imprimerie, l'édition, la publicité, la couture, l'ameublement.

Vous créez vos propres projets, vos idées plastiques, vous pourrez rectifier des maquettes, les transformer. Vous gagnerez de l'argent dans toutes les branches. Est-ce difficile ? Non ! Avec des capacités moyennes, vous pouvez acquérir ce talent fascinant qui ajouterait tant de plaisirs et de profits à votre existence. Ce n'est qu'une décision à prendre.

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

Il faut se donner une valeur personnelle. On ne s'y décide jamais trop tôt. Un beau métier est plus sûr pour vous qu'une fortune. La brochure illustrée *le Dessin et ses possibilités*, très beau volume attrayant comme un magazine, vous informera complètement sur ce que peut faire pour vous l'Ecole A. B. C. de

Dessin. Demandez-la sans faute au moyen du coupon ci-contre.

Les langues étrangères par la Méthode Linguaphone

vous qualifient pour les situations privilégiées du commerce, de la banque, de l'industrie, des administrations. Elles vous ouvrent le monde entier. C'est par routine qu'en France on les néglige.

Et vous pouvez les apprendre chez vous, sans vous déranger ! Il existe, en effet, un procédé pratique, rapide, économique, la Méthode Linguaphone, qui met à votre portée, à tout moment, les plus grands professeurs d'Université du pays même. Ces professeurs éminents, des Anglais, des Allemands, des Espagnols, etc., sont là chez vous, pour vous enseigner leur propre langue par la parole vivante, au phonographe. Grâce à une méthode incomparablement simple, ils vous imprègnent l'accent exact et les tournures correctes, et vous supplantent facilement les malheureux qui savent la même langue, mais qui restent interdits si, dans cette langue, on leur adresse la parole. Ils ont pâli sur des livres, mais n'ont pas assez écouté et parlé. Ce qu'il faut, c'est écouter, écouter, écouter, puis répéter sans déformer en écoutant encore, ce que Linguaphone vous fait pratiquer à toute minute libre.

Renseignez-vous : une magnifique brochure illustrée de 24 pages vous expose en détail cette question des langues, trop négligée en France et d'autant plus intéressante pour vous. Demandez sans faute

la brochure *Linguaphone* au moyen du coupon ci-dessous.

Devenez Ecrivain

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

Les rédacteurs en chef — comme les lecteurs des maisons d'édition — exigent des « manuscrits » très clairs et *bien au point*. Auriez-vous du génie, ils n'ont pas le temps de corriger vos fautes, vos faiblesses de style. Ils donnent la préférence à d'autres moins doués que vous, mais qui réussissent parce que leurs « papiers » sont immédiatement insérables.

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

Les plus passionnantes des carrières vous sont ouvertes dès que vous possédez ce qui constitue pour un écrivain le *métier*. Rédiger est essentiel dans toutes les situations. Combien de techniciens, de véritables savants pleins d'idées et de volonté, ne veulent pas comprendre qu'on refusera de les prendre au sérieux tant qu'ils parleront — et écriront — dans une langue impossible !

Ne restez pas au-dessous de vous-même en gardant un style qui vous trahit. La brochure *Ecrire pour le plaisir, pour le profit* vous montrera comment vous pouvez très vite, et à peu de frais, sans quitter vos

occupations habituelles, devenir celui à qui le métier de rédacteur et d'écrivain ouvre de larges horizons. Remplissez le coupon ci-dessous pour recevoir gratuitement cette brochure.

Apprenez la Publicité et la Vente

pour devenir un vrai vendeur moderne, en possession de toutes les connaissances laborieusement amassées par les grands hommes d'affaires comme Cognacq, Ford, Rockefeller, comme tous ceux qui surent faire le succès des grands magasins, des grandes marques. Quelle que soit, jusqu'ici, votre situation, la connaissance des lois de la publicité la transformera complètement.

La pratique de la vente et de la réclame que vous procure le Cours A. B. C. de Publicité vous place en tête parmi ceux qui lancent les meilleures affaires, qui prennent une entreprise en sommeil et multiplient ses résultats, pendant que les augures du Café du Commerce disent de chacun d'eux : « Encore un qui a bien de la chance ». En réalité, c'est qu'il a su apprendre à temps les secrets de la vente moderne, au lieu de rester sur place ou d'avancer à tâtons.

La publicité est l'oxygène de toute affaire qui veut grandir. Pour celui qui veut se faire une situation, à son compte ou dans une grande entreprise, il suffit d'apporter cet élément de succès, d'y montrer une maîtrise incontestable, pour voir s'ouvrir des chances illimitées. Il peut passer d'une branche à l'autre, d'un pays à l'autre, car la publicité obéit partout aux mêmes lois.

C'est un *grand métier*, s'il en est un. Il vous est ouvert, et la brochure du Cours A. B. C. de Publicité que vous recevrez gratuitement vous montrera comment vous pouvez, très vite et très économiquement, posséder en apprenant ce métier la certitude d'un bel avenir. Demandez sans faute cette brochure, au moyen du coupon ci-dessous.

Envoyez ce coupon aujourd'hui même

LE COUPON ci-contre vous permet de recevoir L'UNE des quatre brochures offertes gratuitement par l'ÉCOLE A. B. C.

Décidez vous-même laquelle vous intéresse. En la lisant, vous commencerez à discerner les chances solides et magnifiques qui vous sont offertes de transformer vos aptitudes, sans quitter vos occupations ni votre résidence.

L'avenir est à l'initiative, à ceux qui savent prendre une résolution et la tenir.

Pointillé à découper

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

Monsieur le Directeur,

Je vous prie de m'envoyer, gratuitement et sans engagement pour moi, la brochure d'information m'apportant des précisions complètes sur le Cours A. B. C. suivant, qui peut m'intéresser. (Mentionner sur la ligne ci-dessous celui des quatre Cours A. B. C. sur lequel vous désirez être informé.)

NOM

Profession Age

ADRESSE

Localité Dépt



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

1re Partie : SYSTÈME NERVEUX.

Nourasthénie, Névroses diverses, Névralgies, Névrites, Maladie de la Moelle épinière, Paralyties.

2me Partie : ORGANES SEXUELS ET APPAREIL URINAIRE.

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

3me Partie : MALADIES de la FEMME

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

4me Partie : VOIES DIGESTIVES

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

5me Partie : SYSTÈME MUSCULAIRE ET LOCOMOTEUR

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

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

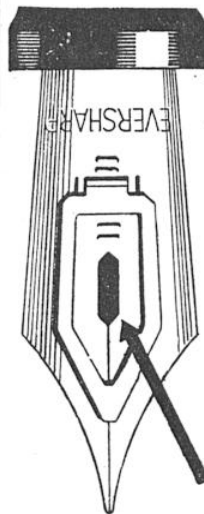
L'application de la batterie galvanique se fait de préférence la nuit et le malade peut sentir le fluide bienfaisant et régénérateur s'infiltrer doucement et s'accumuler dans le système nerveux et tous les organes, activant et stimulant l'énergie nerveuse, cette force motrice de la machine humaine.

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

C'EST GRATUIT

Hommes et femmes, célibataires et mariés, écrivez une simple carte postale à Mr le Docteur L. P. GRARD, 30, Avenue Alexandre-Bertrand, BRUXELLES-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 NOUVEAU DORIC A PLUME RÉGLABLE



ÉCRIT DE

9

**FAÇONS DIFFÉRENTES
AVEC UNE SEULE POINTE**

GRACE à ce curseur et suivant sa position - il peut en prendre 9 - vous faites varier à volonté la flexibilité de la plume. Vous pouvez ainsi écrire :

extra fin
assez fin
fin
moyen
moyen large
large
gros
très gros
Extra gros

● Avec la même plume vous écrivez donc de l'extra-fin à l'extra-gros, depuis les chiffres minuscules jusqu'aux gros caractères (adresse de colis).

● Le curseur se règle instantanément en le poussant avec le capuchon du stylo.

● Demandez à essayer le Doric à plume réglable chez votre libraire, papetier, grand magasin - ou à défaut, bénéficiez de notre

OFFRE D'ESSAI GRATUIT

Découper ce bon et le retourner à
EVERSHARP, 33, rue de Miromesnil, Paris
qui vous fera connaître comment vous pouvez
gratuitement faire l'essai d'un nouveau Doric-
Eversharp à plume réglable.

Votre nom :

Votre adresse :

E.W.

S.V.2

EVERSHARP

le confort de la ville à la campagne!

BUTAGAZ

LE GAZ BUTANE

LE PREMIER BUTANE FRANÇAIS

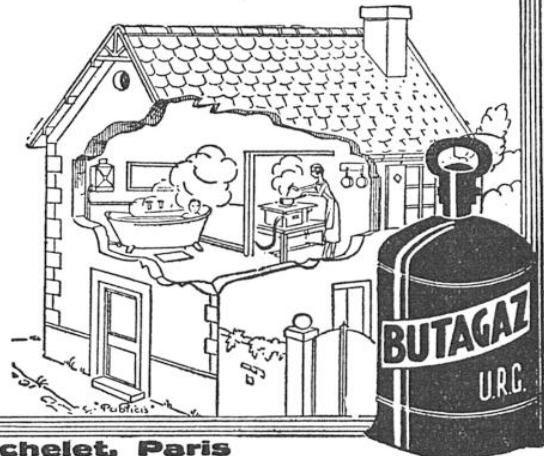
gaz en bouteille, liquéfié
sous basse pression
toutes les applications
du gaz de ville

*Deux ans
d'expérience*

5000 DÉPOTS

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

Notice explicative gratuite sur demande



BUTAGAZ, 4, rue Michelet, 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. Créé d'après les travaux de Pasteur, il est tout particulièrement recommandé aux fumeurs. Il laisse dans la bouche une sensation de fraîcheur très persistante.

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

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

Dentol

ÉTUDES CHEZ SOI

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

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

L'ÉCOLE UNIVERSELLE

placée sous le haut patronage de plusieurs Ministères et Sous-Secrétariats d'Etat

LA PLUS IMPORTANTE DU MONDE

L'efficacité des méthodes de l'Ecole Universelle, méthodes qui sont, depuis 27 ans, l'objet de perfectionnements constants, est prouvée par

LES MILLIERS DE SUCCÈS

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

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

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

BROCHURE N° 78.904, 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° 78.910, concernant toutes les *classes complètes* de l'**Enseignement secondaire** officiel jusqu'au *Baccalauréat* inclusivement — concernant, en outre, pour les jeunes gens et les jeunes filles qui ont déjà suivi les cours d'un lycée ou d'un collège, la préparation rapide aux divers *baccalauréats*.

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

BROCHURE N° 78.915, 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° 78.918, 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° 78.925, 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° 78.933, 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° 78.936, concernant la préparation aux carrières d'Ingénieur, Sous-Ingénieur, Dessinateur, Conducteur, Chef de Chantier, Contremaître dans toutes les spécialités de l'Industrie et des Travaux publics : Electricité, T. S. F., Mécanique, Automobile, Aviation, Mines, Forge, Chauffage central, Chimie, Travaux publics, Architecture, Béton armé, Topographie, etc.
(Enseignement donné par des professeurs des Grandes Ecoles, Ingénieurs spécialistes, Professeurs de l'Enseignement technique, etc.)

BROCHURE N° 78.943, 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° 78.949, 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° 78.956, 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° 78.960, concernant la préparation aux carrières du Cinéma : Carrières artistiques, techniques et administratives.
(Enseignement donné par des Techniciens spécialistes.)

BROCHURE N° 78.967, concernant la préparation aux carrières du Journalisme : Rédacteur, Secrétaire de Rédaction, Administrateur-Directeur, etc.
(Enseignement donné par des Professeurs spécialistes.)

BROCHURE N° 78.973, 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° 78.978, 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° 78.985, 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° 78.992, 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° 78.995, 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)

**SPÉCIALISTES
DES MÉTHODES MODERNES**

les Etablissements

**JAMET
BUFFEREAU**

*sont les mieux organisés
pour vous apprendre*

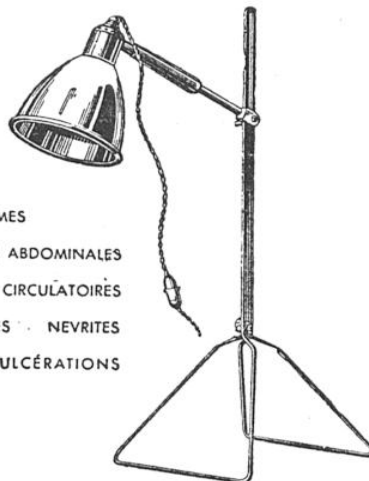
la **COMPTABILITÉ**
la **STÉNO - DACTYLO**

Demandez la Brochure spéciale gratuite **S**
96, Rue de Rivoli, PARIS-IV^e

L'INFRA - ROUGE

— A DOMICILE —

**PAR LE PROJECTEUR
THERMO-PHOTOTHERAPIQUE
DU DOCTEUR ROCHU-MERY**



RHUMATISMES

DOULEURS ABDOMINALES

TROUBLES CIRCULATOIRES

NÉVRALGIES · NEVRITES

PLAIES · ULCÉRATIONS

ETC., ETC.

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

LE PLUS MODERNE DES JOURNAUX

Documentation la plus complète et la plus variée

EXCELSIOR

GRAND QUOTIDIEN ILLUSTRÉ

ABONNEMENTS

PARIS. SEINE, SEINE-ET-OISE ET SEINE-ET-MARNE.	Trois mois	20 fr.
	Six mois.. . . .	40 fr.
	Un an.. . . .	76 fr.
DÉPARTEMENTS, COLONIES. . .	Trois mois	25 fr.
	Six mois.. . . .	48 fr.
	Un an.. . . .	95 fr.
BELGIQUE..	Trois mois	32 fr.
	Six mois.. . . .	60 fr.
	Un an.. . . .	120 fr.
ÉTRANGER.	Trois mois	50 fr.
	Six mois.. . . .	100 fr.
	Un an.. . . .	200 fr.

Situation lucrative

agréable, indépendante et active

dans le Commerce ou l'Industrie, sans Capital

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

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

l'Ecole Technique Supérieure de Représentation et de Commerce

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

Tous les élèves sont pourvus d'une situation

L'Ecole T. S. R. C. n'est pas universelle, elle est spécialisée, c'est la plus ancienne, la plus importante en ce genre, la seule fondée par des hommes d'affaires qui sont les premiers intéressés à faire gagner de l'argent à leurs élèves 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 débiter sous la direction de ses professeurs, avec des gains qui couvrent ses frais d'études. Avant toute décision, demandez la brochure n° 66, qui vous sera adressée gratuitement avec tous renseignements, sans aucun engagement, à l'Ecole T. S. R. C.

3 bis, rue d'Athènes, PARIS



Un Succès

UNE POMPE EN CAOUTCHOUC

Pompes P. C. M. LICENCE R. MOINEAU

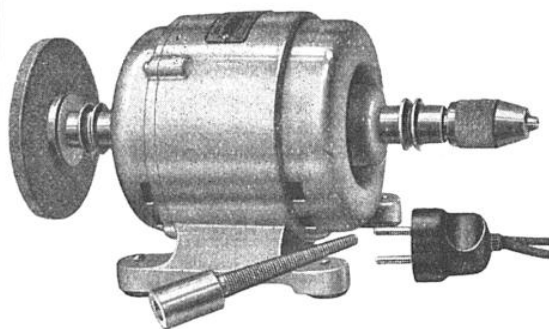
SES AVANTAGES :

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

Soc. POMPES, COMPRESSEURS, MECANIQUE

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

tous débits
toutes pressions



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.

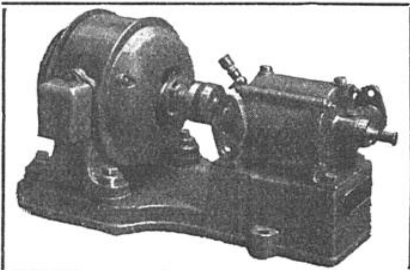
Expéditions franco gare française

PRODUCTION DE LA

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

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

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



Nos appareils luttent, l'été,
pour un sou par se-
maine, contre moustiques,
mites, dépressions ner-
veuse et cérébrale, odeurs,
air suffocant, etc...

S.G. A. S., 44, r. du Louvre, Paris-1^{er}

MANUEL-GUIDE GRATIS
INVENTIONS

OBTENTION de BREVETS POUR TOUS PAYS

Dépôt de Marques de Fabrique

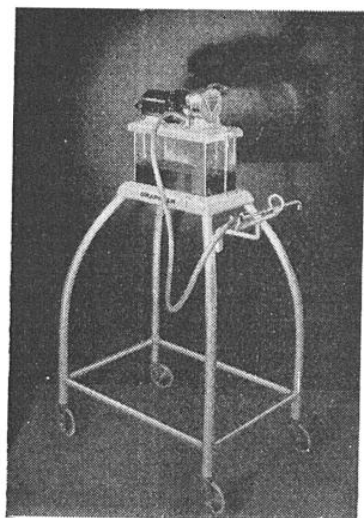
H. BOETTCHER fils, Ingénieur-Conseil, 21, Rue Cambon, Paris

ÉVITEZ LES ÉPIDÉMIES

◀ **FILTRE** ▶

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

MALLIÉ



Aspirobloc-laveur du Dr Cadenat
construit par les Ets Drapier, groupe
moto-pompe électrique pour ponctions
et lavages chirurgicaux, équipé avec
moteur ERA.

ce
petit
moteur

représente une des 4325 applica-
tions actuellement mises au
point par nous dans les spécia-
lités les plus complexes et les
plus diverses. Quel que soit
votre problème, nous avons
ce qu'il faut pour le résoudre

MOTEURS

ERA
Ets E. RAGONOT
15, Rue de Milan - PARIS
Tél. Trinité 17-60 et la suite



Pub. R. L. Drupey

Recherches Mécaniques et Physiques

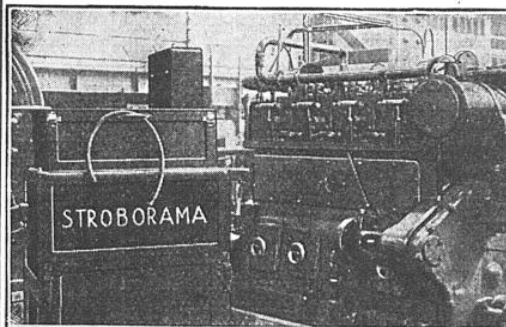
(BREVETS SEGUIN FRÈRES)

40, Rue de l'Echiquier, PARIS

Appareils stroboscopiques

STROBORAMA

à grande puissance



STROBORAMA TYPE A

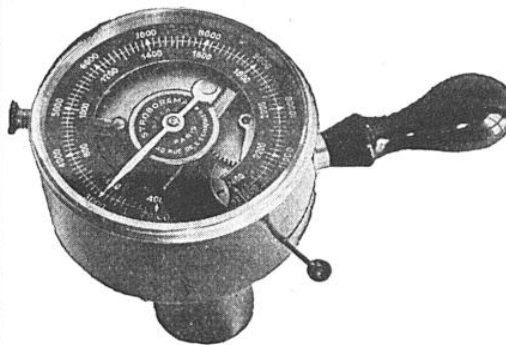
Examen d'un moteur. — Office des Inventions, Bellevue.

**PHOTOGRAPHIE et
CINÉMATOGRAPHIE**

au millionième de seconde

Télétachymètres Stroborama

POUR MESURE ET CONTRÔLE
des vitesses à distance et sans contact



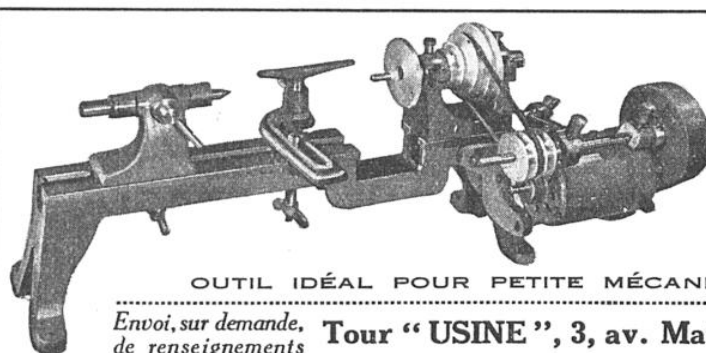
STROBORET A COMMANDE MÉCANIQUE

Etudes stroboscopiques

RÉGULATEURS

pour moteurs électriques

**RÉGULATEURS SÉPARÉS
et MOTEURS à régulateur**



Tour "USINE"

la première petite machine-outil de précision

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

OUTIL IDÉAL POUR PETITE MÉCANIQUE DE PRÉCISION

Envoi, sur demande, de renseignements

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



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)

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 netteté et un relief parfaits avec plusieurs grossissements. Laisse les deux mains libres. Supprime toute fatigue. — Appareil type laboratoire, complet, avec 3 grossiss¹⁸, 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. — Suppl¹⁸ pour frais d'envoi, France et Colon., 1 fr. 50, ou contre rembour¹⁸, 3 fr.

CHEMINS DE FER DE PARIS-ORLÉANS ET DU MIDI

Pour préparer vos vacances

il est indispensable de vous munir du

NOUVEAU LIVRET-GUIDE OFFICIEL DU RÉSEAU P.-O.-MIDI

Le nouveau LIVRET-GUIDE P.-O.-MIDI qui vient de paraître comprend deux tomes :

- TOME I : DE PARIS A LA LOIRE ET A LA GARONNE ;
- TOME II : DE LA GARONNE AUX PYRÉNÉES ET A LA MÉDITERRANÉE.

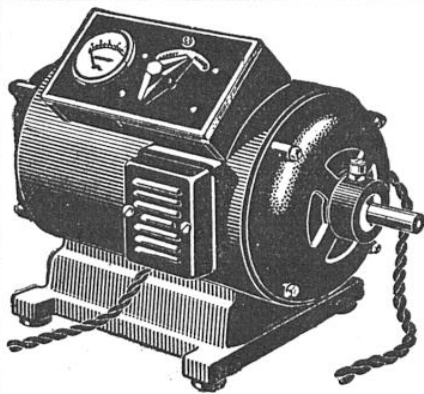
Un INDICATEUR complet des trains P.-O.-MIDI, formant ANNEXE, est vendu avec les deux tomes ou avec l'un ou l'autre des tomes.

Le LIVRET-GUIDE OFFICIEL DU RÉSEAU P.-O.-MIDI est en vente dans les principales gares aux prix ci-après :

- TOME I, avec Horaire des trains..... 5 francs
- TOME II, avec Horaire des trains..... 5 francs
- TOME I et II, avec Horaire des trains..... 7 fr. 50

Envoi par le SERVICE DE LA PUBLICITÉ DU RÉSEAU P.-O.-MIDI, 1, place Valhubert, à Paris (13^e), contre mandats, chèques postaux (Paris 2325) ou timbres-poste français :

- TOME I, avec Horaire des trains..... 6 fr. 25
- TOME II, avec Horaire des trains..... 6 fr. 45
- TOME I et II, avec Horaire des trains..... 9 fr. 55



SÉRIE J. — **Type garage**, 250 watts, sur triphasé, chargeant 6 à 30 volts. Débit 10 ampères. **Prix 1.080 fr.**

245, avenue Georges-Clemenceau

Décidément

NANTERRE (Seine)

pour la charge d'accumulateurs

les Groupes GUERNET

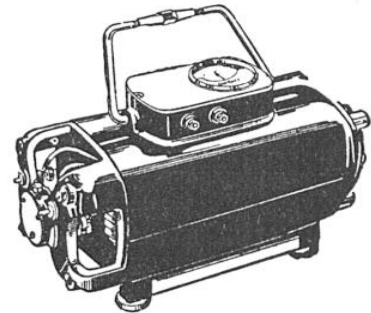
n'ont toujours aucune concurrence



**SILENCIEUX — INUSABLES
LE MEILLEUR RENDEMENT**

DEMANDEZ
LES NOTICES
EN NOMMANT
CETTE REVUE

SÉRIE F. — **Type individuel**, 80/90 watts, sur courant lumière, chargeant 6 et 12 volts. Débit 7 a. **Prix 725 fr.**



PÉRIODE DE **CRISE**

PÉRIODE D'**ÉCONOMIES**



La seule ÉCONOMIE qui compte en matière de CHAUFFAGE CENTRAL

est l'ÉCONOMIE de COMBUSTIBLE



Le rendement inégal de la CHAUDIÈRE

« DIAMANT DE DIETRICH »

seule CHAUDIÈRE fonctionnant aussi bien en FOYER-MAGASIN qu'en MAGASIN de COMBUSTIBLE, sa souplesse de marche et sa commodité vous assurent

LE MAXIMUM D'ÉCONOMIE

Demandez la notice détaillée N° DA², sans engagement

DE DIETRICH & C^e

NIEDERBRONN (Bas-Rhin)

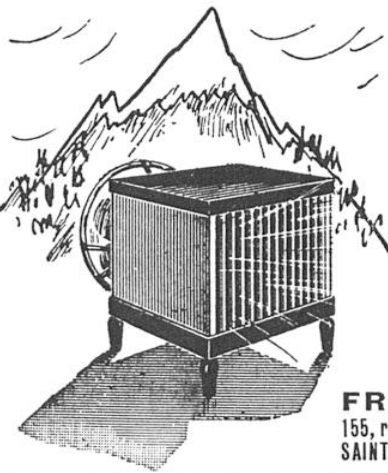
PARIS 37 Boulevard Magenta (X^e arr.)

SOPAL

BIEN-ÊTRE ET FRAICHEUR EN ÉTÉ

avec le

"BLOC FRIGOSE"



Breveté S.G.D.G.

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

Prix de
vente, fco
France et
Colonies :

250 fr.
(sans le ven-
tilateur.)

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

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



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

LE SERVICE TECHNIQUE

DE

LA

SCIENCE ET LA VIE

est à votre disposition
ÉCRIVEZ-LUI

Les Ingénieurs du
SERVICE TECHNIQUE de
LA SCIENCE ET LA VIE,
qui reçoivent au jour le jour
— **du monde entier** —
une documentation sur
toutes les nouveautés de la
Science et de l'Industrie,
sont en mesure de vous
être utiles, chaque fois que
vous aurez des renseigne-
ments à leur demander.
Ils répondront dans le plus
bref délai possible à tous
nos Lecteurs, aussi bien
abonnés qu'acheteurs au
numéro.

Pour un renseignement quel qu'il
soit, il vous suffira d'écrire au

**SERVICE TECHNIQUE de
LA SCIENCE ET LA VIE**

13, rue d'Enghien, Paris (10^e)

en joignant un timbre de 50 centimes pour
la réponse. -- Dans votre intérêt, veuillez
ne traiter qu'une seule question par lettre.

L'ÉQUIPEMENT BURBERRY

est indispensable pour chasser confortablement quel que soit le temps

Agréable à porter
Très léger
Imperméable
Ne s'alourdisant pas
au contact de l'eau
Ventilation hygiénique
Protège efficacement
dans les meilleures
conditions
d'HYGIÈNE
et de
CONFORT

Le BURBERRY 350 fr.
modèle court de chasse

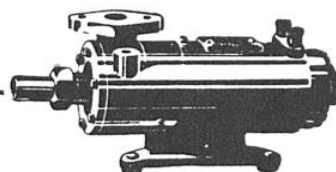
CUISSARDS CHAPEAU
225 fr. 85 fr.

Catalogue et échantillons franco, sur mention du nom de cette Revue

BURBERRYS

8 et 10, boul. Malesherbes, PARIS

AGENTS DANS LES PRINCIPALES VILLES DE PROVINCE



NE VOUS FATIGUEZ PAS À TIRER L'EAU DE VOTRE Puits

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

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

ÉCONOMISEZ

35%

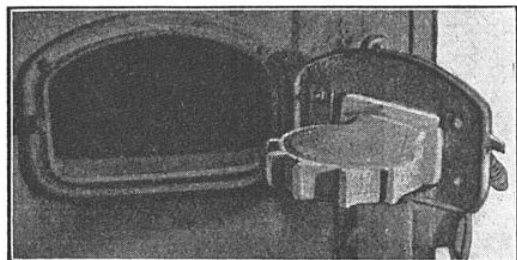
DE CHARBON

en adaptant sur vos chaudières l'ÉCONOMISEUR DE CHARBON

EDCO

qui provoque automatiquement la combustion des gaz non brûlés avant leur évacuation par la cheminée, assurant ainsi la suppression des fumées, des odeurs et des dangers d'intoxication. L'Économiseur EDCO se monte en quelques heures sur toute chaudière à tirage normal. Références de 1^{er} ordre.

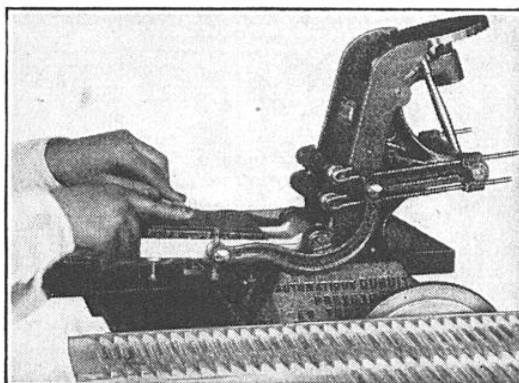
Une notice détaillée ainsi que tous renseignements concernant les conditions de prix seront envoyés gratuitement sur simple demande.



SYNDICAT EDCO, 130, rue du Château, PARIS

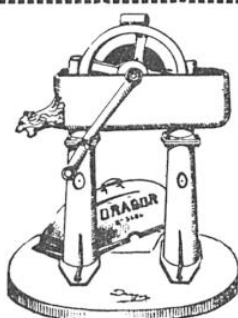
-I- SUPPRIMEZ VOS ÉTIQUETTES -I-
IMPRIMEZ DIRECTEMENT VOS PRODUITS
L'AUTOMATIQUE
DUBUIT

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



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

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

**DRAGOR**

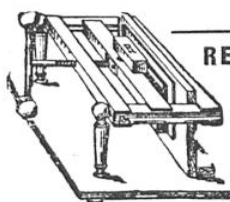
Élévateur d'eau à godets pour puits profonds et très profonds. A la main et au moteur. - Avec ou sans refoulement. - L'eau au 1^{er} tour de manivelle. Actionné par un enfant à 100 m. de profondeur. - Incongelabilité absolue. - Tous roulements à billes. - Contrairement aux autres systèmes n'utilise pas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

Élévateurs DRAGOR**LE MANS (Sarthe)**

Pour la Belgique :

Voir l'article, n° 83, page 446.

39, allée Verte - Bruxelles

**RELIER tout SOI-MÊME**avec la *Relieuse-Mèredieu*

est une distraction

à la portée de tous

Outillage et Fournitures générales

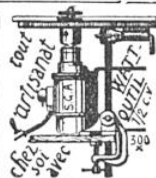
Notice illustrée franco : 1 franc

V. FOUGERE & LAURENT, à ANGOULÈME

**TRÉSORS CACHÉS**

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

SWEETS FRÈRES Dépôt 52

36^{me} RUE DE LA TOUR D'Auvergne, PARIS-9^e

Pour Amateurs et Professionnels :

VOLT-OUTIL ++++++++ **VOLT-SCIE** ++++++++ **WATT-OUTIL** +++++

sur courant lumière, sans apprentissage.

3.000 références :: Notices franco

S. G. A. S., 44, rue du Louvre, Paris-1^{er}

Pour la première fois
LA SCIENCE ET LA VIE

consacrera une importante partie de son

numéro d'Octobre

au

SALON DE L'AUTOMOBILE

A cette occasion, le tirage de ce numéro sera considérablement augmenté, nos annonceurs sont donc assurés d'une énorme diffusion parmi une clientèle des plus sélectionnée.

Désirant présenter notre publicité avec tout le soin nécessaire, nous serions heureux que vous vouliez bien nous faire parvenir, dès maintenant, vos instructions pour ce numéro.

RADIO-MAGAZINE

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

CHAQUE SEMAINE 48 à 64 PAGES POUR 1 FR. 50

TOUS LES RADIOPROGRAMMES

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

ABONNEMENTS1 AN : **50 FR.** - 6 MOIS : **30 FR.****EN PRIME :**

Carte radiophonique murale en couleurs des 250 stations européennes.

Tableau d'étalonnage et d'identification.

Un joli portrait d'art.

VOUS LIREZ AVEC PROFIT :***Almanach Radio-Magazine 1934***

FRANCO 5 FR. 50

Comment supprimer les parasites

FRANCO 5 FRANCS

Eléments de Radioélectricité

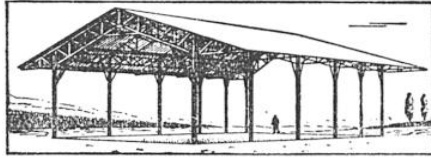
FRANCO 17 FRANCS

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

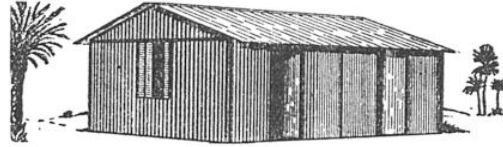
TÉL. : ARCHIVES 66-64 ET 68-02 - CHÈQUES POSTAUX 623-36

Quelques-unes de nos Constructions métalliques

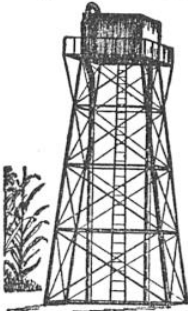
DEMANDEZ LA NOTICE QUI VOUS INTÉRESSE



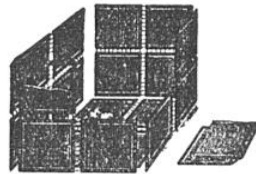
HANGAR AGRICOLE simple, cinq à vingt-deux mètres de portée. (Notice 144)



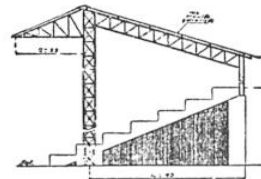
BARAQUEMENTS MÉTALLIQUES DÉMONTABLES. — 65 modèles distincts. — De 1.500 à 4.300 francs. (Notice 192)



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



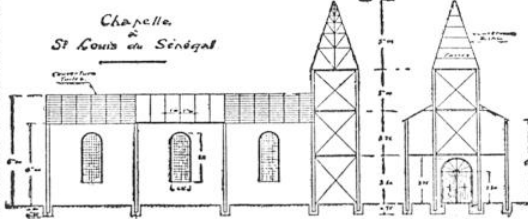
RÉSERVOIRS MÉTALLIQUES DÉMONTABLES
1.000 à 27.000 litres.
Plus de 460 modèles différents.
(Notice 187)



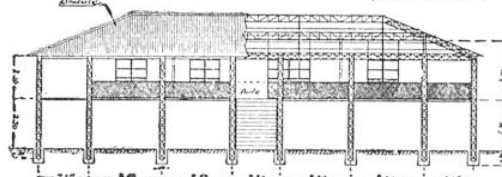
OSSATURES MÉTALLIQUES pour tribunes de football. (Notice 199)



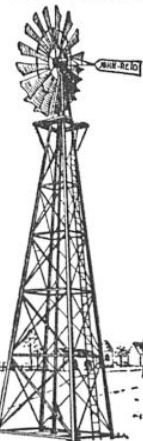
CHATEAU D'EAU de 10 mètres, avec bac de 5.000 litres à 6 mètres du sol. Complet : 7.200 fr. (Notice 195)



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



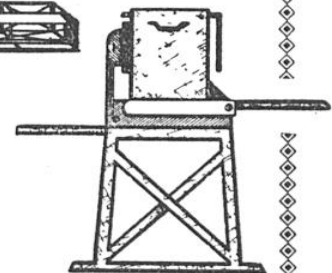
Pavillon à étage de M. Tinayre, de Marantsetra (Madagascar). Long. totale : 21 mètres ; larg. avec véranda, 9 mètres. Coût de l'ossature en acier, de la toiture et des menuiseries métalliques, 47.000 francs



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

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

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



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

Etablissements JOHN REID
Ingénieurs-Constructeurs

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

ÉCOLE SPÉCIALE DES TRAVAUX PUBLICS, DU BATIMENT ET DE L'INDUSTRIE

M. Léon EYROLLES, C.  I., Ingénieur-Directeur

12, rue Du Sommerard et 3, rue Thénard
PARIS (V^e)

Ecole d'Application et Polygone
CACHAN (Seine)

1^o ÉCOLE DE PLEIN EXERCICE

RECONNUE PAR L'ÉTAT, AVEC DIPLOMES OFFICIELS D'INGÉNIEURS
146 professeurs

CINQ SPÉCIALITÉS :

- | | |
|--|--|
| <p>1^o Ecole supérieure des Travaux publics : Diplôme d'Ingénieur des Travaux publics ;</p> <p>2^o Ecole supérieure du Bâtiment : Diplôme d'Ingénieur-Architecte ;</p> <p>5^o Ecole supérieure du Froid industriel : Diplôme d'Ingénieur des Industries du Froid (Cette Ecole est placée sous un régime spécial)</p> | <p>3^o Ecole supérieure de Mécanique et d'Electricité : Diplôme d'Ingénieur Mécanicien-Electricien ;</p> <p>4^o Ecole supérieure de Topographie : Diplôme d'Ingénieur-Géomètre ;</p> |
|--|--|

En vertu du décret du 13 février 1931 et de l'arrêté ministériel du 31 mars 1931, les Ingénieurs diplômés de l'Ecole sont autorisés à s'inscrire dans les Facultés des Sciences en vue de l'obtention du diplôme d'INGÉNIEUR-DOCTEUR. — Un service spécial de recherches scientifiques, organisé à l'Ecole spéciale des Travaux Publics, les prépare à ce diplôme.

SECTION ADMINISTRATIVE

Pour la préparation aux grandes administrations techniques.
(Ingénieurs des Travaux publics de l'Etat, Services vicinaux, Ville de Paris, etc.)

Les Concours d'admission ont lieu, chaque année, en deux sessions. Pour l'année scolaire 1934-1935, la première session a eu lieu du 19 au 28 juillet ; la seconde aura lieu du 1^{er} au 8 octobre.

2^o L' "ÉCOLE CHEZ SOI"

(ENSEIGNEMENT PAR CORRESPONDANCE)

25.000 élèves par an - 173 professeurs spécialistes

La première Ecole d'enseignement technique par correspondance fondée en Europe, il y a 43 ans, et la seule qui s'appuie sur une Ecole de plein exercice, aussi indispensable à l'enseignement par correspondance que le Laboratoire l'est à l'Usine.

Diplômes et situations auxquels conduit l'enseignement par correspondance « L'ÉCOLE CHEZ SOI »

1^o Situations industrielles : Travaux publics - Bâtiment - Electricité - Mécanique - Métallurgie - Mines - Topographie - Froid industriel.

2^o Situations administratives : Ponts et Chaussées et Mines - Postes et Télégraphes - Services vicinaux - Services municipaux - Génie rural - Inspection du travail - Travaux publics des Colonies - Compagnies de chemins de fer, etc.

NOTICES, CATALOGUES ET PROGRAMMES SUR DEMANDE ADRESSÉE A L'

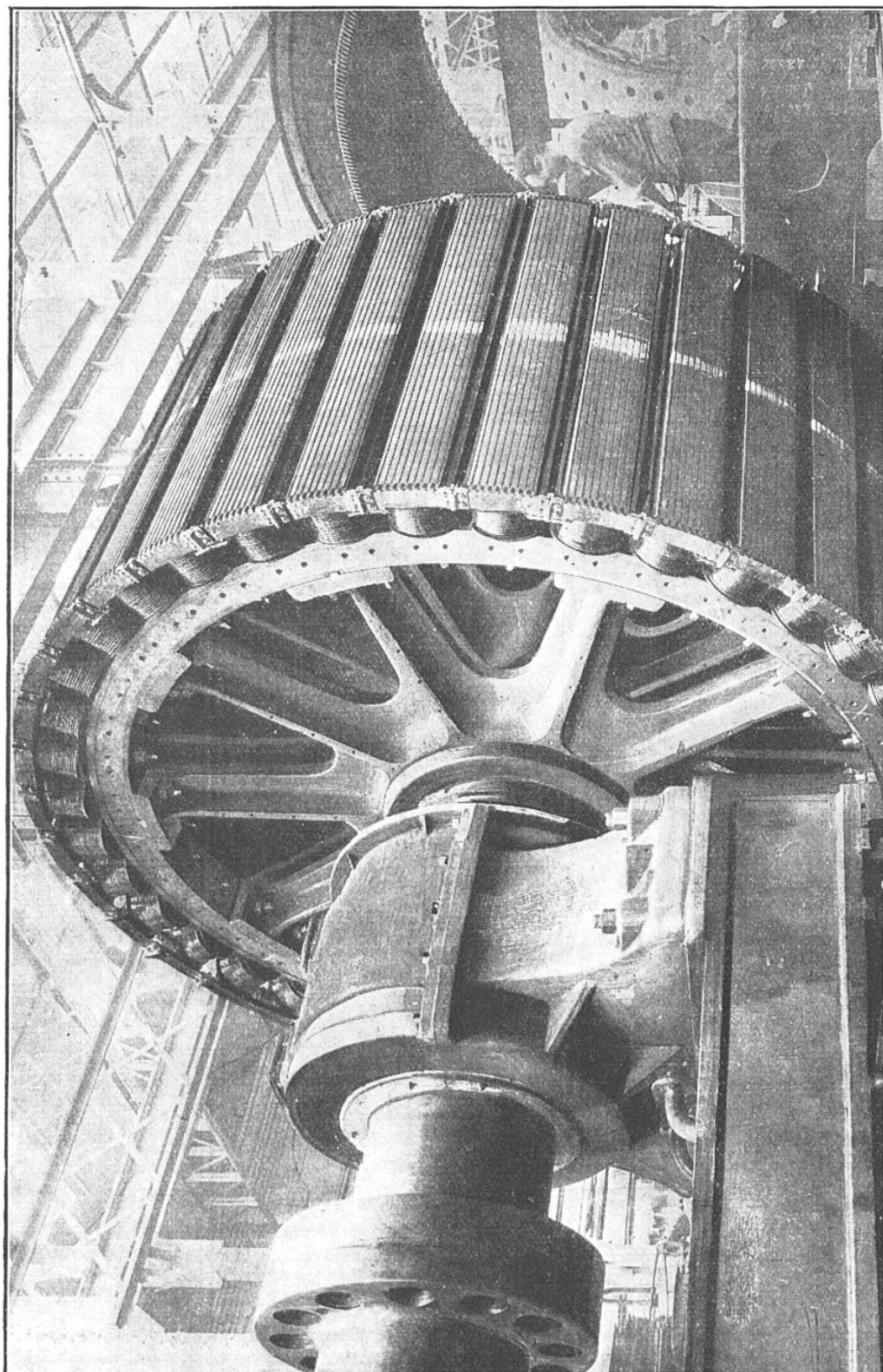
ÉCOLE SPÉCIALE DES TRAVAUX PUBLICS, 12 et 12 bis, rue Du Sommerard, Paris (5^e)

LIBRAIRIE DE L'ENSEIGNEMENT TECHNIQUE

L'une des plus importantes maisons d'éditions de Paris. Ouvrages techniques de tout premier ordre, dont un grand nombre sont la reproduction de cours professés.

Catalogue gratuit sur demande, 3, rue Thénard, Paris (5^e).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



VOICI L'UN DES GIGANTESQUES ROTORS, A 40 POLES, DES MOTEURS SYNCHRONES DE PROPULSION DU PAQUEBOT « NORMANDIE »
Le paquebot géant Normandie présente la réalisation la plus puissante qui ait été conçue, jusqu'à ce jour, en matière de propulsion électrique de navires.

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, Septembre 1934 - R. C. Seine 116.544

Tome XLVI

Septembre 1934

Numéro 207

POURQUOI LES GRANDS NAVIRES UTILISENT LA PROPULSION ÉLECTRIQUE

Par P. DEVAUX

ANCIEN ÉLÈVE DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE

Le transatlantique géant Normandie, actuellement en cours d'installation aux chantiers de Saint-Nazaire, pour la construction duquel les ingénieurs navals ont adopté les solutions les plus modernes, présente la plus importante installation qui ait été, jusqu'à ce jour, réalisée sur les bâtiments de commerce en matière de propulsion électrique. La partie motrice de cet immense navire de 76.500 tonnes offre une puissance de 160.000 ch, fournie par quatre turbo-alternateurs de 34.200 kilowatts, capable d'entraîner cette masse imposante à la vitesse de 30 nœuds, soit 56 kilomètres à l'heure. Ce bel exemple d'application de la propulsion électrique sur un bâtiment, dont la principale, sinon l'unique, raison d'être réside dans la propagande comme dans le renom de la construction navale française, place à l'ordre du jour le problème de la force motrice à bord des navires. Question longtemps controversée et dont on peut dire qu'elle n'a pas encore reçu une réponse unanime et définitive. Ce problème s'est posé le jour où, par la substitution des turbines à vapeur aux anciennes machines à pistons, la vitesse obligatoire de rotation des turbines a conduit à l'adoption de systèmes mécaniques de réduction de cette vitesse pour la jonction aux hélices. Pour obvier aux inconvénients qu'entraînaient l'intervention de ces organes mécaniques sujets à l'usure et aux vibrations, l'idée s'est imposée de recourir à la transmission électrique dont les principaux avantages sont la parfaite liaison aux hélices à toutes les allures de marche, la possibilité de renverser commodément la marche et, par conséquent, d'augmenter la sécurité, et, enfin, de désencombrer les cales par suppression des anciens arbres de transmission. Ces avantages paraissent compenser — et au delà — la légère chute de rendement que les systèmes électromécaniques consacrent par rapport aux transmissions purement mécaniques, ainsi que l'augmentation du prix d'équipement. Dans ce domaine, encore neuf, il s'en faut d'ailleurs que le dernier mot soit dit : la propulsion Diesel électrique, qui a donné d'excellents résultats sur les bâtiments de faible tonnage (1), semble devoir être prochainement adaptée même aux navires de grande puissance. De nouvelles et très intéressantes combinaisons techniques sont actuellement étudiées, susceptibles de déterminer de nouveaux progrès dans les domaines primordiaux de la vitesse et de la sécurité maritimes.

Le problème de la propulsion électrique des navires est plus que jamais à l'ordre du jour. Dans de nombreux pays, on procède actuellement à des études très poussées ainsi qu'à d'intéressantes innovations, aussi bien en ce qui concerne la partie motrice que les dispositifs de com-

mande. Parmi ces nouvelles réalisations, dont quelques-unes sont fort importantes, notre pays détient actuellement le record pour les navires de commerce, avec les 160.000 ch en cours d'installation à bord du transatlantique géant *Normandie*.

Il s'en faut, cependant, que la propulsion électrique se présente comme une innova-

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

tion indiscutable, destinée à supplanter à bref délai les autres modes de transmission. Au moment même où nous décidions d'équiper la *Normandie* électriquement, on apprenait que les Américains supprimaient la transmission électrique à bord de certains de leurs cuirassés (il est vrai déjà anciens) de la classe *New Mexico*, développant 200.000 ch, pour revenir à la transmission par engrenages.

On pourrait, par suite, se demander si, à côté de la propulsion électrique, réservée aux seuls paquebots et navires de luxe, la transmission mécanique ne demeure pas préférable, dans certaines conditions, pour les bâtiments de guerre et certains cargos. Les transformateurs de vitesse hydrauliques, genre « Föttinger », ne conservent guère aujourd'hui qu'un intérêt historique ; mais il ne faut pas oublier que, dans le domaine électrique lui-même, les spécialistes ont été longtemps divisés, les uns tenant pour le moteur *synchrone* et les autres pour le moteur *asynchrone*, sans parler des transmissions à *courant continu*, qui semblent réservées aux bâtiments de moyennes et petites puissances mus par moteur Diesel.

Comme on a pu le voir par les quelques observations qui précèdent, le problème technique de la propulsion électrique est loin d'être simple ; nous désirerions le présenter ici dans ses lignes techniques essentielles, sans prendre parti entre les divers systèmes proposés qui présentent tous, à des degrés divers, des avantages et des inconvénients.

Comment se présente actuellement le problème de la propulsion marine

Le rôle bienfaisant de l'électricité comme agent de propulsion nautique n'est pas évi-

dent à première vue. Entre le *moteur thermique*, qui engendre l'énergie mécanique, et l'hélice ou *propulseur*, la liaison électrique introduit une double transformation qui n'est pas entièrement gratuite ; la perte d'énergie totale peut être chiffrée, en moyenne et très approximativement, 8 ou 10 % pour

les moyennes puissances et 3 à 4 % pour les très grandes puissances de l'ordre de celles de la *Normandie*. Cette perte, la transmission électrique la rachète-t-elle réellement et par quels avantages ? Là réside évidemment tout l'intérêt de la propulsion électrique.

L'idée d'utiliser un cycle électrique est déjà fort ancienne ; mais elle ne présentait

aucun intérêt tant qu'il y avait *égalité*, au moins approximative, entre le régime « optimum » des *machines motrices* et le régime des *hélices*. Tel était précisément le cas des machines à pistons, qui ont exercé une royauté incontestée du-

rant tout le dernier siècle et qui s'accouplaient à merveille avec les hélices par des lignes d'arbres continues. Malheureusement, elles sont limitées comme puissance et comme rendement.

Rappelons que les machines à pistons possèdent une précieuse qualité, indispensable pour l'accouplement direct, et qui est la *réversibilité* ; moyennant une manœuvre

Noms des navires	Dates de construction	Nationalité	Puissance	
			Tonnes	Chevaux
<i>Californie</i>	1927	Américain	20.300	17.000
<i>Virginia</i>	1928	—	20.700	17.000
<i>Pensylvania</i>	1929	—	20.700	17.000
<i>Morro Castle</i>	1930	—	11.520	16.000
<i>Oriente</i>	1930	—	11.520	16.000
<i>President Hoover</i> ..	1931	—	21.900	26.000
<i>President Coolidge</i> ..	1931	—	21.900	26.000
<i>Viceroy of India</i> ..	1929	Anglais	19.700	17.000
<i>Strathnaver</i>	1931	—	22.540	28.000
<i>Strathaird</i>	1931	—	22.540	28.000
<i>Queen of Bermuda</i> ..	1931	—	22.500	19.000

FIG. 1. — TABLEAU DES PRINCIPAUX BATIMENTS DE COMMERCE ANGLO-SAXONS UTILISANT ACTUELLEMENT LA PROPULSION ÉLECTRIQUE

Noms des navires	Dates de construction	Puissance		Nœuds
		Tonnes	Chevaux	
<i>California</i>	1919	32.000	28.500	21
<i>Tennessee</i>	1919	32.000	28.500	21
<i>Colorado</i>	1921	32.500	28.900	21
<i>Maryland</i>	1921	32.500	28.900	21
<i>W. Virginia</i>	1921	32.500	28.900	21
<i>Saratoga</i>	1925	33.000	180.000	33,2
<i>Lexington</i>	1925	33.000	180.000	33

FIG. 2. — TABLEAU DES NAVIRES DE GUERRE AMÉRICAINS POSSÉDANT ACTUELLEMENT LA PROPULSION ÉLECTRIQUE

aisée et rapide, agissant sur le mécanisme de distribution, on peut *battre en arrière* avec une puissance considérable, approximativement égale à la puissance en marche avant. C'est là une grosse sécurité pour la navigation et une commodité fort appréciable lors des évolutions de mouillage.

Les choses changent malheureusement dès

médiaire *hydraulique, mécanique ou électrique.*

Examinons rapidement les deux premières solutions données aux « intermédiaires ».

L'intermédiaire hydraulique type « Föttinger »

Dans une transmission hydraulique, l'arbre de l'hélice se trouve dans le prolongement

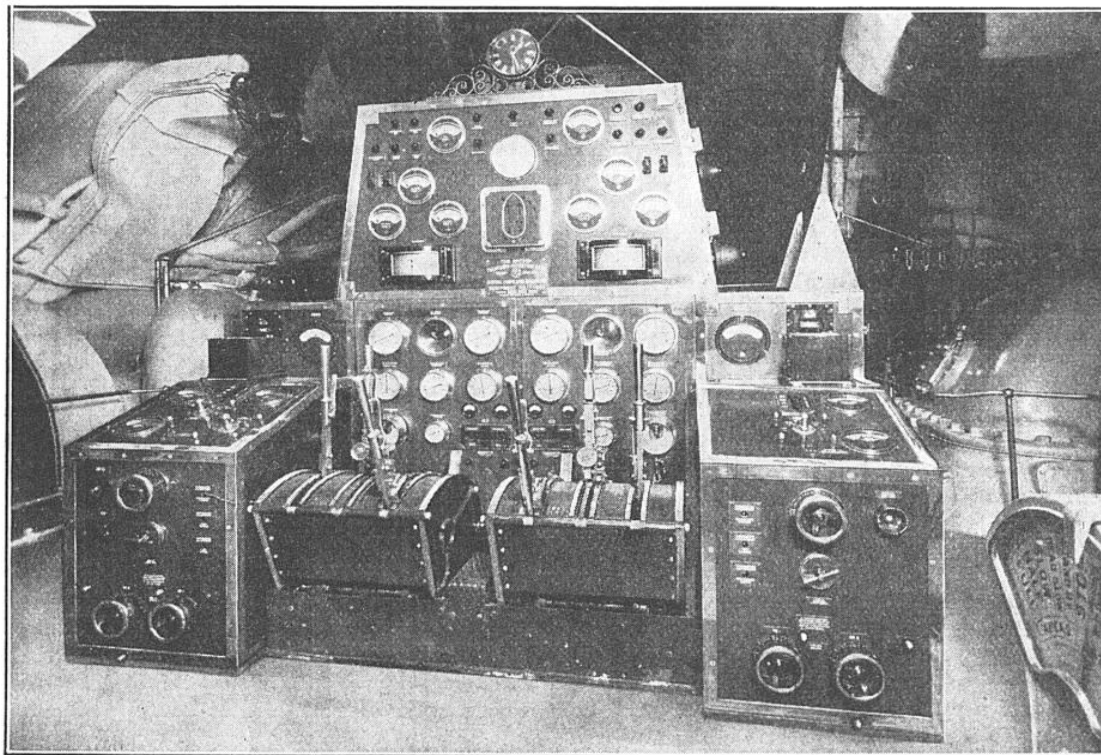


FIG. 3. — TABLEAU DE COMMANDE DU PAQUEBOT A PROPULSION ÉLECTRIQUE « STRATHNAVER »

La conduite des propulseurs s'effectue au moyen de six leviers divisés en deux groupes : les leviers extérieurs sont utilisés pour le renversement de marche, les leviers situés vers l'intérieur agissent sur les excitations des générateurs et des moteurs, et les leviers médians permettent de régler la vitesse des turbines actionnant les générateurs de 0 à 3.500 tours par minute. Des enclenchements judicieusement prévus empêchent les fausses manœuvres de se produire.

qu'on s'adresse à la *turbine à vapeur* (nous examinerons à part le cas de la propulsion Diesel électrique). La turbine, surtout avec les hautes pressions et les surchauffes actuelles, ne possède un bon rendement qu'à la condition de tourner très vite, ce qui oblige à prévoir une *réduction de vitesse* pour la jonction aux hélices ; de plus, elle n'est pas réversible : un dispositif spécial doit donc être prévu en vue de la *marche arrière*.

Pour réaliser cette double condition : *réduction de vitesse, renversement de marche*, trois systèmes de jonction ou, si l'on préfère, trois « intermédiaires » se présentent : l'inter-

de l'arbre moteur, relié à la turbine ; sur l'extrémité de ce dernier se trouve monté un *générateur*, constitué comme une pompe centrifuge spéciale, qui refoule directement et par un circuit très court dans un *récepteur* fixé sur l'arbre de l'hélice.

La réduction de vitesse la plus élevée qui semble pouvoir être obtenue avec ce système est de 5 à 1 ; ce chiffre a été réalisé sur le paquebot allemand *Tirpitz*, commencé en 1912 et terminé après la guerre, avec une puissance transmise de 10.000 ch. Un tel rapport serait tout à fait insuffisant pour les applications actuelles. De plus, il est néces-

saire de prévoir un second « récepteur » hydraulique pour la marche arrière, ce qui complique l'installation.

En raison de cette complication, ce système ne paraît pas appelé à un grand avenir.

La transmission mécanique

L'intermédiaire mécanique que l'on peut placer entre la turbine et l'hélice est constitué par un ou plusieurs trains d'engrenages. Ces engrenages doivent être construits avec une extrême précision, sous peine de vibrations et d'un bruit prohibitif. Les machines à tailler utilisées pour la fabrication travaillent au-dessous du centième de millimètre de tolérance ; une telle précision s'altère inévitablement à l'usage, ce qui oblige à changer les trains d'engrenages au bout de quelques années.

Le rapport de ces trains était autrefois de 10 au maximum, ce qui obligeait à employer de doubles démultiplications. On atteint aujourd'hui le chiffre comparativement énorme de 20 ou même 23 ; on a alors des pignons de 150 millimètres de diamètre qui transmettent à des roues de 3 m 500 de diamètre des puissances de plusieurs milliers de chevaux.

Un second artifice doit être utilisé, dans le cas d'une transmission mécanique, pour obtenir le *renversement de marche* ; la solution, communément adoptée, consiste à disposer une turbine supplémentaire, généralement construite de façon assez rudimentaire, pour la marche arrière. Cette deuxième turbine se trouve entraînée à *vide* lors de la marche avant du navire, et réciproquement.

Cette disposition présente des inconvénients nombreux et graves : tout d'abord, le prix et le poids du matériel sont augmentés et le rendement de l'ensemble se trouve un peu diminué par la résistance de la turbine entraînée à vide, malgré la précaution que l'on prend de relier celle-ci au condenseur. D'autre part, on ne dispose que d'une puissance réduite pour battre en arrière, ce qui constitue une gêne et peut même amener des collisions, surtout avec les grands navires. De plus, la consommation de ces turbines de marche arrière, établies avec un nombre d'étages réduit, est généralement fort élevé.

Voici les nombreux avantages de la propulsion électrique

Trois solutions principales sont actuellement employées pour la propulsion électrique ; dans les débuts, on a utilisé des installations *turboélectriques* à courant alternatif avec moteurs *asynchrones* ; actuellement, les

constructeurs s'orientent nettement vers les installations à moteurs *synchrones* dont le rendement est nettement supérieur ; enfin, on peut adopter des moteurs Diesel avec transmission par *courant continu*.

On pourrait, du reste, ajouter une quatrième catégorie, constituée par des transmissions *mixtes* : la machine thermique attaque directement l'arbre porte-hélice sur lequel sont calés des moteurs électriques auxiliaires alimentés par une source d'énergie séparée, telle qu'une turbine montée sur l'échappement ; l'installation électrique se présente alors comme un système de *récupération* destiné à accroître le rendement global (système « Metropolitan Wickers »).

Examinons tout d'abord quels avantages généraux présente l'emploi de la propulsion électrique à bord d'un navire.

Comme *transformateur de vitesse*, la liaison électrique permet d'atteindre des rapports supérieurs à 30 sans aucune vibration d'origine mécanique ; dans le cas où l'on emploie des moteurs asynchrones, le rapport peut être changé à volonté par une simple manœuvre de commutateurs, qui fait varier le nombre de pôles du moteur.

Avec une installation à moteurs synchrones, on peut également obtenir, pour le bâtiment, *plusieurs allures économiques*, les moteurs des différentes hélices se trouvant alimentés en parallèle par un nombre réduit de turboalternateurs. C'est ainsi que la *Normandie* sera munie, durant la mauvaise saison, d'« hélices d'hiver » d'un *pas* relativement court, donc procurant une moindre vitesse d'avancement et absorbant une moindre puissance que les « hélices d'été » ; par suite, les quatre moteurs pourront être alimentés, en pleine marche synchrone, par *deux* groupes turboalternateurs seulement (au lieu de quatre), ces deux groupes tournant néanmoins à plein régime avec un excellent rendement.

La propulsion électrique se prête à un *renversement de marche quasi instantané* et à la *marche arrière* sensiblement à pleine puissance. Les chiffres, ici, parlent éloquentement. A bord du *Viceroy of India*, paquebot de 19.000 tonnes possédant deux hélices mues par des moteurs triphasés synchrones de 8.500 ch, le renversement est obtenu en trente secondes, de la pleine rotation avant à la pleine rotation arrière ! Et voici une conséquence d'ordre pratique : dans la traversée difficile du canal de Suez, où de nombreuses manœuvres sont nécessaires, le *Viceroy* bat de quatre heures ses concurrents, effectuant le passage complet

en onze heures et demie seulement contre quinze heures et demie pour les bâtiments à engrenages !

Au point de vue de la *construction du navire*, l'absence de liaison mécanique entre les machines thermiques et les moteurs des hélices constitue un gros avantage et permet de placer ces derniers assez à l'arrière, dans des endroits qui, bien souvent, ne sauraient recevoir d'autre utilisation. La suppression des longs arbres de couche et de leurs tunnels procure un espace disponible fort appréciable pour l'aménagement des cales en même temps qu'elle fait disparaître une cause de vibrations et de bruits. Quant aux groupes générateurs, dont la *vitesse régime peut être fixée au mieux du rendement thermique*, il est possible de les grouper au centre du navire, sous la forme d'une véritable centrale ; la construction de ces groupes peut être faite sans avoir à tenir compte des chocs, résultat de la rencontre d'obstacles par les pales des hélices.

On présente parfois comme un avantage de la liaison électrique l'impossibilité pour les hélices de *s'emballer* si elles viennent à émerger par gros temps. C'est là une conséquence des propriétés bien connues des moteurs synchrones et asynchrones, qui ne peuvent dépasser la vitesse du *synchronisme*, vitesse définie par la vitesse de l'alternateur et le rapport du nombre de pôles du moteur et de l'alternateur. Une propriété analogue existe, du reste, avec le courant continu, du fait de l'emploi de moteurs shunts. Toutefois, cette sécurité n'est que relative, la liaison électrique reportant entièrement les à-coups subis par les hélices jusqu'à l'arbre des turbines génératrices. Si ces dernières ne s'emballent pas, c'est uniquement parce qu'elles sont munies de *régulateurs* rapides ; il suffirait de faire les frais de semblables régulateurs sur des turbines à liaison mécanique pour proscrire les emballements, sources de rupture d'arbres.

Le grave problème du rendement

Reste la question du *rendement*, qui ne saurait être tranchée d'une manière générale, chaque navire se présentant dans des conditions différentes.

Pratiquement, la perte due à la double transformation d'énergie semble compensée à peu près exactement par certaines améliorations, peu visibles mais fort importantes ; ainsi, les turbines peuvent être établies avec un

moindre nombre d'étages et sans corps de marche arrière, ce qui supprime des presse-étoupes et les fuites de vapeur correspondantes.

En pleine marche, le parfait ajustement de la *vitesse des hélices* au chiffre indiqué par le constructeur contribue, dans une très large mesure, à améliorer le *rendement nautique* global ; en *marche de croisière*, la marche à pleine puissance d'un nombre réduit de groupes générateurs procure des avantages analogues.

Ainsi s'explique que, malgré des rendements *électromécaniques* de 95 à 97 %, légèrement inférieurs aux rendements mécaniques de 98 % relevés sur des bâtiments à engrenages, des navires comme le *Viceroy of India* aient pu être trouvés supérieurs à ces derniers comme rendement « mécano-nautique » au cours d'essais effectués selon la formule de l'Amirauté.

Un avantage supplémentaire peut être obtenu pour l'*équipement électrique auxiliaire* : pompes, treuils, guindeaux, cabestans ; lorsqu'il s'agit de navires spéciaux comme le transporteur de ciment *Cement Carrier*, au Canada, où les offices de manutention absorbent une puissance comparable à celle nécessitée par la propulsion, l'avantage d'avoir à bord une centrale électrique à grand rendement devient tout à fait prépondérant.

Ajoutons à l'actif de la propulsion électrique une qualité rarement mise en évi-

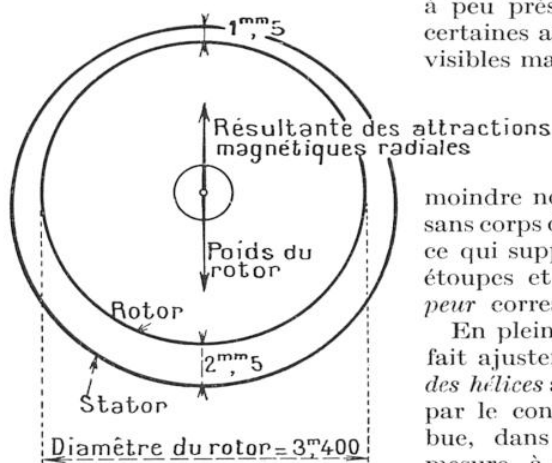


FIG. 4. — SCHÉMA MONTRANT LA DISPOSITION PRATIQUEMENT UTILISÉE POUR SOUTENIR MAGNÉTIQUEMENT LE ROTOR DANS LES MOTEURS À SYNCHRONES

Un inconvénient des moteurs asynchrones est d'exiger un entrefer très réduit : des attractions dangereuses peuvent, par suite, prendre naissance entre stator et rotor dans le sens radial. Il est possible d'utiliser ces attractions d'une façon différentielle pour soutenir le rotor, ce qui soulage les paliers : à cet effet, il suffit d'excentrer légèrement le rotor vers le haut. Le schéma ci-dessus, où les proportions de la dimension de l'entrefer ont été exagérées à dessein, montre comment cette disposition a été réalisée, notamment sur les bâtiments français Garuja et Ipanéma.

dence : c'est la *facilité des réparations* qui peuvent, dans bien des cas, être exécutées avec les « moyens du bord », alors que l'outillage des ports est généralement indispensable pour effectuer les grosses réparations mécaniques. La transmission électrique permet, du reste, d'isoler aisément la machine qu'il s'agit de réparer.

cultés spéciales, aujourd'hui heureusement résolues.

Ce n'est pas ici le lieu de reprendre la théorie détaillée de ces deux types de moteurs. Rappelons que le *moteur asynchrone* ou *moteur d'induction*, est constitué par un système de conducteurs en court-circuit placé dans un champ tournant ; ce

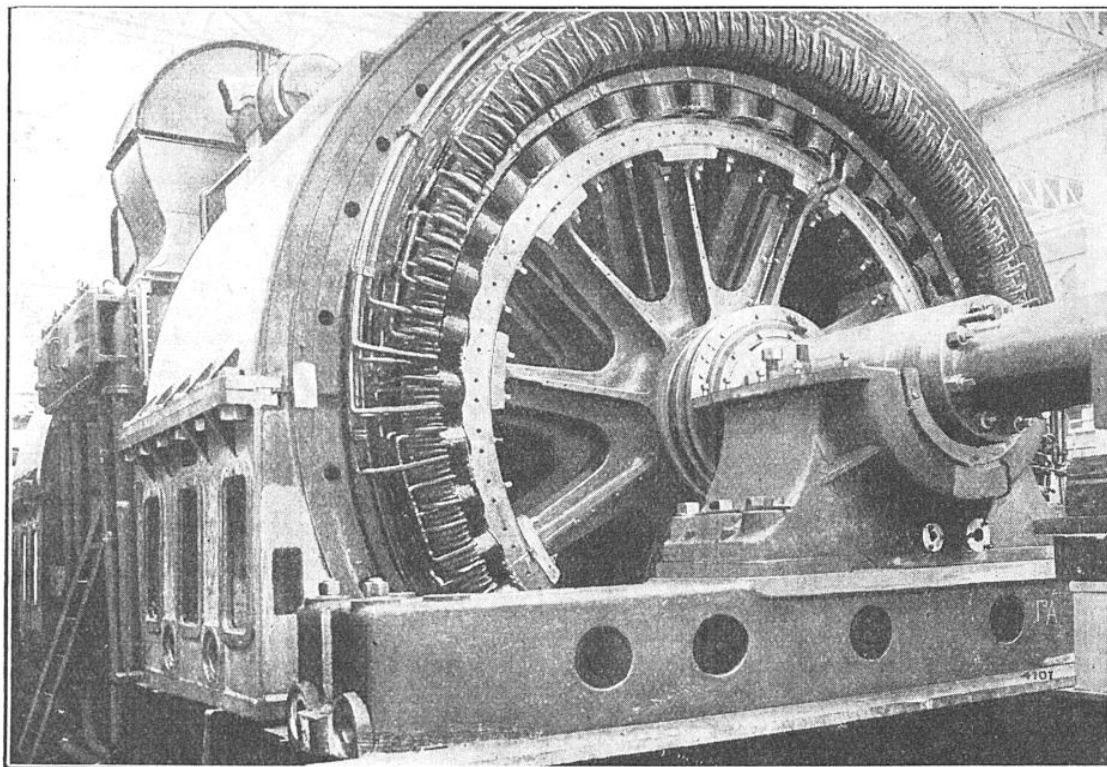


FIG. 5. — UN MOTEUR DE PROPULSION TYPE SYNCHROME, AVEC ROTOR A 40 POLES, FAISANT PARTIE DE L'ÉQUIPEMENT ÉLECTRIQUE DU PAQUEBOT GÉANT « NORMANDIE »

Ce moteur, à barres de cage d'écureuil pour le démarrage, est à stator triphasé alimenté sous 6.000 volts.

La propulsion par moteurs synchrones

Alors que, dans les applications terrestres, les moteurs de moyenne puissance à courant alternatif et collecteur, polyphasé ou non, se répandent de plus en plus, à cause, principalement, de leurs qualités de démarrage, la propulsion marine fait uniquement appel, pour les puissances élevées, aux moteurs asynchrones et aux synchrones, qui ne possèdent comme organes frottants que des bagues. Des collecteurs ne sauraient, en effet, transmettre sans de redoutables « flash », ou arcs circulaires, les énormes puissances mises en jeu ; par contre, le problème du démarrage a donné lieu à des diffi-

champ tournant est produit par un stator fixe, alimenté avec du courant polyphasé ; dans ces conditions, des courants prennent naissance dans les conducteurs mobiles, ceux-ci tendant à rester immobiles par rapport au champ tournant (loi de Lenz), donc se trouvant entraînés.

Le moteur se stabilise à une vitesse un peu inférieure à celle du *synchronisme*, la différence relative constituant le *glissement* qui peut atteindre quelques unités pour cent ; quand la charge augmente, le glissement augmente également, puis le moteur se *décroche* et s'arrête ; il ne peut plus alors démarrer que sous une charge assez faible.

Préconisé de divers côtés aux débuts de

la propulsion électrique, le moteur asynchrone est peu employé aujourd'hui. Il présente cependant l'avantage de procurer des vitesses variables, par changement du nombre de pôles du moteur, sans variations de la vitesse du groupe générateur. On obtient ainsi plusieurs vitesses de marche économiques sans changer les hélices ; c'est pour cette raison que le moteur asynchrone a été adopté pour les navires de guerre américains (voir ci-dessous), qui ne disposent que de bases éloignées.

Un inconvénient de ce type de moteurs est qu'il exige un très faible *entrefer*, très inférieur à celui des moteurs synchrones. Il en résulte des attractions violentes pouvant entraîner une usure anormale des paliers. La figure 4 montre comment cette difficulté a pu être tournée, grâce à une véritable « suspension magnétique », à bord des paquebots français *Garuja* et *Ipanéma*.

Ces deux bâtiments, qui font le service de l'Amérique du Sud, peuvent transporter à l'aller, 800 émigrants et marchent alors à 13 nœuds ; mais au retour ils marchent sur fret à 10 nœuds seulement, grâce à l'augmentation du nombre de pôles des moteurs. Le courant utilisé, à 1.200 volts, 50 périodes, est fourni par deux groupes Ljungström de 1.000 kilowatts.

L'exemple de la marine de guerre américaine

La propulsion par moteur asynchrone a pris, depuis plusieurs années, un développement exceptionnel dans la marine militaire des États-Unis.

Le *New Mexico*, prévu initialement pour la transmission par engrenages, avait été équipé, en 1917, avec quatre moteurs asynchrones de 8.000 ch, à nombre de pôles variables (24 ou 36) et à rotors à double cage d'écureuil procurant un démarrage automatique. Les manœuvres étaient assez compliquées.

En 1931, on envisagea d'augmenter de 7.000 ch la puissance du bâtiment, soit avec la propulsion électrique, soit avec engrenages. Dans les deux cas, l'installation devait être entièrement refaite. Il semble que des raisons d'économie aient incité les autorités à revenir à la solution mécanique, le bâtiment étant déjà âgé. Ainsi, cette transformation à rebours ne signifierait pas une condamnation de la propulsion électrique par les techniciens. L'*Idaho* et le *Mississippi* suivirent le sort du *New Mexico*.

Les porte-avions *Lexington* et *Saratoga* sont les plus puissants navires à propulsion

électrique existant actuellement dans le monde ; ils possèdent quatre paires de moteurs totalisant 180.000 ch ; les rotors sont à bobinage et à cage.

Le cas de ces deux navires est caractéristique, car l'intermédiaire électrique n'y fut pas adopté par raison d'économie, mais uniquement en vue d'augmenter la vitesse. En particulier, tous les auxiliaires restèrent à vapeur, ce qui serait un non-sens à bord d'un navire marchand. D'autre part, la conduite de moteurs asynchrones pourrait difficilement être confiée au personnel civil, tout au moins sous la forme adoptée sur ces gigantesques unités.

L'exemple de la marine de guerre américaine paraît ainsi difficile à généraliser en ce qui concerne la marine de commerce. Au reste, le *California*, le *Maryland* et la *West Virginia* sont de type analogue, mais construits spécialement en vue de la propulsion électrique. Les rotors des moteurs comportent à la fois des bobinages à courant continu (pour la marche en moteur synchrone) et des étages à hautes résistances pour le démarrage. Le *Tennessee*, le *Colorado* et le *Washington* possèdent des moteurs à rotors bobinés débitant sur résistances liquides.

Du « Queen of Bermuda » à la « Normandie »

Actuellement, à l'exception des petites puissances pour lesquelles on préfère le courant continu à basse tension, on équipe à peu près uniquement les bâtiments de commerce avec des moteurs synchrones à pôles saillants alimentés par du courant triphasé haute tension.

Une récente et heureuse application de cette formule est fournie par les paquebots jumeaux *Strathnaver* et *Strathaid*, qui viennent d'être mis en service par la « Peninsular » sur la ligne d'Australie. Ces navires possèdent deux moteurs synchrones de 14.000 ch, à 125 tours par minute, alimentés sous 3.000 volts. Nous donnons un certain nombre de photographies de ces installations qui représentent une remarquable adaptation des commandes électriques aux besoins de la navigation.

Le *Queen of Bermuda*, de la Compagnie Furness, premier bâtiment à quatre hélices, muni de la propulsion électrique, présente un grand intérêt, parce qu'il constitue, avant la lettre, une réplique à peu près exacte de notre *Normandie*, bien qu'avec des puissances inférieures. Les moteurs comportent un stator lisse donnant naissance au champ tour-

nant et un rotor à larges pôles séparés, l'aimantation de ces pôles étant assurée par du courant continu, fourni par une dynamo auxiliaire. Un tel moteur ne peut fonctionner qu'au synchronisme exact et se « décroche » si on lui demande un couple trop élevé. Le lancement se fait cependant spontanément, grâce à une *cage d'écureuil* en cuivre logée dans l'épaisseur des pôles ; cette cage joue le rôle des enroulements en court-circuit d'un moteur asynchrone et permet le démarrage par induction. Le moteur s'accroche ensuite au synchronisme.

Pendant cette période de démarrage, ainsi qu'au moment d'un changement de marche, il n'est pas possible d'appliquer au moteur la pleine tension de l'alternateur ; la vitesse de ce dernier est donc réduite au cinquième de sa vitesse normale, l'excitation du moteur est coupée et l'excitation de l'alternateur est augmentée progressivement de zéro à une valeur un peu supérieure à sa valeur normale. Dès que le synchronisme est atteint, on excite le moteur avec du courant continu et on augmente progressivement la vitesse de l'alternateur.

De telles manœuvres sont fort délicates et ne pourraient que difficilement être exécutées à bord, sans l'application, qui a été faite sur une grande échelle, de *contacteurs électromagnétiques* et de *contacteurs à cames* liés par un grand nombre d'enclenchements mécaniques. Une grande sécurité unie à une certaine rapidité de manœuvre a pu ainsi être obtenue.

La puissance installée sur le *Queen of Bermuda* est de 15.000 kilowatts, fournie par deux groupes turboalternateurs qui alimentent quatre moteurs de 4.750 ch.

Si nous passons maintenant à la *Normandie*, nous nous trouvons en présence d'une machinerie géante. Les moteurs, au nombre de quatre, sont formés chacun de deux « tranches », chaque tranche développant une puissance de 20.000 ch. L'entrefer atteint le chiffre énorme de 50 millimètres, c'est-à-dire qu'on pourrait passer la main entre la partie tournante et le stator ; cette disposition est rendue nécessaire par les caractéristiques de fonctionnement de l'ensemble générateurs-moteurs. Chaque moteur forme un bloc cuirassé dans lequel de l'air se trouve insufflé par des ventilateurs pour le refroidissement ; les rotors, calés directement sur les arbres des hélices, tournent à la vitesse de 238 à 248 tours par minute.

La « centrale » génératrice comprend quatre turboalternateurs de 34.200 kilowatts tournant à 2.430 tours par minute et fournis-

sant du courant triphasé à 5.500/6.000 volts ; les turbines sont du type Zoelly, employé dans les usines génératrices terrestres. Leur courant est amené aux moteurs par des câbles à très fort isolement présentant une âme non conductrice ; une telle disposition a été reconnue nécessaire pour éviter l'« effet de peau », qui empêche partiellement le passage du courant au centre des câbles, par suite de la fréquence élevée de 81 périodes par seconde.

Cette fréquence de 81 est relativement considérable ; elle a été adoptée pour obtenir un rapport de réduction de 10 (2.430 divisé par 243) avec un nombre de pôles (40) acceptable pour les moteurs, les alternateurs possédant quatre pôles. On règle la *vitesse* des moteurs en agissant sur celle des groupes générateurs ; le réglage des excitations agirait uniquement sur la répartition des charges, lors de la marche en parallèle.

Quant au réglage de l'*excitation des moteurs*, il permet de faire varier le couple maximum, ou *couple de décrochage*, de ces moteurs, ainsi que le facteur de puissance ou « $\cos \varphi$ » des circuits alternatifs, ce facteur pouvant être rendu égal à l'unité ; c'est là un avantage dont on ne dispose pas avec les moteurs asynchrones. Tous les dispositifs de commande sont semi-automatiques et montés à enclenchements, comme ceux du *Queen of Bermuda*.

On estime que la *Normandie* atteindra la vitesse maxima de 30 nœuds, soit 56 kilomètres à l'heure. La vitesse régulière, pendant la belle saison, sera de 28 à 29 nœuds, contre 23 à 24 nœuds seulement avec les hélices d'hiver.

Le courant nécessaire aux auxiliaires est fourni par six turbogénérateurs de 2.200 kilowatts chacun ; les turbines tournant à 5.300 tours, les générateurs à 530 tours, et le débit total atteint 60.000 ampères sous 220 volts.

Propulsion Diesel électrique

Nous dirons quelques mots d'un mode de propulsion qui semble appelé à un certain avenir, bien que n'ayant été utilisé, jusqu'à présent, que pour des puissances réduites : il s'agit de la propulsion électrique avec générateurs entraînés par moteur Diesel.

Cette solution est extrêmement séduisante, principalement à bord des petits navires où le personnel est peu nombreux ; outre les avantages de la propulsion électrique, en général, la propulsion Diesel électrique offre, dans ce cas particulier, les possibilités suivantes : commande directe

de la vitesse et du sens de rotation des hélices à partir de la passerelle, allègement et simplification des moteurs à huile lourde par suite de leur vitesse angulaire plus élevée, nombre important de *vitesse régime, stabilité de marche* aux faibles allures du bâtiment, utilisation de la pleine puissance pour les remorquages.

Ce type de propulsion convient donc tout particulièrement aux bâtiments de service :

réglage des génératrices. Pour les puissances élevées, on serait conduit à supprimer les collecteurs, donc à utiliser le courant alternatif ; mais, alors, la puissance se trouve fractionnée entre plusieurs groupes générateurs que l'on doit faire fonctionner en parallèle, problème délicat entre tous, particulièrement à bord d'un navire.

La Société Brown-Boveri, cependant, a mis récemment au point une solution ingé-

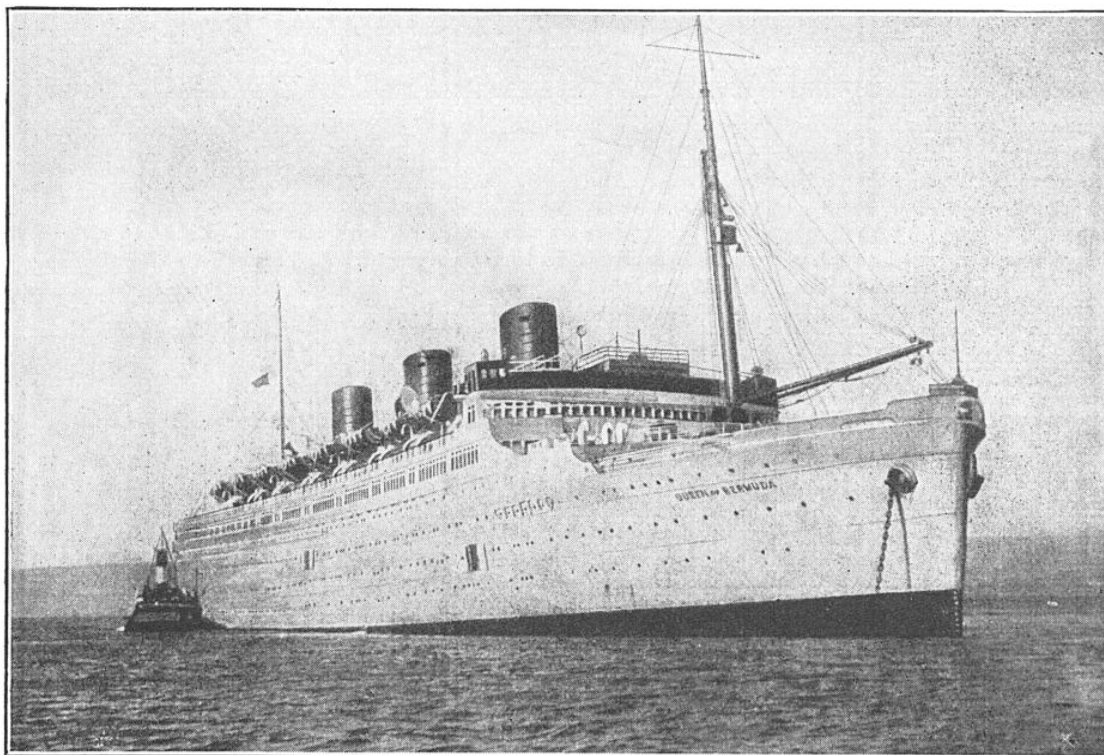


FIG. 6. — VUE DU PAQUEBOT « QUEEN OF BERMUDA », DE 22.500 TONNES, A QUATRE HÉLICES, UTILISANT LA PROPULSION ÉLECTRIQUE ET MUNI DE QUATRE MOTEURS DE 4.750 CH

bacs, remorqueurs, chalutiers, dragues, ferry-boats, bateaux-phares, garde-côtes, brise-glaces, bateaux-pompes. Le port de Marseille possède un bateau-pompe, l'*Alerte*, comportant deux moteurs de 440 ch à excitations indépendantes, alimentés en courant continu de 220 volts à 230 volts par deux groupes Diesel de 370 kilowatts. Dans les puissances un peu supérieures, on trouve actuellement un certain nombre de pétroliers, *Brunswick*, *Winkler*, *Permian* ; le rendement de la transmission électrique du *Brunswick* est de 88 % pour 800 ch.

La solution du courant continu est parfaite pour la propulsion électrique à faible puissance ; elle permet d'obtenir un excellent

rendement qui paraît de nature à faciliter le développement de la propulsion Diesel électrique pour les grandes puissances.

A l'heure actuelle, les différents systèmes : turboalternateurs avec moteurs synchrones, propulsion Diesel électrique, semblent rester sur leurs positions, chacun cantonné dans un usage nautique déterminé. Mais ce n'est là qu'une apparence, due à la prudence, d'ailleurs compréhensible, des armateurs, qui a exigé des électriciens, dans chaque cas, la solution présentant la sécurité maximum.

De nouvelles et très intéressantes combinaisons techniques restent possibles dans le domaine, encore tout neuf, de la propulsion électrique.

PIERRE DEVAUX.

L'ÉTUDE DE LA COMBUSTION, CONDITION DU PROGRÈS DU MOTEUR A EXPLOSION

Par L. HOULLEVIGUE

PROFESSEUR A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MARSEILLE

Le développement prodigieux du moteur à explosion a conféré un très grand intérêt aux études théoriques sur les différents modes de propagation de la combustion dans les mélanges gazeux. Cette branche de la « chimie des gaz » a été enrichie par des travaux récents qui, tout en mettant en lumière l'extrême complexité des phénomènes observés, ont permis de dégager des observations précieuses touchant la composition la plus favorable des mélanges carburants et l'action des produits antidétonants (1). L'emploi de ces produits conduit — notamment dans les moteurs d'automobiles — à améliorer notablement le taux de compression et, partant, le rendement thermodynamique. C'est là un point de vue qui intéressera le consommateur de carburant.

IL faudrait remonter à l'origine de la chimie des gaz, à la découverte de l'hydrogène, aux expériences de Cavendish et de Lavoisier, pour citer les premiers travaux relatifs à la combustion et aux flammes. Mais l'étude du mécanisme de la combustion n'a été amorcée que beaucoup plus tard, vers 1880, par les travaux de Mallard et Le Châtelier, de Berthelot et Vieille en France, de Dixon en Angleterre; menées sur le plan scientifique, ces recherches mirent d'abord en lumière l'existence de deux modes de propagation, entièrement distincts, de la réaction chimique, la *combustion* et la *détonation*; ces résultats furent expliqués, en partie, par les études mathématiques d'Hugoniot, de Pierre Duhem et d'Hadamard.

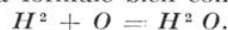
De ce stade préliminaire, les recherches passèrent sur le plan technique lorsque le développement prodigieux du moteur à explosion eut rendu cette étude nécessaire et profitable; dans la longue liste des savants ingénieurs qui se sont consacrés à ces problèmes, une place à part doit être réservée à l'Anglais Ricardo, ainsi qu'à nos compatriotes MM. Dumanois et Prettre. Leurs études ont montré la complexité extrême du sujet, mais elles ont aussi mis en lumière un certain nombre de phénomènes généraux qui commandent la combustion et la détonation; ce sont eux que j'ai le dessein d'exposer ici, en empruntant, de préférence, mes exemples aux mélanges explosifs formés par l'air et la vapeur d'essence, qui sont les plus intéressants au point de vue des applications.

Combustion ou déflagration

Pour amorcer la réaction chimique en un point du mélange gazeux, il faut d'abord porter ce point à une température minimum, qui se nomme le *point d'inflammation*; c'est l'office que remplit, dans les moteurs, l'étincelle donnée par la bougie d'allumage, mais ce procédé serait inapplicable à des mesures précises; on y procède, soit en faisant passer le mélange combustible, ou ses constituants séparés, dans un tube chauffé à des températures croissantes, soit en l'introduisant dans une enceinte vide et chauffée, soit par d'autres moyens encore. Ces divers procédés s'accordent, sinon dans leurs résultats numériques, au moins pour établir la complexité de ce phénomène initial.

On constate, en premier lieu, que *l'inflammation n'est pas instantanée*; elle ne se déclare que lorsque le mélange combustible a été maintenu au-dessus de la température limite pendant un certain temps, d'autant plus long qu'on est plus rapproché de cette limite, au-dessous de laquelle la réaction chimique exigera un temps infini.

L'existence de cette période d'attente nous montre que la réaction chimique n'est pas aussi simple qu'on l'enseigne d'habitude, et qu'on pourrait le croire d'après l'analyse des produits de la combustion. Prenons, par exemple, la combustion la plus simple qui soit, celle de l'hydrogène dans l'oxygène, que représente la formule bien connue :



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

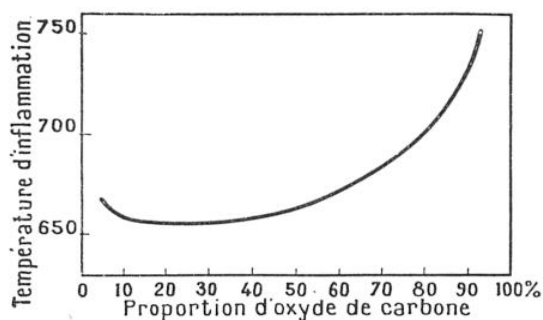


FIG. 1. — SCHÉMA MONTRANT LA VARIATION DU POINT D'INFLAMMATION D'UN MÉLANGE D'OXYDE DE CARBONE ET D'OXYGÈNE, SUIVANT LES PROPORTIONS DU MÉLANGE

Le point d'inflammation franche du mélange d'oxygène et d'hydrogène est à 520 degrés, mais, en réalité, une réaction très lente se produit encore à 500 degrés, avec apparition d'eau oxygénée et d'ions électrisés ; tout porte à croire que ces réactions intermédiaires accompagnent encore la combustion franche, mais elles sont masquées par la brutalité du phénomène.

Comme on pouvait s'y attendre, le point d'inflammation dépend encore de la composition du mélange ; lorsque la proportion d'un des constituants, le combustible ou l'oxygène, tombe au-dessous d'une certaine limite, l'inflammation ne se produit plus ; c'est ce que montre, par exemple, la courbe de la figure 1, relative à un mélange d'oxyde de carbone CO et d'oxygène : si la proportion d'oxyde de carbone tombe au-dessous de 5 %, ou s'élève au-dessus de 95 %, il n'y a plus d'inflammation ; entre ces limites la température nécessaire pour amorcer la réaction chimique varie entre 655 et 740 degrés.

Mais l'expérience manifeste parfois des phénomènes inattendus ; un des plus curieux est l'existence d'un *double point d'inflammation* : la figure 2 nous présente, dans sa partie hachurée, les zones d'inflammabilité d'un carbure d'hydrogène, le pentane C^5H^{12} , mélangé à l'air, sous la pression atmosphérique ; dans la première zone, comprise entre 220 et 280 degrés, l'inflammation ne se produit qu'après une période d'attente assez longue, 20 à 30 secondes ; elle est plus rapide dans la seconde, comprise, suivant les pourcentages en pentane, entre 470 et 560 degrés. Cette propriété singulière se rencontre dans un grand nombre de carbures d'hydrogène, et même dans d'autres corps, comme l'aldéhyde et l'éther éthyliques.

Supposons maintenant que l'inflammation

ait été produite en un point du mélange combustible ; il s'agit de savoir comment elle va se propager dans la masse gazeuse. Le cas le plus ordinaire est celui de la déflagration ; le processus de cette propagation s'explique alors aisément : la chaleur dégagée par la partie enflammée se communique de proche en proche aux couches successives du gaz, qui atteignent ainsi, l'une après l'autre, la température d'inflammation. Cette propagation est donc liée au rayonnement, et, surtout, à la conductibilité du gaz pour la chaleur ; tout ce qui modifie cette conductibilité agit sur la vitesse de combustion ; il faut donc s'attendre, et on vérifie effectivement, qu'elle s'accroît avec la pression du mélange. Pour s'en tenir aux cas qui importent dans la pratique, on expérimente sous des pressions comprises entre 1 et 10 atmosphères ; la méthode la plus simple consiste à enfermer le mélange dans un tube en verre à parois épaisses, ou dans un tube métallique muni de fenêtres en quartz, et à cinématographier la progression de la flamme qui se propage à l'intérieur. On obtient alors, lorsque la combustion a lieu sous la pression atmosphérique, des vitesses comprises entre 2 et 3 mètres par seconde ; sous une pression plus grande, comme celle qui est réalisée dans les moteurs, la vitesse de combustion s'exagère, sans jamais devenir très grande ; on indique, par exemple :

Pour l'essence mélangée à l'air, 10 à 15 mètres par seconde ;

Pour le benzol mélangé à l'air, 8 à 15 mètres par seconde.

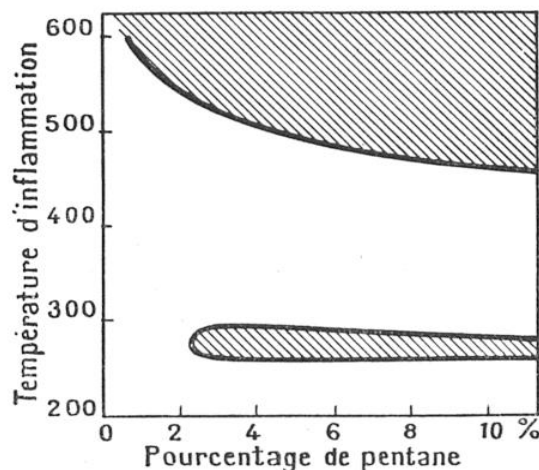


FIG. 2. — SCHÉMA MONTRANT LE DOUBLE POINT D'INFLAMMABILITÉ D'UN CARBURE D'HYDROGÈNE, LE PENTANE (C^5H^{12}), MÉLANGE À L'AIR SOUS LA PRESSION ATMOSPHÉRIQUE

Il est d'ailleurs inutile de pousser plus loin la précision en dehors de recherches techniques, car on obtient presque autant de nombres qu'on a fait d'expériences, tant sont divers les facteurs qui interviennent pour moduler le phénomène principal.

Détonation

Lorsqu'on enflamme, par exemple, un mélange d'oxyde de carbone et d'oxygène au moyen d'une étincelle électrique, la réaction se propage lentement, à raison de quelques mètres par seconde. Mais, si on soumet ce même mélange à l'action d'une amorce de fulminate, on obtient tout de suite des vitesses d'inflammation voisines d'un kilomètre par seconde, donc nettement supérieures à la vitesse du son dans le même milieu, qui est de 510 mètres. Ce mode d'inflammation a donc déterminé l'apparition d'un phénomène tout différent de la déflagration ordinaire, qui est la détonation ; et nous ne pouvons nous empêcher de noter, en passant, que les mêmes apparences se produisent avec les explosifs solides, comme la dynamite, qui brûlent lentement lorsqu'on les enflamme avec une allumette, tandis qu'ils détonent sous le choc d'une amorce de fulminate ; ce qui prouve qu'il s'agit d'un phénomène très général.

Cette différence d'effets correspond à des causes différentes : la déflagration se propage surtout, nous l'avons vu, par conductibilité calorifique ; la détonation, au contraire, est liée à la propagation d'une *onde explosive* à travers le mélange gazeux ; cette onde, où la pression, fort élevée, dépasse souvent 100 atmosphères, se déplace par un mécanisme analogue à celui des ondes sonores, mais comme, dans celle-ci, les variations de pression n'atteignent pas le millième d'atmosphère, les vitesses de propagation ne sont pas les mêmes dans les deux cas ; d'ailleurs, la théorie mathématique de cette progression a été donnée, en 1885, par Hugoniot. La compression « adiabatique » subie par le gaz au passage de cette onde suffit alors pour élever sa température au-dessus du point d'inflammation, et à amorcer la réaction chimique ; la flamme devra donc accompagner de très près l'onde explosive,

et se propager, comme elle, avec des vitesses qui peuvent atteindre 2 et 3 kilomètres par seconde.

D'ailleurs, le choc brutal d'une amorce n'est pas indispensable pour faire apparaître la détonation ; il suffit que, pour une raison quelconque, la pression du mélange atteigne momentanément ou localement une certaine valeur critique, et cet effet peut se produire au cours d'une déflagration, surtout lorsque la zone de combustion traverse un étranglement où le gaz s'accumule ; c'est pour cela qu'il n'y a jamais détonation lorsque la flamme se propage par ondes sphériques ; en revanche, Mallard et Le Châtelier, qui opéraient dans des tubes cylindriques, ont vu fréquemment la déflagration initiale se transformer brusquement en détonation.

Application aux moteurs à explosion

Les phénomènes qui prennent naissance pendant la marche d'un moteur dépendent de tant de variables, qu'il serait vain d'en vouloir donner une explication générale. Néan-

moins, les recherches de laboratoire n'ont pas été inutiles, puisqu'elles ont frayé la voie aux études techniques ; et voici comment elles nous permettent d'envisager l'explosion.

L'essence, mélange complexe de carbures inégalement volatils, est pulvérisée, à la sortie du gicleur, et entraînée sous forme de gouttelettes dont les dimensions varient entre quelques dixièmes et quelques millièmes de millimètre ; elles se vaporisent partiellement, de préférence par leurs constituants les plus volatils, à mesure qu'elles rencontrent des parois plus chaudes, jusqu'au cylindre où elles subissent, du fait de la température et de la compression, une vaporisation et un brassage avec l'air qui ne sont jamais complètement achevés au moment où éclate l'étincelle. C'est dans ce milieu, encore agité et imparfaitement homogène, que la déflagration se propage, autour du point d'allumage, avec une vitesse de 10 à 20 mètres par seconde ; étant donné les dimensions de la chambre d'explosion, cette déflagration devrait être achevée en moins d'un centième de seconde ; en fait, elle dure un peu plus, parce qu'elle se prolonge par la

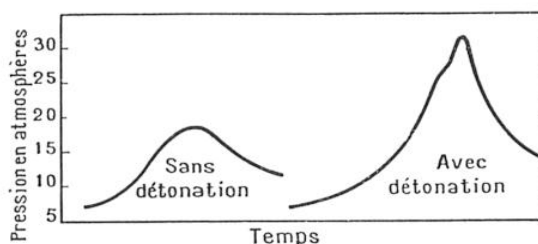


FIG. 3. — SCHEMA MONTRANT LA VITESSE A LAQUELLE L'INFLAMMATION SE PROPAGE DANS UNE MASSE GAZEUSE, SUIVANT LA PRESSION DU MELANGE

combustion des gouttelettes non volatilisées. La température et la pression s'élèvent simultanément, et il s'agit de régler l'instant d'allumage de façon que cette pression soit le plus avantageusement transformée en puissance motrice ; l'expérience prouve que ce résultat est obtenu moyennant une avance à l'allumage, qui dépend surtout du carburant employé et de la vitesse de rotation du moteur ; en général, une avance de 20 degrés (comptés à partir du point mort haut sur la circonférence décrite par la tête de bielle) est convenable ; une avance plus grande, 30 degrés par exemple, produira le « cliquetage », c'est-à-dire que la pression, prématurée, agit à contretemps sur le piston, en produisant un bruit bien connu des automobilistes.

On voit donc qu'il est très facile de remédier au cliquetage ; il n'en est pas de même du « cognement », qu'on nomme aussi « choc » et parfois, mais moins exactement, « auto-allumage » (1) ; en effet, ce phénomène a pour cause la naissance d'une détonation qui se produit *en fin de combustion* ; la brutalité avec laquelle la pression croît alors donne au piston une violente secousse qui se traduit par un son sourd aux résonances métalliques ; les courbes de la figure 3, obtenues par Withrow et Boyd, montrent nettement cette pointe brusque de la pression dans un moteur qui cogne.

D'autre part, la théorie thermodynamique des moteurs montre que leur rendement croît avec la *compression*, qui est elle-même mesurée par le rapport du volume maximum occupé par le mélange explosif dans le cylindre, au volume minimum ; voici, pour les taux de compression usuels, les valeurs théoriques de ce rendement :

Taux de compression.	4	5	6	7
Rendement théorique.	0,434	0,483	0,520	0,550

Les rendements vrais, tout en restant inférieurs aux nombres ci-dessus, suivent pourtant, comme le montrent les courbes

(1) L'allumage spontané, ou auto-allumage, se produit peut-être par l'action *catalytique* des parois, surtout lorsqu'elles sont couvertes du dépôt charbonneux et poreux qu'on nomme *calamine* ; mais le fait n'est nullement établi.

de la figure 4 ci-jointe, la même progression.

Il résulte de là que l'amélioration du rendement doit être cherchée dans un accroissement de la compression préalable ; mais on est promptement arrêté sur cette voie par le phénomène brutal de la détonation ; c'est contre lui qu'il faut se débattre, et, pour cela, il importe de connaître les éléments dont il dépend.

Les premiers sont d'ordre purement mécaniques, et tiennent à la forme de la chambre de combustion, à la turbulence qu'elle détermine dans le mélange explosif, à la position de la bougie et des soupapes, principalement celle d'échappement. Les longues recherches poursuivies, à ce sujet, par Ricardo et ses

émules montrent que le volume idéal pour éviter les détonations serait une chambre sphérique, la bougie étant placée au centre, de telle sorte que l'inflammation se produise par ondes sphériques concentriques. Comme cette disposition est irréalisable, on doit, au moins, s'en éloigner le moins possible, et, surtout, éviter l'existence d'étranglements,

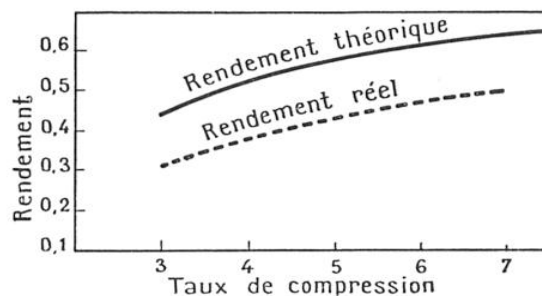


FIG. 4. — SCHÉMA DES RENDEMENTS THÉORIQUES ET DES RENDEMENTS RÉELS DES MOTEURS, SUIVANT LE TAUX DE COMPRESSION DU MÉLANGE GAZEUX

qui donnent naissance à des surpressions locales où s'amorce l'onde détonante. Un second facteur, de grande importance, est la nature du carburant utilisé. A ce point de vue, les essences d'origines différentes, même si elles ont même densité et distillent à la même température, sont loin d'être équivalentes : Ricardo, opérant avec des carbures d'hydrogène définis, a trouvé que, pour l'heptane, le taux de compression ne pouvait dépasser 4, tandis qu'il s'élevait jusqu'à 7 pour le toluol. D'une façon générale, les carbures cycliques (c'est-à-dire ceux dont la molécule présente la forme d'une chaîne fermée) supportent mieux la compression que les carbures à chaîne ouverte ou acycliques ; mais cette règle supporte des exceptions dans le détail desquelles nous ne saurions entrer ici.

Tout ce qu'il convient de noter, c'est qu'en ajoutant aux essences naturelles des combustibles d'origine différente, on parvient à accroître notablement le taux de compression : 50 % de benzol permettent de pousser celui-ci de 4,9 à 6, tandis qu'une addition, en même proportion, d'alcool éthylique

permet d'atteindre 7,3. Cette considération, jointe à plusieurs autres, explique la faveur dont jouissent actuellement les carburants mixtes, à base d'essence, de benzol et d'alcool.

A ces procédés améliorants, il faut joindre l'action des « antidétonants » ; on désigne sous ce nom des corps qui, ajoutés en proportion minime, permettent d'améliorer notablement le taux de compression. Un des plus connus est le *plombtétréthyle* ($C^2H^5\text{Pb}$), employé seul, ou mélangé sous forme d'*éthylgaz*. Ce produit, étudié par Midgley pour la *General Motor Co*, est incorporé à l'essence à la dose de quelques millièmes : par exemple, le moteur Napier, qui remporta la Coupe Schneider de 1929, était alimenté par 75 % d'essence de Bornéo et 25 % de benzol additionnés de 2,9 grammes par litre de plombtétréthyle. On a reproché à ce produit sa toxicité qui, à vrai dire, ne paraît pas bien dangereuse aux faibles doses où il est employé ; c'est peut-être pour cette raison qu'on lui substitue, en Allemagne, un nouveau produit, le *ferpentacarbonyl* ($CO\text{Fe}$), préparé par l'*I. G. Farbenindustrie*.

Mais ce qui nous intéresse ici, au point de vue scientifique, c'est le mode d'action des produits antidétonants ; il est loin d'être tiré au clair, à juger d'après le nombre et la diversité des explications proposées. Les indications les plus nettes ont été obtenues

par Lewis en chauffant progressivement des mélanges d'oxygène et d'hydrocarbure dans un récipient relié à un manomètre ; les résultats sont représentés par la figure 5 : on voit que, avec le produit additionné de plombtétréthyle, la pression croît régulièrement avec la température, comme il arrive avec un gaz inerte ; au contraire, sans addition

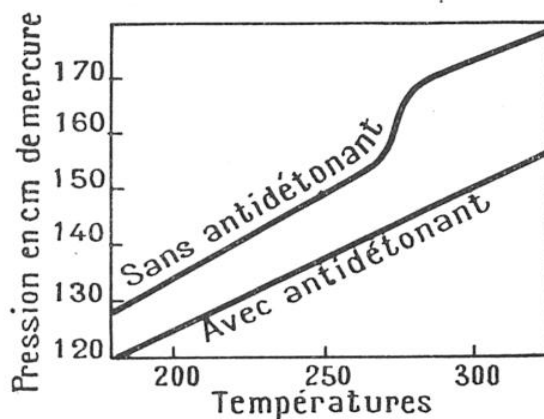


FIG. 5. — SCHÉMA MONTRANT LE MODE D'ACTION DES PRODUITS ANTIDÉTONANTS

Un mélange d'oxygène et d'hydrocarbure chauffé progressivement voit se produire une augmentation brusque de pression entre 260 et 280 degrés. Au contraire, avec adjonction d'un antidétonant tel que le plomb tétréthyle, la pression croît régulièrement avec la température.

d'antidétonant, il se produit, entre 260 et 280 degrés, un accroissement brusque de pression qui, de toute évidence, correspond à une augmentation du nombre des molécules ; il est probable que l'hydrocarbure se dissocie à cette température en perdant une partie de son hydrogène, et cette transformation représente le stade initial d'une série de réactions qui se succèdent pendant les quelques millièmes de seconde que dure la combustion du mélange ; il semble que l'antidétonant agisse donc en arrêtant,

ou en retardant, cette dissociation initiale.

Cette chimie de la combustion reste enveloppée de mystère ; l'étude purement scientifique est loin d'être achevée, et cependant les exigences du progrès technique viennent, chaque jour, les compliquer ; c'est ainsi que le vol aux grandes altitudes, dans un air raréfié, vient ajouter un nouvel élément aux préoccupations des spécialistes ; mais le progrès est fait de toutes les difficultés vaincues.

L. HOULLEVIGUE.

Le 10 juillet a été inauguré le chemin de fer Congo-Océan, qui relie Brazzaville à Pointe-Noire, sur l'océan, par un tracé de 516 kilomètres. Cette œuvre, représentative de la civilisation française dans son domaine d'outre-mer, a nécessité la construction de 1.200 ouvrages d'art, de 92 ponts, de 12 tunnels et 10 millions de mètres cubes de terrassements. On se rappelle que « La Science et la Vie » (1) a publié sur la construction de cette voie ferrée, magnifique artère de pénétration dans nos colonies du moyen Congo, une étude complète et inédite.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 201, page 219.

LA SCIENCE VIENT D'ENRICHIR LA MUSIQUE DE NOUVEAUX INSTRUMENTS TRÈS EXPRESSIFS

Par Pierre KESZLER

On pourrait à bon droit s'étonner de ce que le magnifique essor de la science appliquée, notamment en matière d'électricité et de radioélectricité, — qui a conduit cependant à de si notables progrès en matière d'acoustique, — n'ait point exercé, jusqu'à ce jour, sur l'expression de la pensée musicale, une influence notable. La raison doit sans doute en être recherchée bien plus dans le traditionalisme d'un art où règne encore sans partage la prodigieuse influence des maîtres du XVIII^e siècle que dans l'incapacité de la technique à doter les compositeurs modernes de nouveaux instruments de traduction de leur pensée. Et cependant, même dans ce domaine où l'idéal humain paraissait s'être cristallisé dans des modes d'expression classiques et immuables, le progrès technique commence à faire sentir nettement son influence. Il s'est attaqué avec bonheur aux imperfections des anciens instruments : grâce aux ondes hertziennes, non seulement l'orgue, le « dieu de la musique », a vu ses admirables sonorités aérées et enrichies de tonalités nouvelles, mais on a réussi, par un procédé original, à reconstituer les notes fondamentales par la synthèse radioélectrique de leurs harmoniques. Cette instrumentation toute nouvelle conduit à la construction d'orgues plus pures et plus allègres et de dimensions très réduites. Mais la radioélectricité n'a point borné là ses conquêtes musicales : elle a créé de toutes pièces des instruments entièrement nouveaux présentant le mérite d'offrir aux compositeurs une gamme de sons d'étendue illimitée et aux exécutants une série de timbres extrêmement originaux. Et déjà, on enregistre l'éclosion d'œuvres spécialement écrites pour cette instrumentation nouvelle. Il n'est, certes, pas encore permis de dire que l'intervention du progrès scientifique a modifié l'orientation de l'inspiration musicale, mais une nouvelle littérature se cherche à laquelle les intéressantes conquêtes techniques donneront peut-être demain un essor décisif.

MONTRANT l'universalité des applications de l'électricité, M. Jean Labadié écrivait dans *La Science et la Vie*, en juin dernier : « Les ondes hertziennes se sont mises définitivement au service des virtuoses et des compositeurs. C'est une lutherie nouvelle qui, en dix ans, a conquis droit de cité. »

De fait, nous devons à l'utilisation de circuits, analogues à ceux de la technique radioélectrique, l'apparition d'un certain nombre d'instruments de musique sortant absolument de toute les conceptions généralement en usage.

On peut se demander, en considération de l'admirable littérature musicale existante, les raisons qui poussent les chercheurs à la découverte de nouveaux moyens de faire de la musique. Ces raisons, à la réflexion, sont plus nombreuses qu'on ne le pense au premier abord.

En premier lieu, il s'agit d'apporter aux compositeurs la possibilité d'exprimer intégralement leur pensée, souvent arrêtée par

les défauts des instruments existants. Pour cela, on aimerait découvrir des basses maniables et puissantes, des timbres nouveaux s'écartant des sonorités usuelles, enfin certaines facilités d'exécution permettant une expression artistique plus grande par l'affranchissement de la technique de jeu.

En seconde ligne, nous trouvons d'autres mobiles. Dans certains cas, il s'agit de construire à meilleur compte, et sous un volume restreint, un instrument-type, l'orgue en l'occurrence, dont le prix de revient et l'encombrement constituent de sérieux obstacles à sa diffusion. Du même coup, on s'efforcera de résoudre le problème de l'expression totale, et celui des basses alertes (1). Dans d'autres cas, on tendra à

(1) Dans l'orgue à tuyaux, l'expression, c'est-à-dire la possibilité de régler l'intensité sonore selon les nécessités de l'interprétation artistique, ne peut être complètement obtenue, non plus qu'une succession rapide de notes graves. En effet, d'une part, la boîte construite autour de l'orgue et dont une face comporte des volets mobiles, dite *boîte expressive*, étant généralement construite en bois, n'a qu'un

améliorer les instruments existants de façon à pouvoir les utiliser en combinaison avec les appareils modernes d'enregistrement, disque ou film, en vue d'obtenir une reproduction plus parfaite que celle dont nous nous sommes jusqu'alors contentés.

Selon les buts que se sont proposés les inventeurs, selon la manière dont les instruments ont été réalisés, on peut ranger les instruments nouveaux en trois classes principales.

Les instruments mixtes

Les instruments mixtes sont ceux qui utilisent comme générateur d'oscillations acoustiques des cordes, des tuyaux ou tous autres procédés mécaniques, qu'ils soient analogues à ceux généralement employés dans les instruments de musique, ou originaux. Le rôle de l'électricité ne viendra qu'après. C'est dans cette catégorie que nous trouvons le plus grand nombre d'instruments.

M. Boutinon, dès 1928, avait imaginé d'amplifier le son des instruments à cordes par l'adjonction d'un pick-up et d'un haut-parleur.

M. Makhonine, inventeur célèbre dans de nombreux domaines, réalisa un violon ne comportant pas de table d'harmonie, mais un pick-up dont la palette était en conjonction avec le chevalet supportant les cordes. Le pick-up attaquait un amplificateur, attelé lui-même à un puissant haut-parleur. L'intérêt artistique d'un tel instrument ne s'avère pas de premier plan.

Depuis M. Paul Bizos, reprenant cette idée, lui a fait accomplir un pas important, sans toutefois que le bénéfice artistique semble d'une portée considérable. Afin de ne pas altérer le timbre original des cordes, M. Bizos laisse intact le violon servant à créer les sons et place le pick-up de telle sorte que sa masse n'entrave en rien les mouvements vibratoires des différents organes. La palette du pick-up capte, ici

effet restreint, les vibrations sonores engendrées par les tuyaux étant transmises par les parois, même lorsque les volets mobiles sont complètement fermés. D'autre part, l'inertie des grands tuyaux — ceux qui excèdent 3 ou 4 mètres de haut — est telle qu'un certain temps s'écoule entre le moment où l'organiste enfonce la touche et celui où le son commence sa propagation. De même, lorsque le doigt abandonne la touche, il se passe encore une fraction de seconde, nullement négligeable, avant que le tuyau cesse de résonner. Aussi, lorsque l'organiste exécute une série de notes graves sur le clavier, peut-il arriver que les notes jouées ne « sortent » pas du tout, ou bien que, débordant les unes sur les autres, il s'ensuive une ligne empâtée où le dessin musical ne se distingue plus.

encore, les oscillations sur le chevalet. Où le dispositif de M. Bizos devient original, c'est dans le jeu de filtres qui s'ajoute à l'amplificateur. Ce jeu de filtres permet de donner au son original « violon » des timbres différents : alto, violoncelle ou contrebasse, et nous trouvons un apport dans la possibilité de jouer en vélocité, et avec puissance, des sonorités graves.

Bien entendu, les timbres ne sont pas rigoureusement ceux d'un cello ou d'une contrebasse ; l'illusion est néanmoins possible.

Les nouvelles orgues

L'orgue, *dieu des instruments*, est un mastodonte. Il nécessite un nombre considérable d'éléments (certaines orgues comportent plus de six mille tuyaux), une masse d'air comprimé (de vent, dit-on dans la facture d'orgues) proportionnelle au nombre des tuyaux, un mécanisme complexe, et, excessif en tout, tient énormément de place. Bien entendu, le prix de revient d'un orgue est très élevé. Malgré les innombrables perfectionnements dont il bénéficia au cours des siècles, l'orgue, en dépit de sa puissance, est resté un instrument lent et inexpressif. L'ensemble de ses défauts, d'une part, la majesté de sa voix, d'autre part, ont tenté les chercheurs. Le problème consistait à construire un orgue possédant toutes les qualités de l'instrument classique, à le doter d'une faculté expressive beaucoup plus complète que celle apportée par la *boîte expressive* (1), à l'enrichir, si possible, de couleurs nouvelles, enfin à le fournir à un prix nettement inférieur à celui de son vieux maître.

Trois procédés, à notre connaissance, ont été étudiés pour parvenir à ce but. L'un d'eux, purement électrique, dû à M. M. Givélet et Coupleux, a été décrit dans cette revue (2). Les deux autres, de valeur très inégale, empruntent les vibrations originales à des moyens mécaniques.

L'orgue photoélectrique

Le premier, dit orgue photoélectrique, réalisé en France par M. Toulon, en Autriche, par M. Spielmann, utilise, ainsi que son nom l'indique, les cellules photoélectriques. Les vibrations sont créées optiquement par un procédé simple. Sur un disque métallique sont percées des rangées concentriques de trous, chacune de ces rangées comportant un nombre de trous double

(1) Voir note page précédente.

(2) Voir *La Science et la Vie* n° 187, p. 25.

de celui de la rangée immédiatement intérieure. Il y a ainsi huit rangées de trous. Si la première ne compte que quatre trous, la seconde en comportera huit, la troisième seize et ainsi de suite. D'un côté du disque est placée une source lumineuse, et de l'autre, en face de chaque rangée de trous, une cellule photoélectrique. Quand le disque entre en rotation, le pinceau lumineux allant de la source à la cellule se trouve interrompu chaque fois que le trou lui livrant passage a dépassé la ligne idéale joignant source et cellule. Pour une vitesse de rotation donnée, le nombre des interruptions est égal au produit du nombre de trous par le nombre de tours par seconde du disque. En choisissant convenablement la vitesse de rotation, d'une part, et le nombre des trous, d'autre part, on obtient, par ce moyen, dans les circuits des cellules, des variations périodiques correspondant aux fréquences des notes musicales. Chaque note ayant une fréquence double de la note portant le même nom dans l'octave inférieure, on voit que le disque à huit rangées de trous est en mesure de donner, dans les huit circuits photoélectriques, une même note dans les huit octaves de la gamme usuelle. En appliquant le

même principe à douze disques, qui seront calés sur le même arbre, on obtient ainsi toutes les notes de la gamme, dans toutes les octaves, puisqu'une octave comporte douze sons, à savoir sept notes et cinq

dièzes. L'ensemble des douze disques suffit donc à la création de quatre-vingt-seize notes. S'il y a réellement cent vingt et un sons utilisés en musique, il ne faut pas oublier que certains sont très rarement mis à contribution et que les pianos par exemple, n'en comportent que quatre-vingt-huit.

Mais une note d'orgue, comme d'ailleurs toute note produite par un instrument de musique, n'est pas seulement caractérisée par sa période fondamentale. Chaque son est accompagné d'un certain nombre de sons harmoniques, c'est-à-dire de fréquences multiples du son fondamental, le nombre et la puissance de ces harmoniques consti-

tuant précisément la qualité auditive qui nous fait distinguer le *sol* d'un violon du *sol* d'une clarinette.

On se trouve donc dans l'obligation d'ajouter au son fondamental obtenu comme on l'a vu, et dont la perfection est trop absolue, un certain nombre de sons harmoniques, afin de reconstituer synthétiquement les timbres caractéristiques de chaque



FIG. 1. — VUE DE L'INTÉRIEUR DE L'ORGUE RADIO-SYNTHÉTIQUE RÉALISÉ PAR L'ABBÉ PUGET

Les cloisons de cellotex enlevées, on peut voir les rangées de tuyaux (les anches se trouvant au premier plan), dont les plus importants n'excèdent pas une hauteur de 2 m 50. Accoudé à l'instrument, son inventeur, l'abbé J. Puget.

« jeu » (1) d'orgue. On y parvient par le procédé dit des *mutations*, que nous aurons l'occasion de développer un peu plus loin.

L'orgue photoélectrique, outre cet organe capital, comporte évidemment une console pour l'organiste, ainsi qu'un groupe d'amplificateurs et des haut-parleurs.

L'orgue radiosynthétique

Plus intéressant parce que plus artistique, se signale à notre attention l'orgue radiosynthétique, réalisé par un groupe de personnes unissant leurs compétences : l'abbé Puget, physicien, M. Léonce de Saint-Martin, organiste et compositeur, les maisons Cavaillé-Coll, facteur d'orgues, et Thomson-Houston. Le principe est fondé sur une loi dès longtemps connue des organiers et que l'on appelle le principe des mutations. On a remarqué que l'oreille possédait la curieuse propriété d'entendre parfois des sons qui n'étaient pas émis, pourvu que leur premier harmonique et sa quinte fussent joués avec assez de puissance. Cette propriété est mise en pratique dans l'orgue ordinaire pour les jeux dits *jeux de mutation*, qui évitent à l'organier la construction de certains tuyaux particulièrement volumineux.

Reprenant ce principe, l'abbé Puget étudia un dispositif de commande électropneuma-

tique de l'orgue permettant d'utiliser, comme tuyaux de mutation, des tuyaux servant par ailleurs de créateurs de sons fondamentaux. Au lieu de ne jouer que deux tuyaux, le premier harmonique et sa quinte, il en joue quatre, afin de compléter le cortège d'harmoniques accompagnant généralement

la fondamentale théorique, qui, dans ce cas, n'est pas jouée. La synthèse du son est ainsi réalisée scientifiquement.

Mais, par suite de dispositions nécessitées par l'emploi de ce procédé, l'orgue doit être cloisonné afin d'éviter certains battements qui détruiraient tout l'avantage acquis. Il se trouve que cette servitude devient un avantage considérable, car on va pouvoir appliquer à l'orgue à tuyaux la transmission électrique, avec toutes les merveilles qu'elle apporte.

L'orgue se trouve donc fractionné en trois parties, chacune correspondant à une destination bien définie. Chaque tronçon occupe une pièce et, dans chacune de ces pièces, se trouvent un microphone et son amplificateur. On aperçoit maintenant les avantages du procédé. Outre l'économie de tuyaux qu'il a permise (douze tuyaux au

lieu de quarante environ, en proportion), il va devenir possible de donner à l'orgue la puissance que l'on veut, proportionnée aux

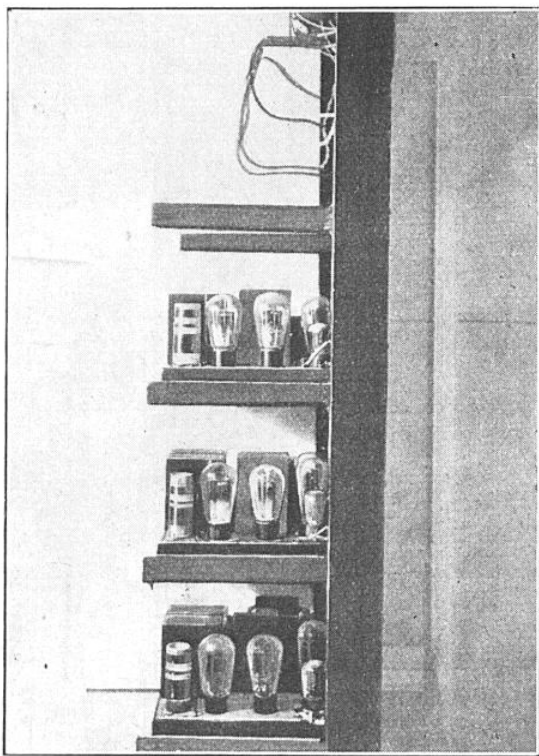


FIG. 2. — LES AMPLIFICATEURS DE PUISSANCE DE L'ORGUE RADIOÉLECTRIQUE

Voici les trois amplificateurs qui transforment les sons étouffés de l'ancien orgue pneumatique en brillants éclats musicaux. En bas, les transformateurs d'entrée sur lesquels agissent les potentiomètres. Au-dessus, étagés, les amplificateurs, qui peuvent fournir aux haut-parleurs une puissance de 20 watts modulés. Au premier plan, on distingue les lampes finales de chaque ampli, d'un type usuel en radiotechnique et qui ne demandent que 190 volts de tension anodique.

(1) L'orgue est un instrument aux timbres multiples. Chaque genre de sonorité a reçu un nom particulier, généralement inspiré d'un instrument existant : flûte, cor de nuit, gambe, clarinette, hautbois, etc., ou adapté à un emploi musical : voix céleste, bourdon, nazard, etc. Chaque timbre supplémentaire, ou « jeu », est constitué par une série complète de tuyaux en nombre égal à celui des notes

comprises dans la tessiture, ou étendue sonore, de l'instrument. Un certain nombre de tirettes, placées de part et d'autre de l'organiste sur la console, permettent à ce dernier de faire parler les jeux qu'il désire entendre. Des combinaisons de jeux sont même automatiquement préparées d'avance et sont déclenchées par des pédales. C'est l'ensemble formé par ces tirettes de jeux, par les pédales de combinaisons

dimensions du local auquel il est destiné, uniquement en calculant judicieusement les trois amplificateurs de puissance alimentant les trois haut-parleurs chargés de diffuser le son.

De plus, un potentiomètre, intercalé entre chaque amplificateur microphonique et son amplificateur de puissance, permettra à l'organiste de graduer le volume, du zéro sonore au maximum : c'est l'expression totale, dont le défaut se fait sentir parfois si péniblement dans l'orgue normal.

Quant à la rapidité des basses, elle est obtenue sans difficulté, puisqu'on ne joue que des notes comprises dans le médium, c'est-à-dire produites par des tuyaux de faibles dimensions dont l'inertie est négligeable. En effet, pour produire le son dit 32 pieds, qui est la note la plus basse, 16 périodes par seconde, on met en œuvre un tuyau bouché de 8 pieds (2 m 50 au lieu de 10 m 50), qui produit un son normal de 16 pieds et, essentiellement, un second tuyau bouché de 5 pieds 1/3, produisant un son normal de 10 pieds 2/3, quinte du précédent. Le total acoustique sera, pour notre oreille, un authentique 23 pieds.

La dépense initiale d'installation est moindre, d'abord en raison des dimensions réduites des tuyaux, ensuite par la quantité de vent nécessaire au soufflier de l'orgue, qui n'entraînera pas l'installation d'une soufflerie puissante. Cette économie est encore poussée par l'inutilité de faire donner de la puissance à l'orgue proprement dit, l'amplification électrique étant pratiquement illimitée.

ou d'expression, par les multiples claviers (jusqu'à quatre) et par le pédalier à l'aspect étrange, sorte de clavier qui se manœuvre avec les pieds, qui donne aux consoles d'orgue leur allure massive et compliquée. Ajoutons que, pour l'exécution de certaines œuvres, il faut à l'organiste un aide qui prépare les combinaisons.

Comment on corrige la distorsion due aux circuits électriques

Aussi parfaits que soient les microphones, leur courbe de réponse (1) n'est jamais linéaire. De même pour les amplificateurs et les haut-parleurs. Les techniciens qui réalisèrent la partie électrique de l'orgue radiosynthétique s'ingénierent donc à obtenir, pour l'amplificateur de puissance, des courbes caractéristiques dont les défauts pussent compenser exactement ceux du micro, d'une part, ceux des diffuseurs, d'autre part.

Quelques chiffres

Le résultat de tous ces travaux — qui fut assez long à obtenir, hâtons-nous de le dire — a pourtant dépassé les prévisions les plus optimistes. Le premier orgue de ce type, installé à Paris dans l'église Notre-Dame du Liban, a littéralement stupéfié tous ceux qui l'entendirent, techniciens, organistes et musiciens. Voici quelques chiffres concernant cet orgue. La console, électrique, d'un type absolument normal, commande par relais un jeu de répéteurs et de combineurs qui font entrer en action tous les tuyaux utilisés

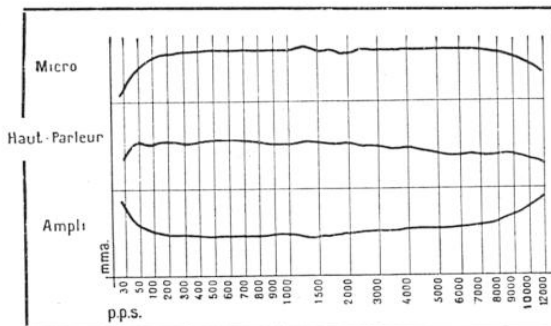


FIG. 3. — COMMENT ON CORRIGE LA DISTORSION DUE AUX CIRCUITS ÉLECTRIQUES

Sur un graphique, on trace les courbes de réponse du microphone et du haut-parleur. En abscisse, on porte les fréquences, en disposant les nombres de façon à faire saillir les zones les plus importantes ; en ordonnée, les intensités. Compte tenu de l'allure générale des deux courbes et de l'effet qu'elles ont l'une sur l'autre, on trace a priori la courbe caractéristique de l'amplificateur. Cette courbe obtenue, on s'efforcera de réaliser un appareil s'en approchant le plus possible. Cela ne va pas d'ailleurs sans de sérieuses difficultés, surtout dans la portion de courbe comprise entre 30 et 100 périodes par seconde. C'est par l'introduction de capacités, de résistances et de selfs dans les différents étages de l'amplificateur qu'on obtient une courbe d'allure générale déterminée.

pour la synthèse d'un son. Le nombre des tuyaux est d'environ 1.200, alors qu'un orgue offrant le même nombre de jeux, 51 dans le cas particulier, en exigerait plus de

(1) Lorsque des sons frappent un microphone, le courant électrique produit par ce microphone ne correspond pas rigoureusement, en intensité, à l'amplitude des vibrations acoustiques qu'il est chargé de traduire. La sensibilité du microphone est donc variable selon la fréquence qui le frappe. Pour connaître exactement la sensibilité du microphone, on fait agir sur lui une source sonore dont la période est variable, mais qui produit des sons d'amplitude constante. Partant de la fréquence la plus basse pour arriver aux fréquences les plus élevées, on note, pour chaque mesure, sur un graphique, l'intensité du courant produit par le microphone pour chaque période envisagée. On obtient ainsi une courbe que l'on appelle courbe de réponse, qui constitue la caracté-

4.000. Le plus important tuyau mesure ici, nous l'avons vu, 2 m 50 pour un diamètre de 12 à 15 centimètres, alors que, pour produire naturellement le même son, il faudrait un tuyau géant de 10 m 50 dont le diamètre atteindrait 70 centimètres et dont l'inertie acoustique serait grande. La puissance des amplificateurs alimentant les haut-parleurs est, pour chacun d'eux, de 20 watts modulés, chiffre correspondant à un volume sonore

tribune, le premier au centre, dans l'axe de la nef, les deux autres de chaque côté, sur deux axes convergents vers le milieu de l'église.

Un autre orgue, de dimensions plus réduites, 25 jeux au lieu de 51, est en cours de montage dans la nouvelle salle de concert de Villeurbanne. Certaines améliorations, dictées par l'expérience, apporteront des simplifications dont l'effet se fera sentir

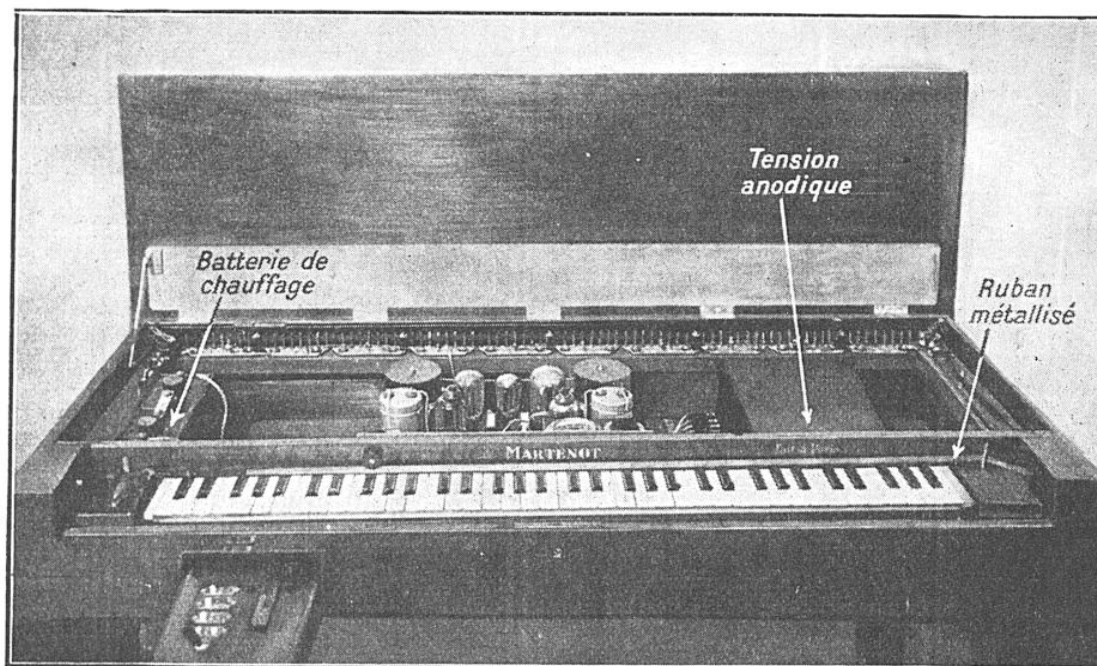


FIG. 4. — VUE DE L'APPAREIL « MARTENOT » OUVERT

Au premier plan, à gauche, le tiroir sur lequel se trouvent la pédale de puissance, les boutons de mise en circuit des filtres de tonalité. Devant, le clavier expressif, et, au-dessus de lui, le ruban métallisé. À gauche, se trouve la batterie de chauffage; à droite, le capot de l'appareil de tension anodique; au centre, le générateur. Au fond, on distingue les dents du peigne formant l'armature fixe du condensateur d'hétérodyne, dont l'armature mobile est constituée par le ruban métallisé.

excessif pour la nef envisagée, et qui, pourtant, est obtenu avec deux lampes finales d'un type courant et n'exigeant qu'une tension-plaque de 190 volts. Les haut-parleurs sont du type électrodynamique à large membrane (25 centimètres) et sont disposés sur des consoles, au-dessus de la

ristique du microphone. Un microphone idéal transmettant toutes les fréquences avec une égale sensibilité donnerait, comme courbe de réponse, une droite horizontale. Bien entendu, un tel microphone n'existe pas. Les amplificateurs, comme les haut-parleurs, ont également des courbes de réponse que l'on cherche à combiner les unes aux autres pour que les défauts de la première compensent ceux de la seconde, et ainsi de suite.

encore dans le sens de l'économie. A ce propos, signalons que la puissance totale absorbée par l'orgue installé à Paris n'est que de 1.500 watts.

D'autres inventeurs ont réalisé des instruments dont la valeur artistique n'est pas toujours bien apparente, mais qui, perfectionnés, deviendront peut-être plus intéressants. Signalons le *piano-cantor* de M. Tournier, dans lequel la vibration de la corde est entretenue après la frappe du marteau par un dispositif électromagnétique, offrant ainsi à l'exécutant cette persistance du son souvent recherchée. Malheureusement, la note ainsi obtenue, parfaitement juste et

constante, est inexpressive, et de nombreux battements se produisent quand plusieurs cordes sont simultanément sollicitées. Signalons le *Radiotone*, de M. Boreau, métis du clavicorde et d'une sorte de violon mécanique muni d'un pick-up, et le violoncelle électrique de M. Despeyroux, qui nous paraît bien compliqué pour le but à atteindre.

Le second groupe d'instruments

Dans le second groupe d'instruments, toutes les réalisations présentent un caractère commun. C'est l'électricité qui fait tout. Le but cherché par les inventeurs est double. Il s'agit d'abord d'apporter à la musique des timbres nouveaux qui enrichiront la palette orchestrale ; ensuite, d'affranchir l'exécutant de la servitude mécanique, c'est-à-dire qu'il n'aura plus à participer lui-même à la création matérielle du son.

Tous les instruments de cette famille sont fondés sur le même principe : celui de l'hétérodyne. On connaît ce principe : un générateur d'oscillations électriques, lorsqu'il est couplé avec un générateur de même nature engendre, dans le circuit de couplage, des oscillations d'une fréquence égale à la différence des fréquences des deux générateurs. C'est le phénomène de l'interférence ou des battements. Comme on peut très facilement régler au point fixe l'un des deux oscillateurs, tandis que la période du second sera variable, il s'ensuit que la fréquence des battements est aisément déterminée en agissant sur l'un des éléments constitutifs du circuit oscillant variable. Nous verrons plus loin comment cette manœuvre est effectuée.

Les premiers instruments à « ondes »

C'est l'inventeur du tube électronique, Lee de Forest, qui, le premier, eut l'idée de faire servir le principe hétérodyne à autre chose que la réception radioélectrique. Cela se passait en 1915. Quelques années plus tard, M. Givélet reprit ce principe, et bientôt soumit à la Faculté des Sciences le premier instrument né de ses recherches. Aidé par les frères Coupleux, il arriva à l'orgue électronique dont nous avons parlé.

Suivant une voie différente, abandonnant l'idée d'un instrument polyphonique comme l'orgue, pour s'arrêter au principe d'un instrument monodique, l'ingénieur russe Theremin présenta en grande pompe un appareil fondé sur le principe de l'hétérodyne. L'action sur le second générateur se faisait sur l'élément « capacité » du circuit oscillant, l'une des armatures du condensateur variable étant constituée par une tige métallique

verticale, l'autre par la main de l'exécutant, qui, s'approchant ou s'éloignant de la tige métallique, déterminait dans le circuit de couplage des battements plus ou moins nombreux, qu'un amplificateur et un haut-parleur traduisaient en musique. Un appareil analogue, la *Croix sonore*, réalisée par M. Billaudot, a connu récemment une présentation publique très fastueuse.

Le défaut de ces instruments est la difficulté de trouver aisément la note, cette dernière ne pouvant être fixée qu'à l'oreille ; ils ne sont pas d'une utilisation pratique.

L'ingénieur Bertrand, en 1927, réalisa un *Dynaphone* comportant un index se déplaçant sur un cadran, ce qui permettait de déterminer *grosso modo* la note cherchée. M. Martenot, l'année suivante, présentait son premier instrument, qui, déjà, comportait une échelle où les sons justes étaient d'avance repérés. Mais ce n'était qu'un début. Enfin, M. Péchadre réalisa l'*Ondium*, toujours en partant du même principe. Le cadran est ici assez large pour permettre un repérage précis des notes. Malheureusement, les difficultés d'exécution restent importantes. Ce n'est qu'au cours de la dernière saison que M. Martenot fit connaître son tout dernier-né, qui, incontestablement, constitue un véritable instrument de musique. La meilleure des consécration lui est désormais acquise puisque la plupart des compositeurs modernes le font entrer dans leur orchestre.

Comment est réalisé le « Martenot »

L'instrument dit *ondes musicales Martenot* se propose de fournir au musicien une échelle complète de sonorités, en partant du son le plus grave, 16 p. p. s., pour arriver au plus aigu, 12.000 p. p. s., de lui permettre tous les genres d'attaques possibles, enfin de lui procurer un certain nombre de timbres différents, tous originaux, mais dont les caractères s'approchant des couleurs habituelles ne heurtent pas trop les routines de l'oreille.

S'étant bien posé le problème, M. Martenot, musicien avant de devenir radiotechnicien, s'attacha à le résoudre, et il y parvint avec une rigueur scientifique et un sens pratique étonnants.

Nous savons (1) que, dans tout circuit oscillant, la période engendrée est tributaire de deux éléments : la capacité du circuit, d'une part, sa self-induction, d'autre part. Selon les effets à obtenir, M. Martenot agira sur l'un ou l'autre de ces deux éléments.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 84, page 528.

Le jeu par capacité

Une capacité, c'est un condensateur. Un condensateur, ce sont deux armatures métalliques séparées par un milieu isolant appelé diélectrique. Dans le *Martenot*, nous trouvons donc un condensateur variable, mais qui ne rappelle en rien ceux que nous voyons dans les appareils de T. S. F. La première armature est constituée par la partie métallisée d'un ruban qui fait le tour de l'instrument en roulant sur des galets. Sur ce ruban, nous trouvons, au-dessus du clavier de l'instrument, un onglet dans lequel l'exécutant enfonce le doigt. Si l'onglet est placé à l'extrémité gauche du clavier, la partie métallisée du ruban se trouve presque entièrement à l'extérieur, au-dessus du clavier, et n'atteint pas, en tout cas, la seconde armature du condensateur. Cette seconde armature, ainsi qu'on le voit sur notre photographie, est constituée par une série de lamelles métalliques verticales, entre lesquelles coulissera librement le ruban. Lorsque la portion métallisée du ruban n'approche pas ces lamelles alignées au fond de l'instrument, la fréquence du second circuit oscillant est la même que celle du premier circuit, soit 100.000 périodes. A mesure que l'onglet sera déplacé vers la droite, le ruban métallisé se trouvera en face d'un nombre croissant de lamelles verticales, ce qui aura pour effet d'augmenter la capacité du condensateur ainsi formé. La fréquence du cir-

cuit oscillant correspondant diminuera et provoquera, dans le circuit de couplage des deux oscillateurs, un nombre croissant de battements. Ces battements, amplifiés, filtrés, sont appliqués à un haut-parleur qui les traduit en sonorités musicales.

Or, à chaque nouvelle lamelle atteinte par le ruban métallisé correspond un déplacement de l'onglet égal à la distance d'une note

à la suivante sur le clavier, et la capacité formée par chaque lamelle avec le ruban correspond à l'accroissement de capacité nécessaire pour que les battements provoqués passent d'une note à la suivante.

Grâce à ce dispositif, l'exécutant peut, sans erreur, déchaîner subitement une note sans avoir, comme dans tous les autres instruments du même principe, à la chercher auditivement. En outre, tous les demi-tons et quarts de tons peuvent être obtenus sans effort, en plaçant l'onglet judicieusement entre deux notes.

Pour jouer par capacité, ou, pour employer un terme déjà consacré par l'usage, « au ruban », l'ondiste déplace l'onglet avec la main droite sur le clavier, cependant que sa main gauche, agissant sur une pédale, règle l'intensité sonore produite par l'instrument. Ajoutons que, dans le dessein de conférer à la note, froide en elle-même, l'indispensable élément personnel, l'ondiste imprime au ruban un rapide mouvement de va-et-vient autour de la position de la note, mouvement plus ou moins ample selon l'expression à obtenir et qui est, en tous



FIG. 5. — COMMENT ON JOUE DU « MARTENOT »

On voit ici l'inventeur, M. Martenot, interprétant une page musicale : la main droite donne la note et lui imprime, par des petites oscillations sur le clavier, le « vibrato » expressif. La main gauche commande la puissance et le mode d'attaque. Si un trait particulièrement difficile exige les deux mains sur le clavier, un bouton permet d'immobiliser la pédale dynamique dans telle position qu'on désire, la puissance de la note demeurant alors constante du fait même de l'immobilisation de la commande.

points, analogue au *vibrato* des instrumentistes à cordes.

Le jeu par self-induction

La self-induction, propriété des enroulements de conducteurs, joue, dans les circuits oscillants, un rôle exactement aussi important que la capacité. Reprenant son principe de capacité fractionnée, M. Martenot imagina de créer une bobine, également fractionnée, dont la self-induction, soigneusement calculée, correspondrait, pour chaque fraction, à l'augmentation de self nécessaire pour déterminer, dans un circuit de couplage, des battements échelonnés de note en note.

Les touches du clavier, bloquées dans le cas du jeu par capacité, sont alors libérées et chacune d'elles, par un contact en argent, met en circuit une portion plus ou moins importante de bobine de self.

Lorsqu'on enfonce une touche correspondant à une note grave, la portion de bobine introduite dans le circuit est faible, mais elle s'additionne à la self fixe et augmente la longueur d'onde du premier oscillateur. Il y a alors interférence entre les deux oscillateurs, et un son jaillit. A mesure qu'on enfonce les touches vers l'aigu, la portion de bobine augmente, déterminant un accroissement plus sensible de la longueur d'onde et, par conséquent, des battements de plus en plus nombreux.

Ce jeu de clavier offrait à l'instrumentiste un certain nombre de possibilités du plus haut intérêt artistique, mais, pour que ces avantages ne fussent pas compensés par un grave inconvénient, il fallait trouver le moyen d'ajouter à la note ainsi obtenue en modifiant la self, ce même vibrato qui conférerait sa vie à la note déterminée par capacité. M. Martenot résolut la question en rendant mobile le clavier, latéralement, comme le ruban. L'ensemble formant ce clavier étant très léger, le doigt, en enfon-

çant la touche, imprime aisément le mouvement alternatif latéral, qui, par action sur une petite capacité introduite dans le circuit de l'oscillateur, provoque le vibrato expressif. Autre avantage de ce dispositif, il permet, en outre, d'obtenir sur un clavier *tempéré*, c'est-à-dire réduit aux demi-tons, les quarts de tons de la gamme chromatique.

Puissance et timbres

Les battements produits par l'action sur les organes de jeu sont d'une amplitude trop faible pour être directement appliqués à un diffuseur. Un amplificateur à basse fréquence leur donne l'énergie suffisante pour alimenter un haut-parleur de salon. Si on a besoin d'une étendue de volume plus considérable, ou de jouer de l'instrument dans une salle très vaste, on peut ajouter un amplificateur à grande puissance susceptible de déclencher dans de larges haut-parleurs une voix surhumaine.

Dans tous les cas, l'intensité sonore est commandée par une résistance variable, véritable robinet électrique que l'exécutant ouvre ou ferme à son gré par une simple pression sur une pédale. A côté de cette pédale se trouvent des clefs correspondant à un certain nombre de filtres dont l'effet se fait sentir sur le timbre de l'instrument. Comme, d'autre part, la tessiture du Martenot, c'est-à-dire l'étendue de sa gamme, n'a pas de limites, sauf celles de l'audibilité, on voit qu'il offre aux compositeurs de très riches perspectives.

Restait à résoudre le problème de l'alimentation. Les filaments des deux lampes oscillatrices sont chauffés par un accumulateur. Il faut, en effet, assurer une émission électronique parfaitement constante pour que l'accord de l'instrument soit stable. Par contre, les trois lampes amplificatrices et la tension anodique peuvent se contenter du secteur électrique. Pourtant, si on ne dispose pas de secteur, un jeu de piles, en tous

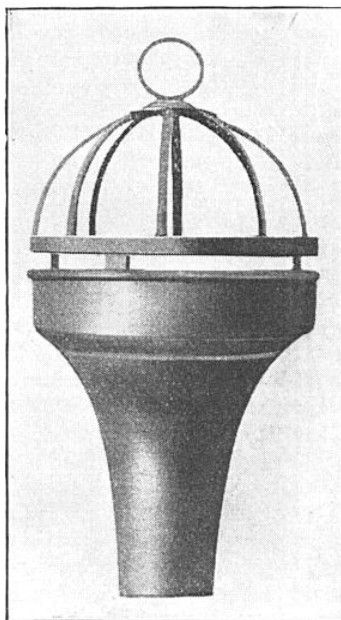


FIG. 6. — LES NOUVELLES SOURDINES

Les sourdines ordinaires se placent à l'intérieur du cornet de l'instrument, « le tonnerre », où se produisent les phénomènes acoustiques générateurs du timbre. Dans les instruments modifiés, un corps circulaire est ajouté au delà du tonnerre, ce qui ne peut avoir aucune influence sur le timbre, et, sur ce corps, on fixe un support hémisphérique portant une trame dont l'intervention agit non plus sur le timbre, mais seulement sur l'intensité du son.

points semblables à celles qui sont utilisées par les amateurs de T. S. F., assure l'alimentation de l'instrument.

Le troisième groupe d'instruments

Nous ne trouvons plus, dans ce troisième groupe, que des instruments d'aspect classique, dans lesquels les modifications apportées par la science ne se manifestent guère à l'œil. Il s'agit d'un groupe d'instruments à vent imaginés par M. Eric Sarnette et réalisés par MM. Selmer et Sax, en vue de l'enregistrement photoélectrique.

M. Sarnette, frappé par la mauvaise qualité de la reproduction musicale des films sonores, a cherché à percer le mystère. Son champ d'investigations se limitait à l'étroite piste sonore des films. S'armant d'un microscope, M. Sarnette lut sur cette piste les raisons qui déterminaient les défauts remarqués. En effet, les instruments à vent possèdent une très grande richesse d'harmoniques. Parmi ces harmoniques, certains, par leur intensité ou leur forme, sont gênants ; ils occupent trop de place sur la piste et empêchent un autre son de se placer convenablement. D'autre part, lorsqu'il s'agit d'inscrire une note très grave, les difficultés se multiplient. En effet, l'oreille humaine n'a pas une sensibilité constante. Elle réagit différemment selon les fréquences acoustiques qui la frappent, aussi imparfaite en cela qu'un microphone dont la courbe de réponse s'infléchit au-dessous de 100 p. p. s. Pour qu'une note grave produise sur l'auditeur le même effet physiologique qu'une note du médium, l'effort mécanique à produire est beaucoup plus considérable et peut atteindre une valeur quatorze fois supérieure. Mais l'étude des réactions de l'oreille fait ressortir des propriétés curieuses. Nous avons vu, à propos de l'orgue radio-synthétique, qu'une fondamentale pouvait, dans certains cas, être entendue sans avoir été jouée. De même, il se trouve que si on joue le premier harmonique d'une note avec puissance, et qu'on lui ajoute le cortège complet des harmoniques normaux de cette même note, l'oreille reconstitue la fondamentale, même jouée sans amplitude.

C'est pour obtenir des sons répondant à ces conditions que M. Sarnette a fait réaliser toute une famille d'instruments nouveaux. L'oscillogramme montre la différence qui existe entre l'instrument normal et l'instrument modifié. L'amplitude est poussée à son extrême maximum afin de mieux mettre en relief la richesse des harmoniques de l'instrument modifié, ainsi que l'intensité

volontairement exagérée du premier harmonique. L'oreille saisit ce premier harmonique particulièrement énergique, mais qui n'occupe, à valeur égale pour l'oreille, que le quart de l'aire qui serait nécessaire à la fondamentale ; elle saisit, en outre, tous les autres harmoniques accompagnant normalement cette fondamentale, pratiquement inscrite, mais à faible amplitude, et reconstitue grâce au phénomène physiologique, l'intégralité de la note et du timbre de l'instrument.

Les enregistrements sonores réalisés avec les nouveaux instruments, outre qu'ils simplifient la tâche des ingénieurs du son, donnent, à l'audition, des résultats incomparablement supérieurs.

De nouvelles sourdines

On a besoin, parfois, d'atténuer la puissance relative de certains instruments. Pour cela, on procédait, jusqu'à présent, par rapprochement ou éloignement des instruments. La sourdine des instruments à vent, placée dans le cornet de ces instruments, affaiblissait bien le son, mais entraînait une altération complète du timbre, effet parfois recherché, mais parfois aussi redouté. M. Sarnette a tourné la difficulté de deux façons. D'abord en munissant ses instruments d'un pavillon orientable, ensuite en imaginant une sourdine *extérieure* à l'instrument. Un support métallique s'ajustant sur le cornet et revêtu d'une trame, servira d'écran amortisseur du son, mais lui conservera l'intégralité de son timbre. Rien n'empêchera, par ailleurs, d'adapter, dans certains cas, la sourdine classique, ni même de combiner les deux effets.

Et demain ?

La science qui, jusqu'à présent, ne s'était guère préoccupée du domaine de l'art, vient, en quelques années, de l'enrichir de maintes façons. Des voies sont ouvertes sur lesquelles des savants authentiques marchent d'un pas assuré. Si l'on considère le chemin qui a été couvert déjà, on peut s'estimer satisfait. Les nouveaux instruments, créés ou adaptés, offrent dès maintenant des champs vierges à l'inspiration musicale.

Fort heureusement, un certain nombre de compositeurs ont immédiatement saisi la portée des inventions qu'on leur proposait, et se sont engagés sur la voie encore inexploitée.

Déjà des œuvres nouvelles naissent, une littérature musicale se crée, et c'est là le meilleur encouragement pour les chercheurs.

PIERRE KESZLER.

LES NOUVELLES TAXES SUR L'AUTOMOBILE POSENT LE PROBLÈME DE LA MOINDRE CONSOMMATION

Par H. TINARD

La taxe à la consommation, qui s'est substituée depuis le 1^{er} février 1934 à l'ancienne taxe à la cylindrée, a mis au premier plan des préoccupations des automobilistes — et partant des constructeurs — le problème de la moindre dépense de carburant. Sans doute, par le passé, la recherche de l'utilisation économique des voitures n'avait pas été négligée, mais le public demandait avant tout des véhicules rapides et souples, sans se préoccuper essentiellement de la sobriété des moteurs, ou, plus exactement, de la sobriété des voitures (car d'autres éléments que le moteur entrent ici en ligne de compte). Aujourd'hui, il importe essentiellement d'économiser le carburant, sans rien sacrifier cependant des avantages acquis dans le domaine de la vitesse, de la souplesse et du confort. Le problème de la moindre consommation est donc aujourd'hui posé : pour le résoudre, deux questions doivent être étudiées. D'une part, celle du carburant — et, à ce sujet, il convient d'examiner les qualités du mélange essence-alcool dont l'Etat vient d'imposer l'utilisation pour permettre l'écoulement des stocks d'alcool industriel qu'il avait constitués. D'autre part, celle de l'engin d'utilisation de ce carburant, c'est-à-dire le moteur et les organes auxquels il est associé. Pour rendre, en France, la voiture utilitaire de plus en plus accessible à tous, il faut en rendre l'usage de moins en moins onéreux.

A l'heure actuelle, les carburants pour automobiles peuvent être classés en trois catégories principales : les essences ordinaires, les essences alcoolisées et les « supercarburants ».

Nous dirons peu de chose des essences ordinaires, qui sont bien connues. Rappelons seulement que ce sont des mélanges d'un assez grand nombre d'hydrocarbures naturels, chimiquement définis, possédant individuellement des propriétés particulières en ce qui concerne, notamment, la détonation, dont nous avons montré l'importance (1) au point de vue du fonctionnement de moteurs. Certaines essences ordinaires peuvent donc présenter une résistance assez marquée à la détonation, ou bien, au contraire, se montrer médiocres à cet égard ; tout dépend de leur composition, variable avec leur provenance. Il est donc assez difficile de tabler sur une valeur précise de l'indice d'octane des essences ordinaires ; on est amené à accepter un indice moyen de l'ordre de 50 à 60, convenant pour des moteurs à taux de compression relativement faible, qui ne sont pas doués du rendement maximum à exiger lorsqu'on recherche la moindre consommation.

Avec les « supercarburants » — sur les-

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

quels nous ne reviendrons pas longuement, puisque nous les avons étudiés en même temps que le phénomène de la détonation (1) — l'indice d'octane est notablement plus grand (de l'ordre de 80 à 90 et même davantage) et exactement comme pour chaque « supercarburant ». Le choix d'un taux de compression convenable, assez élevé, donc favorable au rendement du moteur, est alors possible, de telle sorte qu'on pourrait être tenté d'écrire que les « supercarburants » sont seuls susceptibles de convenir aux voitures « économiques ». Tirer une telle conclusion, sans approfondir autrement la question, serait dangereux, d'autant plus que l'on dispose maintenant, avec les essences alcoolisées, d'un carburant intermédiaire, en quelque sorte, entre les essences ordinaires et les supercarburants, qui paraît de nature à satisfaire aux exigences des moteurs à haut rendement.

Les essences alcoolisées

Comme leur nom l'indique, les essences alcoolisées sont constituées par un mélange d'essence ordinaire et d'alcool. Il existe donc autant d'essences alcoolisées que d'essences ordinaires. C'est, évidemment, fâcheux, car le mélange participe forcément

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 195, page 229.

plus ou moins des qualités et des défauts de ses constituants, et il est impossible, dans ces conditions, de déterminer un indice d'octane commun à toutes les essences alcoolisées ; toutefois, notons-le dès maintenant, cette valeur est généralement plus grande qu'avec les essences ordinaires. La nécessité d'imposer aux automobilistes un carburant formé d'essence et d'alcool, vendu, d'ailleurs, sous le nom générique « d'essence tourisme » s'imposait-elle ? Il est permis de le croire. L'Etat, qui s'est réservé le monopole de la vente des alcools dits « d'industrie » (alcools de grains, de betteraves, de mélasses, etc.) mais non celui de la production, s'est bientôt trouvé en face d'une surproduction menaçante et de stocks d'une importance croissante. Il pouvait, en premier lieu, limiter la production, mais, dans cette voie, il est vite arrêté, car il doit tenir compte des besoins de la défense nationale. A l'heure actuelle, ses achats d'alcools sont d'environ 3.000.000 d'hectolitres par an et il ne semble pas pouvoir les réduire. C'est donc vers un développe-

ment de la consommation d'alcool que l'Etat est obligé de s'orienter pour se mettre à l'abri d'un accroissement redoutable des stocks, car les débouchés divers : industrie chimique, parfumerie, fabrication de l'alcool dénaturé, etc., qui représentent environ 1.200.000 hectolitres, ne sont guère susceptibles d'extension et il reste environ 1.800.000 hectolitres à utiliser. L'automobile peut absorber aisément cette quantité d'alcool. En effet, la consommation d'essence est actuellement d'environ 28 millions d'hectolitres par an.

En vertu d'un arrêté de juillet 1933, les limites du pourcentage d'alcool à incorporer à l'essence ont été fixées à 11 et 15 %. Le carburant ainsi obtenu, d'une composition sensiblement constante, ne nécessite aucun réglage spécial pour être employé dans les moteurs d'automobiles ; il est donc susceptible de se substituer à l'essence pure et le fonctionnement des moteurs, au point de vue, tout au moins, de la carburation, n'est pas troublé quand on passe d'un carburant à un autre. Il n'en demeure pas moins qu'il

serait certes plus rationnel d'utiliser un carburant unique, qui pourrait être, d'ailleurs, de l'essence alcoolisée, et pour lequel les moteurs seraient spécialement étudiés, au point de vue, notamment, du taux de compression.

C'est la prétendue instabilité des mélanges essences-alcool qui semble avoir donné naissance à l'objection la plus courante contre leur emploi. Nous disons prétendue instabilité, car il est prouvé aujourd'hui que, pour des mélanges à moins de 10 % d'alcool, le danger de décantation spontanée, sous l'effet de l'hydratation par l'humidité atmosphérique, n'existe pratiquement pas.

A la température moyenne de 17,°5, de tels mélanges demandent, pour être troublés, une addition de 0,26 % d'eau et la décantation ne se produit qu'à la suite d'une addition de 0,33 % d'eau : les essences alcoolisées usuelles, qui contiennent au moins 11 % d'alcool, sont donc vraiment, en pratique, assurées d'une stabilité suffisante. C'est seulement dans le cas où une notable quantité d'eau se trouverait intro-

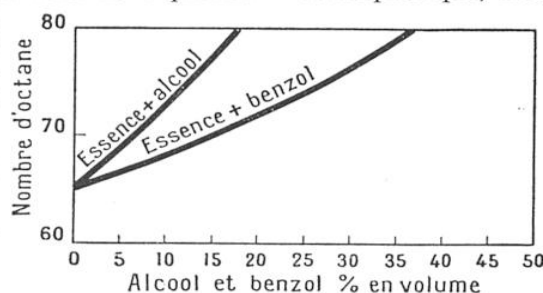


FIG. 1. — SCHÉMA DONNANT LES VALEURS ANTIDÉTONANTES DU MÉLANGE ALCOOL-ESSENCE ET ESSENCE-BENZOL SUIVANT LEUR COMPOSITION

On voit que le nombre d'octane du mélange augmente suivant la proportion d'alcool ou de benzol contenu. Sous ce rapport, l'addition d'alcool est encore plus favorable que l'addition de benzol.

duite dans le réservoir de la voiture ou bien dans le cas d'un appauvrissement considérable du mélange en alcool par ravitaillement avec de l'essence pure, qu'une séparation pourrait avoir lieu : ce sont des cas exceptionnels et dont on ne doit pas s'exagérer les conséquences. En effet, le produit de la décantation, constitué par de l'alcool titrant rarement moins de 95°, est encore propre à la combustion et capable d'entretenir le moteur en fonctionnement, tandis que la présence d'eau dans une essence pure occasionne des troubles dans ce fonctionnement et souvent même l'arrêt complet.

On objectera peut-être qu'il s'agit d'essais effectués à la température de 17,°5, et qu'en hiver les risques de décantation sont singulièrement plus grands. Une garantie contre ces risques découle de la façon dont doivent être contrôlées les essences alcoolisées livrées à la consommation : entre 0° et 1°, il ne doit pas y avoir séparation entre l'essence et l'alcool à la suite d'une addition d'eau de 0,2 %.

Les basses températures peuvent aussi faire craindre que les départs à froid soient malaisés avec les essences alcoolisées, en raison de la grande chaleur de vaporisation de l'alcool. Mais ces craintes ne sont pas fondées. En effet, la volatilité des essences alcoolisées est supérieure à celle des essences ordinaires, grâce au fait que l'alcool forme, avec certains constituants de l'essence, des mélanges à point d'ébullition minimum. Nous avons, d'ailleurs, l'expérience des pays étrangers et, notamment, de la Suède, où, malgré des froids de -30° , les mélanges essence-alcool sont très appréciés. En France même, certains froids rigoureux du dernier hiver n'ont pas occasionné de difficultés de mise en route notables. Cela doit nous rassurer aussi, soit dit en passant, sur la stabilité des essences alcoolisées aux basses températures.

En ce qui concerne la puissance développée par les moteurs, on entend souvent dire qu'elle doit être moins grande avec des essences alcoolisées qu'avec des essences pures, parce que le pouvoir calorifique de l'alcool est seulement de 7.000 calories au kilogramme contre 11.000 pour l'essence pure. A première vue, une telle opinion semble justifiée. Heureusement, la combustion simultanée d'essence et d'alcool dans un moteur permet un réglage meilleur de la carburation et une meilleure utilisation des calories, de telle sorte que la perte de puissance ou, ce qui revient au même, la consommation volumétrique plus grande sont pratiquement négligeables.

Nous arrivons maintenant à des reproches d'un autre ordre, adressés aux essences alcoolisées : elles se montreraient funestes aux organes mécaniques du moteur, d'une part, en exerçant sur eux une action corrosive ; d'autre part, en troublant le graissage qui doit les protéger contre l'usure. La corrosion serait due à la formation d'acide acétique par oxydation ménagée de l'alcool dans les chambres d'explosions. Or, il est démontré que l'alcool améliore la combustion ; on s'explique mal que, dans ces conditions,

puisse prendre naissance un produit dangereux pour pistons, cylindres et soupapes. L'expérience, encore une fois, procure, à ce point de vue, tous les apaisements et il n'est pas jusqu'à des essais officiels effectués en Pologne, notamment, qui ne viennent confirmer les résultats obtenus par la plupart des usagers.

Le « décapage » des réservoirs par l'alcool ne peut être considéré comme une corrosion ; il s'agit plutôt d'un nettoyage nullement préjudiciable, puisqu'il fait disparaître des dépôts formés après un long service à l'essence pure.

Enfin, la présence d'un dénaturant dans

l'alcool a été rendue responsable de bien des méfaits ; ce produit est tellement dilué qu'on peut se demander s'il possède une action quelconque ; d'ailleurs, actuellement, on a remplacé la créosote et le borate d'éthyle, employés autrefois comme dénaturants, par des produits incolores et parfaitement inoffensifs.

Le reproche adressé à l'alcool de nuire, dans une certaine mesure, au graissage des parties supérieures du moteur est plus justifié, car il se produit un véritable séchage

des hauts de cylindres, attribuable, semble-t-il, à l'amélioration de la combustion due à la présence de l'alcool et qui fait que l'huile elle-même est brûlée. Mais on peut remédier aisément à cet inconvénient en incorporant au carburant une petite quantité d'huile spéciale, suivant la formule du « superhuilage » très en honneur aujourd'hui.

L'addition d'un lubrifiant solide, insoluble dans l'alcool et inaltérable par la chaleur, tel que le graphite, est également de nature à améliorer le graissage des parties supérieures du moteur dans des proportions telles que le séchage dû à l'alcool est sans effet sur les organes mécaniques.

En somme, il n'a été question, jusqu'à maintenant, que des inconvénients des essences alcoolisées. Certes, ces inconvénients apparaissent, au total, comme assez minces, et il est facile même de les supprimer entièrement. Mais les essences alcoolisées ont des avantages qui méritent d'être connus.

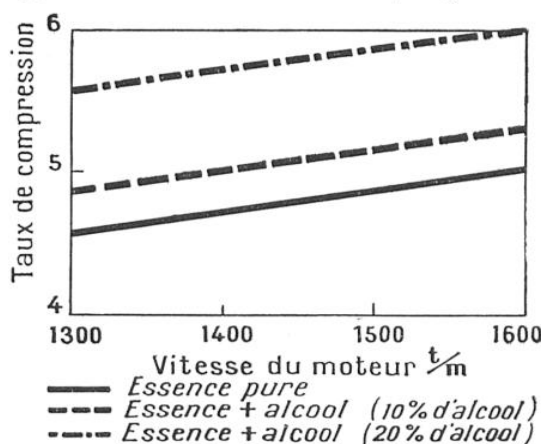


FIG. 2. — GRAPHIQUE MONTRANT L'AUGMENTATION DU TAUX DE COMPRESSION QU'IL EST POSSIBLE DE RÉALISER DANS LES MOTEURS PAR UNE ADJONCTION D'UNE CERTAINE PROPORTION D'ALCOOL A L'ESSENCE

Comme nous l'avons noté, l'indice d'octane des essences alcoolisées est généralement supérieur à celui des essences ordinaires ; cela signifie que l'alcool est un carburant antidétonant. En effet, il se montre, à cet égard, deux fois plus efficace que le benzol, incorporé couramment aux « super-carburants ». Avec les essences alcoolisées, on pourra donc alimenter des moteurs à taux de compression élevé, de telle sorte que le rendement, déjà amélioré par la bonne combustion que procure l'alcool en présence de l'essence, se trouvera encore accru. Avec les moteurs normaux actuels, dont le taux de compression est assez grand, l'emploi des essences alcoolisées se traduira par une plus grande douceur de marche et la suppression du cliquetis engendré par la détonation, qui est si préjudiciable aux organes du moteur. Cet emploi permettra d'envisager une augmentation du taux de compression pour les moteurs futurs, ce qui constitue un élément de premier ordre favorable à l'économie, comme nous le verrons plus loin.

L'excellente combustion due à l'oxygène contenu dans la molécule d'alcool a encore une autre répercussion, qui constitue un des avantages marquants de ce carburant : elle combat la formation de la calamine et contribue même à faire disparaître la couche de calamine formée au cours de l'utilisation de l'essence pure. L'entretien du moteur devient ainsi régulièrement plus facile et son fonctionnement ne risque pas d'être troublé par la présence d'un dépôt charbonneux sur les parois des chambres d'explosions, cause d'auto-allumages, de cognements, d'une diminution de puissance, etc.

Au lieu de fournir au moteur un mélange essence-alcool tout préparé, on peut songer à lui donner ces aliments séparés l'un de l'autre. Le reproche de l'instabilité des essences alcoolisées, si peu fondé soit-il, ne trouve plus ainsi la moindre justification.

D'un autre côté, la tendance d'un moteur à la détonation n'est pas constante ; on pourrait presque dire qu'elle varie en raison inverse du nombre de tours, ou, si l'on veut, en raison directe de la résistance à l'avancement ; dès lors, il apparaît comme avantageux d'avoir un dosage variable du mélange essence-alcool introduit dans le moteur. Un ingénieux appareil a été imaginé pour répondre à ce but. Au départ, le moteur est alimenté en essence pure. Pendant la marche normale, la pression sur l'accélérateur ouvre, en même temps que le papillon des gaz, l'orifice d'admission d'alcool jusqu'à son maximum. Une particularité intéressante de ce dispositif est qu'il permet, d'ailleurs, d'employer de l'alcool dilué à 60° et même plus pauvre encore. A la condition de pouvoir se procurer facilement et à bon compte de l'alcool, on comprend que l'appareil autorise une appréciable économie.

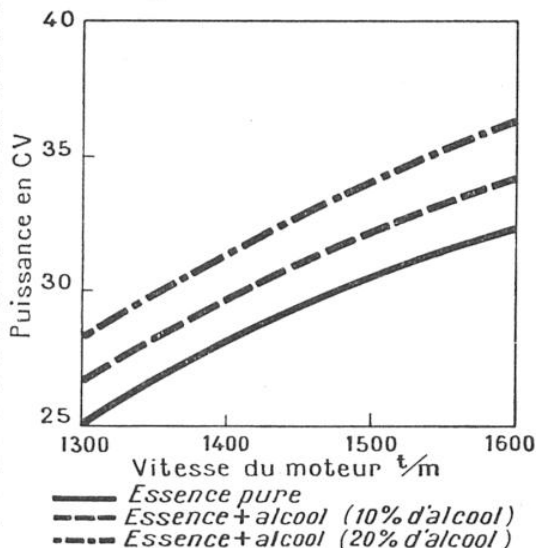


FIG. 3. — GRAPHIQUE MONTRANT L'AUGMENTATION DE PUISSANCE OBTENUE DANS UN MOTEUR, GRACE A UN ACCROISSEMENT DU TAUX DE COMPRESSION (VOIR FIGURE PRÉCÉDENTE) LUI-MÊME RENDU POSSIBLE PAR UNE ADJONCTION D'UNE PROPORTION D'ALCOOL A L'ESSENCE

Les engins d'utilisation

En possession de carburants dont nous supposons connues désormais les propriétés essentielles, il reste à établir les engins d'utilisation en vue du meilleur rendement, c'est-à-dire en vue d'une consommation minimum pour un service maximum. Ces carburants n'ayant pas des caractéristiques identiques, il semble bien difficile de faire un moteur « type » convenant indifféremment à tous. Néanmoins, en vue d'arriver à une consommation aussi réduite que possible, on est fondé à penser que la construction automobile va évoluer. Ce sont les formes essentielles de cette évolution que nous allons nous efforcer de mettre en lumière.

Le moteur

Bien entendu, c'est le moteur qui doit être, le premier, l'objet de modifications destinées à améliorer le rendement. Cette amélioration signifie qu'il faut arriver à transformer les calories en travail avec le mini-

mun de perte. Pour cela, il faut, tout d'abord, que l'alimentation du moteur en mélange tonnant se fasse de façon parfaite ; c'est la condition primordiale d'une combustion convenable.

Une bonne alimentation du moteur demande que le carburateur fournisse un mélange homogène et correctement dosé. Les carburateurs modernes donnent généralement, à ces deux points de vue, toute satisfaction. Cependant, en ce qui concerne l'homogénéité, on peut chercher à l'accroître encore par quelques artifices simples. Le réchauffage du mélange tonnant, grâce, notamment, à un point chaud, ou « hot-spot », judicieusement placé sur le trajet des gaz, est un moyen efficace. Un brassage énergique des gaz, par un mouvement tourbillonnaire imprimé à l'air à son entrée dans le carburateur ou communiqué directement au mélange air-carburant à sa sortie du carburateur, ne peut que contribuer à procurer l'homogénéité désirable.

Le dosage du mélange tonnant peut parfois ainsi être rendu meilleur ou, plus exactement, mieux adapté au service du moteur. C'est ainsi, par exemple, qu'en palier le mélange n'a pas besoin d'être aussi riche qu'en côte ; c'est ainsi également qu'au moment des reprises, un mélange riche est nécessaire. Or, l'automatisme des carburateurs usuels permet difficilement de concilier des conditions d'utilisation aussi éloignées. Il faut encore recourir à des artifices. La pompe de reprises, fournissant un appoint d'essence, autrement dit un enrichissement passager du mélange, au moment où l'on exige du moteur une vigoureuse accélération, est la solution couramment usitée. En même temps, l'introduction dans le mélange d'air en quantité plus grande, quand le moteur n'a pas à développer la puissance maximum, est un moyen d'avoir un mélange bien dosé. Cette introduction peut se faire aisément par une entrée

d'air additionnel, commandée par le conducteur, suivant les besoins du moteur.

Le dosage rigoureux des gaz est, certes, un élément essentiel d'économie. Toutefois, il est sans doute intéressant de pousser plus loin encore l'« utilisation utile », si l'on peut dire, du combustible. Lorsqu'on abandonne la pédale d'accélérateur, pour un ralentissement ou la descente d'une côte, il est inutile de consommer du carburant. On peut supprimer cette consommation en pratiquant une large entrée d'air dans la tuyauterie d'admission. Des appareils à fonctionnement automatique permettent d'obtenir ce résultat.

En somme, du côté carburation, on dispose de carburateurs et d'appareils annexes qui semblent susceptibles de s'adapter fort bien aux moteurs économiques, qui doivent être les moteurs de l'avenir. Mais il ne suffit pas de pouvoir préparer un mélange tonnant vraiment apte à brûler. Il faut encore établir le moteur pour qu'il utilise au mieux ce mélange. C'est de ce côté que la construction des moteurs proprement dite évoluera peut-être le plus.

En premier lieu, un taux de compression élevé est à rechercher. On sait qu'il est propice au rendement thermique. Le rapprochement des molécules du mélange, l'échappement préalable qu'il subit sont autant de facteurs qui aident à la propagation de l'inflammation au sein de ce mélange. Mais il faut que cette propagation reste régulière et progressive, sinon la détonation apparaît : c'est l'écueil des hautes pressions. Les essences alcoolisées, les « supercarburants » dont on dispose maintenant permettent déjà de lutter contre la détonation. Néanmoins, il ne faut négliger aucun élément favorable et particulièrement la forme des culasses et le refroidissement de leurs parois. Les culasses en aluminium, bonnes conductrices de la chaleur, et avec chambre d'explosion à turbulence, assurant un brassage

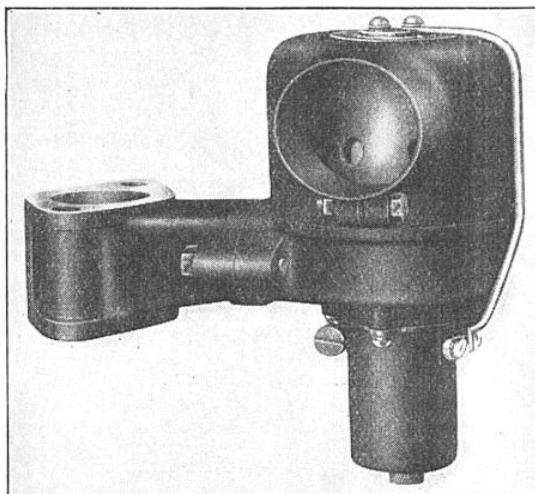


FIG. 4. — L'APPAREIL « ÉCONOM », QUI PERMET DE RÉDUIRE LA CONSOMMATION D'ESSENCE ET D'HUILE SUR LES VOITURES AUTOMOBILES, EN SUPPRIMANT LES PERTES DE CARBURANT ET DE LUBRIFIANT QUI SE PRODUISENT DÈS QU'ON LACHE L'ACCÉLÉRATION

actif des gaz en train de brûler, semblent fournir une solution des plus intéressantes au point de vue de la résistance à la détonation. Elles offrent l'avantage d'être applicables aux moteurs classiques, à soupapes latérales. Il n'en demeure pas moins, pour la construction de luxe, que les moteurs sans soupapes, à chambre d'explosion hémisphérique et bougie au centre, sont remarquablement conditionnés pour ignorer la détonation ; la position de la bougie permet à l'étincelle d'éclater au noyau même de la masse inflammable, dont la forme régulière, d'une parfaite symétrie, se prête bien à une combustion progressive et complète.

Pour achever de donner à la combustion toute son efficacité, il est manifeste que le réglage du rythme des étincelles aux bougies a une importance capitale. La détermination de l'avance à l'allumage par le seul système automatique à force centrifuge cou-

ramment usité, ne répond pas rigoureusement aux conditions d'utilisation du moteur. Il semble nécessaire de compléter ce système par un dispositif de correction à main ou automatique, ce dernier fonctionnant, par exemple, sous l'effet de la dépression créée dans la tuyauterie d'admission du moteur.

Nous n'avons examiné, jusqu'ici, que des répercussions, en quelque sorte indirectes, de la nouvelle forme de l'imposition des voitures automobiles sur la conception des moteurs. On veut les rendre plus économiques : c'est tout naturel. Mais ne va-t-on pas chercher, d'autre part, à les modifier profondément, maintenant qu'on n'est plus bridé par la fameuse taxe à la cylindrée ? Une telle modification pourrait, d'ailleurs, avoir d'heureuses conséquences au point de vue consommation, et cela suffirait à la justifier.

HENRI TINARD.

QUELQUES OBSERVATIONS SUR LE GRAND PRIX DE L'A. C. F.

LE Grand Prix de l'A. C. F. de 1934 marque l'avènement des *quatre roues indépendantes* sur voitures de course. Les voitures allemandes *Auto-Union* utilisaient comme ressorts de suspension la barre de torsion déjà adoptée par Mathis et Citroën (1), ce qui a comme avantage sur les ressorts à lames de permettre d'établir un ressort à grande sensibilité et à grande flexibilité sans frottements internes, c'est-à-dire « mathématiquement » contrôlable, qui sera, de plus, « conjugué » avec un amortisseur rationnellement établi.

La voiture *Auto-Union* était surtout remarquable par l'emplacement du moteur situé à l'arrière, derrière le conducteur, ce qui détermine une meilleure répartition de la charge sur les roues motrices. Là encore, nous enregistrons une tendance qui sera sans doute confirmée demain dans le domaine de la voiture de sport (très rapide), où la carrosserie aura nécessairement la forme d'un fuselage rappelant celui de l'avion, et où le moteur prendra place dans la partie arrière de la coque effilée.

Cette voiture de compétition est la plus rapide de celles construites à ce jour pour les épreuves internationales disputées sur route ou piste. Avec une mise au point satisfaisante, une telle voiture peut atteindre 300 kilomètres à l'heure avec une puissance d'environ 290 ch ! Pour préparer de semblables moteurs de course, une longue mise au point est indispensable. La sélection des organes s'impose ; on y parvient par des essais et examens des pièces qui ont résisté pendant

un nombre d'heures donné. Grâce à ces méthodes rigoureuses, on a pu élever, pour la première fois, en 1927, la puissance spécifique d'un moteur à 106 ch par litre de cylindrée (Delage, 1.500 centimètres cubes à 7.500 tours).

Rappelons que Louis Renault, en 1906, avec 12 litres de cylindrée, tirait 105 ch de l'ensemble de ces 12 litres, ce qui donnait à peu près 8 ch par litre seulement. En 1920, à la reprise des courses après la guerre, le 2 litres Ballot-Henry fournissait déjà 80 ch, soit 40 ch au litre de cylindrée. La progression dans le rendement a été, comme on peut en juger, rapide au cours de ces dernières années. En ce qui concerne les freins, il faut noter que ceux des voitures allemandes étaient à commande hydraulique (analogue au « Lockheed » des voitures Chrysler et Citroën), alors que les voitures françaises et italiennes étaient pourvues de freins mécaniques classiques (sans intervention de *fluide*), c'est-à-dire par câbles et tringleries. Enfin, un mot sur les compresseurs : les voitures italiennes et françaises et une allemande (*Mercédès*) étaient munies du compresseur Roots à palettes et l'*Auto-Union*, d'un compresseur à pistons. On sait que, grâce à l'adjonction de ces appareils auxiliaires, on réalise une suralimentation des moteurs qui autorise ces puissances — si impressionnantes — de l'ordre de celle indiquée ci-dessus. Mais il est encore difficile, pour la voiture de tourisme, d'utiliser les compresseurs, surtout par suite du bruit plus ou moins intense qu'ils engendrent comme des soins spéciaux qu'ils exigent (décalaminage).

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 205, page 26.

LE KATANGA VA PERDRE LE MONOPOLE DE PRODUCTION DU RADIUM

Les nouveaux gisements de pechblende du Canada

Par Raymond LAGORCE

Bien que l'industrie du radium soit relativement récente, — puisque sa découverte remonte seulement à trente-six ans, — il est curieux de constater que les centres de production de ce corps très précieux ont été l'objet d'incessantes migrations à mesure qu'on découvrait dans le monde de nouveaux gisements de minerais radifères. On se rappelle que les travaux de la regrettée M^{me} Curie, dont la mort vient de mettre en deuil l'univers savant, ont porté à l'origine sur des minerais de pechblende provenant de Joachimsthal, en Bohême. Dès qu'eût été mise au point, par M. et M^{me} Curie, la technique délicate de raffinage des minerais et de concentration des sels radioactifs par le procédé des cristallisations fractionnées, le gouvernement autrichien, soucieux de se réserver le monopole de fabrication du radium, interdit les exportations de pechblende et créa un Institut National pour développer les applications du nouvel élément. Cette interdiction détermina les prospecteurs à rechercher ailleurs des minerais radifères : c'est ainsi qu'en France même furent découverts en plusieurs points, et notamment dans le Massif Central, des composés complexes dérivant de la pechblende. En dépit de la faible importance de ces minerais, des usines de traitement s'ouvrirent en France et, en 1914, notre pays était devenu le producteur le plus important de radium. Il ne devait d'ailleurs point conserver longtemps cette place prépondérante. Aux Etats-Unis avaient, en effet, été identifiées, dans les sables de l'Utah et du Colorado, des masses assez importantes de carnotite (vanadate d'urane), à vrai dire d'une assez faible teneur en uranium (moins de 2 %), mais d'une extraction et d'un traitement faciles. Cette découverte nouvelle détermina le gouvernement américain à mettre la main sur ces gisements et à favoriser l'éclosion d'une industrie nationale du radium. Les Etats-Unis devinrent alors les principaux producteurs de radium (plus de 22 grammes de radium pur en 1914). De cette situation privilégiée, les Etats-Unis ont d'ailleurs conservé la primauté commerciale sur ce produit : le marché du radium est encore aujourd'hui, en Amérique, aux mains de deux puissantes sociétés. Mais le monopole de fabrication du radium ne devait pas tarder à émigrer une fois de plus. La découverte au Congo belge, peu après la guerre, de très riches gisements de pechblende, d'une teneur élevée en oxyde d'uranium, allait faire passer le monopole de fabrication du radium aux mains de l'Union Minière du Haut-Katanga, qui, depuis 1922, est pratiquement seule à alimenter le monde entier en sels radioactifs raffinés dans son usine de Oolen, près d'Anvers. Mais ce monopole paraît à son tour sérieusement menacé par l'entrée en exploitation des gisements de pechblende rencontrés tout récemment dans les territoires désertiques du nord-ouest canadien — dont l'article qu'on va lire signale l'importance et la richesse. On ne peut que se féliciter de cette découverte nouvelle qui accroîtra sensiblement la quantité des sels radioactifs mis à la disposition des instituts de recherches et des hôpitaux dans le monde, eu égard aux applications nombreuses et efficaces du radium en thérapeutique. Il est vraisemblable, au surplus, que la naissance d'une industrie canadienne du radium permettra d'abaisser le prix du produit, comme le fait s'est produit déjà à chaque découverte nouvelle de minerai : le prix du radium, qui était de 900 francs-or le milligramme, avait baissé à 500 francs-or à l'apparition de la carnotite américaine. L'exploitation de la pechblende du Katanga a ramené ce prix à 350 francs-or, auquel il se vend actuellement.

On sait que, dès l'année 1897, M^{me} Marie Curie avait entrepris, à l'Ecole de Physique et Chimie de Paris, des recherches pour savoir si les curieuses propriétés de rayonnement de l'uranium, découvertes l'année précédente par Becque-

rel, ne se retrouveraient pas dans d'autres corps. Dans ce but, M^{me} Curie, délaissant la méthode photographique qui avait été employée par Becquerel, eut recours à un procédé de mesure électrique qui lui permit de comparer le courant d'ionisation

produit par le rayonnement d'une certaine surface d'oxyde d'uranium avec celui dû à la même surface des corps qu'elle étudiait : ces courants étaient mesurés par la méthode du quartz piézoélectrique.

Au cours de ces études, M^{me} Curie découvrit que, parmi les minerais qui se montraient actifs, deux d'entre eux, la pechblende (oxyde d'uranium) et la chalcolite (phosphate double de cuivre et d'uranyle), l'étaient beaucoup plus que l'uranium lui-même. Cette constatation l'amena à conclure que la pechblende devait renfermer une matière très active et différente de l'uranium. C'est ainsi qu'en soumettant la pechblende à différents traitements chimiques, M. et M^{me} Curie purent, le 18 juillet 1899, annoncer l'existence d'une nouvelle substance « radioactive » qui n'était autre que le radium. Cependant, les chlorures concentrés auxquels on était parvenu, ne contenaient encore que des traces de radium, et ce ne fut qu'après plusieurs années d'efforts, et après avoir traité des tonnes de matières, qu'ils parvinrent à isoler le radium à l'état de sel pur et déterminer ses caractéristiques et sa masse atomique.

Les premiers minerais employés à cet effet furent fournis par les gisements de Joachimsthal, en Bohême, puis par ceux découverts çà et là, au Colorado, au Portugal et même sur certains points du Massif Central, en France. La production de sels de radium demeurait cependant très faible, eu égard à la médiocre richesse de ces gisements en substances radifères, et le prix de revient en était énorme, en raison du tonnage élevé de minerai qu'il fallait traiter. Jusqu'en 1913, les centres de production les plus importants du radium existant dans le monde se trouvaient aux Etats-Unis, dans le Colorado et dans l'Utah, où l'on avait découvert des minerais importants de carnotite (vanadate d'urane) assez pauvres en uranium, mais faciles à extraire et à traiter. On y avait traité 28 tonnes d'oxyde d'uranium et produit environ 11 grammes et demi de bromure de radium.

Mais plusieurs découvertes faites successivement, à partir de 1913, au Congo belge, dans les concessions de l'Union Minière du Haut-Katanga, allaient révéler l'existence de champs fort importants de minerais radifères : dès 1913, à Luiswishi, et en 1915, à Chinkolobwe, à 40 kilomètres au sud-ouest du centre de Panda, les prospecteurs mirent au jour une masse considérable de pechblende et de ses dérivés, la chalcolite (phospho-uranate de cuivre), la curite (uranate de

plomb), ainsi que d'autres composés qui reçurent diverses dénominations telles que kasolite, becquerelite, parsonsite, etc. Ces minerais, qui se présentaient à ciel ouvert et, par conséquent, dans les conditions d'extraction les plus favorables, se révélèrent fort riches en éléments radioactifs : d'une façon générale, les minerais du Haut-Katanga contiennent la proportion respectable de 100 milligrammes de radium à la tonne : il ne s'agit là, toutefois, que d'une moyenne tout à fait approximative, la teneur des matières traitées étant essentiellement irrégulière. En présence de ces découvertes, et devant les difficultés de traitement des minerais, qui exige des opérations très longues et très complexes, l'Union Minière du Haut-Katanga décida de construire en Belgique, à Oolen, près d'Anvers, une usine de traitement à laquelle les minerais seraient expédiés en caisses. Les premiers envois parvinrent à destination dans le courant de 1921 et, dès 1922, l'usine d'Oolen put fournir un premier échantillon de 27 décigrammes de radium.

A partir de cette date, la production de l'usine belge a été la suivante :

1923.....	20	grammes
1924.....	22	—
1925.....	20	—
1926.....	20	—
1927.....	20	—
1928.....	42	—
1929.....	60	—
1930.....	60	—
1931.....	60	—

En fait, la quasi-totalité du radium existant actuellement dans le monde (moins d'un demi-kilogramme) a été produite par les usines belges du Haut-Katanga, qui ont jusqu'à ce jour, disposé d'un véritable monopole de fabrication, aucun autre champ de minerais radifères n'ayant été découvert.

Du radium sous les neiges du Canada

Or, en mai 1930, M. Gilbert La Bine, directeur de la Compagnie de l'*Eldorado Gold Mines*, prospectant dans les territoires désertiques du Nord-Ouest du Canada, fit, sur les bords du Great Bear Lake (Grand Lac de l'Ours), une découverte de minerai de pechblende, uni à des minerais d'argent natif. La région du Great Bear Lake, un des lacs encore les plus mal connus du Canada, est située entre les 118^e et 124^e méridiens à l'ouest de Greenwich, à la hauteur du 66^e parallèle, c'est-à-dire tout près du cercle arctique : la région, qui était très difficilement accessible avant l'usage de l'avion, est complètement désertique et

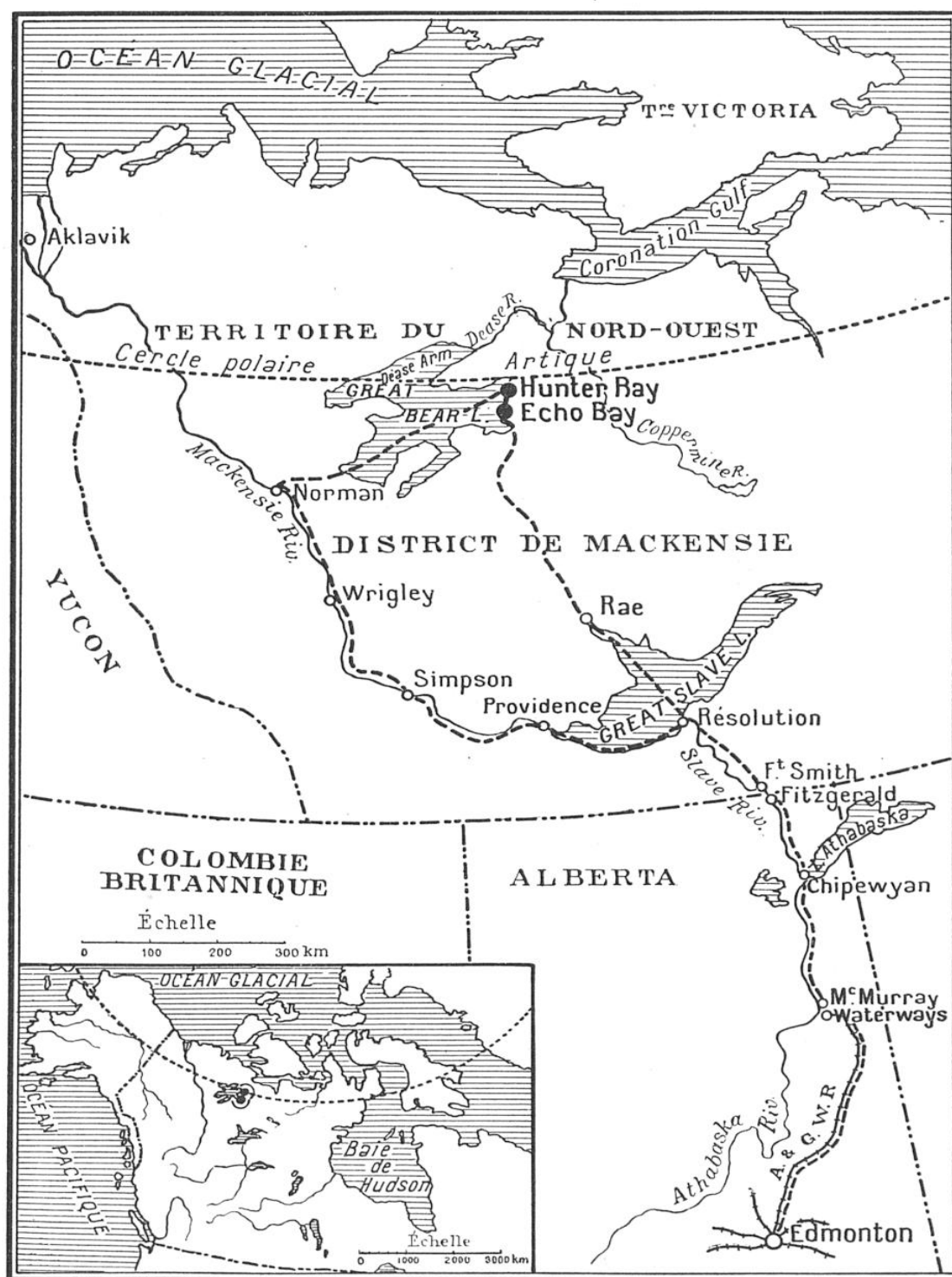


FIG. 1. — LA SITUATION DES MINÉRAIS DE PECHBLENDE DANS LE NORD-OUEST CANADIEN
 Le trait pointillé montre la voie fluviale suivie pour l'acheminement des minerais jusqu'à Waterways, terminus de la voie ferrée; le pointillé à travers la province Mackenzie indique le trajet direct par avion.

recouverte par les glaces et les neiges pendant la plus grande partie de l'année.

L'analyse des premiers échantillons envoyés par M. La Bine s'étant révélée des plus intéressantes, un service de prospection étendu fut immédiatement organisé et, grâce à une navette de deux avions, le personnel et le matériel nécessaires furent amenés à pied-d'œuvre. Les recherches, méthodiquement poursuivies, ont permis de découvrir, dès les premiers mois, trois grandes veines de pechblende d'une longueur de plus de 1.200 mètres, distantes l'une de l'autre de 150 à 200 mètres et d'une section verticale de 150 à 200 mètres. Cette formation apparut rapidement comme un système cohérent, dont les prolongements purent être, d'ailleurs, assez aisément repérés. La pechblende est, en effet, un minéral qui se décompose rapidement et qu'on trouve rarement à l'air libre, mais, aux alentours du

Great Bear Lake, la pechblende, se trouvant protégée, durant la longue saison froide, par la glace, entraînant par érosion les altérations superficielles qui se produisent, existe en veines affleurant le sol. Ce minéral y est associé à la chalcoppyrite et autres minerais de cuivre, et cette association produit, par son exposition à l'air, des sels secondaires : cuivre-uranium d'une couleur jaune-brun qui décèle la présence de la pechblende. Or, autour de la baie Echo, centre des recherches entreprises au Great Bear Lake, ces taches caractéristiques ont été relevées en abondance. Au surplus, les failles très nettes suivies par les veines de pechblende permettent d'augurer qu'elles ont une assez grande profondeur.

La composition des minerais du Great Bear Lake est, en général, de la pechblende unie au quartz, lequel est remplacé localement par des carbonates et des barytes auxquels est associée une partie importante d'argent natif. On trouve également du minéral de pechblende uni au plomb : une partie importante de ce dernier métal est, d'ailleurs, du plomb-radium formé, on le sait, par la désintégration atomique de l'uranium, dont le plomb forme la fin de série.

Les découvertes aujourd'hui faites et les quantités de minéral d'ores et déjà reconnues permettent de penser qu'on se trouve là en présence d'un des champs les plus importants, sinon le plus important, du monde en minerais radifères.

La richesse des minerais canadiens

Quant à la teneur de ce minéral en substances radioactives, les analyses montrent qu'il est incontestablement le plus

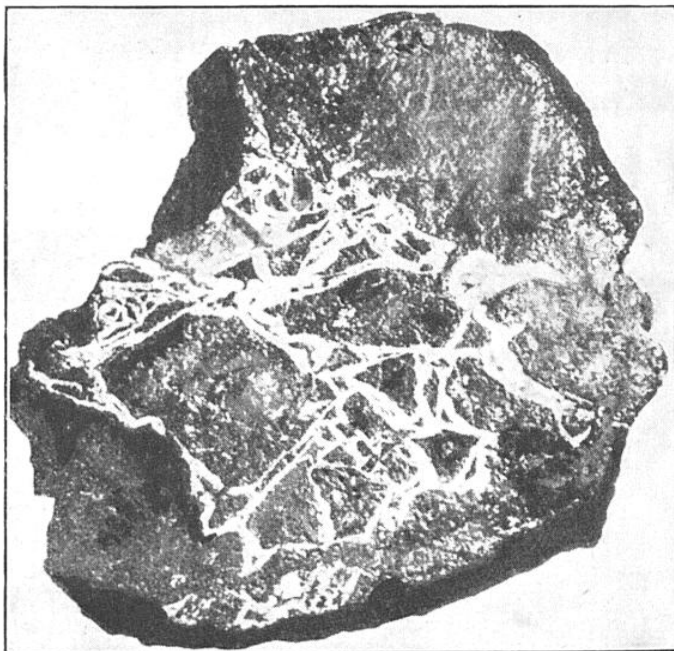


FIG. 2. — UN ÉCHANTILLON DU MINÉRAI DE PECHBLENDE DU GREAT BEAR LAKE (NORD-OUEST CANADIEN)

On aperçoit les veines de la pechblende en réseau dans le stérile.

précieux qui existe. Sa richesse en oxyde d'uranium ($U^8 O^3$) s'échelonne, en effet, entre 27,88 et 83,90 pour cent, ce qui correspond à une teneur en radium variant entre 70 et 213 milligrammes par tonne de minéral ! La moyenne oscille aux environs de 120 milligrammes par tonne, alors que les minerais du Haut-Katanga, considérés jusqu'alors comme les plus riches, donnent, à peu près, 100 milligrammes de radium.

Ces minerais canadiens sont exempts de thorium, ce qui présente un grand intérêt : en effet, la désagrégation de ce métal, qu'on rencontre dans un grand nombre de minerais radifères, fournit du mésothorium dont la radioactivité a une durée sensiblement plus courte que celle du radium :

le mélange radium-thorium diminue donc la valeur de ces sels.

Au cours de ces derniers mois, de nouvelles découvertes de minerais de pechblende ont, au surplus, été faites, notamment sur les bords du lac Beaver Lodge and Hottah, situé à environ 180 kilomètres au sud du Grand Lac de l'Ours. Des avions ont été immédiatement frétés pour permettre la prospection de cette région qui s'est révélée fructueuse : la pechblende qui

y a été recueillie, apparaît, en effet, aussi riche que celle du Great Bear Lake. Plus de deux cents claims ont été ouverts dans ce nouveau champ, qui semble receler des quantités importantes de minerai radio-actif.

Enfin, tout récemment, une autre société minière canadienne, la *Consolidated Mining and Smelting Cy.*, a trouvé, dans l'île Quadra, sur la côte ouest de la Colombie britannique, des minerais radio-

actifs consistant en carnotite unie à une grande quantités de minerai de cuivre. Les premières analyses ont fait apparaître une teneur de 30 % en oxyde d'uranium et 20 % en oxyde de vanadium.

L'importance et la richesse de ces différents gisements, et la certitude qu'ils ont donnée de permettre une exploitation fructueuse et de longue durée, ont incité les compagnies minières canadiennes à créer sans délai les installations de traitement des minerais de pechblende. Ces usines de traitement sont aujourd'hui complètement achevées à Port-Hope (Ontario), où les laboratoires de raffinage ont déjà livré aux œuvres médicales de la province d'Ontario, plusieurs centaines de milligrammes de sels de radium.

Le traitement usité est le suivant : le minerai de pechblende est, après broyage, soumis à l'ébullition, avec un mélange d'eau et d'acide chlorhydrique, dans un grand creuset en grès spécial. Pour séparer la gangue, la masse est ensuite filtrée dans un filtre à vide. La solution obtenue est reçue dans une deuxième cuve en grès de grandes dimensions, où l'on ajoute successivement du chlorure de baryum et de l'acide sulfurique, de façon à séparer les

concentrés du sulfate de radium-baryum.

Les sulfates de radium-baryum sont traités par de la soude caustique et filtrés, puis par de l'acide chlorhydrique chimiquement pur qui fournit une solution mixte de chlorures de baryum et de radium. Pour séparer ces deux chlorures, on a recours au procédé de cristallisations fractionnées : à cet effet, on prépare une solution de chlorures de radium-baryum dans l'eau. Cette solution

est chauffée et concentrée par évaporation : le chlorure de baryum donne 50 % de cristaux et le chlorure de radium, 75 %. En dissolvant les cristaux obtenus et en les évaporant de nouveau, on obtient progressivement des cristaux de plus en plus riches en radium, les différences de cristallisation étant alors plus fortes (90 % pour le bromure de radium et 50 % pour le bromure de baryum). Le cycle de ces opérations de cristallisation, fort délicates car elles doivent faire l'objet de dosages extrêmement précis, dure quarante-deux jours. Le bromure de radium, finalement obtenu, atteint un degré de pureté de 98 %.

Pour les utilisations médicales, le bromure de radium est transformé en sul-

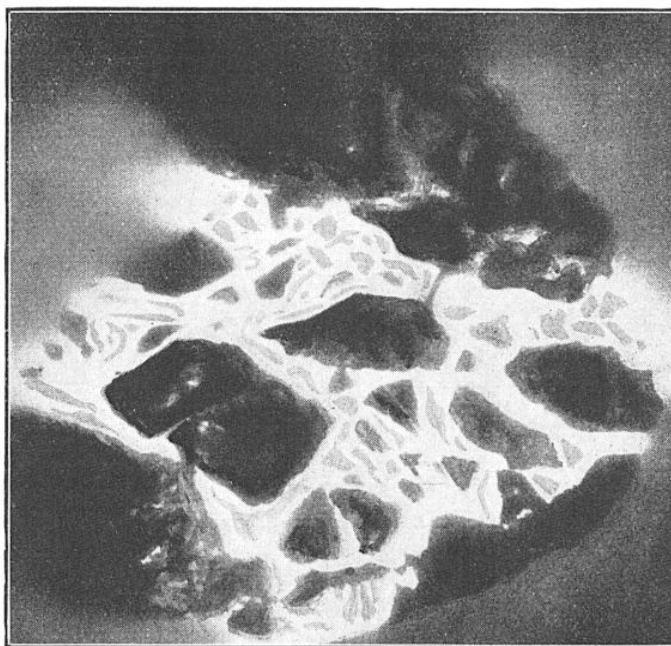


FIG. 3. — RADIOGRAPHIE DE L'ÉCHANTILLON DE MINÉRAI DE PECHBLENDE VU A LA PAGE PRÉCÉDENTE

Les veines de pechblende apparaissent fortement accusées, à la radiographie, par les radiations qu'elles émettent.

fate et inséré dans des aiguilles en platine, de diamètre et de longueur variables, scellées électriquement avec de l'or. Ces aiguilles contiennent à peu près 1 milligramme de sulfate. D'autre part, des émanations de radium sont également préparées dans les laboratoires canadiens, à l'usage des universités : à cet effet, une particule de radium pur, — environ 50 centigrammes, — contenue dans une bouteille en verre silicaté, est reliée à une pompe à mercure et les émanations sont recueillies dans des tubes capillaires soigneusement jaugés.

L'exploitation des minerais canadiens

La seule difficulté que présente l'exploitation et le traitement des minerais de pechblende du Great Bear Lake réside dans l'éloignement de ces champs radifères, qui se trouvent à plus de 1.600 kilomètres du point terminus de la voie ferrée, sis à Waterways (province d'Alberta). De cette ville à Port-Hope, où le minerai est traité, la distance, par voie ferrée, est de 4.800 kilomètres. Ces minerais sont actuellement acheminés (voir la carte p. 213) par bateaux jusqu'à cette ville, en suivant le cours de la rivière Mackenzie et de la rivière Slave : ce trajet exige quatre semaines de navigation. Mais ce mode de transport étant impraticable l'hiver, les sociétés minières canadiennes étudient actuellement la possibilité de procéder sur place même à une concentration du minerai, de façon à en augmenter la teneur et à réduire les frais de transport : si cette méthode apparaissait possible, une navette d'avions serait même organisée durant la saison d'hiver, où les rivières ne sont plus navigables, de

façon à ne pas interrompre le traitement des minerais.

Au surplus, eu égard aux prix de vente du produit raffiné, le prix du fret, même élevé, n'est pas un obstacle prohibitif à une exploitation largement payante; nous avons dit plus haut que la Société du Haut-Katanga expédie en Belgique, pour être traités, ses minerais du Congo.

Il convient de noter, d'ailleurs, que les divers procédés de traitement qui ont été mis au point par les chimistes canadiens présentent, sur ceux employés jusqu'à ce jour pour obtenir les sels de radium à partir de la pechblende, le grand avantage d'écourter le cycle de la transformation : les concentrés de radium-baryum ont pu, en effet, être obtenus en deux semaines au lieu de trois mois, et la durée totale de l'opération, jusqu'à obtention de sels contenant 98 % de radium, ramenée à trois mois au lieu de six par les autres procédés.

Le Canada a déjà traité environ 4.000 grammes de concentrés de radium-baryum; d'ores et déjà, on peut prévoir que l'abondance de ses minerais de pechblende et la perfection de ses installations de traitement vont permettre à ce pays de produire plusieurs dizaines de grammes de radium par an.

Le monopole de production que détenait le Congo belge a donc disparu. On ne peut que se féliciter des découvertes canadiennes, aussi bien que de l'activité apportée dans ce pays à tirer parti de ces minerais précieux, puisqu'une production plus importante de radium dans le monde ne peut que servir les progrès de la thérapeutique comme ceux de la science en général. R. LAGORCE.

Les études entreprises pour utiliser le « gaz des forêts » comme carburant viennent de recevoir une consécration définitive, grâce au Concours organisé par l'Automobile-Club de France. On sait qu'il s'agit d'employer le gaz provenant de la combustion du bois ou du charbon de bois dans des gazogènes appropriés — gaz riche en oxyde de carbone — à l'alimentation des moteurs à explosion. Plusieurs voitures de tourisme, Panhard et Berliet, ainsi équipées ont parcouru près de 4.000 kilomètres à une vitesse satisfaisante, sans aucun incident et sans difficulté de démarrage à froid.

La dépense a été en moyenne de 32 kilogrammes de bois aux 100 kilomètres, soit environ cinq fois moins cher qu'avec l'alimentation en essence au prix actuel.

Pour intéressants que soient de pareils résultats (surtout en matière de défense nationale, car il convient de prévoir l'hypothèse où le pays se trouverait partiellement privé de ressources en huile de pétrole), leur portée pratique se trouve restreinte du fait que les disponibilités en bois seraient ridiculement insuffisantes pour permettre d'alimenter même le dixième des automobiles circulant normalement en France!

LA RATIONALISATION DES ENTREPRISES INDUSTRIELLES S'IMPOSE PLUS QUE JAMAIS

Par André CHARMEIL

ANCIEN ÉLÈVE DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE

Après avoir connu, au temps récent encore, de la prospérité industrielle, une fortune inouïe, la rationalisation (qui n'est que le développement et l'élargissement du « système Taylor » à toutes les branches d'activités des entreprises) paraît connaître aujourd'hui une certaine défaveur imputable, d'ailleurs, aux préventions qui ont apparu dans certains milieux à l'égard de cette méthode d'organisation scientifique du travail. La rationalisation, prétend-on, serait responsable, au moins partiellement, de la débauche de production industrielle d'où résulte la grave dépression économique que traverse aujourd'hui le monde entier. Une telle opinion est erronée, ou du moins excessive : ce n'est point la rationalisation qui a déterminé une production pléthorique, mais bien l'application défectueuse des règles saluaires qu'elle édicte. Au surplus, les études modernes des systèmes de rationalisation ne se bornent point, comme le faisait à l'origine le système Taylor, à établir un minutieux contrôle du temps de travail et à déterminer les meilleures conditions d'emploi de l'outillage. Leur objet est beaucoup plus vaste : il englobe, désormais, les prévisions de fabrication et d'écoulement des produits, et tend à résoudre le problème, plus que jamais ardu, de l'adaptation de la production aux possibilités de vente et, par voie de conséquence, à réduire l'importance des fonds de roulement nécessaires aux entreprises. Loin donc d'être un facteur de crise de surproduction, les méthodes de rationalisation, scientifiquement conduites, doivent, au contraire, faciliter un retour vers l'équilibre. Les partisans d'une économie dirigée veulent même y voir la méthode qui conduira, par son élargissement au cadre national pour les grandes branches de la production, à la réalisation des « plans de production » qu'ils tiennent pour l'ordre économique de demain.

LA question de la « rationalisation » est plus que jamais à l'ordre du jour. Après l'avoir prônée pendant des années, — années de prospérité qui ont suivi la guerre, — voici qu'on l'attaque, aujourd'hui, de divers côtés. Certains économistes l'accusent, en effet, d'être la cause, tout au moins partielle, de l'état de dépression économique que nous traversons depuis plus de quatre ans. C'est là une manière de voir véritablement un peu simpliste : si la « rationalisation » a eu fréquemment — chose qui n'est pas niable — des conséquences fâcheuses, ce n'est pas sa nature même qui est en cause, mais simplement le fait qu'elle a été mal appliquée... On s'est attaché uniquement, le plus souvent, à la solution de problèmes techniques sans se préoccuper suffisamment des questions de vente et d'écoulement des produits. D'où déséquilibre entre la production et la consommation, entraînant mévente et marasme. N'a-t-on pas signalé, à ce sujet, la création d'organismes capables de fabriquer plus

d'objets que le monde entier n'en pouvait absorber, et qui ont, bien entendu, été amenés rapidement à la ruine !

Certains esprits clairvoyants avaient prévu ce danger depuis longtemps déjà et avaient cherché à y parer, en élargissant le domaine d'application de la « rationalisation ».

De là sont nées les méthodes modernes d'organisation scientifique de la production. Ces méthodes n'ont plus seulement pour objet de conduire des fabrications dans les conditions les meilleures : elles embrassent maintenant le circuit économique complet, ayant en vue d'adapter constamment la production à la consommation, tout en développant celle-ci au maximum. La tâche imposée est évidemment délicate, mais, dès aujourd'hui, les résultats atteints dans les domaines les plus divers montrent qu'il n'est pas impossible de la mener à bien. En voici la preuve : les industriels qui ont le moins souffert de la crise actuelle sont justement ceux qui ont cherché à appliquer ce que nous pourrions appeler la « rationa-

LES DIFFÉRENTES PHASES DE LA LIVRAISON DU PAPIER ET

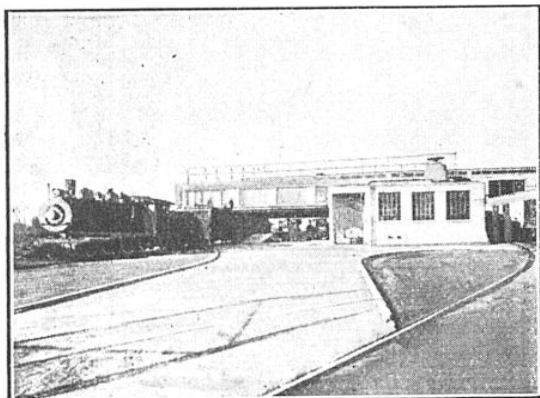


Fig. 1. — La locomotive arrive à l'imprimerie et pousse les wagons à l'intérieur même des ateliers.

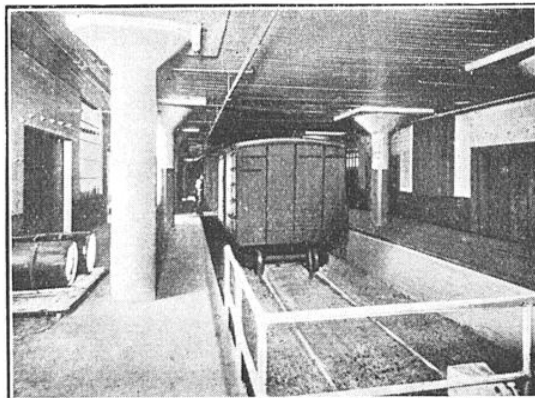


Fig. 2. — Les wagons sont conduits jusqu'aux quais de déchargement et aux ateliers.

lisation intégrale ». C'est là, très certainement, la meilleure justification de l'emploi de ces procédés, dont la mise au point a d'ailleurs été longue et laborieuse.

Les débuts de la rationalisation : le « système Taylor »

Les premières applications du « système Taylor » datent maintenant de plus de cinquante ans. C'est, en effet, aux environs de 1880 que l'illustre ingénieur américain, embauché d'abord comme simple ouvrier dans une usine de mécanique, fut chargé par ses patrons d'étudier les améliorations à apporter aux conditions du travail, en vue d'augmenter la production. Presque aussitôt, il s'aperçut que l'organisation des ateliers était véritablement déplorable. C'est en cherchant à y remédier qu'il coordonna les principes de la méthode qui allait le rendre célèbre dans le monde entier. Quel est, en définitive, le problème posé ? Augmenter le rendement pour avoir le prix de revient minimum. Taylor examine, à cet effet, tous les rouages qui concourent à la fabrication ; il les démonte en quelque sorte, étudiant séparément leur fonctionnement, de manière à les perfectionner in-

dividuellement pour les mieux ajuster par la suite. C'est cette décomposition en éléments, cette « systématisation », application directe des règles de la logique cartésienne aux problèmes techniques, qui constitue l'originalité de ses travaux. Parti du cas concret qu'il avait à résoudre, il pourra en tirer des conclusions qui constitueront un véritable corps de doctrine applicable dans toutes les branches de l'industrie.

Pour bien comprendre les principes du système Taylor, le plus simple est de suivre le génial américain dans ses travaux de réorganisation.

Deux éléments concourent à la fabrication : l'ouvrier et sa machine. Taylor les examine chacun séparément, puis dans leurs rapports l'un avec l'autre au point de vue du rendement du travail industriel.

Le taylorisme et l'ouvrier

En ce qui concerne les ouvriers, la première chose qu'il constate est la véritable anarchie qui règne dans les méthodes de travail. Chaque compagnon a la sienne, qui est le fruit, en général, d'une vieille habitude routinière. Taylor s'ingénia, au contraire, à établir celle qui donne le meilleur rendement, pour la faire adopter

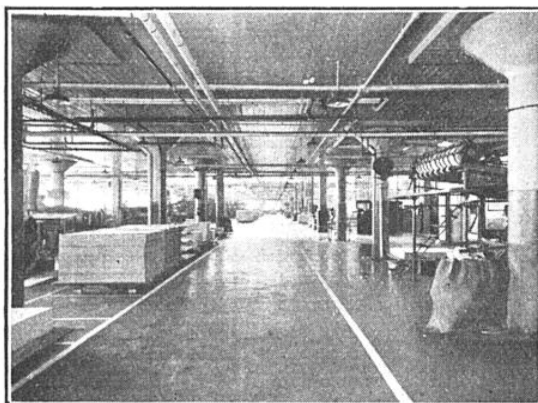


Fig. 3. — Le papier, posé sur des plates-formes spéciales, est déchargé dans les ateliers utilisateurs.

DE SA MANUTENTION DANS UNE IMPRIMERIE RATIONALISÉE

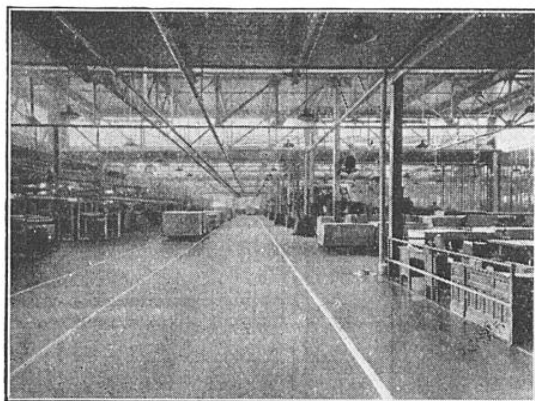


Fig. 4. — Toujours placé sur les mêmes plates-formes, le papier est prêt à alimenter les presses.

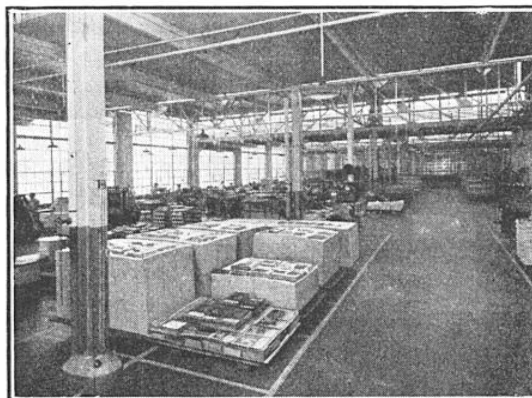


Fig. 5. — Après impression, le papier passe aux ateliers de finissage et de façonnage.

ensuite comme règle générale par tous. Dans ce but, il étudie et met au point, dans chaque cas particulier, la succession de mouvements qu'il est indispensable d'effectuer pour obtenir le résultat désiré et proscrit ceux qui se révèlent inutiles, et qui entraînent par suite fatigue superflue et perte de temps. Aucun dogmatisme rigide, d'ailleurs, dans ce choix de la meilleure méthode ; si on lui en propose une autre, il la compare loyalement avec la sienne et, au besoin, l'adopte si elle paraît plus profitable. Il a pour cela un moyen de contrôle excellent : le chronométrage. La méthode la meilleure doit être, en effet, la plus rapide, pour permettre d'obtenir le prix de revient minimum. Là se place, d'ailleurs, un problème psychologique délicat. L'homme est, comme on le sait, un être attaché à ses habitudes. Pour qu'il consente à en changer, il faut qu'il trouve un avantage, une augmentation de salaire, par exemple. Le mode de paiement « aux pièces » la lui fournira, tout en donnant satisfaction à l'industriel ; il suffira, en effet, de calculer judicieusement le taux de rémunération de chaque opération, de manière que le gain supplémentaire, dû à l'amélioration des méthodes de production, soit équitable-

ment partagé entre l'ouvrier et le patron... Leurs intérêts sont alors parallèles, au lieu d'être opposés. Depuis Taylor, la question des modes de rémunération des salariés a fait couler beaucoup d'encre. De nombreux systèmes plus ou moins complexes ont été proposés, et, il y a une dizaine d'années, la question était encore âprement discutée. Depuis lors, on est revenu au vieux système de Taylor, le « travail aux pièces », qui, décidément, a du bon...

Quant aux méthodes mêmes du précurseur, concernant l'organisation du travail individuel, elles ont, elles aussi, peu changé : étude détaillée des mouvements, contrôle par le chronométrage, en sont toujours les éléments essentiels. C'est plutôt dans le domaine des conditions du travail que l'on a progressé. Il est, en effet, prouvé aujourd'hui, par de nombreuses expériences et de non moins nombreuses statistiques, que l'aération, le chauffage, etc., et surtout l'éclairage des ateliers, ont une influence de premier plan sur le rendement des ouvriers. L'établissement de locaux bien « conditionnés » et éclairés n'est donc pas seulement une mesure humanitaire, mais aussi un bon placement pour l'indus-

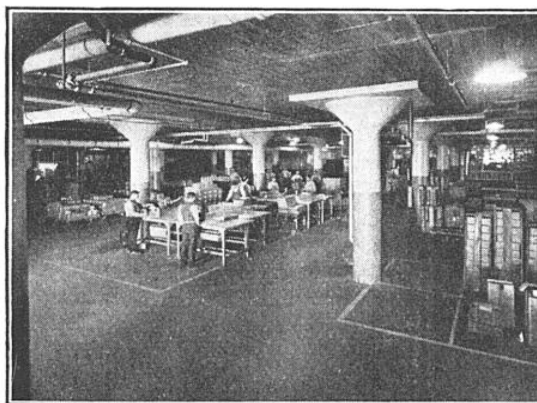


Fig. 6. — Sur les mêmes plates-formes, les imprimés sont enfin dirigés vers l'emballage.

triel, qui peut rapidement amortir ces frais supplémentaires.

Le taylorisme appliqué aux machines

Le taylorisme, en ce qui concerne les machines, s'inspire des mêmes idées qu'en ce qui concerne les ouvriers : étant donné les résultats que l'on veut obtenir, quelles sont, pour y arriver, les meilleures méthodes, c'est-à-dire celles qui aboutissent au prix de revient les plus bas. Différents facteurs interviennent qu'il convient d'étudier avec soin : prix de premier établissement, rendement, main-d'œuvre nécessaire au fonctionnement, etc. Nous n'insisterons pas sur ce chapitre. Notons seulement que c'est parce qu'il avait su analyser parfaitement le fonctionnement de ses machines (tours de différentes sortes) que Taylor fut amené à créer son fameux « acier rapide », qui fit sa fortune en permettant d'accroître, d'une façon considérable, le rendement desdites machines.

Mais avoir de bons ouvriers et de bonnes machines ne constitue pas les seules conditions suffisantes d'un bon rendement. Taylor s'en aperçut immédiatement. Dès les premiers jours qu'il eut à réorganiser son atelier de mécanique, il fut frappé par la fréquence et la durée des arrêts qu'avaient à subir les tours. Inutile de souligner les conséquences fâcheuses de cet état de choses. Il est, en effet, évident que si les machines ne fonctionnent qu'une partie du temps, il en faut davantage pour accomplir un travail donné, d'où augmentation des capitaux immobilisés, des bâtiments nécessaires, etc. Taylor s'attacha donc à découvrir les causes de ces arrêts afin d'y porter remède.

Il en trouva quatre principales :

- 1^o Les ouvriers s'absentaient pour aller chercher les pièces à usiner ;
- 2^o Ils arrêtaient leur travail pour forger, ou affûter les outils nécessaires ;
- 3^o Les courroies d'entraînement sautaient et devaient être remplacées ;
- 4^o Les machines elles-mêmes étaient en panne et devaient être réparées.

La première, la seconde et la quatrième cause d'arrêt purent être supprimées facilement par une meilleure organisation. Ainsi, les ouvriers, au lieu d'aller eux-mêmes chercher leurs pièces, les reçurent dorénavant d'apprentis ou de manœuvres. Leurs outils furent forgés et affûtés par des spécialistes. Enfin, des équipes d'entretien furent créées pour réviser périodiquement les machines, en dehors des heures de travail. Autre avantage à signaler. Les ouvriers qualifiés, à

salaires élevés, travaillant aux tours, ne furent plus distraits de leur travail pour des besognes accessoires accomplies par des apprentis aux salaires plus faibles.

En ce qui concerne la troisième cause d'arrêt (courroies d'entraînement qui sautent), elle fournit à Taylor l'occasion d'une étude d'autant plus intéressante qu'elle est véritablement typique de sa méthode, et c'est pour cette raison que nous nous y arrêtons un instant.

Suivant son procédé analytique ordinaire, Taylor étudia, en effet, successivement, tous les éléments qui interviennent dans le fonctionnement d'une courroie : la matière (qualité du cuir), le mode de fixation (épaisseur, couture, agrafe), l'entretien (graissage), le mode de travail (sens de marche, tension, la charge totale, la vitesse et l'écartement des arbres), le diamètre des poulies et, enfin, les dimensions propres de la courroie. En faisant varier séparément chacun de ces éléments, les autres étant maintenus provisoirement constants, il arriva ainsi à fixer les caractéristiques à donner aux courroies pour en obtenir le meilleur usage, en supprimant, autant que possible, les ruptures qui étaient autant de causes d'arrêt.

Grâce à ces différentes mesures judicieusement appliquées, le rendement de chacun des ateliers pût ainsi être accru dans de notables proportions. Mais, même en restant simplement sur le plan de l'usine, cela ne constitue qu'une partie du travail de rationalisation à accomplir. Il faut en outre, en effet, coordonner la tâche des différents ateliers et, pour cela, organiser judicieusement le transport et la circulation des objets à fabriquer à travers ceux-ci, de manière à réduire au minimum et le trajet suivi, et le nombre de manutentions.

La fabrication « à la chaîne »

A cet égard, le fameux procédé dit « à la chaîne » ou « au ruban » constitue la solution la plus parfaite. Il consiste, comme on le sait, à placer les éléments de l'objet que l'on veut fabriquer sur un tapis roulant se déplaçant d'une manière continue entre les ouvriers, munis des machines nécessaires, qui, l'un après l'autre, font avancer d'un cran la fabrication. Pour que celle-ci se fasse d'une manière régulière, il est évidemment nécessaire que toutes les opérations ainsi effectuées prennent le même temps, afin qu'il n'y ait ni à-coup ni retard. C'est là, d'ailleurs, une simple question d'organisation. Le procédé à la chaîne est aujourd'hui courant, tant en Europe qu'en Amérique, pour la

fabrication en « grande série ». Mais il exige, en général, un outillage considérable et, par suite, de très fortes immobilisations de capitaux. Il ne peut, par conséquent, convenir pour les productions moyennes, surtout s'il s'agit d'objets de types variés.

leure pour son procédé de fabrication.

C'est ainsi que, sur les figures 1 à 6, on a montré l'itinéraire suivi dans une imprimerie moderne pour le papier à imprimer, depuis son arrivée à l'usine jusqu'à sa sortie. On y verra comment une organisation ration-

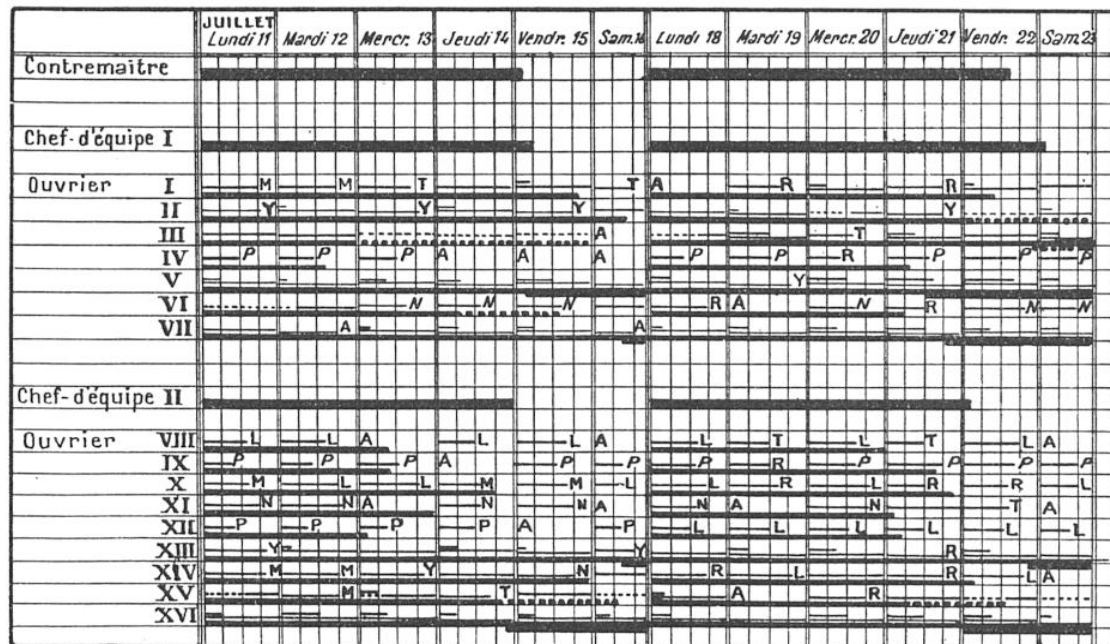


FIG. 7. — GRAPHIQUE « GANTT » MONTRANT LE TRAVAIL FOURNI PAR LES DIFFÉRENTES ÉQUIPES D'OUVRIERS DANS UN ATELIER, PENDANT UNE QUINZAINE

Pour chaque ouvrier, le trait fin tracé entre les colonnes « journalières » représente le travail réalisé effectivement. Si ce travail correspond aux prévisions, ce trait prend toute la largeur entre deux colonnes. S'il est inférieur, il ne s'étend que sur une portion de cette largeur. S'il est supérieur, au contraire, on dispose, au-dessus du premier trait, un autre trait dont la longueur correspond à l'excédent du travail fourni. Au-dessous du trait fin est tracé un trait gras s'étendant entre les colonnes « hebdomadaires », et dont la longueur correspond au travail réalisé effectivement pendant la semaine, par rapport aux prévisions. Si le travail correspond aux prévisions, ce trait s'étend sur toute la largeur comprise entre les colonnes de fin de semaine. Sinon, on opère comme il est exposé ci-dessus pour le travail journalier. De même, les traits placés en face du chef d'équipe et du contremaître correspondent au travail total hebdomadaire fourni par les équipes et pour l'ensemble des deux équipes, par rapport aux prévisions. Les traits discontinus représentent un travail pour lequel aucune prévision n'a été faite. Les lettres indiquent les raisons des retards : A, absent ; P, ouvrier inexpérimenté ; N, manque d'instructions ; L, ouvrier lent ; M, difficultés provenant des matières premières ; R, besoin de réparations ; T, difficultés provenant des outils ; K, congé ; Y, lot de pièces à fabriquer moins important que celui sur lequel est basée l'estimation du temps. En étudiant le graphique correspondant à la première semaine, le contremaître a pu supprimer certaines causes de retard et le rendement a été sensiblement meilleur pendant la seconde semaine, surtout pour la première équipe.

Dans ce cas, il faut étudier avec soin les modes de transports ainsi que les « itinéraires » suivis par les matières premières.

L'établissement de graphiques comparatifs, fait ressortir facilement les avantages et les inconvénients de telle ou telle méthode et oriente, par suite, le choix de l'industriel sur celle qui paraîtra la meil-

nelle permet de réduire la main-d'œuvre et le temps nécessaires pour les déplacements successifs à travers l'usine, et, par répercussion, le capital engagé correspondant aux matières premières et aux pièces en cours de fabrication.

Voilà donc les premiers résultats du taylorisme : organisation de chaque atelier,

coordination des différents ateliers entre eux, en vue d'obtenir une fabrication à meilleur prix. Mais, comme nous l'avons signalé au début de cet article, ce n'est là qu'une des faces du problème de la rationalisation. Il s'agit maintenant de surveiller la production pour l'adapter aux besoins de la consommation. Il faut, en outre, pouvoir suivre la marche financière de l'affaire, réduire au minimum les capitaux investis, etc.

A cet effet, il est nécessaire qu'à chaque instant chaque personne ayant une responsabilité effective dans l'affaire, depuis le directeur général jusqu'au chef d'équipe, ait dans son rayon une connaissance exacte de l'état du rouage qu'il administre, afin de savoir exactement où il va et de pouvoir, le cas échéant, apporter immédiatement les modifications et les améliorations qui s'imposent.

C'est ce résultat que l'on cherche à obtenir par la méthode de travail que les Américains ont appelée le « planning ».

Qu'est-ce que le « planning » ?

Pour assurer la marche régulière d'une industrie, il est évidemment indispensable de fixer à l'avance les prévisions de fabrication et d'écoulement des produits. La première chose à faire est donc d'établir un programme — s'étendant sur une durée plus ou moins longue — de la tâche à accomplir. Ce programme devra s'appliquer à tous les échelons de la hiérarchie et à tous les services. Pour la direction générale, il faudra déterminer un plan de production et de vente pouvant s'étendre sur plusieurs années. Pour les équipes d'ouvriers, il s'agira plus simplement d'assigner, à chaque compagnon, le travail à accomplir pendant la journée du lendemain, ou la semaine à venir. Ces programmes devront être fixés, d'ailleurs, suivant les possibilités réelles de productions et non pas en se basant sur des prévisions optimistes. C'est ainsi que le temps prévu pour chaque opération devra être calculé d'après le rendement d'un ouvrier moyen et non d'après celui d'un ouvrier d'élite. Alors, le « planning » comprend des méthodes de préparation, de distribution et d'avancement du travail. Dans chaque section de l'usine, le « planning » réserve, pour chaque commande, le temps nécessaire à chaque opération sur toutes les machines ou outillage, afin que les commandes s'acheminent régulièrement et sans arrêt. Ensuite, pour l'ensemble de l'usine, un « planning central » assure la coordination de tous les services. Le bureau de « planning » livre ses pro-

grammes aux divers agents d'exécution : chefs d'équipe, contremaîtres, chefs d'ateliers, etc., qui n'interviennent, en principe, qu'à titre consultatif dans leur élaboration. Ces agents de maîtrise peuvent donc se consacrer entièrement à la surveillance de leurs ouvriers et de leurs machines, et leur rôle est alors d'assurer un fonctionnement sans à-coup et à parer aux difficultés qui peuvent se produire. En outre, grâce à cette méthode, le travail est, en général, mieux distribué eu égard aux possibilités de fabrication, aux dates de livraison promises aux clients, etc. Mais les attributions du bureau de « planning » ne s'arrêtent pas là. Celui-ci doit, en outre, contrôler, à chaque instant, le travail effectué et *comparer les réalisations aux prévisions*; cette étude comparative, mise sous les yeux des agents d'exécution, leur indique immédiatement les points qui clochent et leur permet d'y apporter immédiatement les remèdes voulus. Pour pouvoir enregistrer facilement et rapidement ces résultats, en les faisant apparaître d'une manière simple et pratique, divers procédés très ingénieux ont été mis au point.

En particulier, l'emploi de graphiques spéciaux dus à Gantt, l'un des collaborateurs de Taylor, donne une solution relativement simple du problème.

Les graphiques « Gantt »

Ces graphiques (voir fig. 8) peuvent être utilisés partout où les méthodes de « planning » entrent en jeu. Le principe de leur établissement est le suivant : une feuille de papier est divisée verticalement en colonnes correspondant, par exemple, aux journées de travail des ouvriers. Horizontalement, chaque ligne du graphique correspondra, par exemple, au travail d'un ouvrier déterminé. Les programmes de travail ayant été fixés, on tracera alors, au fur et à mesure de leur réalisation, et dans chaque colonne, un trait dont la longueur sera proportionnelle au travail produit : si celui-ci est exactement conforme aux prévisions, ce trait prendra toute la largeur de la colonne, sinon il sera plus court, ou, au contraire, plus long. Au cas où le travail est nettement inférieur aux prévisions, un signe, lettre par exemple, indiquera la raison de cet écart. Le bureau de « planning » et les agents de maîtrise pourront ainsi se rendre compte d'un coup d'œil de la marche d'un atelier, pendant une quinzaine, par exemple (voir fig. 8), et en tirer les enseignements voulus.

Le même principe, au lieu d'être appliqué dans le cadre de l'atelier, pourra, bien enten-

du, être utilisé pour l'ensemble des ateliers, et la direction sera ainsi mise au courant, au jour le jour, de tout ce qui se passe dans l'usine.

C'est là l'un des principaux avantages des méthodes de « planning », de donner, à chaque instant, l'état de la production, alors qu'avec les anciennes méthodes plusieurs semaines, ou même plusieurs mois,

La coordination des ventes et de la production

La coordination des ventes et de la production est rendue infiniment plus facile grâce à la souplesse que donnent les méthodes de « planning » à la fabrication.

On peut, en effet, modifier immédiate-

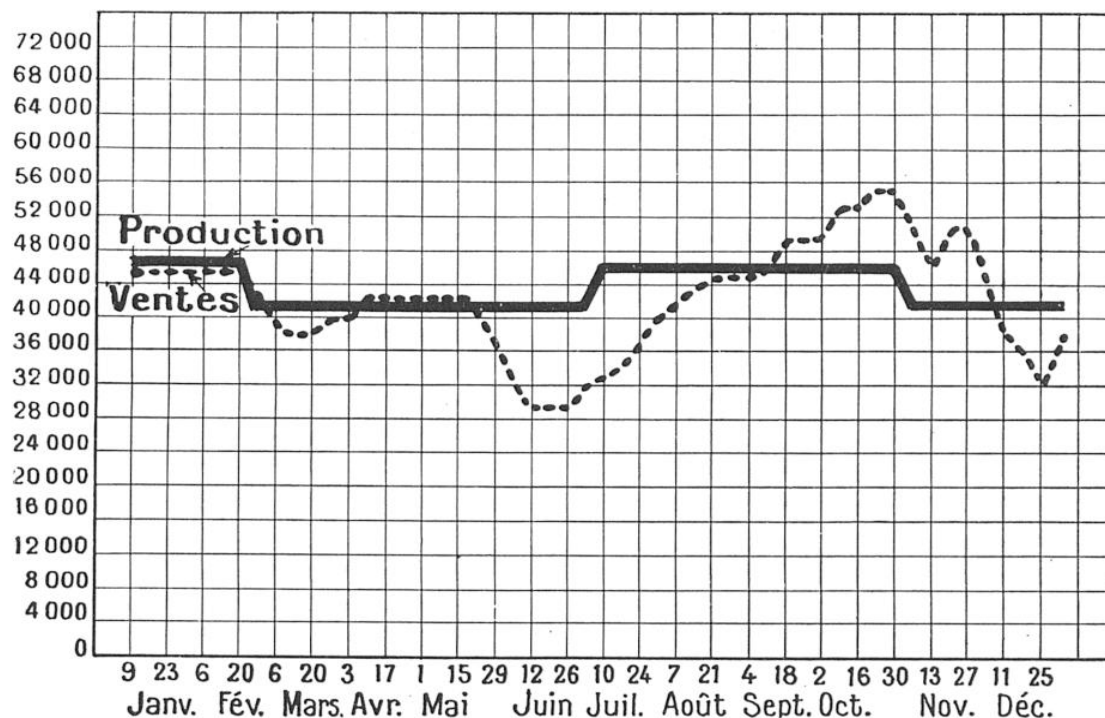


FIG. 9. — GRAPHIQUE MONTRANT COMMENT ON PEUT ADAPTER LA PRODUCTION AUX VENTES, POUR UN PRODUIT DONT LA CONSOMMATION EST SAISONNIÈRE

Sur ce graphique, la ligne pointillée indique la vente prévue d'un produit dont la vente baisse en été pour se relever en automne. Les lignes pleines représentent les prévisions de la production adaptées aux prévisions de vente. Pour éviter de débaucher du personnel en été et de le réembaucher en automne, on continue la fabrication en été et on emmagasine le produit en attendant la période active de vente, en octobre ou novembre. On arrive ainsi à diminuer le prix de revient; mais, par contre, on augmente le capital investi en stock pendant l'été. Un calcul simple, ou l'établissement d'un graphique spécial, permettra d'évaluer assez exactement le fond de roulement maximum nécessaire à cet effet.

s'écoulaient souvent avant que l'on pût se rendre un compte exact de la situation à un moment donné.

En outre, le « planning » permet de réaliser une coordination étroite entre la fabrication et la vente, et d'améliorer la situation financière des affaires, en diminuant considérablement les fonds de roulement nécessaires, ce qui présente une importance particulière, surtout en période de crise financière, où les capitaux se raréfient, comme aussi aux époques de renchérissement du loyer de l'argent.

ment le rythme de la fabrication pour l'adapter aux fléchissements ou, au contraire, aux augmentations dans le volume des ventes.

On peut, au contraire, comme c'est le cas lorsqu'il s'agit, par exemple, de ventes saisonnières, répartir la fabrication sur toute l'année de manière à compenser les méventes, dans les mois creux, par l'excédent de ventes dans les mois chargés.

La diminution des fonds de roulement

Le fond de roulement dans les entreprises sert, avant tout, à l'achat des matières pre-

mières, en magasin ou en cours de transformation. La rationalisation, en réduisant la durée de fabrication, permet déjà de diminuer notablement ce fond de roulement. En outre, les méthodes de « planning » donnent la possibilité de déterminer, à chaque instant, les demandes de matières premières, permettent de réduire les stocks en magasin au minimum et de ne les renouveler qu'au moment voulu. Le capital immobilisé est donc réduit dans de notables proportions.

Ainsi donc, la rationalisation bien comprise est-elle à la base de la prospérité des affaires, quelles que soient les conditions économiques du moment.

L'évolution des méthodes d'organisation scientifique du travail

Les méthodes d'organisation scientifique du travail gagnent, chaque jour, du terrain dans tous les domaines.

Voici, d'ailleurs, d'après le spécialiste américain Wallace Clark (qui a été récemment chargé de réorganiser les monopoles d'Etat turc et polonais), les quatre phases principales de l'évolution de la rationalisation qui, à son avis, doit prendre une place prépondérante dans l'économie mondiale de l'avenir :

Le premier stade a été l'organisation dans le cadre de l'atelier, avec l'amélioration des conditions de travail des ouvriers et de fonctionnement des machines.

La seconde période a vu l'application de

la rationalisation s'étendant, dans le domaine de l'entreprise, à des champs plus vastes : organisation générale des entreprises, définition exacte des responsabilités depuis les administrateurs et directeurs jusqu'aux chefs d'équipe, contrôle des stocks, « planning » de la production, etc. Elle a rempli les dix années qui ont suivi la Grande Guerre ; ce stade, comme le premier, est, bien entendu, toujours actuel ; mais le travail de développement a été accompli, et ce qui se fait à l'heure actuelle est l'application des principes aux entreprises individuelles.

La troisième phase — dans laquelle nous nous trouvons actuellement — voit les méthodes d'organisation scientifique appliquées à tous les problèmes de la direction générale d'une industrie en rapport avec les autres industries.

Cette évolution très nette montre que nous nous acheminons vers un quatrième stade dans lequel l'organisation des industries et le « planning » s'effectueront sur le plan national, sous le contrôle des gouvernements. Certains pays ont déjà fait des tentatives dans ce sens. Il est évidemment prématuré d'en tirer des conclusions d'ordre général, mais, dès maintenant, il n'est pas interdit de supposer que la rationalisation ainsi comprise sera l'ordre économique de demain ; ceci sans remplacer l'initiative privée, mais, au contraire, en l'appuyant.

ANDRÉ CHARMEIL.

Pour justifier les prohibitions douanières ou les restrictions d'importations qu'ils édictent à l'encontre des fruits ou des produits agricoles français, certains pays n'ont point manqué d'invoquer le prétexte de la contamination de ces produits par différents parasites. Il est juste de reconnaître, d'ailleurs, que les autorités françaises ont usé du même procédé, et on n'a certainement pas oublié le fameux « pou de San José », dont les méfaits avaient naguère été, semble-t-il, notablement exagérés lorsqu'il s'agissait de protéger le marché français contre l'invasion des pommes de Californie.

Il s'en faut, cependant, que nos fruits et nos produits agricoles soient complètement indemnes de parasites. Et les progrès du « *Doriphora* » (parasite de la pomme de terre) dans les départements du Sud-Ouest et du Centre montrent qu'une protection efficace est indispensable.

Fort heureusement, la France est l'un des pays les mieux armés pour la « désinsectisation ». Trois stations modernes, fonctionnant sous vide partiel, ont été installées dans les ports de Marseille, de Bordeaux et du Havre ; d'autres sont en cours de construction. Le but de ces stations est double : d'une part, stériliser les fruits et produits d'importation étrangère, de façon à interdire la propagation en France de parasites en provenance de l'étranger ; d'autre part, traiter les produits agricoles français destinés à l'exportation.

Ainsi, les échanges de marchandises agricoles seront soumis à un rigoureux contrôle scientifique, ce qui aura pour conséquence — au moins faut-il l'espérer — de supprimer les préventions plus ou moins justifiées dont on prenait trop aisément prétexte pour mettre obstacle à la circulation internationale de ces produits.

LA GUERRE BACTÉRIENNE : SES POSSIBILITÉS TECHNIQUES

Par Jean LABADIÉ

Les révélations d'un grand journaliste anglais touchant les expériences qui se poursuivraient méthodiquement en Allemagne, pour la préparation scientifique d'une guerre microbienne, ont suscité une certaine anxiété en Europe. Mais si le public paraît s'être particulièrement ému d'une éventualité dont l'horreur vient ajouter aux sombres perspectives d'une guerre des gaz, il s'en faut que les bactériologistes partagent à cet égard le pessimisme, apparemment excessif, que les informations sensationnelles de M. Wickham Steed semblent avoir fait naître. C'est que la propagation des microbes pathogènes est loin d'être aussi aisément réalisable que l'émission massive de gaz nocifs. Pour que la propagation de « nuages bactériens » puisse aboutir aux résultats recherchés, il faut, en effet, que se trouvent réunies des conditions particulières de température, d'hygrométrie, et que les colonies microbiennes ainsi diffusées rencontrent un milieu favorable à leur nutrition et à leur survie. Au surplus, la guerre bactérienne, à supposer qu'elle réussît, est une arme à double tranchant, car les épidémies, une fois déclanchées, ne connaissent plus de frontières et peuvent atteindre rapidement leurs propres initiateurs. Tout compte fait, il semble donc que les possibilités techniques d'une guerre microbienne soient assez strictement limitées. Des défenses pourraient au surplus lui être opposées. Ce sont là des considérations qu'on appréciera au moment où se pose de façon beaucoup plus angoissante la question de la protection des grandes agglomérations contre la guerre chimique, problème auquel nous nous proposons de consacrer prochainement une étude complète basée sur les enseignements de la Science et sur les résultats des travaux activement poursuivis au cours de ces derniers mois.

LES révélations que le grand journaliste britannique Wickham Steed a faites récemment dans la revue *Nineteenth Century and after*, touchant la préparation de « la guerre microbienne » par l'Allemagne, et les sources particulièrement sérieuses des documents publiés (rapports officiels d'agents secrets), ont soulevé une émotion légitime dans les deux pays européens les plus menacés, la France et l'Angleterre. Qu'y a-t-il de réel ou plutôt de techniquement réalisable dans ces projets d'infection microbienne à distance?

Nous allons tenter de répondre à cette question, d'après les travaux d'un éminent spécialiste, M. A. Trillat, qui étudie, à l'Institut Pasteur, depuis de longues années, la transmission des maladies infectieuses par voie aérienne. Nous examinerons ensuite brièvement les expériences de diffusion révélées par les documents allemands et qui auraient été effectuées, tant à Paris qu'à Londres, au moyen de cultures d'un microbe inoffensif, telles que ces expériences sont décrites dans l'article précité. Nous pourrions alors juger en toute objectivité de la menace qu'elles représentent, sans l'atténuer ni l'exagérer.

Les maladies transmissibles par la voie aérienne sont en nombre très limité

Il n'est pas besoin d'être spécialiste pour savoir que les microbes pathogènes susceptibles de prendre l'air comme véhicule d'une épidémie ne sont pas extrêmement nombreux. Par exemple, le bacille d'Eberth et tous les bacilles paratyphiques, dont le « secteur d'attaque » est le tube digestif, ne peuvent propager une épidémie que par le véhicule des aliments. En outre, dès qu'il y a soupçon de contamination du plus répandu et du plus essentiel, qui est l'eau, rien n'est plus aisé que de tuer le bacille d'Eberth, l'un des plus fragiles qui soient. Il en est de même du microbe du choléra. Quant au typus exanthématique, les travaux du professeur Charles Nicolle nous ont enseigné qu'il ne saurait se propager sans le secours du pou. De même, la malaria, la fièvre jaune disparaîtraient de ce monde si le moustique prenait les devants. Sans la puce du rat, pas de peste noire.

Par contre, toutes les maladies infectieuses dont le secteur d'attaque sur notre organisme est constitué par les voies respira-

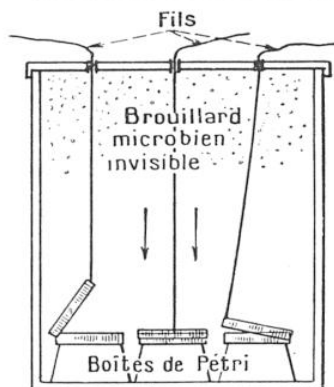


FIG. 1. — L'EXPÉRIENCE CAPITALE CONCERNANT LA DIFFUSION DES BROUILLARDS MICROBIENS

Le brouillard, constitué par des microbes enrobés dans des gouttelettes d'eau invisibles, est diffusé dans un récipient clos au bas duquel se trouvent des boîtes de Pétri contenant

une gélose de culture. La vitesse avec laquelle le brouillard se diffuse et l'intensité de cette diffusion sont mesurées, du point de vue strictement bactériologique, par l'examen de cultures recueillies par la gélose des boîtes, que l'on ouvre successivement.

toires, se propagent évidemment par le véhicule de l'air : la peste pulmonaire, les diverses formes de grippe ou d'influenza sont les exemples les plus typiques de ce cas, et l'on sait avec quelle rapidité, quelle universalité aussi, ces maladies se propagent. Toutefois, beaucoup d'autres maladies infectieuses, non spécifiquement destinées aux voies respiratoires, peuvent s'en servir pour s'installer dans l'organisme : la diphtérie, la scarlatine, la variole et, souvent, la tuberculose peuvent avoir leur origine dans l'air souillé que nous respirons. Dans ce cas, l'inoculation pulmonaire équivaut à une injection sous-cutanée.

Nous ne nous occuperons ici, avec M. Trillat, que des maladies transmissibles par l'air — les seules qui se prêtent à ce qu'on a appelé « la guerre microbienne », — car, pour infecter les eaux d'une ville avec le bacille d'Eberth, pour inoculer la morve aux chevaux d'une armée, ce sera toujours une tâche d'espion, d'agents secrets déversant des tubes de culture dans les canalisations, souillant l'avoine destinée aux animaux : et cela n'est pas la guerre, puisque c'est à la police de l'empêcher et aux hygiénistes de tenir celle-ci en alerte.

Les deux formes de la propagation aérienne : les poussières et les brouillards

« Les microbes pathogènes de l'air, écrit M. Trillat, se présentent sous deux aspects : tantôt sous forme de poussières sèches, tantôt sous forme de poussières humides. Ils ne s'y trouvent généralement pas à l'état isolé, mais mélangés à toutes sortes de germes étrangers, « saprophytes » ou « moisissures ».

Les poussières microbiennes sèches proviennent, par exemple, du balayage des lieux habités : des particules de crachats ou de matières fécales desséchées peuvent former, à l'état sec, des germes de maladies. La prophylaxie de la tuberculose exige que l'on ne crache pas par terre. Mais il ne s'ensuit pas que la diffusion de bacilles de Koch par la voie de poussières sèches puisse constituer une arme de guerre bien dangereuse : les poussières sont, en effet, arrêtées facilement par le mucus des voies aériennes, lorsqu'on les respire.

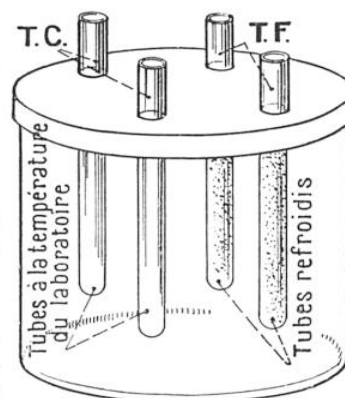
« Les poussières microbiennes aqueuses (que nous appellerons, avec M. Trillat, « gouttelettes microbiennes ») sont constituées, au contraire, par des microbes renfermés dans un milieu liquide qui leur sert d'aliment ; contrairement aux précédentes, elles ne sont pas complètement arrêtées par le mucus, sur lequel elles peuvent rouler jusqu'aux alvéoles pulmonaires » et même jusqu'à l'extrémité de ces alvéoles, c'est-à-dire à la frontière la plus extrême de l'organisme interne. Ce sont, en conséquence, ces gouttelettes microbiennes qui peuvent, seules, constituer un agent éventuel de contagion scientifiquement organisé par un ennemi en guerre déclarée, opérant au moyen de bombes microbiennes ou, encore, par pulvérisation de l'atmosphère d'une ville au moyen d'aéroplanes. Voici donc singulièrement circonscrit le problème technique de la guerre microbienne.

Seuls, les « brouillards » microbiens permettent la transmission des épidémies

Des expériences rigoureuses ont démontré que cette distinction entre les poussières

FIG. 2. — L'INFLUENCE DE LA TEMPÉRATURE SUR LA DIFFUSION DES BROUILLARDS MICROBIENS

Le brouillard étant diffusé à l'intérieur du bocal, on fait pénétrer dans celui-ci des tubes à températures différentes. Les tubes froids condensent l'humidité et, par conséquent, recueillent les microbes. Les tubes chauds les laissent à l'état de suspension. Cette expérience montre que le froid favorise la propagation des épidémies.



et les brouillards microbiens répondait bien à la réalité, du point de vue de la transmission infectieuse ; des poussières tuberculeuses sèches et aqueuses ayant été inhalées par des cobayes, placés rigoureusement dans les mêmes conditions d'expérience, « aucun des cobayes soumis aux poussières sèches n'a contracté la maladie, même après une heure d'inhalation, tandis qu'après quelques minutes de stage dans les poussières humides, les cobayes ont, *chaque fois*, contracté la tuberculose. Et plusieurs expérimentateurs ont payé de leur vie leur ignorance de l'activité des poussières microbiennes aqueuses. »

Les épidémies de peste pulmonaire et d'influenza, la contagion diphtérique dans l'atmosphère confinée d'une chambre de malade se propagent donc par des « gouttelettes » dont la formation physique n'est pas difficile à concevoir. Le jeu respiratoire, l'acte de parler, de tousser, *a fortiori* celui d'expectorer, aboutissent à la formation d'un brouillard invisible de gouttelettes entraînées par le passage de l'air sur les muqueuses. Des boîtes de Petri (sorte de récipients de verre plats, contenant une gélose de culture), présentées à une certaine distance de personnes *parlant à voix basse*, ont révélé d'innombrables colonies provenant de la flore microbienne du sujet.

Mais certains microbes pris à l'état sec (ou sur poussières sèches) se recouvrent spontanément d'une pellicule d'eau par condensation de l'humidité atmosphérique, suivant un mécanisme élucidé depuis longtemps par les physiciens. Ceux-ci ont, en effet, démontré que la condensation de la vapeur d'eau en brouillard exige la présence, dans l'air, de particules électrisées qui jouent le rôle de « noyaux de condensation ».

On connaît l'expérience qui consiste à

provoquer la formation d'un brouillard visible à l'intérieur d'un grand ballon de verre saturé de vapeur d'eau : on applique au ballon une dépression brusque et le nuage se forme, tout comme dans l'atmosphère, par « dépression barométrique ». Mais si l'on a pris soin de purger soigneusement l'atmosphère intérieure du ballon de toute trace de poussière, le brouillard ne

se forme pas — malgré le froid produit par la « détente ». (Il est vrai que les molécules « ionisées » peuvent suppléer aux poussières dans l'effet de condensation : mais ceci ne change rien à nos explications touchant les poussières microbiennes). Retenons seulement, de ces constatations physiques, les *trois* facteurs

nécessaires à la formation d'un brouillard microbien : 1° la présence d'un centre de condensation ; 2° le facteur « pression » ; 3° le facteur « température ». Ce sont ces trois facteurs que l'ennemi devra utiliser, ou contre lesquels il aura à lutter dans ses tentatives d'agression microbienne.

Pour déterminer l'efficacité d'une attaque par nuages bactériens, il s'agit d'étudier méthodiquement l'influence de ces facteurs.

Les conditions physiques de la diffusion microbienne

La formation d'un brouillard microbien, au laboratoire, ne comporte aucune difficulté. C'est d'abord le comportement physique de ce brouillard dans l'atmosphère qu'il importe d'étudier. Le dispositif

schématisé dans la figure 1 de la page 226 est destiné à cette étude. Des boîtes de Pétri sont disposées au fond d'une cage de verre hermétique dans laquelle on vaporise le nuage. Celui-ci s'éclaircit très vite, parce que les *grosses gouttes* résultant de la vaporisation ou bien se subdivisent sous l'effet de la température ou de la pression, ou bien tombent au fond du récipient ; il ne reste

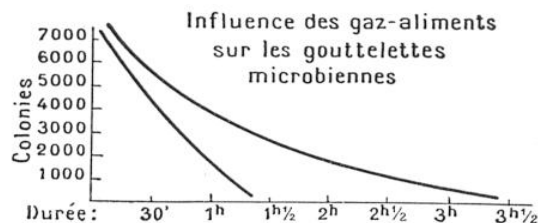


FIG. 3. — CE GRAPHIQUE MONTRE LA DIFFÉRENCE DE VITESSE DE LA PULLULATION MICROBIENNE SUR UNE GÉLOSE EXPOSÉE EN BROUILLARD BACTÉRIEN, SOIT QUE L'ATMOSPHÈRE EST IMPRÉGNÉE DE GAZ-ALIMENTS (TRAIT DE GAUCHE), OU NON (A DROITE)

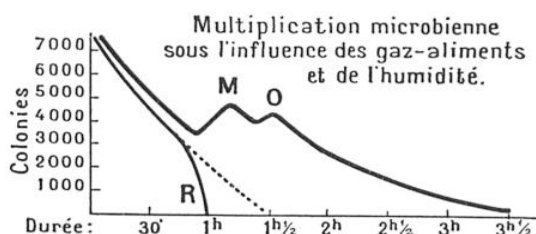


FIG. 4. — GRAPHIQUE DANS LEQUEL LE FACTEUR HUMIDITÉ INTERVIENT À CÔTÉ DES GAZ-ALIMENTS (A GAUCHE, COURBE AVEC LE FACTEUR HUMIDITÉ)

finalement en suspension qu'un nuage invisible de gouttelettes. Celles-ci, soumises à la pesanteur, tombent également, mais à une vitesse extrêmement faible (que la loi de Stokes permet de calculer en fonction de leur rayon, de la densité de l'émulsion et du coefficient de viscosité de l'air). Une gouttelette d'environ 1 micron (1 millième de millimètre) de diamètre tombe, par exemple, de 10 millimètres en dix minutes, à la température de 15°. Les boîtes de Pétri, dont le couvercle se soulève de l'extérieur du dispositif au moment voulu par l'opérateur, reçoivent les gouttelettes dont les colonies microbiennes, retenues par la gélose des boîtes, sont comptées en fonction des émulsions microbiennes étalonnées, vaporisées dans la cage. Ainsi, l'influence des facteurs physiques de la diffusion microbienne peut s'étudier méthodiquement.

L'influence de la température sur les « brouillards » microbiens

« L'influence de la température sur les gouttelettes microbiennes (invisibles) se manifeste de deux façons : le refroidissement brusque d'une atmosphère microbienne, surtout si son degré hygrométrique est élevé, a pour effet d'augmenter leur poids par la condensation de l'humidité sur leur surface » et, par conséquent, d'accélérer leur chute. Elles tombent alors rapidement « sur le sol, sur les objets, sur les personnes, augmentant ainsi les surfaces d'ensemencement et facilitant, par suite, une plus grande possibilité ou probabilité de contagion. » Et voilà expliquée l'influence du froid sur la propagation des épidémies. La figure 2 de la page 226 illustre parfaitement cette expérience : dans le récipient qui renferme un nuage microbien invisible, on a plongé quatre tubes revêtus d'une couche de gélose nutritive. Deux de ces tubes sont chauffés de l'extérieur, deux sont refroidis. Après passage dans l'étuve d'incubation, — passage destiné à provoquer le développement des germes, — seuls les tubes froids se montrent infectés.

Voici une autre expérience singulièrement inattendue (fig. 6 de la page 229). Dans un ballon A on injecte une buée microbienne. Sur le ballon est branché un circuit tubulaire en verre, très compliqué, à l'autre extrémité duquel se trouve un flacon contenant de la gélose. On lance un courant d'air dans le sens qui va du flacon

aseptique au ballon infecté ; ce courant d'air est assez puissant pour éteindre une bougie. Dans ces conditions, on croirait que les gouttelettes microbiennes du ballon A ne pourront jamais parvenir au flacon F. Cependant, à l'examen de la gélose contenue dans ce dernier, on constate que l'infection s'y est propagée, en sens inverse, par conséquent, du courant d'air.

Conclusion : un courant d'air ne suffit pas toujours à assainir une atmosphère confinée.

L'influence de la pression atmosphérique

Voici maintenant l'influence de la pression barométrique. Elle est bien différente, suivant qu'elle varie brusquement ou lentement. Dans ce dernier cas, aucun changement n'est observé dans le régime des gouttelettes microbiennes en suspension. Mais, dans le cas de variation brusque, on assiste à une chute presque instantanée. La dépression par détente brusque équivaut, en effet, à un refroidissement, que le thermomètre accuse.

M. Trillat, étudiant l'action des courants d'air et du vent sur les atmosphères artificielles microbiennes, a constaté que les microbes étaient

entraînés par le vent, mais avec une vitesse bien moindre que celle du vent, et que le courant d'air avait pour effet de provoquer une sélection des microbes par ordre de grandeur.

C'est ainsi qu'on a pu séparer, par un courant d'air, des « levures » et des « microbes » dans un milieu aérien où ils étaient mélangés. De même, les microbes âgés (plus gros) se séparent des jeunes générations (plus petits). De ces constatations, il résulte que l'usage des ventilateurs dans un local

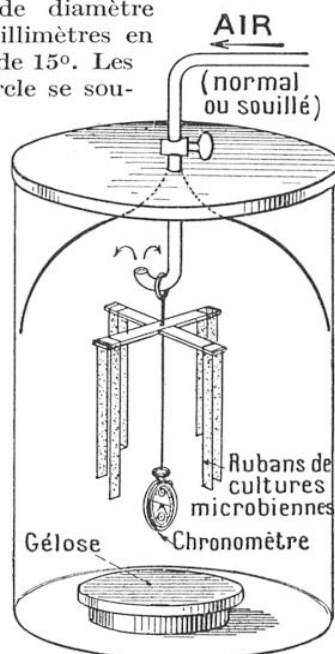


FIG. 5. — EXPÉRIENCE MONTRANT LA RAPIDITÉ D'INFECTION DES RUBANS DE CULTURES MICROBIENNES DANS UNE ATMOSPHÈRE D'AIR TANTOT NORMAL ET TANTOT SOUILLÉ DE GAZ-ALIMENTS

Le chronomètre indique des différences énormes dans le temps que les microbes mettent à passer du ruban de culture sur la gélose de contrôle.

a pour effet de rassembler certains microbes en certaines parties de ce local. Le ventilateur est un danger.

Comment l'atmosphère peut « nourrir » les microbes

Les microbes diffusés par colonies dans les gouttelettes ne vivraient pas s'ils n'étaient pas nourris. Quel aliment peut leur offrir l'air ? Ce ne peut être qu'un aliment gazeux.

Et nous abordons ici un nouveau facteur de la propagation, le facteur chimique de la composition de l'atmosphère.

Cette composition, une foule de circonstances viennent la modifier : déversement de fumée ; produits gazeux, organiques, provenant de la respiration ou encore de la décomposition végétale et animale ; dégagement de gaz odorants. Le mélange de ces impuretés dans l'air aboutit à la formation d'am-
biances neutres, acides ou alcalines, qui exercent une action décisive sur les microbes enrobés dans les gouttelettes —

comme, d'ailleurs, sur les microbes secs. Par des expériences dont le détail ne saurait nous retenir (fig. de la page 231), M. Trillat a montré que le germe de la diphtérie se conserve cent jours et plus dans une atmosphère putride, tandis qu'il meurt après cinq jours d'exposition dans l'air normal.

Si les gouttelettes étaient d'eau pure, les microbes perdraient vite de leur virulence, ne pouvant proliférer. Mais des traces infinitésimales de « gaz-aliments » suffisent à entretenir la vie des germes en même temps que leur virulence. Les graphiques de la page 227 démontrent ce fait, ainsi que l'expliquent les légendes annexées.

Autre expérience. Quatre récipients renferment : le premier, de l'air sec ; le deuxième de l'air légèrement humidifié ; le troisième,

de l'air saturé d'humidité ; le quatrième, enfin, de l'humidité et, *en plus*, de l'air expiré par une souris. L'air de ces quatre récipients estensemencé d'une façon rigoureusement identique, par un jet de *micrococcus prodigiosus*. Après un certain temps, l'analyse bactériologique montre que les microbes ont difficilement vécu dans l'air desséché ou faiblement humidifié, tandis qu'ils se sont multipliés dans les atmosphères humides et surtout dans les atmosphères chargées de « gaz-aliments » (par la seule respiration d'une souris !)

Ces expériences, répétées avec de multiples variantes (par exemple, filtrage de l'atmosphère), démontrent, à l'évidence, la cause de la propagation infectieuse dans les milieux confinés.

C'est ainsi que le métro, chargé de respiration humaine, est extrêmement favorable à la propagation infectieuse — tandis que les égouts,

chargés seulement de gaz « méphitiques », chimiquement toxiques mais incapables d'alimenter les microbes, ne sont pas les canaux de propagation infectieux que le vulgaire pense.

L'élévation de température, qui contrarie la diffusion phy-

sique des microbes, accroît la probabilité de contagion, en milieu confiné, parce qu'elle favorise la multiplication des microbes *alimentés*. Le refroidissement, au contraire, *fixe* les microbes : c'est ainsi que les vêtements d'un visiteur arrivant, refroidi, de l'extérieur dans la chambre chaude d'un malade, prennent les germes et les emportent. Nous comprenons encore, soit dit en passant, pourquoi les chambres frigorifiques s'opposent à la pullulation des germes.

Telles sont, brièvement résumées, les conclusions de l'hygiéniste étudiant la diffusion physique et la multiplication organique des germes infectieux.

Quels enseignements peut en tirer le « guerrier » décidé à utiliser « l'arme » microbienne — en supposant que ces termes militaires aient quelque sens ?

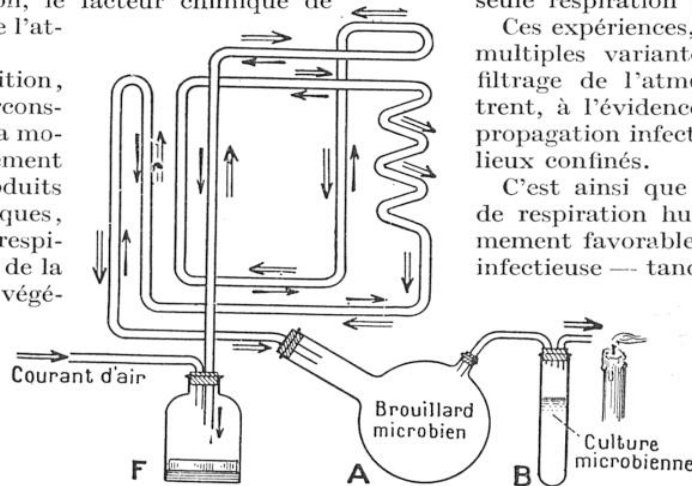


FIG. 6. — UNE CURIEUSE EXPÉRIENCE MONTRANT COMMENT LA CONTAGION MICROBIENNE PEUT ALLER A L'INVERSE DU COURANT D'AIR

Un courant d'air est établi dans le sens indiqué par les flèches doubles. Il est assez puissant pour éteindre une bougie. Cependant, le brouillard microbien inséré dans le ballon A se propage en sens inverse (flèches simples), jusqu'à la fiole F contenant la gélose où viennent fleurir les cultures.

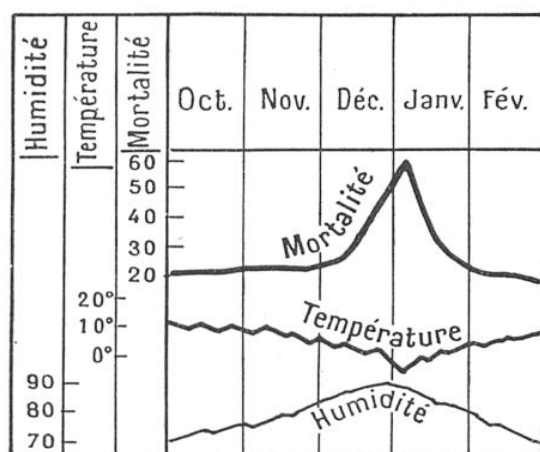


FIG. 7. - UN CURIEUX DOCUMENT HISTORIQUE
Courbe relative de la température, de l'humidité et de la mortalité dans le monde, durant les mois d'octobre à février 1888, année où l'influenza exerça de particuliers ravages.

L'absurdité tactique de la guerre microbienne

Avant de répondre à cette question, but de cet article, il faudrait encore suivre M. Trillat dans les considérations non plus seulement physiques et chimiques que nous venons de rapporter mais encore dans des explications strictement bactériologiques. Nous apprendrions ainsi que les maladies infectieuses transmises par l'air peuvent se propager suivant deux modes pathogéniques distincts : la *contagion directe*, qui correspond aux microbes existants, se propageant de proche en proche, et d'autre part, le développement *sans contagion d'origine*, suivant l'expression de Pasteur. Le premier mode se fait par ensemencement des microbes non encore virulents, qui prennent leur virulence dans l'organisme infecté. Le second mode se réalise par infection de microbes déjà parvenus à l'état de virulence. Et nous aboutirions ainsi à la conclusion qu'un simple « contage » (transmission de germes) ne suffit pas nécessairement à déclencher la maladie. Allant plus loin que l'auteur, il nous faudrait rappeler ici la théorie des « infections inapparentes » du professeur Nicolle ; nous serions encore amenés à nous demander pourquoi les grandes épidémies qui ravagèrent l'humanité — aux temps où l'on ne savait rien ni de leur origine, ni de leur prophylaxie — n'ont pas détruit la totalité du genre humain. Pourquoi le fléau cessait-il de lui-même, tôt ou tard, au lieu de s'étendre indéfiniment ?...

Et ces considérations sont rassurantes, somme toute, pour les populations menacées de « guerre microbienne ». Les « états-majors » ne commanderont pas aux microbes avec la même autorité qu'aux aviateurs chargés de les répandre.

Mais contentons-nous de montrer que les facteurs physiques et chimiques retenant sur la « tactique » microbienne suffisent à rendre celle-ci beaucoup plus aléatoire que ne le laisserait supposer l'article de sir Wickham Steed.

Voici donc un aviateur déversant sur une capitale son brouillard invisible de gouttelettes microbiennes. L'atmosphère du plein air n'est pas celle d'une cage d'expériences où l'on inocule « à distance » des poules avec le *choléra* spécifique de ces Gallinacés. Le baromètre, comme le thermomètre publics, ne sont pas à la disposition de l'aviateur. A raison de 10 millimètres par dix minutes, son brouillard infectieux mettra un certain temps à descendre sur la foule. S'il se condense, il devient moins dangereux. Pour qu'il ait une action réellement désastreuse, il faut que le brouillard microbien pénètre dans les appartements, dans le métro. Et c'est précisément dans ce sens que les agents secrets allemands auraient effectué les expériences révélées par la documentation de M. Wickham Steed.

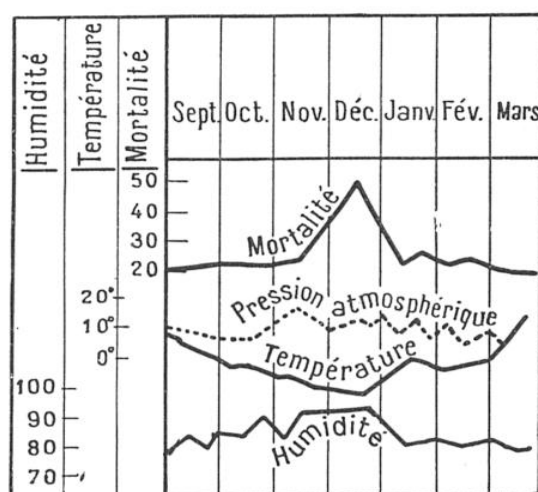


FIG. 8. — MÊME GRAPHIQUE INDICANT, POUR LA FRANCE, LA MORTALITÉ EN FONCTION DE LA TEMPÉRATURE, DE L'HUMIDITÉ ET DE LA PRESSION ATMOSPHÉRIQUE

Dans ce graphique, comme dans le précédent, on remarquera le synchronisme rigoureux qui place la pointe de la mortalité exactement en face de la pointe d'humidité et de la pointe de froid.

Il se peut donc que la chance favorise « l'assaillant » jusqu'à diriger ses brouillards infectieux jusqu'aux galeries souterraines ; mais alors, à quoi bon mettre en branle des avions ou même des obus à longue portée ? Quelques espions-empoisonneurs accompliraient bien mieux leur tâche en opérant la diffusion à l'intérieur même des galeries, dans les lieux publics. Et quel effet véritablement « tactique » aurait la diffusion de germes dont l'incubation exige plusieurs jours, ou dizaines de jours, avant de manifester leurs effets nuisibles ?

La guerre microbienne ne différerait guère des épidémies consécutives aux conflits armés

En somme, la guerre microbienne, c'est-à-dire la contagion artificielle des populations, ne différerait guère des épidémies qui, de tout temps, ont marché de pair avec la guerre et qui, le plus souvent, furent consécutives à la guerre. Il faudrait ne pas savoir que la peste pneumonique, une fois déclenchée en pays ennemi, ne connaît plus de camps et qu'elle passe chez les agresseurs. La « grippe espagnole » de la dernière guerre fut « européenne », sans distinction de belligérants ; elle a fait plus de victimes que le feu.

Que l'Allemagne songe à l'éventualité d'une guerre microbienne, qu'elle essaye d'en

analyser les conditions théoriques, c'est là un fait beaucoup plus effrayant moralement que du point de vue technique.

Mais, puisque la question est posée, voici, d'après le texte même de M. Trillat, comment on pourrait envisager la protection :

« Trois moyens de défense viennent à l'esprit : la vaccination, le port du masque et l'émission de nuages antiseptiques, dont on pourrait envisager l'emploi dans des cas anodins.

« Mais on peut observer que la vaccination n'est pas toujours opérante ; que le port du masque ne protégera ni les vêtements ni le sol. Quant à l'émission d'un nuage antiseptique, elle risque d'être tardive, car aucun avertissement, aucune odeur, aucun indice ne peut faire prévoir l'arrivée d'une vague microbienne. Les procédés de défense contre l'arme bactérienne seraient au moins aussi difficiles à

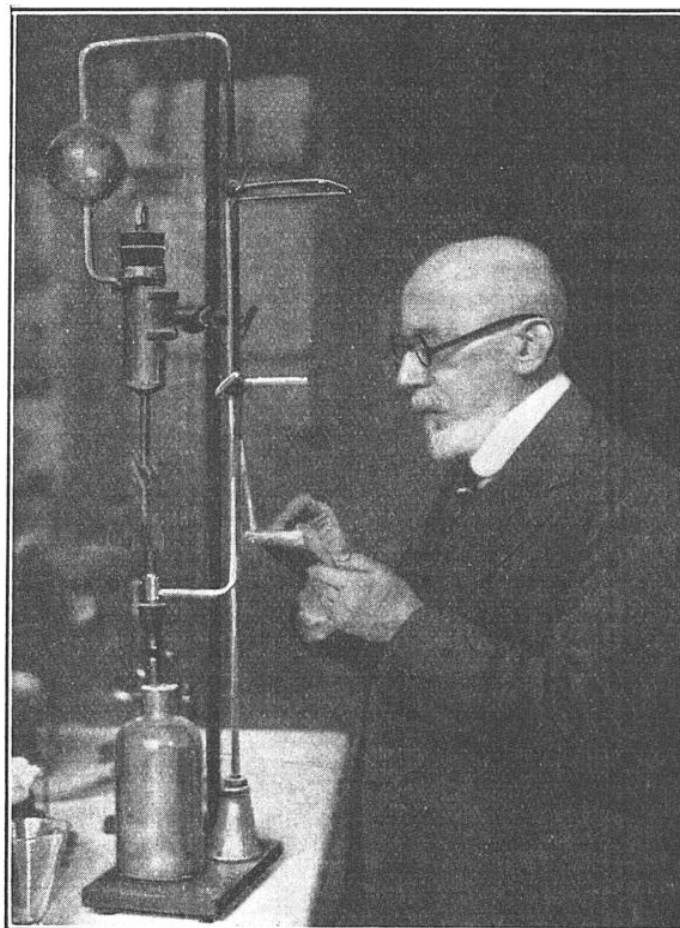


FIG. 9. — M. A. TRILLAT ÉTUDIANT LES CONDITIONS DE PROPAGATION DES CULTURES MICROBIENNES, DANS SON LABORATOIRE DE L'INSTITUT PASTEUR

réaliser que contre l'arme chimique. »

Espérons, avec M. Trillat, que, devant la perspective de la destruction massive du genre humain, les interdictions de la Société des Nations seront entendues.

Bien qu'une attaque au moyen de nuages bactériens répandus par avions apparaisse moins commode à réaliser pratiquement qu'une agression aéro-chimique, on ne doit pas moins envisager la protection des populations civiles.

JEAN LABADIÉ.

COMMENT LA SCIENCE CONTROLE LES COULEURS ET DÉTERMINE LES QUALITÉS DES TISSUS

Par Charles BRACHET

Les difficultés pratiques de détermination des qualités « marchandes » des tissus de soie, de laine ou de coton, tant au point de vue des matières que des teintures couramment employées, et les multiples conflits que ces difficultés avaient suscités en pratique ont conduit, dans les grands centres textiles, à la création de laboratoires officiels, dénommés « conditions publiques », où les ressources de la science sont mises au service de l'amélioration des produits livrés au commerce. Ces laboratoires, tels que celui de Roubaix pour les laines et cotons, possèdent un outillage des plus perfectionnés, où les dernières applications scientifiques (cellule photoélectrique, microphotographie, photocolorimétrie, etc.) permettent de déceler immédiatement les défauts des tissus soumis à l'examen, de déterminer les causes de ces déficiences et, en définitive, d'améliorer constamment la fabrication. C'est là un domaine nouveau et peu connu dans lequel la science apporte la précision la plus rigoureuse.

C'EST une vérité première qui court les boutiques : « Le commerçant vend ses marchandises en fonction de leur qualité autant que de leur quantité. » Le système métrique a été institué pour assurer l'accord des acheteurs et des vendeurs au sujet des quantités. Mais la « qualité », qui la mesurera ? Par définition, — les philosophes en sont d'accord, — la « qualité pure » échappe à la mesure numérique. C'est pourquoi, pour « qualifier » un corps à peu près convenablement, il faut accumuler tant de données numériques : la densité, la chaleur spécifique, la conductivité, la résistance à la rupture, la couleur...

Tous ces coefficients, familiers aux physiiciens, et d'autres encore, permettent de « qualifier » à peu près un objet dont le système métrique fournit aisément, d'autre part, le volume et le poids. Mais sur le comptoir du marchand et, plus précisément, sur celui du marchand de tissus, comment celui-ci justifiera-t-il, de manière certaine, la qualité de la laine, de la soie, du coton qu'il offre à sa cliente et que celle-ci, de son côté, palpe pour en estimer la souplesse ; soumet à des tractions répétées pour en évaluer l'élasticité ; fait miroiter au jour pour juger de sa couleur, de son éclat et, tout cela fini, se demande : « Est-ce que la couleur sera « solide » ? Ne va-t-elle pas « passer » ? »

Même s'il est de très bonne foi, comment le marchand pourra-t-il la rassurer si lui-

même ne possède pas des certitudes ? Ces certitudes, il doit les tenir de son fournisseur, qui, lui-même, les reçoit du fabricant, et celui-ci ne peut les transmettre que si le livreur de ses matières premières les lui a données en premier lieu. Le commerce des tissus, plus que tout autre, exige donc un langage professionnel aussi spécial que précis, capable d'évaluer la qualité. Longtemps, cette évaluation s'effectuait par échange d'impressions, par « sentiment ». Les affaires ne s'accommodant guère de ce genre d'évaluations, il fut l'origine de conflits interminables que les tribunaux commerciaux ne pouvaient trancher, étant logés à la même enseigne que les parties, c'est-à-dire soumis aux mêmes divergences d'appréciation, quant à l'objet du litige.

La « condition publique » des tissus donne naissance à de véritables problèmes scientifiques

De cet état de choses sont nés ces établissements spéciaux, créés par les Chambres de Commerce des grands centres textiles, qu'en leur jargon particulier les intéressés dénomment « condition publique » des soies, à Lyon, des laines et des cotons, à Roubaix.

Leur rôle essentiel est de doser, suivant des méthodes parfaitement définies et les mêmes pour tous ces établissements, l'humidité que contiennent les textiles.

C'est un fait connu que les matières

textiles plongées au sein d'une atmosphère normale contiennent une certaine quantité d'eau dite hygrométrique.

Les conditions de cette atmosphère normale ont été définies par les travaux de M. Boulet, directeur général des Etablissements de la Chambre de Commerce de Roubaix, et correspondent à 65° hygrométriques pour 18° C. de température.

La quantité d'eau hygrométrique, variable pour chaque textile, permet d'établir un taux normal de reprise, qu'on applique à la laine, au coton, à la soie naturelle, aux soies artificielles, etc., après qu'on les a desséchés à l'absolu dans les étuves de conditionnement.

Les matières textiles contiennent, en outre, des impuretés naturelles ou des produits d'addition qui ont été nécessités pour la fabrication, et qu'on nomme « ensimage » s'il s'agit des matières grasses de lubrification nécessaires au travail de la filature, ou « encollage » s'il s'agit des substances qui constituent une gaine protectrice du fil pour le travail du tissage, ou encore « apprêts » s'il s'agit des produits orga-

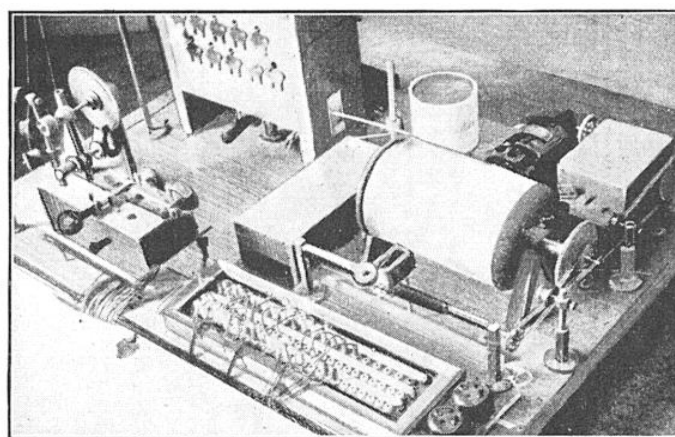


FIG. 1. — L'APPAREIL A CONTROLER LE DIAMÈTRE DES FILS, AU LABORATOIRE DES TEXTILES DE ROUBAIX

On aperçoit, à gauche, la navette de fil qui se dévide en passant (au premier plan) dans une longue cuvette à mercure bordée d'une série de plots en quinconce. Les variations de diamètre du fil entraînent celles du mercure dans la cuvette, par conséquent la mise en contact d'un nombre plus ou moins grand de plots. Le courant électrique, dont l'intensité est proportionnelle au nombre de plots mis en jeu, actionne un système d'électroaimants inséré dans le coffre vertical (arrière-plan). Ces électros agissent sur un style, qui écrit automatiquement sur un cylindre vertical les variations de diamètre du fil. Celui-ci s'enroule sur le tambour horizontal, où l'opérateur peut retrouver à la loupe les variations de diamètre correspondant au graphique.

chanoine Pinte, son directeur; elles étendent l'emprise de la mesure numérique jusqu'en des domaines où l'appréciation qualitative « au sentiment » semblait devoir régner éternellement, notamment dans la calorimétrie. L'application de ces méthodes permet notamment d'éliminer, avant usage, les matières premières défectueuses.

L'expérience scientifique

Toutefois, nous dirons un mot de « l'expertise ». C'est le « gros morceau » des recherches du laboratoire.

S'il y a litige, c'est qu'il y a défaut, et c'est ce défaut dont l'expert doit rechercher la cause, la nature, afin d'en établir la res-

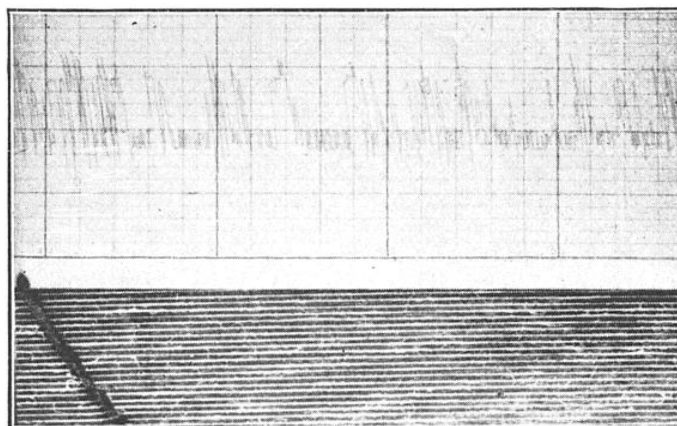


FIG. 2. — UN EXEMPLE DE FIL ENROULÉ, AVEC, AU-DESSUS, LE GRAPHIQUE DE VARIATIONS DE DIAMÈTRE

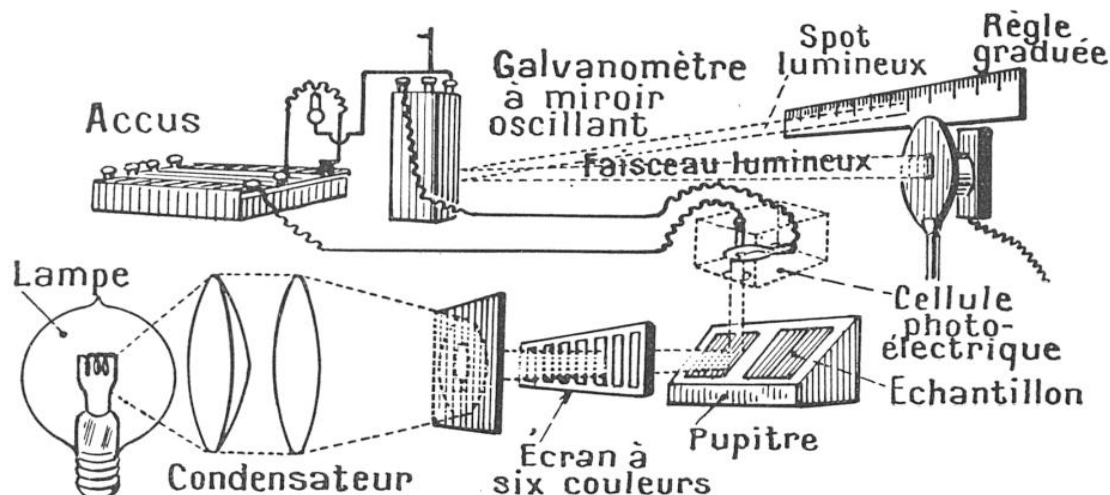


FIG. 3. — LE SCHÉMA DE PRINCIPE DU PHOTOCOLORIMÈTRE « TOUSSAINT-PINTE »

L'échantillon de tissu coloré est placé sur un pupitre (à droite) où il est éclairé par une lampe d'intensité rigoureusement constante (à gauche de la figure). Le faisceau lumineux traverse une série d'écrans colorés qui servent d'étalons. La lumière, diffusée par l'échantillon, est reçue par une cellule photoélectrique, dont le courant, proportionnel à l'intensité lumineuse observée, fait osciller un galvanomètre (en haut) déplaçant un spot lumineux sur une règle graduée (dans le haut de la figure) : ce spot indique quantitativement l'intensité de la couleur.

pensabilité devant le tribunal. Autant de cas, autant de problèmes nouveaux, qui mettent en jeu les moyens physiques et chimiques les plus divers. La microphotographie entre en scène. L'expert se trouve devant l'inconnu, exactement comme le savant qui dirige le laboratoire de la police judiciaire à Paris.

On lui demande, par exemple, de trouver la cause pour laquelle des passages de fil prennent mal la teinture, dans tel lot de fil de laine comportant plusieurs centaines de kilogrammes. On analyse, on cherche et la microphotographie révèle bientôt le cliché que nous reproduisons page 237. Cette image décèle une barbe de plume. Ce

sont les poules du concierge de l'entrepôt qui, en se roulant sur la laine mal gardée, l'ont souillée et rendue inutilisable pour les fins qu'on se proposait.

Voici maintenant un lot de coton filé dont la qualité est contestée, parce que certaines fibres ne prennent pas la teinture.



FIG. 4. — DÉTAIL DU PHOTOCOLORIMÈTRE (TOUSSAINT-PINTE) MONTRANT L'ESSENTIEL DE L'APPAREILLAGE. On aperçoit les écrans colorés à demi sortis de leur coffre. En face du pupitre à échantillon, à droite, le projecteur lumineux d'intensité. Dans le coffre se trouve la cellule photoélectrique, dont le courant actionne le milliampèremètre.

La microphotographie de ces fibres, dont le diamètre varie entre 15 et 30 microns, révèle que ce sont là des fibres mortes (voir la figure 9, p. 238). De même, un lot de laine ne rend pas ce qu'on en attendait à la filature. La microphotographie d'un échantillon montre des ruptures de fibres éclatées (fig. 8, p. 238).

Voici un bas « mercerisé ». Il présente des

variations de teintes qui en font un objet invendable. Le mercerisage est obtenu par l'action de la soude caustique concentrée sur le coton — ce qui a pour effet de lui communiquer le brillant en même temps que l'affinité nécessaire pour recevoir la teinture. C'est l'action inégale de la soude qui provoque, par conséquent, les inégalités de teinte. Le chimiste cherche et trouve que la soude n'a point pénétré également la matière.

L'un des problèmes techniques les plus importants auquel doit faire face le laboratoire, c'est celui de l'établissement des cahiers des charges et de la vérification de l'observation des clauses des marchés, à la demande des administrations intéressées. Lorsque vous voyagez en chemin de fer, vous ignorez peut-être que les fils du tissu qui recouvre votre banquette ont été fixés à un nombre très précis par centimètre de fils de chaîne et de trame ; que le « numéro » de ces fils (rapport de leur longueur à leur poids) a été fixé de même ; que leurs fibres constituantes sont parfaitement déterminées en nature, en longueur, en grossueur et que, finalement, la résistance dynamométrique (résistance à la traction) n'est pas indifféremment laissée à la fantaisie du fournisseur. Toutes ces clauses sont définies et leur exécution vérifiée au laboratoire des recherches industrielles.

En matière de teinturerie, si une toile blanche « rosit », on demande au laboratoire : pourquoi ? Et le laboratoire répond, après analyse : « Les colles au caoutchouc (ou plus généralement les « solvants » de ces colles) qui ont servi à l'apprêt de la toile contiennent

des éléments de formation de ce colorant « rose » devenu un défaut. On a fait de la teinture involontaire ».

Voici une « canette » de filature garnie de fils gris dont les tons sont différents : clairs sur un côté de la canette, foncés de l'autre côté. Les causes possibles

de ce défaut de teinte sont extrêmement diverses : inégale répartition des matières grasses (d'ensimage) ; inégale répartition des fibres noires et blanches dont sont composés les fils gris ; différence de torsion du fil ; incorporation accidentelle de talc. Autant d'épreuves successives auxquelles je laisse opérer les experts.

Un curieux problème de filature

Le fil textile tordu par les broches est loin d'avoir la régularité de diamètre des fils métalliques sortant des tréfileries. Et pourtant la constance de diamètre est aussi importante dans le textile que dans la tréfilerie.

Quelle est la filière mouvante qui pourra vérifier le diamètre du fil textile en suivant ses variations ? Un tel appareil est absolument nécessaire pour vérifier si le fil textile ne tombe pas au-dessous du minimum assigné à son diamètre. Cette filière mouvante, paradoxale, qui désespérerait les inventeurs, M. le chanoine Pinte

vient de la réaliser, en collaboration avec M. Guimbretière.

Le principe en est extrêmement simple : une goutte de mercure est placée dans une cuvette très exactement calibrée, dont les bords sont constitués par une vingtaine de contacts électriques, en quinconce. Le fil à vérifier est assujéti à traverser la gouttelette de mercure. A mesure qu'il passe, son diamètre gonfle la goutte métallique et lui impose des variations de volume. Celles-ci se

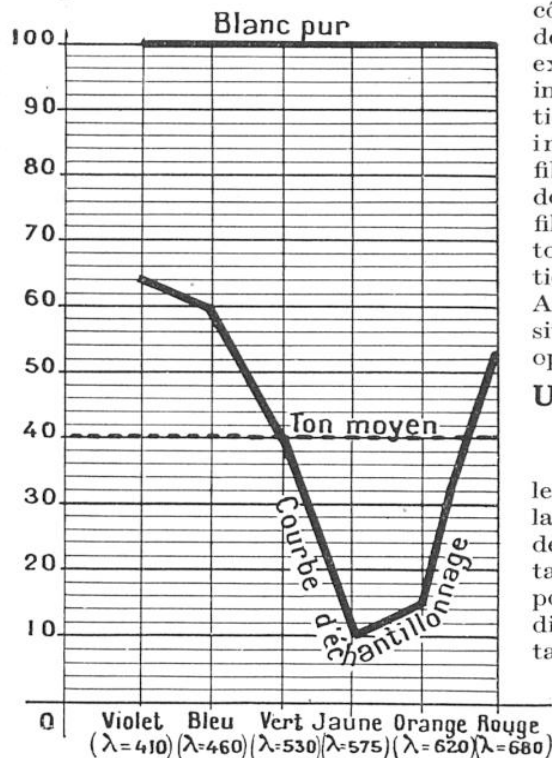


FIG. 5. — COURBE D'ÉCHANTILLONNAGE D'UN TISSU POUR LA DÉTERMINATION SCIENTIFIQUE DE SA COULEUR

Le blanc pur étant pris comme étalon (graduation 100 du graphique), chacune des couleurs élémentaires composant la couleur, d'apparence simple mais complexe, de l'échantillon donne lieu, par les passages successifs derrière les écrans du photocolorimètre, à une graduation d'intensité lumineuse concernant le violet, le bleu, le vert, le jaune, l'orange et le rouge. La moyenne de toutes ces intensités lumineuses donne le ton moyen de la couleur du tissu.

traduisent par l'avancement ou le recul du mercure le long de sa cuvette. Ces mouvements d'avance et de recul du mercure, correspondant aux variations de diamètre du fil, se traduisent par une mise en circuit d'un nombre de contacts électriques variables.

Les circuits ainsi établis composent leurs courants dans un appareil constitué par toute une batterie d'électroaimants. Les électros composent leur force, d'autre part, sur un levier qui porte, à son extrémité, un style inscripteur. Celui-ci trace sur un cylindre tournant une courbe analogue à la courbe des pressions d'un baromètre enregistreur : étant donné la construction que nous venons de décrire, il est évident que, l'amplitude des mouvements du style inscripteur traduisant à chaque instant l'intensité de l'aimantation, elle-même intimement reliée aux variations de diamètre du fil, la courbe en question traduit celles-ci *ipso facto*.

Un système de bobinage très simple permet de passer à la vérification, en quelques minutes, toute une canette de fil. (L'appareil du chanoine Pinte est représenté page 233.)

La colorimétrie n'est pas un problème simple

La qualité la plus difficile à évaluer *commercialement* est certainement la couleur. Et celle-ci tient une place de tout premier ordre dans l'industrie textile. Si l'on ne savait pas teindre les tissus, s'il fallait les utiliser à l'état brut, autant dire que l'industrie textile serait annihilée. L'art de teindre est aussi important que celui de tisser. Le problème de la mesure consiste

donc, ici, à comparer entre elles les couleurs données aux tissus, soit relativement à des étalons normaux établis en relation avec les différentes teintes du spectre, soit relativement à des échantillons arbitrairement choisis par la clientèle ou par le marchand. C'est tout le problème de la « colorimétrie ».

Il est d'une grande complexité, dès qu'il s'agit de réaliser les appareils physiques capables de le résoudre. Il ne saurait être question, en l'occurrence, de travaux qui

porteraient sur des longueurs d'ondes lumineuses ni de rien qui rappelle l'optique physique considérée dans sa précision théorique. La couleur des tissus est, avant tout, une *qualité* « marchande ».

Rappelons, d'autre part, qu'aucune couleur obtenue en teinturerie n'est simple. Mieux encore, un même rouge pour l'œil peut provenir de la composition de plusieurs couleurs très différentes.

Pour qu'une couleur soit perçue, il faut une « source »

d'émission et un « œil » récepteur. La source éclairante est donc intimement liée à l'idée de couleur ; cependant, il n'en existe aucune, pas même la lumière du jour, qui émette à tous moments, avec une égale intensité, les mêmes radiations du spectre. Les sources artificielles, encore plus imparfaites, sont pauvres en violet et en bleu ; riches en orangé et en rouge.

D'autre part, la couleur d'un objet est « la propriété » qu'il possède de diffuser, s'il est opaque, de transmettre, s'il est transparent, avec une intensité déterminée, *chacune des radiations visibles* ou « colorations » de la source qui l'éclaire : les radiations que l'objet ne transmet pas, il les absorbe.

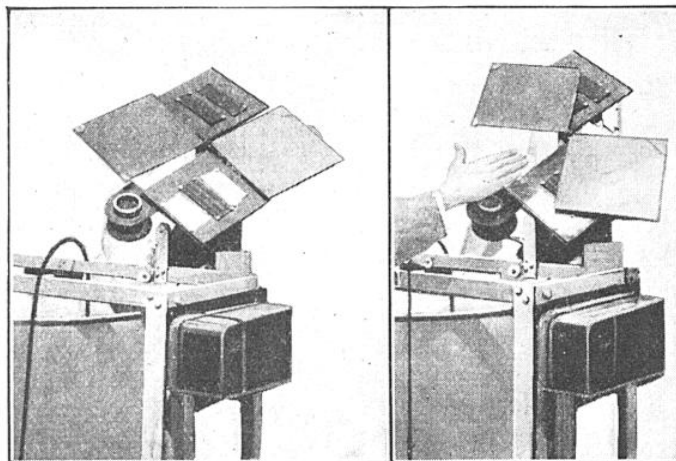


FIG. 6. — DEUX ASPECTS DE L'APPAREIL « INSOLAMÈTRE »

Cet appareil est destiné à exposer les tissus colorés à une insolation méthodique. Les tissus sont placés sur des supports qui tournent, par un système d'horlogerie, de manière à se présenter normalement au soleil à toutes les heures de la journée. Si la lumière solaire vient à tomber au-dessous de l'intensité minima (ce qui fausserait le temps d'insolation), une cellule photoélectrique actionne aussitôt un jeu d'écrans qui masquent les tissus jusqu'à ce que la lumière ait repris son intensité. A droite, l'expérience est faite en plaçant la main devant le soleil, ce qui provoque la fermeture de l'écran. En réalité, le passage d'un nuage devant le soleil suffit à déclencher cette action.

Exemples : « Un objet est vert s'il absorbe au maximum le rouge « complémentaire » et au minimum le vert qui devient sa « dominante. »

« Le gris neutre représente, pour un objet : une *absorption égale de toutes les colorations*; nos meilleurs noirs de teinture ne sont que des gris foncés. » Ainsi parle un spécialiste, M. le chanoine Pinte.

Le marchand n'est évidemment pas responsable de la source éclairante sous laquelle les tissus qu'il vend seront utilisés. Cependant, le coloriste échantillonneur doit viser à ce que *son échantillonnage*, pour être vrai, *soit bon sous tous les éclairages*.

Mais si, dans l'émission d'une source, une couleur dominante est « exaltée » (c'est-à-dire n'est pas exactement neutralisée par sa complémentaire), il est évident que la réaction de l'objet coloré en sera affectée quant à la diffusion de cette couleur « exaltée ». Le type du bon éclairage sera donc celui d'une source lumineuse « équilibrée », c'est-à-dire dans laquelle les couleurs complémentaires apparaîtront deux à deux, avec la même intensité. C'est relativement à une telle source que doit être effectuée la « mesure » de la couleur, — la *colorimétrie* d'un échantillon.

Si cette mesure révèle des « exaltations » de certaines radiations, ce ne sera plus la source, mais le colorant à qui incombera la cause du déséquilibre, et, dans ces conditions, la préparation de teinture pourra être appréciée en toute connaissance de cause. Le coloriste saura s'il doit ou non la corriger, par les divers agents « dégradants » dont il dispose, pour atténuer telle ou telle des couleurs « composantes » de la préparation.

La photocolorimétrie par la « courbe des couleurs »

Les rappels théoriques succincts qui précèdent vont nous permettre de comprendre l'esprit dans lequel a été construit le « photocolorimètre Toussaint » installé au laboratoire de Roubaix.

Le schéma ci-joint permet de comprendre le fonctionnement de cet appareil optique.

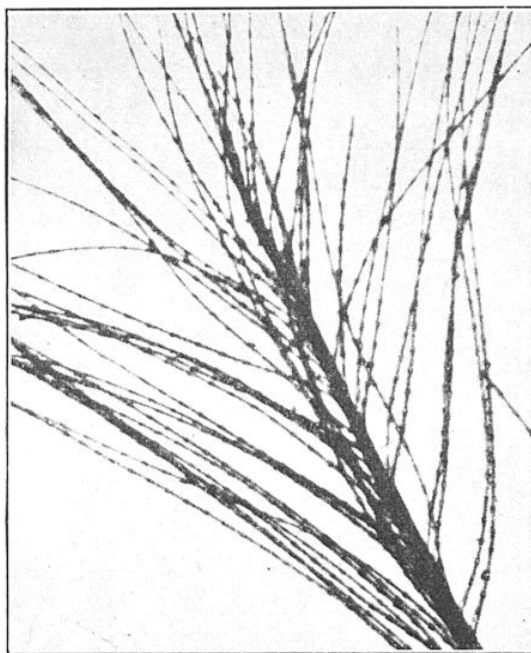


FIG. 7. — MICROPHOTOGRAPHIE D'UNE IMPURETÉ QUI, MÉLANGÉE A UN LOT DE LAINE, LE REND IMPROPRE AU TISSAGE

Il s'agit d'un fin duvet, éparpillé par des poules sur des ballots de laine mal gardés. Seule, l'étude méthodique peut révéler cette impureté qui empêche l'utilisation de la laine en filature.

L'échantillon de tissu coloré est placé sur un pupitre mobile. Un faisceau lumineux va l'éclairer, qui prendra tour à tour six couleurs principales du spectre (complémentaires deux à deux). L'échantillon diffuse la lumière colorée, qui le frappe (suivant la loi précitée d'absorption de complémentaires) : cette lumière, reçue par une cellule photoélectrique, est traduite par celle-ci en courant électrique dont l'intensité, révélée par un milliampèremètre, mesure par là exactement l'intensité de la lumière diffusée par l'échantillon.

Comme on répète six fois l'opération, avec les trois couples principaux de couleurs complémentaires (violet, bleu, vert, jaune, orangé, rouge), on est en droit d'affirmer que l'échantillon a été examiné sous un éclairage parfaitement « équilibré ». Inutile de dire que la lampe éclairant en lumière blanche l'échantillon (à travers les six écrans colorés, successivement) fournit une intensité lumineuse rigoureusement constante.

L'opérateur a noté, très exactement, d'après le milliampèremètre, chacune des six intensités colorées qu'a diffusées l'échantillon. Disposant ces six ordonnées comme il est indiqué sur le graphique ci-joint (p. 235), il obtient une « courbe des couleurs » qui caractérise le tissu examiné. Cette courbe détermine la « colorimétrie » de



FIG. 8. — FIBRES DE LAINE ROMPUES
La microphotographie révèle ici la cause pour laquelle un lot de laine ne pouvait donner une filature régulière et uniforme.

l'échantillon. Ce résultat final est simple, compréhensible de tous et ne souffre aucune critique du physicien le plus méticuleux.

Le photocolorimètre est l'invention de M. Toussaint ; M. le chanoine Pinte a collaboré avec cet inventeur à la création des méthodes de colorimétrie ; on lui doit, en particulier, la méthode de mesure de la solidité des colorants.

Mesure de la solidité des colorants

Le tout n'est pas de savoir mesurer la valeur colorante des produits chimiques et les couleurs qui en résultent ; il s'agit encore de savoir *combien de temps* les coloris vont se maintenir. Sous le soleil, les couleurs des tissus « passent ».

De tout temps, les teinturiers ont distingué deux catégories de teintures : le « grand teint » et le « faux teint ».

La première était celle de quelques couleurs obtenues à partir des matières végétales (indigo, garance) appréciées de temps immémorial pour leur solidité. La seconde comprenait encore quelques teintures végétales et... les premiers colorants chimiques, aussi fugaces qu'ils sont vifs. Cette division des deux grandes catégories traditionnelles donne les deux directives qui, nuancées à

l'infini, dirigent les teinturiers dans leur adaptation aux goûts de la clientèle : ou bien fournir solides des couleurs moins vives, ou bien offrir des coloris fragiles mais rutilants. L'industrie exige donc une nouvelle « gamme » des couleurs, écrite, cette fois, non sous la forme d'une courbe, mais par degrés de solidité. La notion de « résistance » des couleurs s'installe de la sorte dans le vocabulaire marchand. Pour lui donner un sens scientifique, il faut pouvoir mesurer, écrire par nombres, la résistance des couleurs. Résistance à quoi?... A quelque chose qui se mesure aussi ; sans quoi nous retompons dans le vague. Cet adversaire qui se laisse mesurer sera la lumière, et plus précisément la lumière du soleil.

Nous saisissons immédiatement le schéma expérimental qui va présider à l'étude comparée de la « résistance » des couleurs. On exposera au soleil toute la série des échantillons de chaque couleur... Après des temps d'exposition variables, on les passera au photocolorimètre qui renseignera sur l'intensité de la couleur restante grâce à la courbe déjà établie (voir graphique p. 235) que nous appellerons « courbe d'échantillonnage ».

L'étalon-repère est défini par la teinture

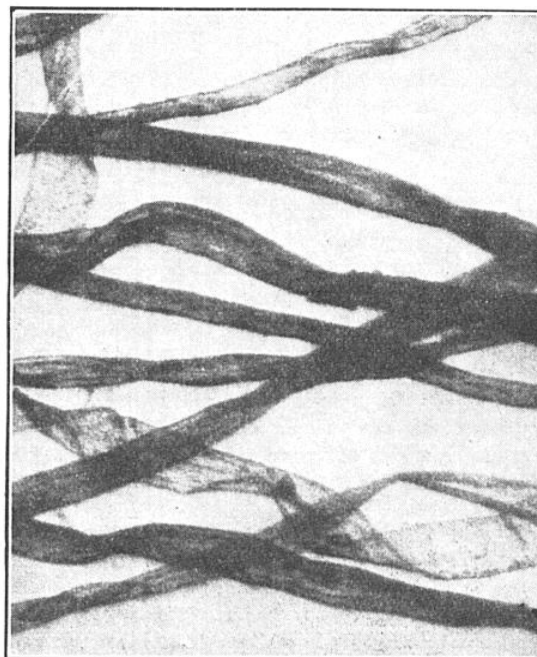


FIG. 9. — FIBRES DE COTON MALADES
La microphotographie fait apparaître (en clair) les fibres de coton, de consistance à peu près nulle, dont la présence rend le lot de coton tout entier impropre aux opérations du tissage.

considérée avant toute exposition à la lumière. Ceci posé, si nous prenons le « ton moyen » de coloration qui sera fourni par une ligne horizontale ayant comme ordonnée la moyenne des ordonnées de la courbe d'échantillonnage, nous comprenons aisément que *la hauteur plus ou moins grande à laquelle se place cette droite horizontale marque le degré de dégradation du coloris éprouvé.*

L' « insolamètre »

La théorie étant faite, il reste à la mettre en pratique. L'appareil à établir est celui qui assurera l'exposition des échantillons à la lumière solaire tout en mesurant non pas le temps d'exposition (comme nous avons pu le laisser croire jusqu'ici pour simplifier), mais l'énergie solaire reçue par l'échantillon.

Il faut considérer, en effet, que le temps d'insolation ne signifie rien de précis. L'intensité du rayonnement solaire varie avec ses mouvements horaires. D'ailleurs, non seulement des nuages, mais encore des variations de la transparence atmosphérique, imperceptibles à l'œil, peuvent atténuer le rayonnement solaire.

Or, le rayonnement solaire se mesure aisément grâce à la cellule photoélectrique qui le transforme en courant électrique. L'intensité de ce courant et son temps de passage se formulent en milliampères. Ces milliampères mesurent la *quantité d'énergie* reçue par la cellule : en appliquant ce coefficient à la surface de l'échantillon, on a bien, en chiffre précis, *l'énergie que cet échantillon a reçue du soleil.*

MM. Toussaint et le chanoine Pinte ont eu l'ingéniosité d'établir un appareil qui fournit automatiquement cette mesure.

La photographie de la page 236 montre cet appareil : l'*insolamètre*.

Les échantillons sont disposés sur deux branches d'une croix de Malte dont le plan est toujours offert normalement au rayonnement solaire, grâce à un mouvement d'horlogerie synchrone de la rotation céleste. (En réalité, ce mouvement d'horlogerie est basé sur l'écoulement de l'eau d'un réservoir, principe de l'antique clepsydre.) On aperçoit la cellule photoélectrique chargée d'enregistrer l'énergie solaire reçue.

L'intensité du rayonnement solaire peut varier dans la journée ou même, subitement, de 1.000 à 100.000 lux. Or, il convient que l'insolation des échantillons ait lieu seulement en soleil franc ; il ne servirait à rien de prolonger interminablement l'exposition par temps couvert ou temps de pluie. Ce n'est

plus, dans ce dernier cas, la lumière du soleil, mais la lessive du ciel qui « dégraderait » les couleurs exposées. Donc, l'appareil doit masquer automatiquement les échantillons dès que le rayonnement solaire tombe au-dessous d'un certain niveau (par l'effet d'un nuage ou par celui de la nuit tombante). Ce point critique sera atteint chaque fois que le débit de courant de la cellule photoélectrique tombera au-dessous de 4 milliampères. A ce moment précis, un contacteur agit sur un système d'effacement : par rotation d'un écran tournant, les échantillons sont totalement soustraits à la lumière.

Quand l'insolation, correspondant, par exemple, à 50 heures *de soleil d'été*, se trouve parachevée, le *compteur électrique*, qui enregistre les milliampères fabriqués par la cellule, déclenche encore l'obturation avec le signal que l'opération est arrivée à son terme.

Et les problèmes s'amoncellent...

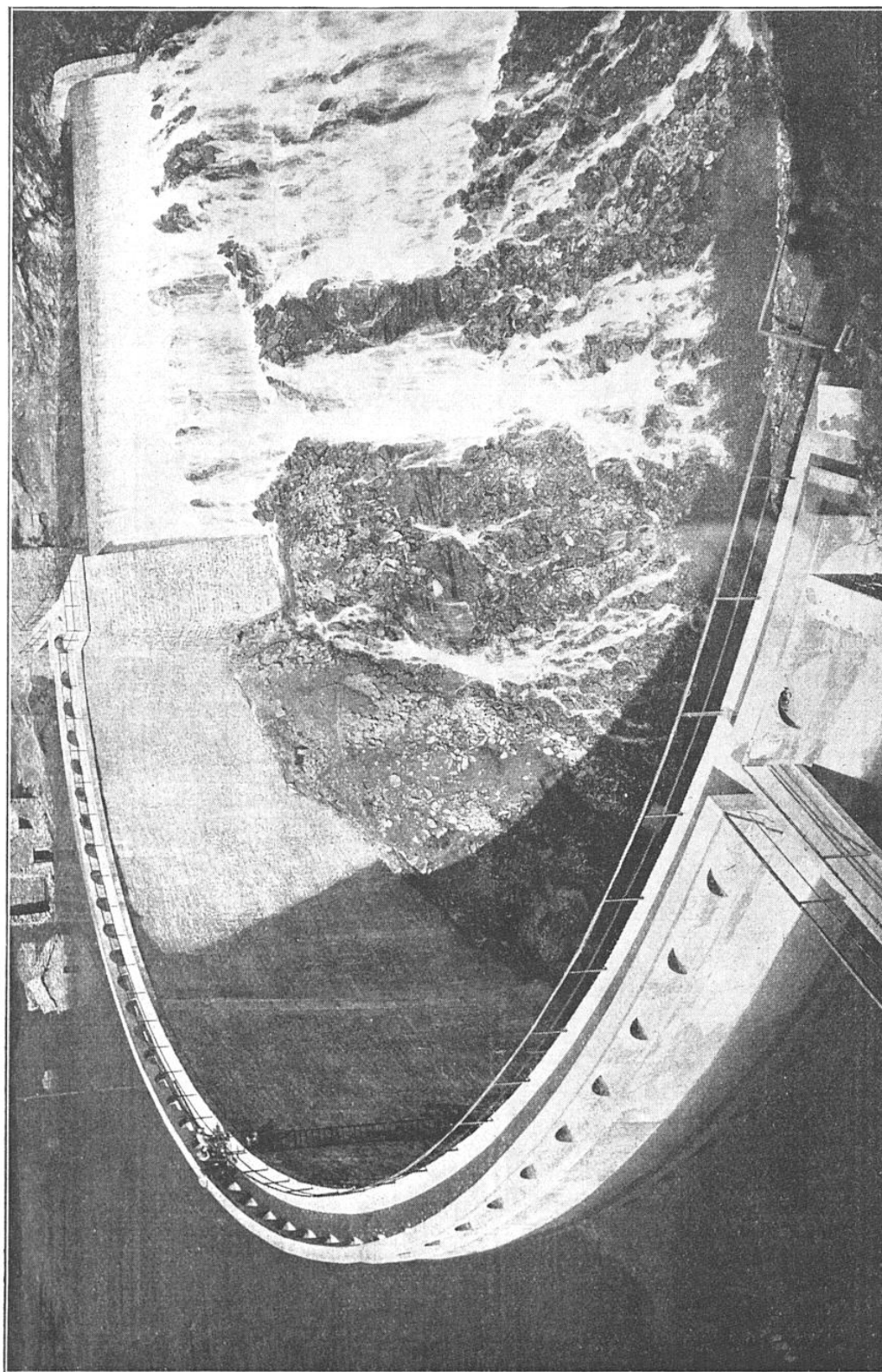
Nous arrêtons ici la description des appareils et des méthodes utilisés au laboratoire des recherches industrielles de Roubaix.

Toutefois, il nous faut bien marquer que les problèmes amorcés sont loin d'être complètement résolus. Nous pouvons même dire qu'ils ne le seront jamais totalement. En effet, la dégradation des couleurs sous l'insolation — pour nous arrêter à cet exemple — ne peut être séparée de la dégradation simultanément due aux composants chimiques de l'atmosphère : vapeur d'eau, fumées, etc. Afin « d'épurer » l'expérience d'insolation, M. le chanoine Pinte projette de perfectionner l'insolamètre de telle sorte que les échantillons soient placés dans le vide. Mais, alors, ce sont d'autres problèmes qui surgissent : dans le vide, il se produira des effets photoélectriques, la dégradation des couleurs subira d'autres phénomènes parasites, qu'il faudra élucider.

Mais, aussi, ce genre d'analyses, de plus en plus difficiles à mesure qu'on recherche plus de précision, obligera peut-être les physiciens à comprendre le mécanisme moléculaire et atomique de la dégradation des couleurs et d'apprendre, en conséquence, quelles sont les relations de la chimie de la matière avec la plus mystérieuse de ses « qualités » — la couleur.

Et ce ne sera pas la première fois qu'un nouveau chapitre de la science aura pris naissance dans l'industrie.

CHARLES BRACHET.



LE GRAND BARRAGE SEMI-CIRCULAIRE, EN BÉTON ARMÉ, DE MALCIAUSSA, DANS LE VAL DI LANZO, PRÈS DE TURIN
Cette digue arquée, qui forme un lac artificiel de 1 million et demi de mètres cubes, est l'une des belles réalisations italiennes en matière d'hydroélectricité.

LE REMARQUABLE EFFORT INDUSTRIEL DE L'ITALIE LUI A DONNÉ L'INDÉPENDANCE ÉCONOMIQUE

Par Bernard PUJO

Bien que l'Italie soit surtout un pays agricole où la pénurie des matières premières rend plus malaisé l'essor de la grande industrie, ce pays a, depuis l'avènement du régime fasciste, poursuivi avec succès un remarquable effort pour le développement des grandes industries de base dont ne peut plus se passer une grande nation vraiment moderne. Avec un sens aigu des réalités, le gouvernement italien a su non seulement encourager le développement de tous les moyens de production existant dans la péninsule, mais faciliter l'éclosion d'industries nouvelles, de façon à permettre à la nation de se suffire, dans une large mesure, à elle-même et d'acquitter les importations de matières premières qu'elle ne trouve pas sur son propre sol. Les favorables résultats obtenus dans cette voie, en un temps relativement court, sont le fruit d'un nouvel esprit d'organisation et de discipline nationales, qui a conduit notamment à l'institution d'un régime corporatif, intégré dans l'Etat, grâce auquel toutes les forces productives ont été heureusement harmonisées. La dépression économique mondiale a certes, là comme ailleurs, marqué son passage par une régression inévitable de la production et des échanges, et par des difficultés qui n'épargnent aujourd'hui aucune nation des deux mondes. Mais, comme on le verra dans l'article qui suit, un très bel outillage a été créé, qui offre à l'Italie des lendemains triomphants dès que l'horizon économique aura retrouvé plus de sérénité.

L'ITALIE ne peut pas être classée parmi les grands pays industriels. Son sol ne produit que très peu de matières premières ; elle dispose de capitaux insuffisants ; son marché intérieur n'a pas une grande capacité d'achat. « Nous sommes un peuple d'agriculteurs ! » s'écriait M. Mussolini dans un récent et retentissant discours.

Mais ces agriculteurs, depuis une dizaine d'années, ont accompli un effort industriel qu'il faut, en toute objectivité, qualifier de remarquable. De 1922 à 1927, la production en Italie s'est accrue de 41 %, alors qu'en France, elle a augmenté de 40 %, en Allemagne de 31,5 %, aux Etats-Unis de 26 %, en Angleterre de 16,5 %.

Toutefois, le potentiel industriel de l'Italie, pays agricole par excellence, ne saurait se comparer avec celui des autres grandes nations qui, depuis de longues années, se consacrent à l'industrie.

Ainsi l'exportation des produits finis italiens, chiffrée en milliers de dollars or, s'est élevée, en 1930, à 258.080, alors que la France a exporté, en 1930, pour 1.054.270 de produits.

Ce qu'il faut noter, c'est que l'économie italienne a fourni de 1922 à 1930, début de la crise mondiale, un effort splendide,

puisque l'exportation de ses produits finis a plus que doublé.

Ce résultat est dû, pour une grande part, à l'organisation nouvelle que le régime fasciste a donné au travail national en instituant le « régime corporatif ».

Le régime corporatif

Un des premiers objectifs de M. Mussolini, dès son arrivée au pouvoir, a été d'améliorer les relations entre employeurs et salariés. Il a voulu abolir la lutte des classes, incorporer les syndicats dans l'organisme social existant, et ainsi empêcher la nation de périr sous les coups du syndicalisme révolutionnaire.

Pour atteindre ces buts généraux, il a construit une organisation du travail qui, tout en assurant aux diverses catégories de travailleurs la protection la plus efficace, a amené le syndicalisme de classe, toujours en révolte contre l'Etat, à devenir un organisme discipliné, de solidarité sociale, soumis à l'Etat.

Cette réforme profonde s'est effectuée progressivement. Depuis la marche sur Rome jusqu'en 1926, l'Etat fasciste s'efforça d'améliorer les rapports entre employeurs et salariés. Il leur fit comprendre que tous,

ils sont des producteurs, que leurs intérêts ne sont pas antagonistes, et qu'ils doivent se concilier dans un syndicalisme nettement orienté dans le sens national.

A partir de 1926, toute une législation nouvelle apporta à cet état de fait une consécration légale. Ce sont la loi du 3 avril 1926, le décret du 1^{er} juillet 1926, la Charte du Travail, qui ont déterminé les bases de l'Etat syndicaliste et corporatif.

La Charte italienne du Travail proclame les principes généraux suivants :

Egalité des droits entre les classes sociales; solidarité entre tous les citoyens devant l'intérêt supérieur de la patrie; fondation d'organisations syndicales reconnues par l'Etat et investies par lui de la personnalité juridique de droit public, ayant le pouvoir d'édicter des règles relatives aux intérêts et aux devoirs sociaux de la catégorie professionnelle qu'elles représentent; responsabilité vis-à-vis des syndicats des citoyens inscrits en ce qui concerne l'observation des clauses réglementant le travail; responsabilité vis-à-vis de l'Etat des syndicats en ce qui concerne la discipline des organisations professionnelles qu'ils administrent.

Le syndicat italien, reconnu organe de droit public, exerçant des droits souverains, est unique pour toute la profession; il en a la représentation exclusive et obligatoire; il doit assurer la liaison entre la profession et l'Etat; il a pour mission suprême d'intégrer la profession dans l'Etat. Mais si le syndicat est unique, il n'est pas obligatoire, et des associations professionnelles de droit privé, à l'exception de celles qui réuniraient des fonctionnaires, peuvent exister. En contre-partie de ces fonctions importantes, le

syndicat est soumis au contrôle de l'Etat qui doit approuver la nomination du président et du secrétaire.

L'organisation syndicale italienne comporte des syndicats patronaux et des syndicats ouvriers. Il n'existe pas de syndicats mixtes. La liaison entre les deux catégories sera assurée par la corporation, organe d'Etat, dans laquelle les deux organismes sont également représentés.

Les syndicats professionnels, dont la circonscription territoriale est variable suivant l'importance de la profession, se groupent en fédérations et en confédérations.

La loi n'a établi de règles que pour les confédérations nationales; elle les classe en douze catégories, six réunissant les employeurs et six les salariés, sous les rubriques suivantes: industrie, agriculture, commerce, transports maritimes et aériens, transports terrestres et navigation intérieure, banques. Enfin, une treizième

confédération groupe toutes les professions libérales et artistiques.

Les associations supérieures édictent des règles en matière de travail, concluent des contrats collectifs (et leur nombre est considérable en Italie), vérifient les contrats passés par les associations du premier degré, interviennent, si le besoin s'en fait sentir, dans la gestion administrative, technique ou commerciale des entreprises, font acte de conciliation dans les conflits collectifs du travail.

La législation italienne interdit la grève et le lock-out. Un système de règlement juridique obligatoire des conflits a été institué. Il a pour base une tentative de conciliation devant la fédération ou confédération, et la sentence, en cas de non-conciliation, d'une

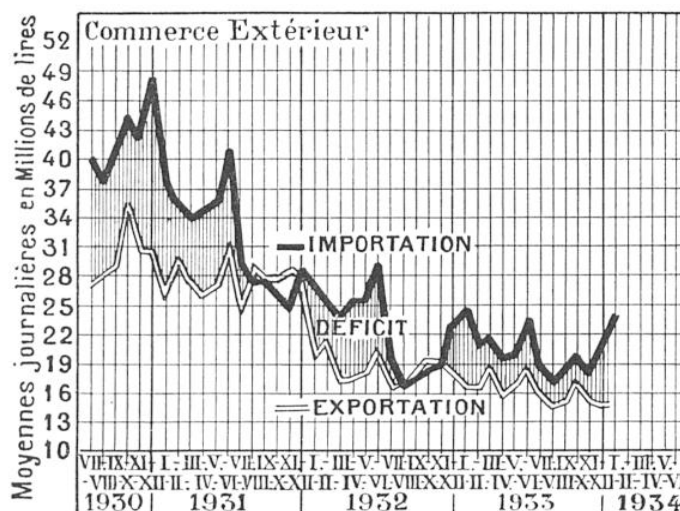


FIG. 1. — COURBES DU COMMERCE EXTÉRIEUR DE L'ITALIE (IMPORTATIONS ET EXPORTATIONS)

Le rapprochement de ces deux courbes montre que le déficit de la balance du commerce extérieur a été supprimé deux fois, en 1931 et en 1933, et, en tous cas, sensiblement réduit en 1934, par rapport à 1930. En 1934, cette situation apparaît toutefois moins favorable, comme dans tous les pays du monde.

juridiction spéciale appelée « Magistrature du Travail », constituée par une section spéciale de la cour d'appel assistée d'experts. Ce tribunal n'intervient que pour juger les différends relatifs aux contrats collectifs ; les conflits individuels sont soumis au juge de droit commun.

Le système syndical dont nous venons de donner les traits essentiels, assure l'égalité juridique entre employeurs et salariés, mais place ces deux grandes catégories de producteurs en face l'une de l'autre, nettement séparées en de grandes associations. Dans le but d'assurer la liaison entre elles, le fascisme a imaginé la corporation, organe d'Etat qui réunit, pour chaque branche de l'activité professionnelle, les représentants des syndicats patronaux et ouvriers. Le Conseil national (créé en 1930), qui assiste le ministre des Corporations, coordonne l'activité des diverses corporations.

La loi des 5 décembre 1933 et 8 janvier 1934, dite « loi des corporations », précise sur bien des points, jusqu'alors un peu vagues, l'économie du système et, en particulier, la composition et le rôle de la corporation.

Ses dispositions peuvent être rangées sous trois chefs :

En premier lieu, elle réforme les institutions antérieures : les associations syndicales reçoivent l'autonomie ; les fédérations et confédérations restent des organes coordonnateurs ; mais, pour les questions essentielles (tarifs, salaires), le syndicat agit seul et met en jeu l'action de la corporation sans suivre la voie hiérarchique.

Les commissions consultatives placées auprès des administrations publiques sont remplacées par des commissions formées par les corporations dont l'influence va devenir ainsi décisive sur certaines questions : création de consortiums ; autorisation, fondation, agrandissement, transformation des établissements industriels ; contingents, droits de douane, tarifs et préférences, etc.

En second lieu, la loi fixe le schéma de la corporation. Elle est un organe d'Etat ; chacune est constituée à part ; le nombre de ses membres n'est pas fixé, mais les divers intérêts y sont représentés : ouvriers, techniciens, patrons, « fournisseurs de capitaux ». Chacune est présidée par un membre du gouvernement. Elles peuvent délibérer à plusieurs ensemble.

Enfin, la loi fixe les attributions de l'institution.

La corporation pourra être saisie de toute question par un syndicat. Elle sera donc ainsi amenée à émettre des règlements pour

déterminer la rémunération à assurer aux ouvriers, techniciens, entrepreneurs, fournisseurs de capitaux. Elle pourra fixer le prix des produits vendus au public sous le régime d'un privilège (allumettes, certains transports). Elle réglera certains rapports économiques, déterminant, par exemple, quelle catégorie de fruits peut être exportée, quels doivent être les prix maxima ou minima de certaines matières premières. Ces mesures seront prises avec le concours constant des intéressés (délégués des ouvriers, des techniciens, des patrons). M. Mussolini appelle cela une « auto-discipline de la production, à laquelle sa direction est imprimée non plus d'en haut ou d'en dehors, mais par les forces économiques elles-mêmes ».

A la suite de la loi des 5 décembre 1933 et 8 janvier 1934, M. Mussolini a créé vingt-deux corporations qu'il présidera en tant que ministre des Corporations.

Tel est, esquissé à larges traits, le cadre corporatif dans lequel l'Italie moderne a entrepris et va poursuivre son développement. Il s'est façonné lentement ; peut-être n'a-t-il pas encore atteint sa forme définitive. Dès à présent, l'économie de la péninsule en a subi les très heureux effets. L'ordre et la confiance rétablis ont permis un bel essor industriel que, seule, la crise mondiale est venue interrompre.

L'industrie italienne et la crise mondiale

La terrible tourmente qui, depuis l'aube de 1930, ravage le monde économique, ne pouvait manquer d'atteindre la jeune industrie italienne.

Si le développement que le fascisme a donné à l'agriculture a permis d'augmenter le pouvoir d'achat de la classe paysanne et de stimuler ainsi la consommation intérieure, les exportations ont subi une notable régression. La balance commerciale, qui, grâce à une compression héroïque des importations, se présentait à peu près en équilibre pour 1932, a vu, en 1933, réapparaître le déficit.

Cependant, l'industrie italienne s'est efforcée de comprimer ses prix de revient par une organisation de plus en plus rationnelle, par l'application des procédés techniques les plus perfectionnés, par des économies de toutes sortes. Les résultats obtenus ne sont pas négligeables. Les indices de la production industrielle, calculés par l'Institut allemand pour l'étude de la Conjoncture, indiquent pour l'Italie, au début de 1933, une diminution de 11,5 % par rapport à 1931, alors qu'en Allemagne, en France et aux

Etats-Unis la diminution a été de 16,9 %, 22,5 %, 20,6 %.

Il semble, d'après les graphiques publiés par le *Baromètre économique*, que la crise italienne soit arrivée à un palier.

Cependant, dans le courant d'avril dernier, la lire donnait des signes de faiblesse. D'importantes sorties d'or nécessitaient des mesures énergiques. Aussi le gouvernement italien s'est-il engagé dans une nouvelle politique de déflation. Pour défendre la lire menacée, il s'est courageusement attaqué au

début du siècle qu'elle s'est développée au point d'éliminer le plus possible les importations de produits semi-ouvrés et de déterminer un certain courant d'exportations.

En ce qui concerne la sidérurgie, la production moyenne de l'Italie est de 500.000 à 600.000 tonnes de fonte, d'environ 2 millions de tonnes d'acier et à peu près autant de laminés. La main-d'œuvre se chiffre à environ 30.000 ouvriers. Le capital investi peut être évalué à 2 milliards de liras.

L'industrie de l'aluminium, de date toute

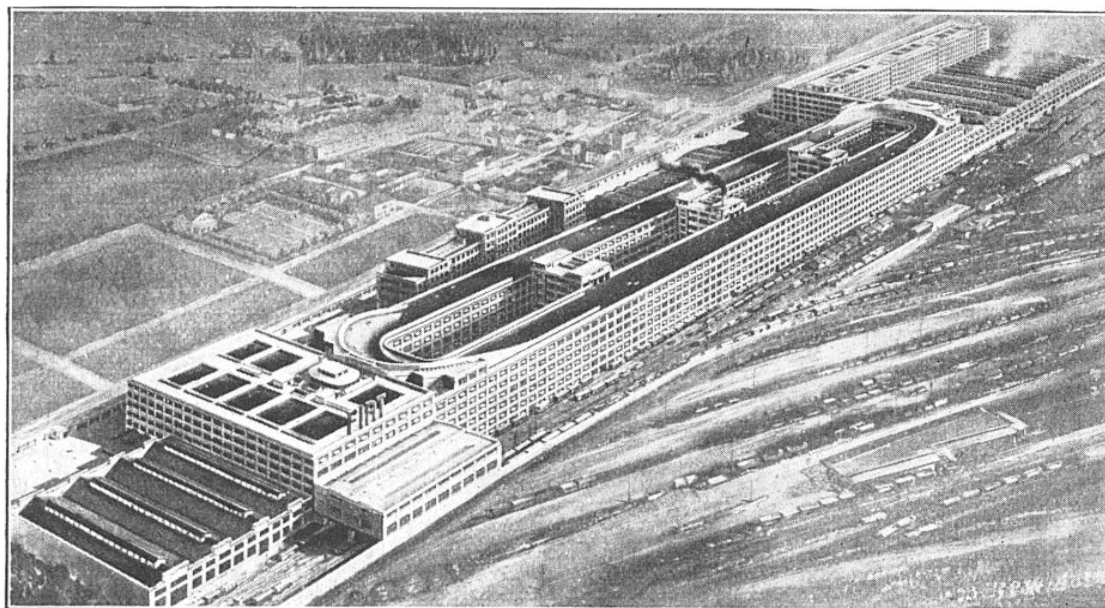


FIG. 2. — VUE GÉNÉRALE AÉRIENNE DES USINES D'AUTOMOBILES « FIAT », A TURIN
On aperçoit, à l'intérieur et au centre des usines, la piste automobile qui sert aux essais des voitures.

déficit budgétaire et à celui de la balance commerciale : réduction de 6 à 20 % des traitements publics, diminution de 12 % des loyers d'habitation et de 15 % des loyers commerciaux, pression sévère pour un abaissement simultané des prix de détail ; il a, de plus, édicté un certain nombre de restrictions en matière d'exportations de capitaux.

Tels sont, dans leur ensemble, les effets de la crise sur l'industrie italienne au début de l'année 1934. Il convient maintenant, pour se faire une idée de ce qu'est la production industrielle de la péninsule, de jeter un rapide coup d'œil sur les branches les plus typiques de son économie.

La métallurgie

Le développement de la métallurgie italienne est récent. Ce n'est que depuis le

récente, a porté sa production de 2.058 tonnes en 1924 à 13.413 en 1932.

L'Italie est, à l'heure actuelle, outillée pour produire annuellement 20.000 tonnes de zinc (production effective en 1932 : 16.602). Quant au plomb, sa production n'a pas cessé de croître, passant de 22.668 tonnes en 1929 à 28.766 tonnes en 1932.

La crise a lourdement frappé l'industrie métallurgique italienne. Il faut toutefois noter que, grâce à des ventes faites à l'U. R. S. S., les exportations ont marqué une intéressante progression en 1931, pour retomber d'ailleurs, en 1932, à leur niveau de 1930.

Depuis, les exportations italiennes de produits métallurgiques se sont singulièrement ralenties, conséquence de la constriction générale des échanges internationaux.

L'industrie minière

Cette industrie a ralenti, ces dernières années, le rythme de sa production, ce qui a eu pour effet de créer un chômage important.

Dans les *mines de fer*, la quantité de minerai extraite en 1932 a été inférieure de 36 % à celle de 1930.

Le mercure, dont d'importants gisements sont exploités en Toscane et dans la Vénétie Julienne, a vu sa production passer de 1.840 tonnes en 1930 à 858 en 1932.

L'industrie du soufre et celle de l'asphalte ont, elles aussi, beaucoup souffert de la diminution des exportations ; mais, fait remarquable, la production du pétrole a notablement progressé à la suite de prospections favorables.

L'exploitation des fameux marbres blancs des Alpes Apuanes, de Vénétie, de Ligurie, du Piémont, a, elle aussi, été très notablement diminuée.

Quant à la production du ciment, elle a réalisé de remarquables progrès dans la fabrication du portland naturel et du portland artificiel. L'emploi de moyens mécaniques pour transporter la matière première à la bouche des fours, l'utilisation de fours horizontaux ont permis d'augmenter considérablement la production et de réaliser de sensibles économies.

L'industrie textile

La production dans les textiles a marqué, ces dernières années, un ralentissement très net.

L'indice « Textilia », calculé sur la base de 100 en 1929, est passé à 90,58 en 1930, à 81,40 en 1931 et à 67,47 en 1932.

L'industrie des *soieries* est la branche la plus ancienne et la plus connue de l'industrie textile italienne.

Au moyen âge et à l'époque de la Renaissance, les damas de Florence, les brocarts de Venise et les velours façonnés de Gênes ont conquis une renommée mondiale.

Cette industrie, dans la deuxième moitié du siècle dernier, avec l'installation de métiers mécaniques, se concentra à Côme et dans quelques localités de la Lombardie. La

production, d'abord limitée aux seuls tissus unis, s'est orientée vers les tissus de fantaisie et teint, à l'heure actuelle, un haut degré de perfection. Aussi l'Italie occupe-t-elle une des premières places dans le commerce mondial des soieries.

Il existe, à l'heure actuelle, en Italie, plus de 200 fabriques occupant de 35 à 40.000 ouvriers et utilisant 24.000 métiers mécaniques et machines diverses. Il existe aussi 3.000 mé-

tiers à mains pour les tissus artistiques. A Côme, on compte environ 100 fabriques avec 15.000 ouvriers. Milan, Varèse, Turin, Cunéo, Naples constituent des centres importants.

Des industries complémentaires (teinturerie, imprimerie, apprêts de tissus de soie) disposent d'établissements parfaitement équipés en Lombardie, dans la province de Côme et de Varèse, et occupent environ 5.000 ouvriers.

On estime que la production atteint une valeur de 1 milliard et demi de liras.

L'exportation des soieries est des plus importantes : de 15.927 quintaux en 1909-13 (moyenne), elle est passée, en 1930, à 104.124 quintaux.

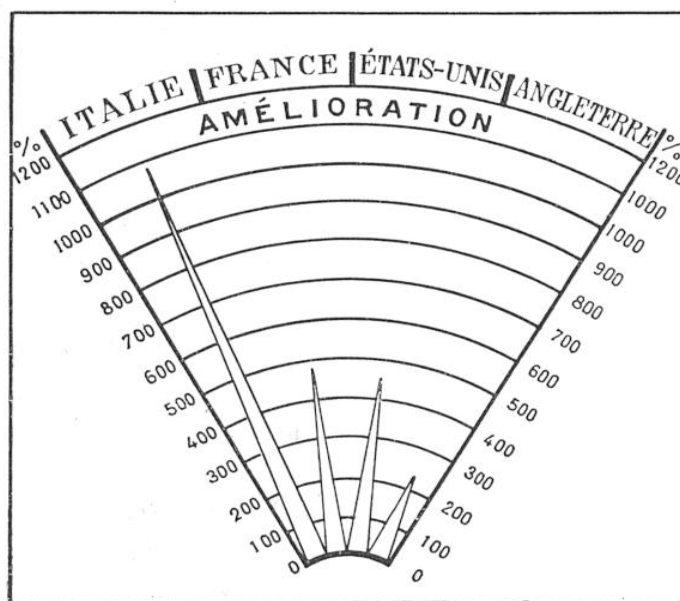


FIG. 3. — SCHÉMA MONTRANT LE POURCENTAGE D'ACCROISSEMENT (EN %) DE LA PRODUCTION DE LA SOIE ARTIFICIELLE (RAYON) EN 1931, PAR RAPPORT À 1922. On constate que la production de cette matière de large consommation a augmenté dans une proportion beaucoup plus importante en Italie que dans les autres grandes nations productrices.

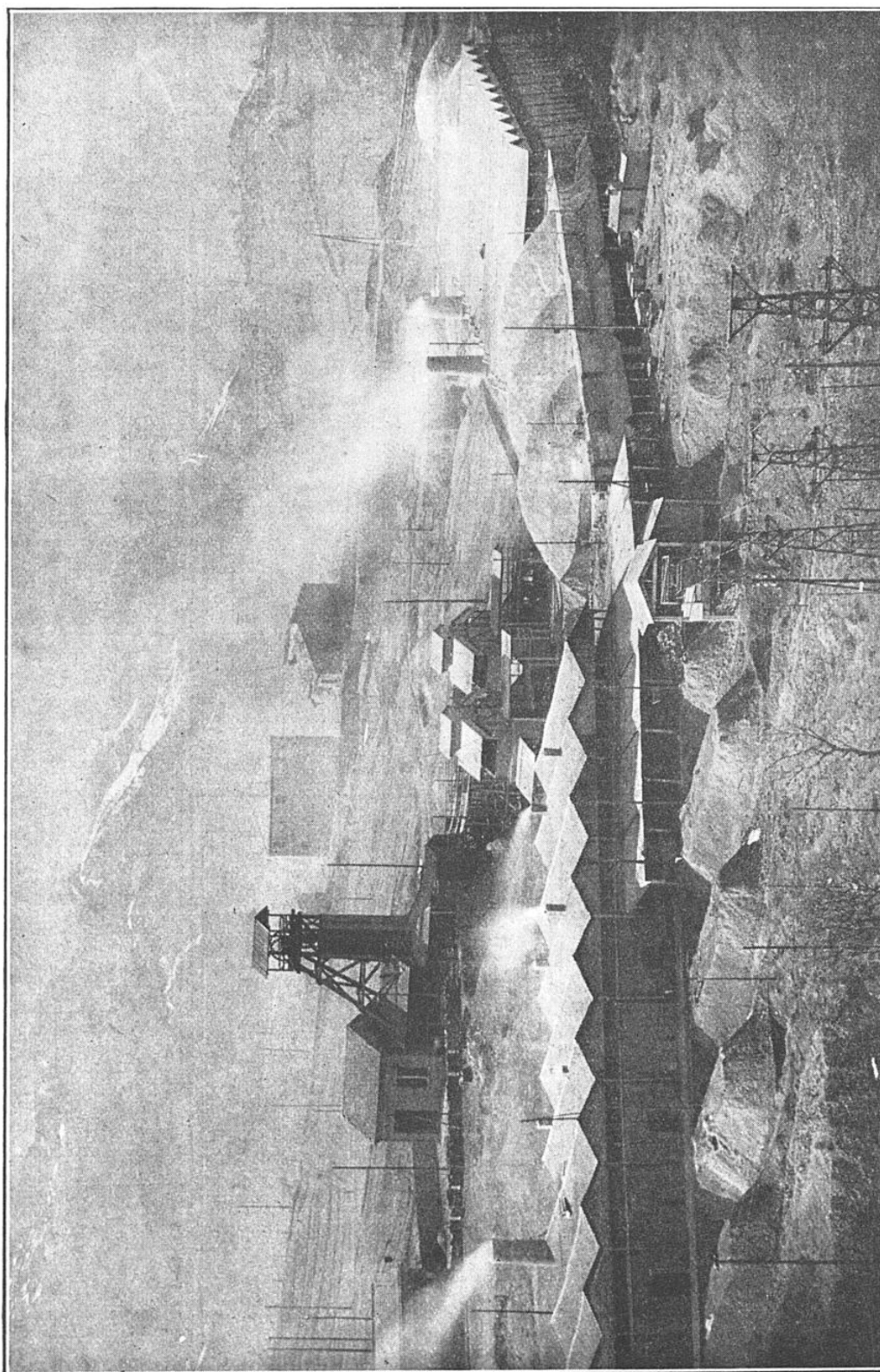


FIG. 4. — VOICI UNE VUE GÉNÉRALE DES USINES DE TRAITEMENT ET DE RAFFINAGE DE MINÉRAIS DE SOUFRE, A PERTICARA
Cette industrie extractive, qui est particulièrement importante en Italie, a sensiblement développé sa production au cours de ces dix dernières années.

Les principaux marchés pour l'exportation italienne des soieries sont : la Grande-Bretagne, la Suisse, la France, l'Égypte, l'Inde britannique, les Indes orientales néerlandaises, l'Argentine, les États-Unis.

L'industrie de la *soie artificielle* italienne ou « rayon » (1) est une des plus importantes du monde. Sa production représente 15 % de la production mondiale.

Il existe 33 sociétés productrices et transformatrices de soie artificielle, qui occupent environ 20.000 ouvriers.

La vente est contrôlée par un consortium national. La production italienne, qui était de 2.593.000 kilogrammes en 1922, est passée, en 1931, à 34.585.000 (production mondiale : 232.200.000). L'année 1932 a marqué une notable régression avec 32.071.000 kilogrammes ; mais une reprise très sensible a été enregistrée en 1933.

La plus grande partie de la soie artificielle italienne est produite, par le procédé de la viscose, en Lombardie et en Piémont.

L'Italie occupe la première place parmi les pays exportateurs de soie artificielle, comme le montre le tableau ci-dessus.

L'Allemagne est le principal client de l'Italie pour les filés de soie artificielle (1 % du commerce d'exportation) ; viennent ensuite la Chine, l'Inde britannique, la Suisse, l'Espagne. Les principaux marchés de vente des tissus sont : la Grande-Bretagne, les Pays-Bas, les Indes britanniques, l'Égypte, les États-Unis, l'Argentine.

L'invasion de tous les marchés par les produits japonais, qui constitue une inconnue très grande pour l'avenir de l'exportation de la soie artificielle italienne, nécessite des accords entre producteurs et une sévère rationalisation de la production en vue de diminuer les prix de revient.

Le chanvre, le lin, le jute sont l'objet d'une importante activité industrielle et donnent du travail à environ 45.000 personnes.

L'industrie chimique

Ce n'est que depuis peu de temps que l'Italie se consacre à cette nouvelle branche de la production ; elle a déjà obtenu des résultats enviables et se classe maintenant

(1) « Rayon » est l'appellation en Italie de la soie artificielle.

au cinquième rang des pays à grande industrie chimique, après les États-Unis, l'Allemagne, l'Angleterre et la France.

Dans la fabrication de certains produits, tels que l'acide sulfurique, les engrais, la soude électrolytique, les acides nitriques et boriques, l'Italie a réalisé des progrès considérables. Dans d'autres branches, le brome, l'iode, les engrais azotés, les dissolvants pour peinture, la crise n'a même pas ralenti la production et elles sont devenues d'une importance primordiale pour l'activité du pays.

Le développement de l'industrie des produits pharmaceutiques a été particulièrement important dans les dix dernières années. L'Italie possède 1.000 fabriques employant près de 10.000 personnes. L'Amérique

centrale et méridionale sont, pour cette branche, des clients importants.

L'industrie de la chapellerie, dans ses deux grandes branches : chapeau de feutre et chapeau de paille, tient une place de choix dans la Péninsule.

Cent vingt établissements, occupant 16.000 personnes, s'adonnent à l'industrie du chapeau de feutre ou de laine ; le chapeau de paille ou de copeau est fabriqué par 180 établissements occupant environ 5.000 ouvriers.

Le chapeau italien est vendu dans le monde entier. Au cours des deux années 1930-1931, l'industrie de la chapellerie (y compris les bérets et les casquettes) a exporté pour près de 400 millions de lires par année.

Les principaux débouchés sont les États-Unis et les Grande-Bretagne.

L'industrie des instruments d'optique est une activité plusieurs fois séculaire en Italie et de grands savants ont contribué à lui donner son essor : Galilée, Campani, Divini, Mossotti, Santini, etc.

On compte dans la Péninsule plus de 200 établissements ou ateliers pour la construction d'appareils d'optique et d'instruments de précision, occupant 4.000 ouvriers. Douze fabriques emploient à elles seules 70 % du total de la main-d'œuvre. Le capital investi atteint 80 millions et la production annuelle peut être évaluée à plus de 160 millions de lires.

Les fabriques les plus importantes se trouvent à Florence, Milan, Gênes, Rome. La

PAYS	1931	1932
	Millions de kg	Millions de kg
ITALIE	22,5	18,8
FRANCE	8,9	8,6
PAYS-BAS	10,1	8,3
ALLEMAGNE	7,0	7,5
GRANDE-BRETAGNE.	4,1	6,8

TABEAU DE LA PRODUCTION DE SOIE ARTIFICIELLE DANS LES GRANDS PAYS EUROPÉENS

fabrication de la lunetterie est concentrée dans le Cadore et dans les provinces de Varèse et de Côme.

L'art du verre a aussi, en Italie, de très anciennes origines. Dès le XI^e siècle, il est florissant à Murano (Venise). Cette industrie compte aujourd'hui 500 établissements occupant 20.000 personnes.

Elle produit les types les plus variés de la verrerie : verre blanc, neutre et cristal, verrerie artistique, verroterie et perles de

industriel à l'électrotechnique moderne. La première centrale électrique d'Europe fut créée à Milan en 1882 ; l'installation Tivoli-Rome en 1888, celle de Paderno d'Adda en 1896 sont parmi les premières grandes expériences de transport de force.

Aujourd'hui, les lignes de 130.000 volts y sont devenues communes et on installe des lignes de 220.000 volts.

La puissance hydraulique disponible est évaluée théoriquement à environ 240 mil-

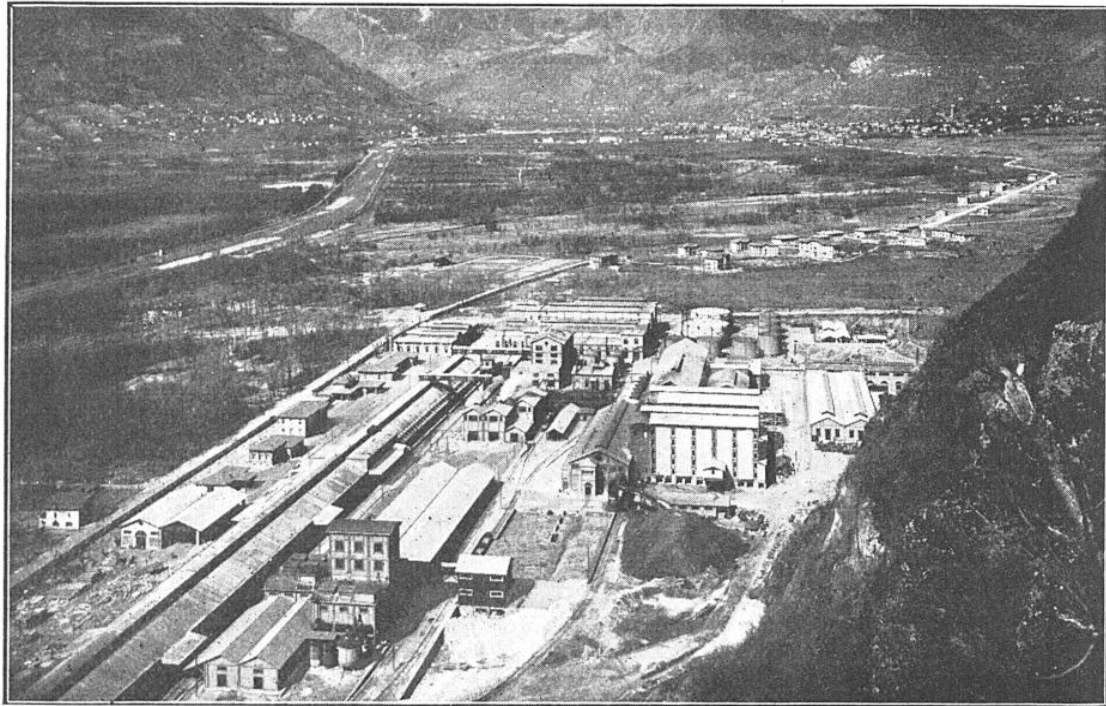


FIG. 5. — VUE GÉNÉRALE DES USINES « MONTECATINI », A SINIGO, POUR LA FABRICATION DE L'AMMONIAQUE SYNTHÉTIQUE ET DE SES DÉRIVÉS

verre, miroirs et vitres décorées, vitres, bouteilles diverses, isolateurs.

Ce sont surtout la verrerie artistique, très appréciée à l'étranger, la verroterie qui font l'objet d'exportations importantes.

L'industrie électrique

C'est là une activité qui n'intéresse que l'Italie elle-même, mais dont l'importance pour l'industrie est considérable dans ce pays très pauvre en charbon. L'électricité, c'est de la force à la portée de tous ; aussi s'est-on efforcé de développer sa production au maximum.

L'Italie est un des premiers peuples européens qui ait donné un développement

liards de kilowatts-heure par an. En fait, la production d'énergie hydroélectrique dépasse largement 10 milliards de kilowatts-heure.

Un des aspects caractéristiques de l'évolution de l'industrie hydroélectrique est la création de grandes liaisons entre les différentes installations.

On a groupé en *système* des centrales, des lignes de transport et de distribution. On compte dix systèmes : le Gilmentais, le Lombard, le Ligure, celui de l'Adamello, celui de la Vénétie Tridentine, l'Adriatique, celui de la Toscane et du Latium, celui de l'Italie Centrale, le Méridional, le Sicilien et le Sarde. Chaque département comporte,

en général, une direction unique ; il travaille sur un territoire déterminé.

Les systèmes sont reliés entre eux de façon à permettre la liaison des ensembles alpins, riches en été et pauvres en hiver, avec les ensembles des Apennins qui ont des caractéristiques inverses.

Grâce à la grande ligne de 220.000 volts Gardano-Cislago, il pourra y avoir des échanges entre les ensembles alpins oriental et occidental et, ainsi, par l'effet des liaisons avec l'autre système, les grandes ressources de la Vénétie Tridentine pourront être utilisées dans l'Italie septentrionale et dans une grande partie de la zone adriatique.

De nombreux et importants tronçons de ligne sont en projet, grâce auxquels va se constituer peu à peu un réseau national unique de distribution de l'énergie électrique.

On évalue à 70.000 kilomètres la longueur actuelle des lignes de transport de l'énergie et les réseaux à haute tension.

Les installations thermoélectriques

L'Italie compte un certain nombre de centrales thermiques de grandes puissances : Gênes, Livourne, Naples, Plaisance, Turbigo (Milan), et Porto Marghera (Venise), qui, grâce à certaines conditions favorables (facilité d'approvisionnement en combustible), ont un prix de revient qui leur permet de concurrencer la production hydroélectrique.

A Valdarno, une centrale utilise de la lignite italienne, et à Larderello (Pise), une autre emploie la vapeur naturelle fournie par des exhalations productrices de borax.

La puissance totale des installations thermoélectriques dépasse largement 800.000 kilowatts-heure.

D'un peu plus de 4,5 milliards de kilowatts-heure en 1922, la production d'énergie

électrique est passée à environ 9 milliards en 1927, à près de 10 milliards en 1931 et à plus de 10 milliards en 1932.

Le gouvernement italien s'est assigné comme but l'électrification des voies ferrées, déjà en partie réalisée d'ailleurs, et la diffusion toujours plus large de l'énergie électrique sur le territoire. L'heure n'est pas éloignée où il ne restera que très peu de communes dépourvues d'électricité.

Telle est la vue d'ensemble que nous nous proposons de donner de l'industrie italienne.

Lors de l'avènement du régime fasciste, sa situation était précaire ; des conflits incessants entre employeurs et salariés étaient une cause de troubles graves ; l'atmosphère chargée d'inquiétudes dans laquelle vivait la Péninsule était peu propice à un essor de la production.

Le fascisme est venu, et avec lui, l'ordre et la confiance dans l'avenir. La situation a été presque aussitôt retournée. Avec le sens aigu des réalités qui caractérise son action, M. Mussolini a su, d'une part, accélérer la production dans toutes les branches anciennes de l'industrie et, d'autre part, encourager le développement des industries

nouvelles. Il a ramené la concorde entre employeurs et salariés, et l'organisation du travail qu'il a réalisée frappe par sa nouveauté et son opportunité. On peut dire, sans être taxé d'exagération, que les efforts de l'Italie nouvelle ont été couronnés de succès.

Le fascisme a voulu que l'Italie produise la plus grande partie de ce dont elle a besoin ; il a voulu aussi créer un important courant d'exportations pour permettre au pays de payer les matières premières qui lui font défaut. En 1932, ce résultat était atteint et la balance commerciale se présentait en équilibre.

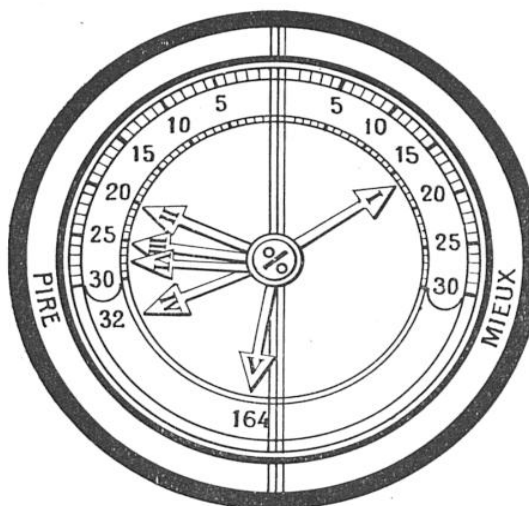


FIG. 6. — UN CURIEUX « BAROMÈTRE » DE L'ACTIVITÉ ÉCONOMIQUE ITALIENNE

Le grand cadran de ce « baromètre » représente la comparaison en « pour cent » du mois de février 1934 avec le même mois de l'année 1928, époque de la grande prospérité industrielle. La flèche n° 1 est celle de la production de l'acier, en milliers de tonnes (c'est dans ce seul domaine qu'on enregistre un accroissement, ce qui est tout à fait remarquable eu égard aux circonstances) ; la flèche n° 2 se réfère aux exportations (en millions de lires) ; la flèche n° 3, aux cours des actions (en % du capital versé) ; la flèche n° 4, au tonnage transporté par les chemins de fer (en milliers de tonnes) ; la flèche n° 5, au chômage (en milliers de chômeurs).

La continuation de la dépression mondiale n'a pas permis de maintenir cette situation favorable. Un nouvel effort est nécessaire. Le gouvernement, par les mesures sévères qu'il vient d'édicter, s'y emploie avec toute l'énergie dont on le sait capable.

L'Italie s'attache de nouveau à abaisser ses prix de revient, de façon à se présenter en bonne posture sur le marché mondial. La tâche, certes, est difficile. De grandes nations industrielles, les Etats-Unis, l'Angleterre, ont estimé résoudre le problème par des

s'élever des barrières douanières que la politique des contingentements a rendues presque infranchissables. Chaque pays veut se suffire à lui-même; s'il désire vendre à l'étranger, il ne voudrait rien lui acheter. De telles pratiques, si elles sont susceptibles d'apporter un soulagement momentané aux économies nationales, ne peuvent, dans l'avenir, que se révéler génératrices de ruines. L'Italie l'a bien compris et ses efforts tendent, par des accords limités, à ouvrir, à nouveau, des débouchés à son industrie.

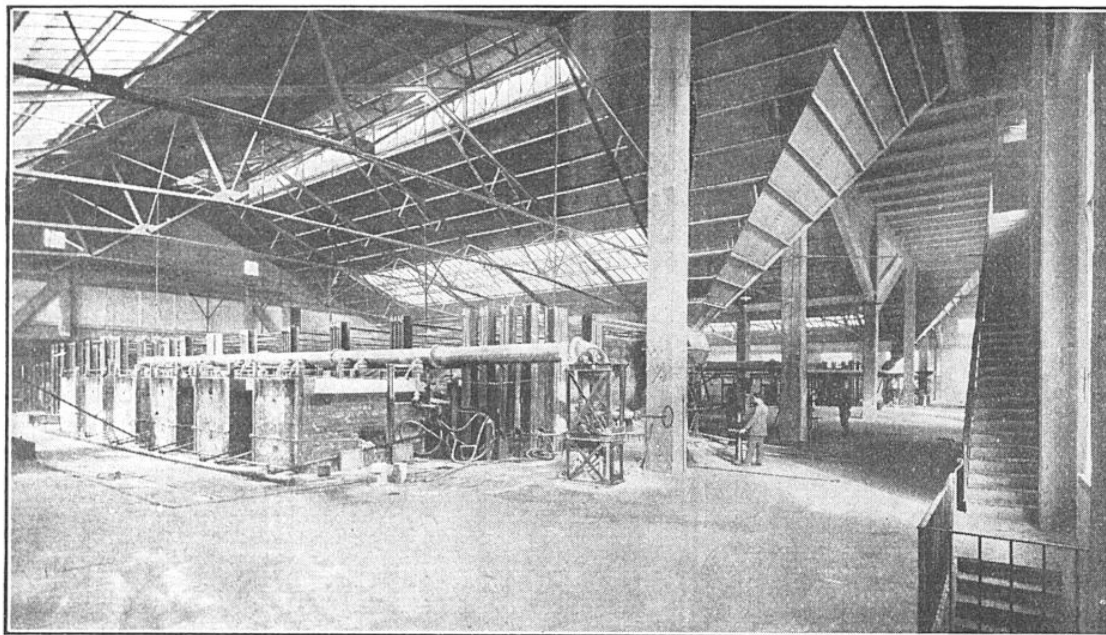


FIG. 7. — LES FOURS DE CUISSON ET LEURS TRÉMIES DE CHARGEMENT DANS UNE DES PLUS IMPORTANTES VERRERIES ITALIENNES, A PORTO MARGHERA, PRÈS DE VENISE

solutions de facilité. Elles ont dévalué leur monnaie, les livrant, ou à peu près, aux caprices de la spéculation. D'autres nations ont suivi, et, hier encore, la Tchécoslovaquie ne pouvait résister à l'attrait d'une manipulation monétaire.

M. Mussolini a adopté des solutions d'une orthodoxie financière plus sûre. A la faillite, car il faut appeler les choses par leur nom, il a préféré, conscient de l'absolue nécessité du maintien de l'étalon-or, une vigoureuse politique de déflation. C'est une partie décisive qu'il vient d'engager.

Mais le problème des prix n'est qu'un des aspects de la grave question des échanges. Rien ne sert de produire, même à très bon compte, si l'on ne peut vendre. La crise actuelle a vu partout dans le monde

Déflation farouche des prix, recherche de débouchés par des accords commerciaux, tels sont les deux principaux moyens que l'Etat italien met en œuvre pour redonner à l'industrie sa vitalité. La progression de la production et des exportations, arrêtée depuis 1930, doit reprendre sa marche en avant dès que le ciel économique sera à nouveau redevenu serein. L'industrie italienne est maintenant outillée; elle possède une main-d'œuvre abondante et qualifiée. Si le présent est encore lourd de difficultés, l'avenir doit être plus favorable. Pour réussir, il faut vouloir et vouloir longtemps: le gouvernement de M. Mussolini a déjà prouvé, en maintes occasions, que c'était là une de ses principales qualités.

BERNARD PUJO.

NOTRE ARMÉE DE L'AIR AURA-T-ELLE DES AVIONS-CANONS ?

Par José LE BOUCHER

La rénovation de l'aviation militaire française — présentement plus riche en quantité qu'en qualité — va incessamment être entreprise, grâce aux crédits extraordinaires accordés récemment par le Parlement au ministère de l'Air (900 millions de crédits extraordinaires sans compter les crédits budgétaires normaux). Cette réorganisation pose des problèmes délicats, tant en raison des missions très diverses qui incomberont, en cas de conflit, à notre armée aérienne, que du fait de l'évolution rapide de la technique de l'avion. Il convient, en effet, d'établir un programme de construction tel que notre défense aérienne soit désormais assurée par des appareils ultra-modernes et munis de tous les perfectionnements aujourd'hui consacrés, tant en ce qui concerne les cellules et les moteurs que l'armement, en un mot, par des avions qui ne soient pas susceptibles d'être aisément surclassés, au moins dans les années qui vont suivre. A cet égard, il convient préalablement de trancher le débat qui s'est institué chez les techniciens, entre les partisans de l'avion monoplace de chasse et les tenants des multiplaces de combat. L'un des éléments qui domine ce débat capital réside incontestablement dans les espoirs qu'on peut fonder sur l'efficacité offensive du monoplace-canon. Comme on le verra dans l'article qui suit, en dépit des solutions ingénieuses auxquelles ont conduit les études poursuivies depuis plusieurs mois, l'utilisation de l'avion-canon n'est pas sans soulever de sérieuses objections, qui tiennent particulièrement à la difficulté de ménager à cet engin un tir suffisamment précis, surtout aux vitesses énormes auxquelles se dérouleront désormais les combats aériens, et à une distance de l'adversaire telle que le chasseur « au canon » puisse prendre sur le multiplace ennemi l'avantage décisif qui déterminerait l'adoption incontestable de ce type d'appareil. En tout état de cause, les essais entrepris doivent être activement poussés : l'expérience seule dira si le « monoplace à moteur-canon » possède les qualités requises pour constituer l'un des éléments essentiels d'une armée aérienne vraiment moderne.

L'avion-canon pendant la guerre

MIL NEUF CENT TRENTE-CINQ sera-t-elle l'année où les canons seront couramment montés sur les avions ? Il y a tout lieu de le croire. Les efforts effectués dans ce sens sont considérables en Allemagne, en Angleterre, en Italie, en France et en U. R. S. S.

L'idée n'est pas du tout nouvelle. Nous avons eu déjà, pendant la guerre, des canons sur avions. Les « anciens » se rappellent la célèbre escadrille des « Voisin-canons », qui fit merveille à Dunkerque. Un canon de 37 $\frac{m}{m}$ était monté sur la tourelle avant (1). Quelques essais ont été faits, croyons-nous, pour monter des 47 $\frac{m}{m}$. Il nous semble bien que le capitaine Rabatel fut un de ceux à qui l'on confia l'un des appareils ainsi équipés. Rappelons que les « Voisin-canons » étaient des biplaces. Le

(1) Il est impossible de parler de montage sur avions sans rappeler ici la part prise dans cette délicate opération par Gabriel Voisin et les deux frères Faure, dont l'un devait se tuer, d'ailleurs, à Issy-les-Moulineaux en essayant un des « Voisin-canons ».

pilote ne s'occupait donc en rien du service de la pièce. Il devait simplement amener son appareil en position de tir. Le mitrailleur, ou le bombardier — appelons-le comme on voudra — faisait le reste : il chargeait et il tirait. Bien entendu, la pièce tirait coup par coup. Nous ne croyons pas qu'aucun avion allemand ait jamais été abattu par les 37 $\frac{m}{m}$ des *Voisin* de l'époque. Au demeurant, leur mission était d'abord de tirer au canon sur des objectifs fixes. A cet égard, on peut dire que l'escadrille fit de l'excellent travail, si l'on tient compte du matériel qui était confié aux aviateurs d'alors.

La lenteur des *Voisin* devait les exclure du front dans le cours de l'année 1917. Le canon de 37 $\frac{m}{m}$ disparut ; mais, quelques mois plus tard, il faisait une réapparition triomphale. C'était sur le front des Flandres.

Un jour, sur le coup de midi, un *Spad* apparût sur le terrain de Saint-Pol. Ses dimensions, quelques détails le distinguaient nettement des *Spad* du type courant. Après quelques évolutions, l'appareil piqua vers

la mer et l'on entendit un coup de canon.

Une exclamation jaillit de toutes les bouches d'aviateurs réunis sur le terrain : « C'est Guynemer avec son canon ! »

C'était, en effet, lui, sur l'appareil dont il rêvait depuis plus d'un an, et que les maisons Hispano et Spad avaient exécuté presque entièrement sur ses indications. Pour la première fois au monde, un monoplace était équipé d'un canon.

Quelques mois après, on devait confier à Nungesser, puis à Fonck, un autre exemplaire de cet appareil. C'est avec Nungesser que nous avons pu nous rendre compte de très près des avantages et des inconvénients de ce type de machine.

Le canon, un 37 $\frac{m}{m}$, était logé dans le V constitué par les cylindres du moteur. Il tirait à travers le réducteur sur lequel était fixé le moyeu de l'hélice. Le pilote avait à côté de lui un petit magasin à projectiles. Il devait ouvrir sa culasse, prendre un projectile — c'étaient des boîtes à mitrilles, — charger, verrouiller sa culasse et, quand il était en position de tir, appuyer sur une gâchette comme s'il s'agissait d'une mitrailleuse. Mais avec cette différence que, si le projectile manquait son but, toute la série des opérations de chargement décrites plus haut était à recommencer.

Durant ce temps, malgré tout assez long, le pilote du monoplace-canon se trouvait totalement désarmé (1).

La puissance, l'efficacité de l'obus tiré compensait-elle l'absence de densité de feu permise par les mitrailleuses synchronisées? Certainement pas. La portée du projectile devait permettre, en principe, de tirer de bien plus loin qu'avec une mitrailleuse. Dans la pratique, cet avantage nous a paru se résumer à peu de chose à l'époque. Les grands chasseurs, dotés de monoplaces-canon, tiraient certes de plus loin qu'avec leurs mitrailleuses, mais cette distance ne les mettait pas du tout hors de portée du feu des mitrailleuses adverses.

Quand on ne pouvait tirer que projectile par projectile et que la quantité de ceux-ci était fatalement limitée, il était indispensable de ne confier cette arme qu'à des pilotes ayant au moins quelques chances de ne pas

tirer « dans le bleu ». C'est pourquoi le monoplace-canon, entre 1917 et 1918, ne fut qu'une arme d'exception.

Puisque nous examinons ce qui a été fait dans le domaine du canon entre 1914 et 1918, disons qu'à notre connaissance du moins ni les Anglais ni les Allemands n'utilisèrent de pièces autres que mitrailleuses légères et lourdes, c'est-à-dire de calibres allant de la petite Lewis jusqu'à la grosse Vickers de 11 $\frac{m}{m}$. Les Maxim et les Parabellum équipèrent tous les avions allemands, y compris les *Gotha*. Seuls, leur calibre et leur nombre ont varié (1).

Le problème de l'utilisation de l'avion-canon

La mise au point relativement récente des canons automatiques (2), grosses mitrailleuses dont le calibre peut atteindre 40 $\frac{m}{m}$ et qui sont susceptibles de tirer des obus explosifs à une cadence relativement rapide (300 par minute), a posé à nouveau, dans toutes les aéronautiques du monde, le problème de l'avion-canon. On peut voir, on a vu, de nombreuses photographies, parues dans des magazines anglais, où l'on distingue des canons de 37 $\frac{m}{m}$, ou d'un calibre approchant, montés sur une tourelle avant, comme cela a été représenté sur la couverture du présent numéro.

En Allemagne, sur les deux *Dornier Do. X* qui ont été livrés aux Italiens, il y a quelques années, des emplacements ont été prévus pour la mise en place de canons sur tourelles.

A la vérité, pas plus en Angleterre qu'en Allemagne et qu'en Italie, on ne semble avoir obtenu des résultats très nets. S'il en est autrement, il faut dire que le secret a été bien gardé. On reste perplexe en tout cas, on l'avoue, sur l'utilisation des canons montés sur les tourelles des appareils anglais tels que l'image nous les montre. On ne manie pas à bras d'homme une tourelle dotée d'un canon de 37 $\frac{m}{m}$ comme une tourelle de mitrailleuse, même jumelée. En outre, étant donné les vitesses couramment réalisées aujourd'hui par certains avions (300 kilomètres à l'heure et plus), on imagine difficilement le maniement d'une tourelle quand le tube d'un canon de 37 $\frac{m}{m}$ est exposé presque en entier au vent relatif.

Aussi, en France, les divers constructeurs qui se sont occupés de la question ont-ils

(1) En 1918, on signala, sur des multiplaces allemands, le montage de canons Baeker, mais sans qu'on ait pu effectivement, du côté allié, s'assurer que ces pièces eussent été utilisées normalement.

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

(1) A moins que sur le monoplane-canon, on ait maintenu les deux mitrailleuses synchronisées, ce qui était le cas pour l'appareil de Guynemer. C'est ce qui fait dire, d'ailleurs, au grand as, quand on lui demandait avec quoi il avait abattu son adversaire, qu'il n'en savait rien, parce que, disait-il, il avait tiré avec « tout », au canon et avec ses mitrailleuses. Mais le poids du monoplace ainsi équipé avait incité d'autres pilotes à se priver des mitrailleuses.

cherché simplement à monter un canon à poste fixe dirigé suivant l'axe de l'avion.

Les différentes solutions possibles

Ce montage peut, évidemment, se faire de plusieurs façons :

1° A l'avant du fuselage dégagé à cet effet et sur le fuselage, à la condition que moteur et hélice aient été reportés vers l'arrière.

C'est la formule réalisée sur l'avion

C'est incontestablement la solution la plus rationnelle, — si on parle de monoplace, bien entendu — parce qu'elle permet de faire porter tous les efforts du canon par le bâti-moteur, ce qui évite d'alourdir l'appareil par l'adjonction de pièces de support nouvelles.

Deux maisons se sont lancées dans ce genre de construction : Farman, qui a établi un avion-canon actuellement en

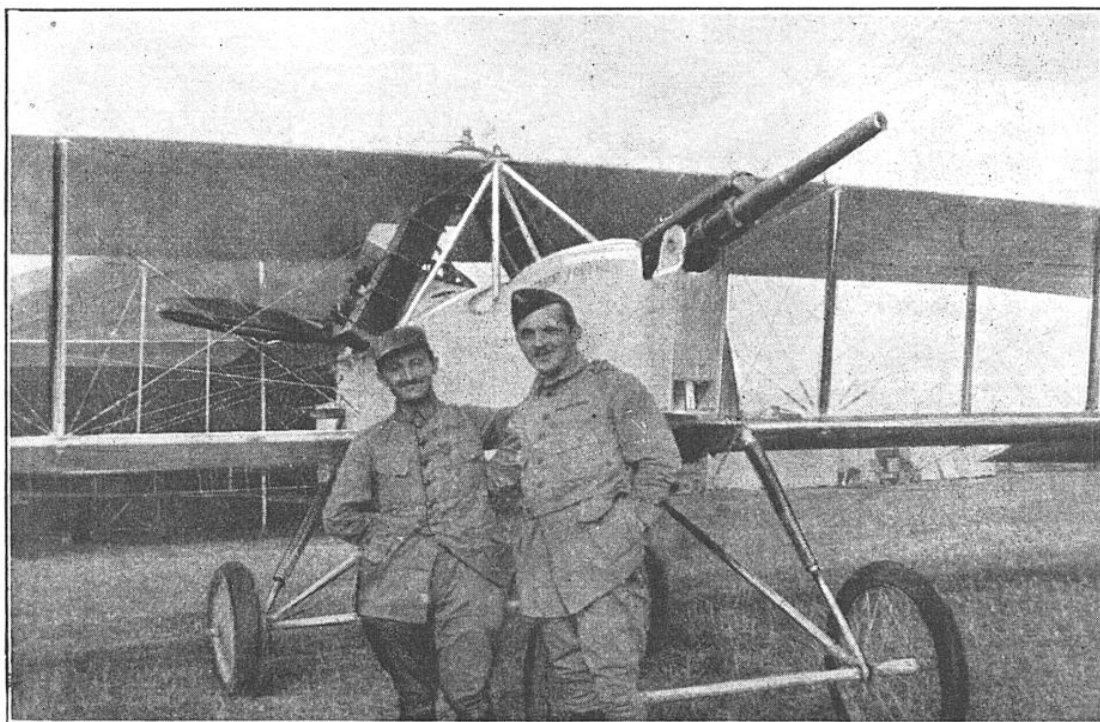


FIG. 1. — L'ANCÊTRE DE L'AVION-CANON : UN BIPLAN « VOISIN » DE 1915, ÉQUIPÉ AVEC UN CANON DE 37 ^m/_m TIRANT A L'AVANT, L'HÉLICE ÉTANT A L'ARRIÈRE DE LA CARLINGUE

On aperçoit, à droite et contre l'appareil, le célèbre aviateur de guerre Frantz.

Hanriot 110. Deux fuselages, une hélice propulsive, telles sont les lignes générales de l'appareil.

La bonne stabilité, la bonne accessibilité du canon font de cette machine un prototype curieux. Mais l'originalité de cette formule, l'hélice propulsive en particulier, n'est pas très rassurante en cas de capotage ou de mise en pylône ;

2° Une deuxième solution consisterait à monter un canon comme une mitrailleuse synchronisée. Il ne semble pas qu'aucun constructeur l'ait retenue ;

3° Une troisième solution conduit à monter le canon sur le moteur, le tube débouchant à travers le moyeu de l'hélice.

essais, et Hispano, qui a réalisé un moteur-canon susceptible d'être monté sur des cellules d'avions monoplaces les plus divers.

Une cellule *Nieuport*, de ce canon, est déjà équipée ; un *Devoitine* également.

Le moteur-canon « Hispano »

L'amabilité de la maison Hispano devait nous permettre récemment d'assister à un spectacle aussi pittoresque qu'intéressant. C'était dans le vieux fort de Saint-Cyr, loué à la célèbre maison de moteurs, qui en a fait une poudrière, une armurerie, un stand de tir. Par de longs couloirs, on s'enfonce dans les profondeurs relatives du fort. Le spectacle fait instamment penser à Danrit, au

Danrit de *La Guerre de forteresse*, de *La Guerre en ballon*, avant d'être l'héroïque Driant du bois des Caures.

Le contraste est étrange entre l'atmosphère, le cadre de ces longs couloirs souterrains et le spectacle que nous allons voir, un moteur-canon. Dans une casemate éclairée à l'électricité, où l'on ne distingue tout d'abord qu'une table surchargée de petits obus, nous découvrons tout à coup le monstre tapi dans un coin. C'est le moteur-canon. Il est fixé au sol sur un ber-

l'hélice est fixée sur le réducteur. C'est par le réducteur et le moyeu creux de l'hélice que sortent les projectiles. C'est donc strictement le tir axial qui a été réalisé. Avec des mitrailleuses synchronisées, le pilote tire à travers l'hélice. Avec le canon, la synchronisation disparaît. Le pilote tire à travers l'axe du moyeu de l'hélice.

Le moteur réalisé est un « Hispano 12 Y Crs », dont voici les caractéristiques :

Puissance, 860 ch ;
Régime, 2.400 tours-minute ;

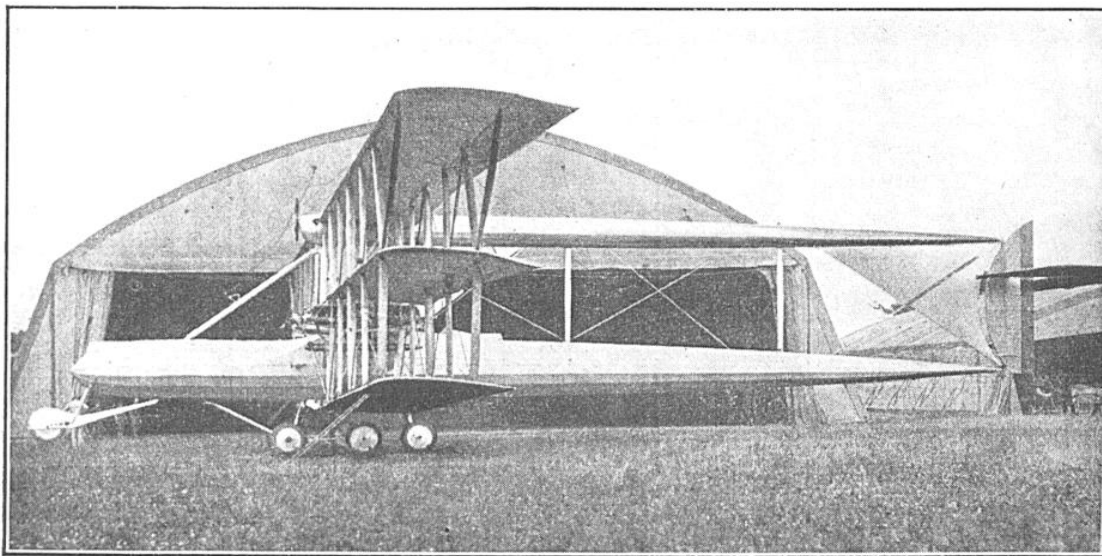


FIG. 2. — UN AUTRE PRÉCURSEUR DE L'AVION-CANON MODERNE : LE TRIPLAN « VOISIN » (1917) SUR LEQUEL AVAIT ÉTÉ MONTÉ UN CANON DE 75 $\frac{m}{m}$

Cet appareil, qui était muni de moteurs développant 1.000 ch, était encore en cours d'essais à la fin de la guerre : il ne put donc être effectivement utilisé au cours des opérations.

ceau d'acier. Le nez du moteur est collé au mur. Dans ce mur, un orifice nous permet de découvrir, dans l'alignement, un stand de tir souterrain, long de 120 mètres. La partie supérieure du stand est mise en communication avec l'air libre par de larges cheminées, afin de fournir l'aération nécessaire.

Au premier regard, le moteur-canon Hispano rappelle, dans ses grandes lignes, le célèbre 220 ch moteur-canon de Guynemer, Fonck et autres très grands as de la chasse.

Le canon est disposé dans le V formé par les deux rangées de cylindres. L'extrémité avant du canon est rigidement fixée d'une part au réducteur désaxé du moteur et, d'autre part, élastiquement en quelque sorte, à l'arrière du carter, afin de permettre les dilatations du métal. Bien entendu,

Puissance au niveau de la mer, 775 ch
Puissance à 4.000 mètres, 860 ch ;
Nombre de cylindres, 12, disposés en V
Course, 170 ;
Alésage, 150 ;
Compression volumétrique, 5,8 ;
Cylindrée totale, 36 litres ;
Poids à vide, avec le canon et les projectiles, 523 kilogrammes.

L'arme

Le canon choisi par la maison Hispano est du type 20 $\frac{m}{m}$ « Oerlikon », mais il a subi les modifications importantes dont nous avons parlé. En particulier, il a été alésé de telle sorte que son calibre a été quelque peu augmenté

Les caractéristiques générales de l'arme sont les suivantes.

Calibre, 20 $\frac{m}{m}$ environ

Vitesse initiale du projectile, 850 mètres-seconde ;

Vitesse du projectile en vol après piqué : 1.000 mètres-seconde ;

Cadence de tir, 400 ;

Poids, 48 kilogrammes

Poids du chargeur, avec 60 projectiles, 25 kilogrammes ;

Poids du projectile, 200 à 260 grammes, selon les modèles, inertes ou explosifs.

En somme, le canon adapté au moteur Hispano, avec son chargeur de soixante obus, pèse à peu près le poids de deux mitrailleuses Vickers avec leur charge réglementaire. Il est très important de souligner que le canon automatique Hispano fonctionne avec une culasse à verrouillage par inertie (1).

Il résulte de ce système que le recul encaissé par le moteur formant affût ne dépasse pas 250 kilogrammes. Tout un dispositif de « sûretés », de bloquages, empêche le chargement superposé de deux cartouches ou bien le tir quand un corps étranger se trouve dans la chambre à cartouches. A cet égard, la maison Hispano a poussé très loin son étude et doit en être chaleureusement félicitée. Le pilote n'a pas à craindre d'explosion prématurée, ou double, ou d'accident, même en cas de capotage, canon armé. L'armement et les réarmements qui peuvent être nécessaires sont effectués au moyen d'une installation pneumatique alimentée par un compresseur auxiliaire entraîné par le moteur.

Devant nos yeux, le moteur-canon Hispano a tiré sur un empennage métallique suspendu au bout du stand de tir, soit à 120 mètres environ : à projectiles inertes tout d'abord, à projectiles explosifs ensuite. Le premier tir nous a permis de constater un groupement des projectiles très intéressants. Le deuxième nous a montré la puissance de destruction de l'obus explosif. Il est indiscutable que le multiplace métallique qui recevrait *quelques obus* de cette nature, en quelque endroit qu'ils soient placés aurait toutes les chances du monde d'être descendu. Tout le monde, partisans ou non du monoplace-canon, doit être d'accord sur ce point, croyons-nous. Le problème qui demeure, et qui est très grave, c'est celui de savoir les chances qu'a le pilote du monoplace-canon de tirer dans le but et non, comme on dit, « dans le bleu ». Il faut bien remarquer que le chasseur doté d'un avion canon monoplace ne dispose, pour le moment, du moins, que de soixante projectiles. Un seul de ces projectiles ne suffirait pas, croyons-

1) Voir *La Science et la Vie*, n° 193, page 19.

nous, à descendre un adversaire de taille, comme le *G. 38* par exemple, sauf à toucher en particulier les empennages, mais il lui ferait indiscutablement beaucoup de mal. Personne ne discute l'efficacité de l'obus comparé à l'efficacité d'une balle de mitrailleuse, ou même d'une rafale, mais les vitesses réalisées par les appareils actuels, la difficulté d'effectuer les corrections nécessaires, posent un point d'interrogation redoutable sur l'efficacité probable du tir.

Controverse sur le monoplace-canon

Les partisans du canon, et surtout du monoplace-canon, font habilement ressortir qu'un avion est vulnérable en tous ses points à un obus, alors qu'il peut recevoir, sans être descendu, de nombreuses balles de mitrailleuses. Quand celles-ci n'atteignent pas de points vitaux, il n'y a pas de danger. Autrement dit, un avion constitue une cible beaucoup plus grande pour un obus que pour une balle. C'est entendu, mais si l'on examine la silhouette d'un de nos avions sous tous ses angles et que l'on fasse le rapport des surfaces vulnérables à la balle à la surface totale, on trouve que ce rapport est, en moyenne, d'un cinquième pour l'ensemble des positions. Ainsi peut-on dire qu'un avion donné présente une cible cinq fois plus grande à l'obus qu'à la balle pour un résultat analogue, car nous estimons que, dans le cinquième utile, une balle atteint pratiquement la même efficacité que l'obus léger.

Le deuxième gros avantage représenté par l'emploi du canon est le tir à distance. Contre un avion de combat, en fait, le multiplace bardé de mitrailleuses à champ de tir intégral, les partisans du canon déclarent qu'un chasseur muni de mitrailleuses également ne pourra rien faire. Il faut donc arriver à tirer sans être soi-même sous le feu de l'ennemi. Raisonement excellent et qui ralliera l'unanimité des chasseurs d'hier et de demain. Le canon, disent-ils, le permettra. Et, aussitôt, les champions du canon nous parlent de distance de 500 et 1.000 mètres, distance auxquelles, évidemment, ils seront tout à fait à l'abri des mitrailleuses adverses.

Avant de voir ce qu'il peut y avoir de vrai ou de faux dans ces espoirs, examinons d'un peu près le problème général du tir aérien.

Vitesse du but et vitesse du tireur

Comme chacun le sait, trois facteurs entrent en jeu dans le tir aérien : la distance, la vitesse du but, la vitesse du tireur.

Pendant la guerre, le tir aérien a été essayé sur des avions entièrement vulnérables et dotés de vitesses relativement faibles : 50 mètres-seconde au maximum en palier. Or, il était déjà bien difficile, pour ne pas dire impossible, de « toucher » l'adversaire à une distance supérieure à 100 mètres. En fait, aucun chasseur sérieux n'a jamais ouvert le feu au delà de cette distance. Et beaucoup, à des distances moindres, tiraient encore souvent « dans le bleu ». Qu'on nous en croie ! Il est vrai que les avions d'alors avaient des surfaces très inférieures à celles d'aujourd'hui.

A l'heure actuelle, les avions de renseignement et certains même de bombardement atteignent des vitesses de 80 mètres-seconde, et les avions de chasse, 120 mètres-seconde, c'est-à-dire que les vitesses courantes, par rapport à celles pratiquées durant la guerre, ont triplé.

On connaît le principe du tir-mitrailleur : le point visé est choisi sur l'axe de l'avion-but, et en avant de lui, à une distance égale à celle que parcourt cet avion pendant la durée du trajet du projectile : cette distance est la correction-but. Pour une arme donnée, elle est exactement proportionnelle à la vitesse du but.

La cadence très rapide de tir permise par les mitrailleuses fait passer un grand nombre

de projectiles au point visé dans un temps minimum. Cette cadence augmente les chances de coups heureux, donne une certaine assurance contre les causes de dispersions du tir, telles que trépidations, oscillations ; enfin, elle élimine, dans une certaine mesure, les erreurs d'estime de la correction-

but. Cette correction exige, en effet, l'estimation du tireur, qui doit apprécier la vitesse probable de l'adversaire. Cette estimation devient de plus en plus délicate à mesure que les vitesses augmentent. Le mieux est, évidemment, de faire une correction systématiquement forte. Admettons que l'on fasse passer au point visé un projectile tous les $1/10^{\text{e}}$ de seconde ; si l'objectif met plus de $1/10^{\text{e}}$ de seconde à s'écouler sur ce point, il y a des chances sérieuses pour qu'à défaut du premier, le second, le troisième coupl'atteigne.

Pendant la guerre, $1/10^{\text{e}}$ de seconde représentait 3 à

4 mètres de trajet de l'objectif ; comme chaque fuselage d'appareil mesurait de 6 à 10 mètres, il n'était pas surhumain de mettre quelques balles dans la cible à distance rapprochée, et avec une mitrailleuse dont la cadence de tir était de 600 coups à la minute.

Or, puisque les vitesses actuelles, comme nous l'avons vu, sont à peu près triples de celles de la guerre, on peut dire que les correc-

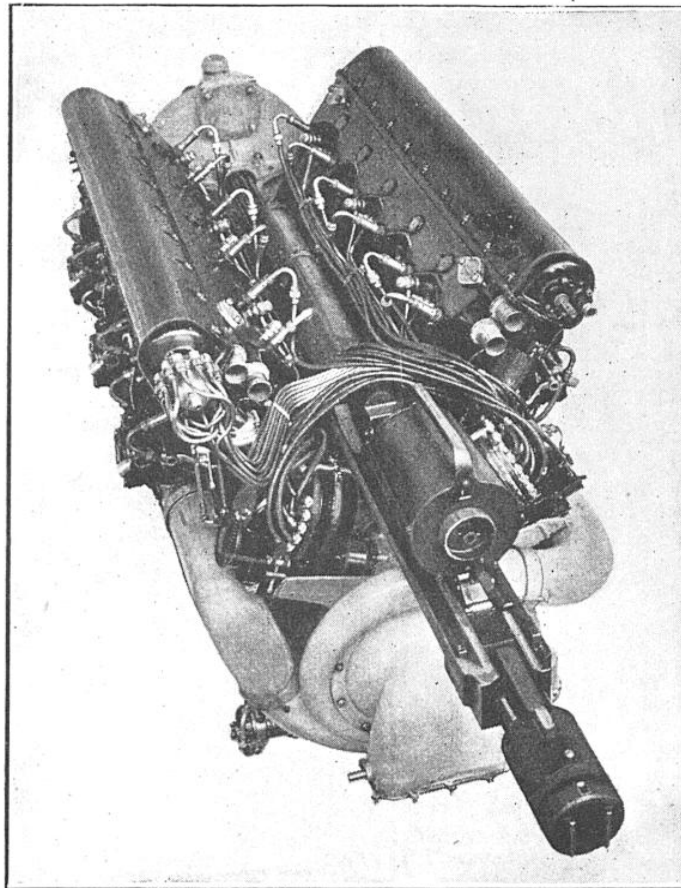


FIG. 3. - LE MOTEUR-CANON HISPANO-SUIZA, VU D'ARRIÈRE

On aperçoit le tube du canon passant entre les cylindres en V, pour déboucher à l'avant dans l'axe du moyeu de l'hélice. Le canon est un « Oerlikon » de 20 mm , dont l'armement automatique est assuré par une installation pneumatique alimentée par un compresseur auxiliaire. La culasse est à verrouillage par inertie.

tions-but et les corrections-tireur devraient être au moins triplées, sinon plus.

Dans ces conditions, ne faudrait-il pas, pour se retrouver avec les mêmes chances de succès que pendant la guerre, tripler la vitesse du projectile, de manière à ramener la correction-but et la correction-tireur aux valeurs anciennes? Si l'on songe que la vitesse initiale de la balle de mitrailleuse est de 600 mètres environ, il apparaît difficile, pour ne pas dire impossible, de tripler ce chiffre.

La vitesse initiale du projectile du moteur-canon n'est que de 835 mètres-seconde, nous l'avons vu. Mais, même si l'on obtenait des vitesses initiales infiniment plus grandes, de l'ordre de 2.000 mètres, par exemple, le problème ne serait pas résolu, puisque demeurerait l'indétermination des corrections dues à la variation des vitesses de vol et à la difficulté de les apprécier.

Il semble bien qu'une seule solution soit raisonnable : multiplier la cadence automatique par le même coefficient que les vitesses de vol. Il faudrait donc, en fait, tripler la cadence automatique de l'arme.

Or, le monoplace-canon actuel, celui qui verra demain le jour grâce au moteur-canon Hispano, ne disposera pas d'une cadence de tir supérieure à 400 coups à la minute !

Autrement dit, si cet armement doit être employé dans les mêmes conditions qu'une mitrailleuse, il fera passer par le point visé un projectile à peine tous les $1/7^e$ ou $1/5^e$ de seconde. Un appareil de 12 mètres de longueur, volant à 300 km-heure, aura donc le temps de passer entre deux coups. Les chasseurs, qui, eux, atteignent le 400 à l'heure, auront le temps de passer au moins deux fois !

Dans ces conditions, nous restons assez sceptique sur le tir à grande distance, c'est-à-dire à 500 mètres et même moins, avec un canon dont la cadence ne saurait dépasser 400 coups-minute au maximum. Un monoplace, même de grande taille, comme les *Bréguet 412*, ou l'*Amiot*, ou le *S. P. C. A.*, ne présente, à 500 mètres, que des dimensions angulaires très faibles. On ne peut espérer le toucher, sauf à tirer d'aussi près, qu'avec une mitrailleuse et, dans ce cas, le chasseur essuiera le feu des mitrailleuses adverses, sauf à tirer, de la part de celui qui disposera d'un canon, avec une extrême précision. Les dispositifs de correction et de visée actuels le permettent-ils? Nous ne le croyons pas. Il faudrait avoir des appa-

reils très complexes, dont la manœuvre à grande vitesse, *par un pilote seul à bord*, nous paraît strictement impossible, à moins d'accepter sur l'appréciation des vitesses, des directions du vent, des approximations telles que toute correction deviendrait illusoire.

Le tir à grande distance — et, dans le domaine aérien, 500 mètres, 1.000 mètres sont des très grandes distances — nécessite des mesures préliminaires très précises, un télémétrage et un certain nombre d'opérations qui, même avec des dispositifs perfectionnés, exigent plusieurs personnes à bord, en tout cas au moins deux.

Ainsi, le canon monté sur *monoplace* n'apparaît plus déjà dans la splendeur où certains ont voulu le placer. Il y a une autre raison, nous allons voir laquelle.

Les monoplaces de chasse actuels ne se prêtent plus aux évolutions rapides

Le pilote de monoplace, entre 1914 et 1918, tenait sa supériorité du fait de la vitesse de son appareil et de sa maniabilité, ou, plus exactement, de son aptitude à la manœuvre. Nous croyons qu'il existe une nuance sensible entre les deux termes.

Il faut avoir vu les attaques menées par de très grands chasseurs, et cependant tireurs moyens, pour se rendre compte de ce que ces virtuoses exigeaient de la maniabilité de leur appareil. Passant par-dessus l'adversaire, par en dessous, le reprenant par l'arrière, après l'avoir manqué de trois quarts avant, le pilote du monoplace apparaissait réellement comme une mouche harcelant son adversaire. Tout cela pendant quelques secondes, évidemment, mais l'impression visuelle était très nette du chat jouant avec la souris. La vitesse des monoplaces *Nieuport* ou *Spad* de tous types semblait s'adapter exactement à l'aptitude de manœuvre la plus désirable.

En est-il ainsi de nos modernes prototypes d'avions de chasse? Non. La vitesse devient l'ennemie de la maniabilité en quelque sorte. Elle arrive à dépasser le maximum d'efforts compatibles avec le coefficient d'essai statique de la cellule et le maximum d'efforts compatibles avec la résistance du pilote.

Nous n'insisterons pas sur les efforts concernant la cellule, parce que les troubles physiologiques du pilote se produiront avant que la limite de résistance de la cellule soit atteinte.

De très sérieuses expériences faites en vol aux Etats-Unis, il résulte que l'accélération maximum qu'un pilote puisse supporter

dépend de la durée de l'accélération. Est-il besoin de rappeler que l'accélération est la variation de vitesse par unité de temps ?

Jusqu'à 7, 8 *g* (1), une accélération instantanée n'entraîne pas de troubles sérieux pour le pilote, mais, au delà de 10 *g*, celui-ci perd le contrôle provisoire de ses moyens.

Pour des accélérations de 5 *g*, prolongées au delà de plusieurs secondes, le pilote est totalement privé de ses moyens.

A quelles manœuvres correspondent donc ces accélérations instantanées et prolongées ?

un de nos plus modernes et des plus réussis prototypes de chasse, les *Dewoitine D 500* et *D 560*.

Supposons une pente de trajectoire de 19°. La vitesse atteinte, si l'hélice freine, sera de 329 km-heure ; si l'hélice, au contraire, tourne en moulinet, elle sera de 418 km-heure.

Sous une pente de 45°, la vitesse, dans le premier cas, hélice freinant, sera de 490 km-heure et, hélice tournant en moulinet, de 613 km-heure.



FIG. 4. — L'AVION MONOPLACE « MORANE-SAULNIER » A MOTEUR-CANON HISPANO

On aperçoit distinctement, sur cette photographie, la bouche du canon au centre de la croix formée par l'hélice : le tube de la pièce, passant entre le V formé par le cylindre, débouche dans le réducteur.

Quand, à la suite d'un piqué plus ou moins prolongé, le pilote redresse (ce qu'on appelle « faire une ressource »), il y a une accélération instantanée ; quand le pilote effectue des virages serrés et continus, des spirales, des vrilles, il y a accélération prolongée.

Comme on le remarquera, piqués, ressources, virages très serrés, spirales sont essentiellement des manœuvres courantes dans le combat, alors que, bien entendu, le looping, le tonneau et la vrille sont avant tout uniquement (sauf, et encore, dans quelques cas très rares, la vrille) des figures d'exhibition.

Voyons les vitesses que peut atteindre

(1) On désigne par *g* l'accélération due à la pesanteur, c'est-à-dire l'augmentation de vitesse, égale à environ 10 mètres (exactement 9 m 81), que subit en 1 seconde un corps tombant en chute libre.

Sous une pente de 75°, la vitesse, dans les premières conditions, sera de 570 km-heure ; dans les secondes, de 720 km-heure.

Enfin, sous une pente de 90°, les vitesses seront respectivement de 580 km-heure, et de 730 km-heure.

Or, la vitesse de « sécurité », c'est-à-dire la vitesse à laquelle on peut se livrer à toutes les acrobaties sans risquer de faire naître des accélérations supérieures à 10 *g*, atteint seulement 364 km-heure. Evidemment, il est possible, et même très probable, que des pilotes très entraînés, et très jeunes, pourront utiliser ce remarquable type d'appareil à des vitesses moyennes supérieures à 364 kilomètres, mais alors ces hommes devront le faire avec une douceur et un doigté tout à fait particuliers.

La maison Dewoitine, qui a établi, sur

cette question d'utilisation des avions de chasse, une très remarquable étude, n'hésite pas à dire — ce qui, d'ailleurs, est fort clair, après les accélérations dont nous avons parlé — que *plus la vitesse sera grande au moment d'une manœuvre, plus cette manœuvre devra être exécutée avec doigté et lenteur.*

On aboutit ainsi à cette conclusion que l'aptitude à la manœuvre varie en sens inverse de la vitesse, ce qui, en 1916, 1917 ou 1918

eût semblé proprement une absurdité. Allons plus loin. Pour ne pas dépasser l'accélération 5 g, néfaste au pilote au bout de plusieurs secondes, l'avion qui volera à 450 km-heure devra effectuer un virage dont l'angle sera de $4^{\circ},30$, ce qui donne un rayon en mètres de 325 environ. Pour une vitesse de 500 km-heure, l'angle de virage devra atteindre $3^{\circ},40$, ce qui équivaut à un rayon de 400 mètres.

Ce que nous venons de voir pour le virage serré se révèle encore plus grave dans le cas de la ressource.

À la vitesse de 364 km-heure, le pilote a une faculté totale de manœuvre pour l'incidence de la voilure, mais... mais à 450 km-heure, cette faculté est réduite à $11^{\circ},06$, et à 550 km-heure, le battement n'est plus que de $6^{\circ},67$.

Nous ne croyons pas exagérer en disant que, dans ces conditions, un pilote de chasse formé à la vieille école, ne se hasarderait jamais à faire une ressource. Oh ! non pas

que certains d'entre eux au moins, après quelque entraînement, ne fussent pas encore en état de manier le manche avec toute la délicatesse voulue et ordonnée par la nécessité, mais parce

qu'en chasse on ne mesure pas son effort avec le même doigté que sur le terrain. On nous dira qu'il s'agit justement de former une nouvelle école de chasseurs. Ceux-ci devront s'interdire de piquer à mort, de virer à la verticale, de faire deux ou trois spires

serrées pour échapper au feu de l'adversaire tout en ne s'éloignant pas de lui. Nous sommes d'accord.

Ils devront manier le manche de leur monoplace avec une extrême douceur. Nous nous demandons si, à ce petit jeu surhumain, le futur chasseur ne perdra pas son latin... sa patience... et peut-être sa vie. On peut tout apprendre certes, et surtout

à tirer à 400 ou 500 mètres, quand on se sent hors de portée du feu de l'ennemi, — ce qui devrait être, en principe, le cas avec un monoplace-canon tirant contre un multiplace muni de simples mitrailleuses, — mais si l'on doit, pour toucher, se mettre à portée de ce feu, et que l'on ne puisse, en mo-

noplace, sortir de la gerbe de l'adversaire par un ou deux virages serrés, si l'on doit s'interdire tout effet de ressource, sauf dans des conditions si limitées que l'on offrira à l'adversaire une trajectoire de choix — c'est-à-dire, en un mot, si l'aptitude à la

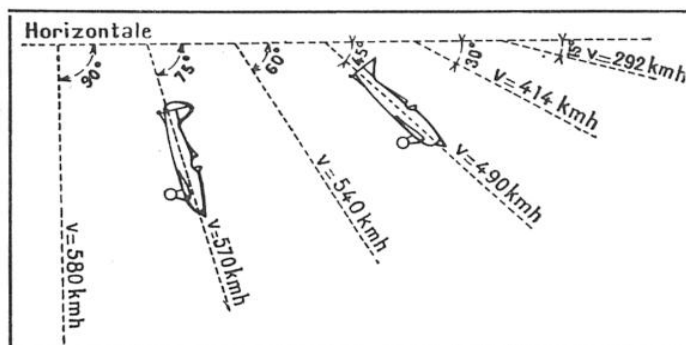


FIG. 5. — SCHÉMA MONTRANT LES VITESSES QU'ATTEIGNENT LES NOUVEAUX AVIONS DE CHASSE EN VOL PIQUÉ, LORSQUE L'HÉLICE FREINE LE MOUVEMENT

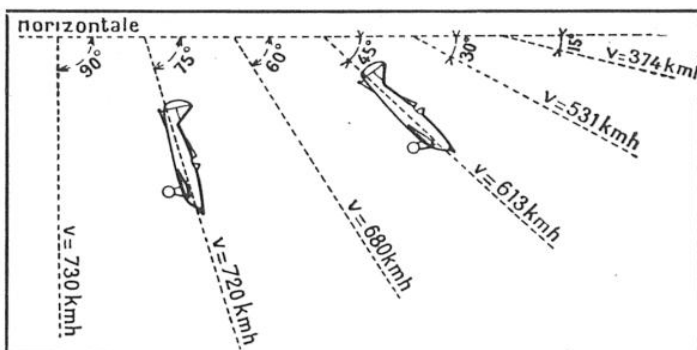


FIG. 6. — MÊME SCHÉMA QUE LE PRÉCÉDENT POUR LES VOLS PIQUÉS SANS FREINAGE D'HÉLICE

Ici, les vitesses atteintes sont énormes, puisqu'elles touchent 613 kilomètres à l'heure à 45° pour atteindre 730 kilomètres à l'heure lorsque l'avion pique à la verticale.

manœuvre est terriblement réduite, — que reste-t-il des avantages du monoplace ? Sa vitesse ! Certes, mais si son aptitude à la manœuvre est diminuée d'autant, la faiblesse de son tir, uniquement axial, apparaît flagrante.

C'était une bonne aubaine, pendant la guerre, de voir un gaillard devant soi se mettre en vrille. Il n'y avait qu'à l'attendre posément à la sortie. Sa trajectoire était tout indiquée d'avance. Avec des monoplaces aux accélérations foudroyantes, tirant

surprenant, et des conclusions techniques à tirer sur la valeur pratique du chasseur *monoplace* ? »

Avec beaucoup de sagesse, les partisans du monoplace-canon déclarent que l'attaque du multiplace ne saurait se faire avec un seul appareil. C'est toute l'escadrille des chasseurs qui piquera simultanément et tirera sur l'adversaire. Dans ces conditions, un obus ou deux devrait bien arriver à destination. Nous avouons que nous ne croyons guère à l'efficacité de ce prétendu

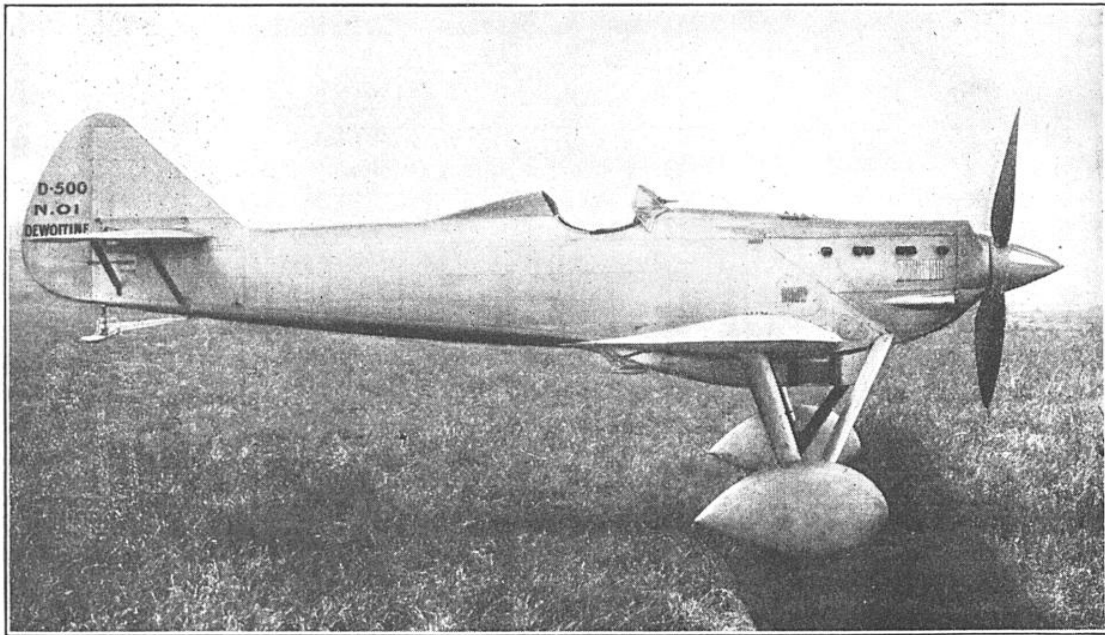


FIG. 7. — LE MONOPLANE DE CHASSE « DEVOITINE D. 500 », MOTEUR HISPANO, A COMPRESSEUR. Ce monoplace, qui représente l'un des types d'avions de chasse les plus récents et les plus rapides, est l'un de ceux qui pourraient être équipés avec un moteur-canon Hispano.

uniquement dans le sens de la marche, et à qui il sera interdit pratiquement, sauf sous les angles très faibles, de faire une ressource ou de virer, la tâche d'un appareil peut être moins rapide, mais doté d'un puissant débit de feu et d'armes multiples, sera peut-être plus facile qu'il y a quinze ans.

Il est très beau d'augmenter les vitesses et nous applaudissons bien haut aux magnifiques résultats obtenus par M. Dewoitine avec son *D. 500* ; mais, en tant qu'ancien chasseur, nous nous disons, après avoir vu l'inaptitude à la manœuvre de ces admirables monoplaces : « Voici que le zèbre rapide tend de plus à rejoindre le pachyderme quant à la difficulté des évolutions. N'y a-t-il pas là quelque chose de

arrosage. Si dix multiplaces se trouvaient collés les uns aux autres, à la manière dont l'escadrille italienne d'Udine se livre sur le terrain à des exercices de virtuosité, ce tir collectif aurait peut-être quelques chances d'être efficace. Seulement il est vraisemblable qu'aucun chasseur n'aura jamais ce régal en temps de guerre. Si, entre 1914 et 1918 on recommandait aux biplaces et autres appareils de se serrer les coudes, si l'on peut dire, devant l'attaque ennemie, c'est qu'aucun de ces appareils ne disposait précisément d'un champ de tir intégral ; nombreux étaient les angles morts. Par un croisement des feux, *A* devait donc pouvoir balayer les angles morts de *B* et réciproquement. On peut se demander aujourd'hui, où plu-

sieurs multiplaces, comme l'*Amiot* par exemple, ont des champs de tir intégraux, sans aucun angle mort, si la tactique à employer devant l'ennemi ne sera pas l'inverse de celle qui fut pratiquée pendant la guerre. Au lieu de diminuer les intervalles avec ses voisins d'escadrille, ne conviendra-t-il pas, au contraire, de les agrandir, afin d'éviter justement qu'en tirant « dans le tas », l'escadrille des chasseurs dotés de canons n'ait quelques chances de faire mouche.

Il faut remarquer, d'autre part, que le monoplace-canon ne dispose, pour le moment

du moins, que de soixante obus. Soixante obus à une cadence de 400 coups, c'est bien vite tiré. Nous entendons bien que, dans son attaque fulgurante, le chasseur ne tirera qu'une courte rafale de dix ou douze obus, par exemple. Avec des mitrailleuses, il en était de même. On ne tirait pas soixante à soixante-dix cartouches au cours d'une

attaque. Ce qui était désirable, c'était de tirer de très courtes rafales. Mais, soixante obus, cela fait dix rafales de six projectiles seulement. C'est bien peu pour des tireurs qui, sans être moyens, ne sont pas des virtuoses du tir. Ce n'est pas en disposant, en tout et pour tout, de dix rafales de six obus chacune qu'un chasseur ou qu'une escadrille de chasseurs pourra se permettre de tirer « dans le tas ». Il faudra bien plutôt tirer très soigneusement pour ne pas gaspiller des munitions que leur rareté rendra plus précieuses. On croit que la maison Hispano se dispose, s'il lui paraît nécessaire de le faire, à porter le nombre de projectiles du moteur-canon à 120, ce qui serait déjà beaucoup mieux.

Conclusion

Tout le monde est d'accord pour reconnaître la supériorité de l'obus sur la balle

de mitrailleuse au point de vue de l'efficacité ; tout le monde est d'accord pour reconnaître que le canon permettrait de tirer à une plus grande distance que la mitrailleuse, à la condition que des moyens soient offerts aux pilotes d'opérer toutes les mesures de correction convenables.

Un homme seul à bord peut-il espérer faire tout cela ? Nous ne le croyons pas. Nous pensons, au contraire, que le canon, pour donner tous les résultats qu'on est en droit d'attendre de son efficacité, devrait être « servi » par un homme disposant d'une série d'instruments de visée très au point.

Il faudrait donc monter la pièce sur un multiplace ? Pourquoi pas ? Sans doute, en raison des vitesses actuelles, le tir latéral ne sera sans doute pas possible. Des spécialistes prétendent qu'au delà de 300 kilomètres à l'heure, le projectile sortant du tube, dans le cas de tir latéral, recevrait une telle « gifle » qu'il basculerait sur sa trajectoire

et perdrait toute précision. C'est fort possible. Il faudrait donc se contenter d'un léger débattement, 15° environ sur la droite ou la gauche. Ne serait-ce pas déjà fort intéressant ?

Le monoplace-canon perd-il donc son intérêt ? Non pas. Nous le voyons, au contraire, fort bien exécuter de remarquables tirs de destruction sur des objectifs importants au sol. Un raid de monoplace-canon en territoire ennemi. Pourquoi pas ? Avouons cependant, en toute franchise, que, pour être fixé de façon précise sur les possibilités du monoplace-canon, il faudrait que le ministère se livre le plus tôt possible à des expériences en vol.

Dans un domaine aussi délicat, l'empirisme est roi. C'est à Cazaux que les partisans et les adversaires du monoplace-canon doivent s'affronter et non plus dans les bureaux.

JOSÉ LE BOUCHER.

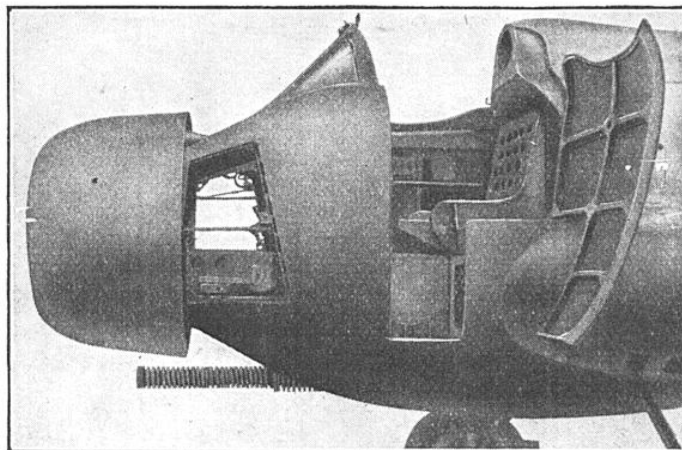


FIG. 8. — VUE EN COUPE DU POSTE DE PILOTAGE DE L'AVION MONOPLACE-CANON « HANRIOT »

On aperçoit, au-dessous de la place du pilote et à l'extérieur de l'avion, le tube du canon dirigé vers l'avant de l'appareil.

VOICI LES LAMPES GÉANTES DE 300 KILOWATTS DES PUISSANTES STATIONS DE RADIODIFFUSION DE L'EUROPE CENTRALE

L'AUGMENTATION de la puissance des émetteurs de radiodiffusion a été générale en Europe au cours de ces dernières années. De même que l'amélioration du rendement et de la qualité des émissions, elle n'a été rendue possible que par les progrès accomplis récemment dans la fabrication des lampes amplificatrices.

Les grandes stations modernes comportent plusieurs étages d'amplification ; le dernier étage, étage de puissance, est constitué généralement par de très grosses lampes montées en parallèle, d'autant plus nombreuses que leur puissance unitaire est plus faible. On a le plus grand intérêt à réduire au minimum le nombre de ces lampes ; on améliore ainsi le rendement général, tout en simplifiant le montage, par conséquent en réalisant une économie d'installation et en réduisant les risques de pannes. C'est pour cette raison que les lampes d'émission, qui ne dépassaient pas à l'origine 1.5

kilowatt, ont atteint successivement 2,5, 10, 20, 40, 60 kilowatts, etc..

A Breslau, Leipzig et Munich, les émetteurs sont équipés de lampes de 150 kilowatts, équivalentes chacune à 60 lampes de 2,5 kilowatts mises en parallèle. Königs-wusterhausen, en Allemagne, et Bisamberg, près de Vienne, en Autriche, possèdent

même des lampes de 300 kilowatts.

Ces tubes géants possèdent les mêmes organes essentiels que les lampes ordinaires des postes récepteurs : cathode à chauffage direct ou indirect, grille et anode. Mais leur construction est évidemment très différente, comme il ressort de la figure 1.

A partir d'une dizaine de kilowatts de puissance, il devient indispensable de refroidir artificiellement l'anode. En effet, la lampe, recevant de l'énergie sous forme de courant continu et en émettant sous forme d'oscillations à haute fréquence, est un trans-

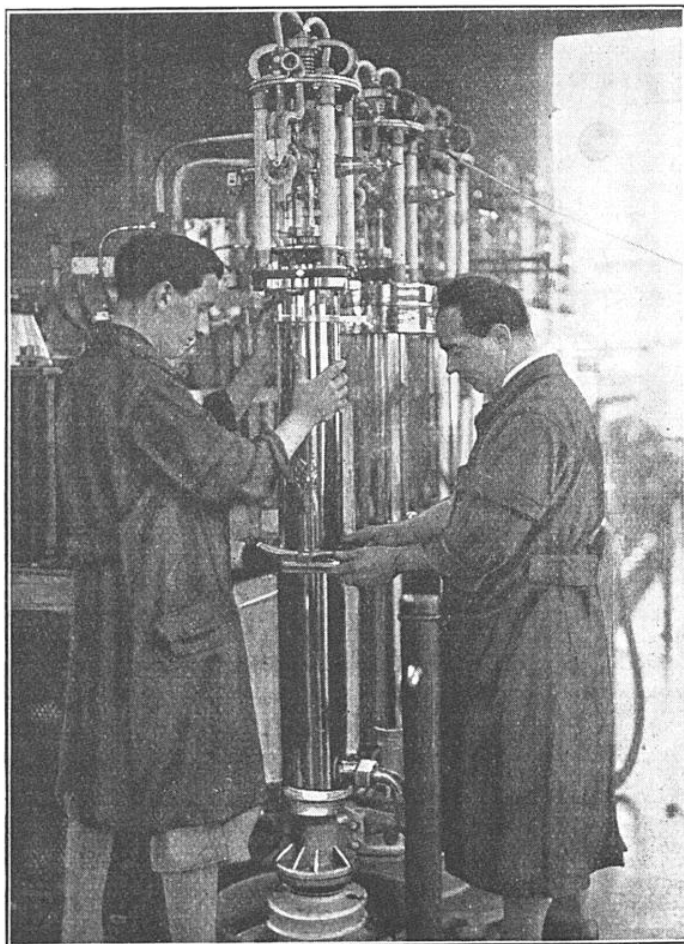


FIG. 1. — LE DERNIER ÉTAGE D'AMPLIFICATION D'UN GRAND ÉMETTEUR DE L'EUROPE CENTRALE EN COURS DE MONTAGE, AVEC LES LAMPES GÉANTES DE 300 KILOWATTS

nergie qui est loin d'être parfait ; les pertes se traduisent par un dégagement de chaleur qui porterait l'anode au rouge si un courant d'eau ne venait la refroidir au fur et à mesure.

Pour plus de commodité dans la construction, l'anode n'est pas placée à l'intérieur de la lampe, mais en constitue la paroi extérieure. C'est un cylindre de cuivre, plus ou moins long, — dans les lampes de 300 kilowatts, il peut dépasser 1 mètre, — enfermé dans un deuxième cylindre métallique : entre les deux circule l'eau de refroidissement. L'anode entoure complètement les autres électrodes, grille et

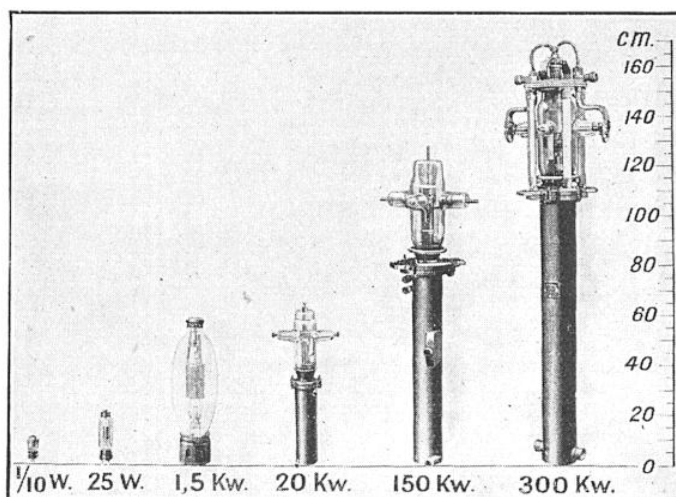


FIG. 2. — DIFFÉRENTS MODÈLES DE LAMPES DE T. S. F. DE FABRICATION ALLEMANDE, DEPUIS LA LAMPE ORDINAIRE 0,1 WATT JUSQU'AU GÉANT DE 300 KILOWATTS

filament. Toutes les connexions sont faites à la partie supérieure.

La lampe de 300 kilowatts mesure, au total, 1 m 70 et pèse 78 kilogrammes. Son facteur d'amplification est de 110 et sa pente de 200 milliampères par volt. Le filament est alimenté sous 16 volts et est parcouru normalement par 1.800 ampères. Cette forte intensité

a rendu obligatoire un autre dispositif à circulation d'eau pour refroidir les entrées de courant de la cathode. En période de fonctionnement normal, il faut, au total, 165 litres d'eau par minute pour refroidir cette lampe géante.

Une fois de plus, les planteurs d'hévéas viennent de conclure un accord pour tenter de faire remonter le prix du caoutchouc brut, dont la chute a été vertigineuse (35 pence-or la livre anglaise de 453 grammes en 1925 ; 2 3/16^e pence-or en 1933!). Cette convention aura-t-elle un sort plus heureux que le fameux « plan Stevenson », dont on n'a pas oublié le retentissant échec ? (1).

Certes, la nouvelle entente est beaucoup plus large, puisqu'elle englobe tous les pays producteurs. Elle est aussi d'une application plus simple : renonçant à contourner la production elle-même, les planteurs ont, cette fois, réglementé les exportations en assignant à chaque pays une quote-part déterminée.

Convient-il, cependant, de fonder de grands espoirs sur cette tentative renouvelée d'entente internationale pour le renchérissement d'un produit de première nécessité, — dont il convient de noter que le principal consommateur (les Etats-Unis) ne produit pas un gramme ? Ce serait compter sans certains faits nouveaux, qui sont de nature à modifier du tout au tout, dans un avenir assez prochain, les données du problème.

Tout d'abord, l'Amérique, soucieuse de ne point demeurer entièrement tributaire, notamment en cas de conflit armé, des planteurs asiatiques, pousse vigoureusement les études de fabrication du caoutchouc « synthétique ». Le procédé est au point, et s'il se révèle présentement d'un prix de revient élevé, il n'est pas interdit d'espérer que ce coût de production pourra être considérablement réduit.

Par ailleurs, l'industrie du caoutchouc « régénéré » a atteint un haut degré de perfection : son activité s'accroît de jour en jour, et l'important tonnage de caoutchouc qu'elle produit est susceptible d'accroissement.

Mais la menace la plus grave qui pèse sur les projets des planteurs d'hévéas résulte certainement des travaux qui se poursuivent avec succès, en U. R. S. S. (2), pour l'extraction du latex par traitement de différentes plantes communes. Ces études permettent de prévoir « qu'on pourra se passer de l'hévéa pour la production du caoutchouc », et que la concurrence, dont l'accord envisagé se flatte d'assurer le contrôle et la discipline, se trouvera brusquement élargie, pour le plus grand avantage du consommateur.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 177, page 225.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 197, page 393.

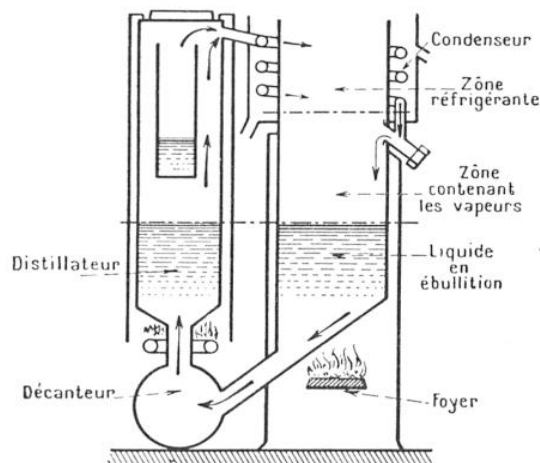
LES A COTÉ DE LA SCIENCE

INVENTIONS, DÉCOUVERTES ET CURIOSITÉS

Par V. RUBOR

Un nouvel appareil à dégraisser les pièces métalliques

La plupart des industries doivent, en cours d'usinage ou de fabrication, procéder au dégraissage des pièces métalliques, notamment avant de leur donner un revêtement quelconque par peinture, émailage, chromage, nickelage, cuivrage, parké-



SCHEMA DE L'APPAREIL « LAV »

risation, argenture, etc., ou encore avant traitements thermiques, tels que soudure, brasage, traitement avant recuit, galvanisation, etc. C'est dire l'importance particulière que présentent les procédés de dégraissage dans l'industrie : or, ce problème n'avait pas, jusqu'à ce jour, reçu de solutions tout à fait satisfaisantes.

Les dégraissages sont, en effet, effectués soit par des bains de soude ou de lessive alcaline, procédé imparfait et d'ailleurs dangereux pour la main-d'œuvre, soit par des solvants volatils, tels que benzine, pétrole, essence, qui présentent le grave inconvénient d'être inflammables et onéreux, soit enfin par des solvants solubles, dont le séchage est lent et qui ne peuvent être récupérés.

Un progrès appréciable a été enregistré dans ce domaine, grâce à l'emploi du trichloréthylène, solvant chloré, produit inflammable, non toxique et, au surplus, peu coûteux. Ce solvant avait, jusqu'à présent,

été employé soit sous la forme liquide, — mais alors les impuretés dissoutes demeuraient dans le liquide et le dégraissage devenait rapidement imparfait, — soit à l'état gazeux, — toutefois l'action des vapeurs de trichloréthylène demeurait trop faible pour agir efficacement sur des pièces fortement souillées.

Une solution parfaite vient enfin d'être obtenue, grâce à la combinaison en un seul appareil, de ce produit sous les deux formes, liquide et gazeuse.

L'appareil *LAV*, ingénieusement conçu dans ce but, permet de tremper les pièces à dégraisser dans le liquide porté à ébullition, ce qui assure l'absorption complète des graisses. Les pièces sont ensuite remontées au sommet de l'appareil où elles sont refroidies, puis ensuite plongées dans une région saturée de vapeur qui, en se condensant sur les pièces, en assure le rinçage complet. Les pièces nettoyées sont enfin séchées complètement.

L'appareil *LAV* se double d'un dispositif de distillation rapide qui permet de décanter le liquide de ses impuretés et d'en assurer la régénération complète, de sorte que son emploi est très économique, puisque la dépense en solvant est réduite au minimum et que, d'ailleurs, on peut, grâce à une cuve auxiliaire, récupérer les graisses et huiles provenant de la décantation de ce solvant.

Er^{te} STYLOMINE, 2, rue de Nice, Paris (11^e).

Pour faire de belles photographies

La photographie connaît, de nos jours, un regain de vogue, et le nombre de ses adeptes, et même de ses fervents, s'accroît chaque jour. Certes, la perfection de plus en plus poussée des appareils de construction courante, — qui permet, même aux débutants, d'obtenir d'emblée des clichés assez satisfaisants, — a-t-elle une grande part dans la faveur que connaît ce passe-temps artistique. Il est curieux, cependant, de constater que l'immense majorité des amateurs photographes parvient à perfectionner leurs méthodes par des moyens purement empiriques et à la suite de nombreux tâtonnements et de multiples insuccès. Le fait ne pouvait s'expliquer, jusqu'à ce jour, que par l'absence d'un manuel vraiment pratique de l'opérateur photographe, les nombreux traités

consacrés à cette question étant généralement ou trop exclusivement théoriques, ou insuffisamment clair et précis.

Cette lacune vient d'être comblée par la publication d'un petit ouvrage qu'on peut considérer comme le modèle du genre : *Pour réussir vos photos*, de M. Marcel Natkin, manuel d'une simplicité attrayante et d'une clarté exemplaire, abondamment illustré, au surplus, de schémas et de photographies qui font saisir d'un coup d'œil les principes exposés, permet, même aux débutants, d'éliminer du coup toutes les causes d'insuccès, d'erreurs, de leur épargner les longs tâtonnements de l'initiation photographique.

Mais ce ne sont pas seulement les débutants qui profiteront des enseignements précieux de cet ouvrage : les photographes même expérimentés, y trouveront matière à développer leur sens artistique et à réussir des clichés qui seront de véritables tableaux soigneusement équilibrés, joliment composés et judicieusement mis en valeur.

Il va sans dire que ce précieux manuel s'étend à toutes les opérations de la photographie et qu'il apporte, en matière de développement, de tirages, d'agrandissements, etc., les conseils les plus compétents et toujours les plus clairement exprimés.

« Rarement un photographe, dit M. Natkin, dans sa préface, vous renseignera sur les lois de l'optique ou les principes de la chimie photographique. Il s'en soucie peu, mais, par contre, il possède un sens de l'éclairage et de la composition, une technique de la prise de vue vraiment surprenants. Si les pages qui suivent permettent aux amateurs d'éviter des erreurs fréquentes et d'arriver à un certain degré d'habileté dans l'art et la technique de la photographie, le but du présent

ouvrage se trouvera pleinement atteint. »

La réponse n'est pas douteuse : le manuel de M. Natkin mérite les suffrages de tous les photographes auxquels il apporte la méthode d'une complète réussite.

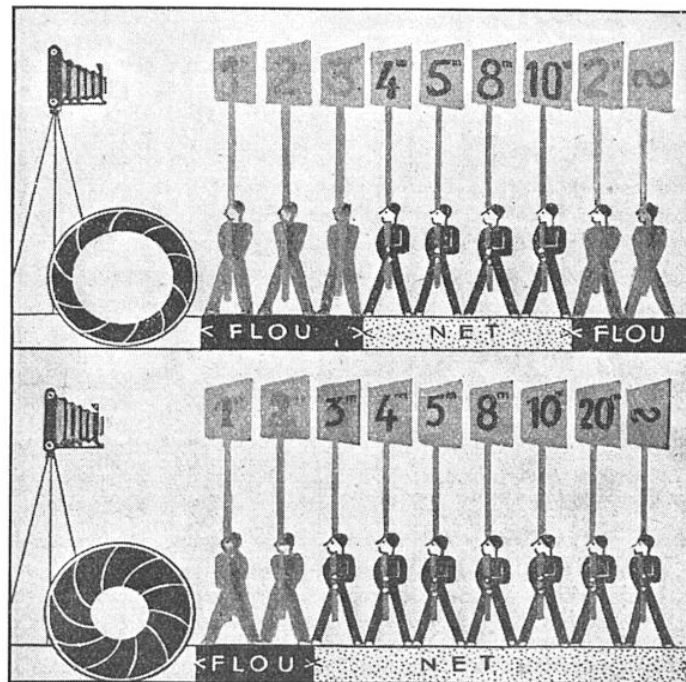
EDITIONS TIRANTY, 222, rue de Rivoli, Paris (1^{er}).

Comment se faire une situation avantageuse dans les carrières de comptabilité ou de secrétariat

Le problème de l'orientation professionnelle de la jeunesse devient, en période de crise économique, de plus en plus ardu. La plupart des carrières libérales ou administratives sont encombrées, et des milliers de jeunes gens, même munis d'un certain bagage intellectuel et doués des qualités les plus appréciables, demeurent sans situation. La nécessité de subvenir immédiatement à leurs besoins interdit d'ailleurs au plus grand nombre la poursuite d'études supérieures ou techniques aussi longues que coûteuses. Il est, cependant, une branche d'activité où les candidats, munis d'une solide instruction professionnelle, trouveraient toujours à s'employer, et même à se frayer une voie vers des situations enviables et sûres : ce sont les carrières de comptabilité ou de secrétariat commercial ou industriel, dans lesquelles les

sujets d'élite sont toujours assurés de se bien classer.

Parmi les établissements qui préparent à ces carrières, il convient de placer au tout premier plan les cours *Jamet-Buffereau*, dont les excellentes méthodes et la longue spécialisation ont consacré justement le succès. Un personnel enseignant d'élite, que dirige avec une compétence particulière M. G. Billiard, expert comptable diplômé par le gouvernement, assure, en effet, aux candi-



SCHEMA EXTRAIT DE L'OUVRAGE « POUR RÉUSSIR VOS PHOTOS », MONTRANT LA PROFONDEUR DU CHAMP SUIVANT L'OUVERTURE DU DIAPHRAGME

ats, par des méthodes entièrement modernes, la préparation la plus rapide en même temps que la plus solide. L'organisation de cette école a été d'ailleurs poussée à un tel degré de perfection que toutes les garanties sont données aux élèves pour l'acquisition de connaissances professionnelles de haute valeur. Les progrès de chaque candidat, soigneusement contrôlés au jour le jour, permettent d'établir un dossier individuel, grâce auquel peuvent être aisément dégagées les aptitudes particulières de chacun et décelés les points faibles ou les déficiences auxquelles les maîtres peuvent immédiatement remédier.

En fin d'études, un diplôme — des plus appréciés par les chefs d'entreprises, qui ont eu maintes fois l'occasion de juger la valeur de la formation professionnelle dispensée par les établissements Jamet-Buffereau — constitue pour le candidat issu de cette école la plus sérieuse des références.

Enfin, l'organisation des cours est telle que tous les candidats — quels que soient leur emploi et le temps dont ils disposent — peuvent suivre l'enseignement oral aux heures qui leur conviennent le mieux. Pour la province, au surplus, des cours et devoirs par correspondance permettent d'aboutir avec la même facilité aux résultats souhaités.

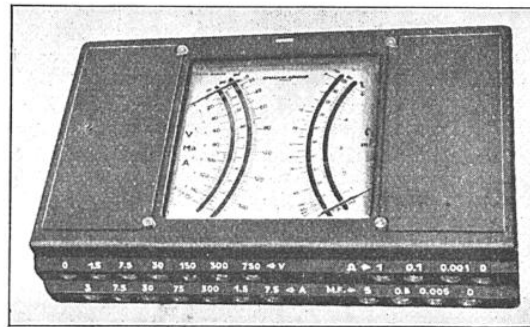
Grâce aux cours *Jamet-Buffereau*, des centaines de jeunes gens obtiennent, chaque année, des situations stables et d'avenir, car, en dépit du ralentissement actuel des affaires et des restrictions de personnel qu'elles déterminent, les sujets d'élite, munis d'une solide et méthodique instruction professionnelle, sont rares et demeurent appréciés par les industriels et par les commerçants qui, précisément, en raison de la difficulté des affaires, cherchent à s'entourer de collaborateurs de valeur.

ETABLISSEMENTS JAMET-BUFFEREAU, 96, rue de Rivoli, Paris (4^e).

Un appareil universel de mesures électriques

VOICI un appareil qui rendra les plus signalés services, aussi bien aux radioélectriciens qu'à tous ceux qui ont à faire les mesures électriques les plus diverses. Le *polymètre*, qui ne dépasse pas

le volume d'un appareil de poche et qui comporte des échelles de lecture très commodées et très étendues, se compose de deux appareils de mesure indépendants, qui peuvent être utilisés ensemble ou séparément. Un premier galvanomètre permet d'effectuer des mesures d'intensité sur sept sensibilités différentes, depuis 3 mA jusqu'à 7,5 ampères, et même, avec shunt extérieur, 30 et 75 ampères, et, d'autre part, des mesures de tension sur six sensibilités, depuis 1,5 volt jusqu'à 750 volts; des résis-



LE POLYMÈTRE

tances additionnelles permettent de mesurer des tensions jusqu'à 3.000 volts.

La résistance interne de ce galvanomètre n'étant que de 1.000 ohms par volt et sa consommation propre que 1 mA, les mesures effectuées sont donc très précises, même sur des circuits de forte résistance. Pour les courants alternatifs, une cellule redresseuse sèche peut être intercalée dans le circuit par la manœuvre d'un poussoir. Le deuxième galvanomètre permet : 1^o les mesures de résistance avec les trois sensibilités suivantes : 1.000 ohms, 100.000 ohms, et mégohm ; 2^o les mesures de capacités avec les trois sensibilités : 5/1.000^e, 5/10^e et 5 mF ; 3^o les mesures de très faibles intensités.

La commodité des différentes lectures, comme la facilité et la sensibilité de cet appareil de poche, en font l'auxiliaire idéal, aussi bien pour les sans-filistes amateurs que pour les professionnels des industries électriques ou radioélectriques.

CHAUVIN-ARNOUX, 186, r. Championnet, Paris (18^e).

On sait les ravages causés dans les pays chauds par la fièvre jaune. Cette maladie est transmise par la femelle d'un moustique, le « *stegoma fasciata* ». Bien que cet agent transmetteur de la maladie ne puisse vivre que dans les contrées où la température n'est jamais inférieure à 20 degrés, on a constaté, à différentes reprises, la propagation jusqu'en Europe de cette terrible affection.

Fort heureusement, les recherches entreprises pour combattre ce fléau — recherches qui ont coûté la vie à de nombreux savants — viennent enfin d'aboutir. Un sérum, préparé par inoculation de virus aux souris, permet l'immunisation humaine pendant une durée d'une dizaine de mois.

CHEZ LES ÉDITEURS

Théorie mécanique du déraillement et du calcul des boggies. Prix franco : France, 55 fr. 75 ; étranger, 58 fr. 50.

Signalons ici une étude qui vient de paraître sur les véhicules roulants des chemins de fer. Elle est technique, mais peut cependant intéresser tous ceux qui se préoccupent de la « théorie mécanique du déraillement et du calcul des boggies ». L'auteur en est M. Constantin, qui a, avec une belle indépendance d'esprit et une réelle compétence, traité le sujet sans ménager ceux qui ont souvent la responsabilité de ces accidents.

La vie des reptiles, par R. Rollinat. 1 vol. 345 pages. Prix franco : France, 78 fr. 50 ; étranger, 84 fr. 50.

La Science et la Vie — dont le champ d'action et d'investigation est si vaste — regrette de ne pouvoir, faute de place, entretenir fréquemment ses lecteurs des sujets relevant des sciences naturelles, cependant si captivantes, — nous allions dire si vivantes. Parmi celles-ci, la zoologie est certainement l'une des plus attrayantes. La vie des animaux du globe — si nombreux et si variés — offre, en effet, à chacun de nous, un champ inexploré et illimité où notre curiosité est sans cesse tenue en éveil par les découvertes si originales qui surgissent à chaque pas, lorsque nous explorons ce vaste domaine. Pour connaître, par exemple, les reptiles de la France centrale, en faire aimer quelques-uns, qu'on redoute ou qu'on mésestime faute de les avoir observés, voici un magistral ouvrage où l'auteur, naturaliste éminent (trop tôt disparu pour le plus grand dam des sciences biologiques), nous donne une merveilleuse documentation et une magnifique illustration. Cet ouvrage rappelle l'œuvre de J.-H. Fabre, qui demeure le maître incontesté du genre. Le film de la vie des tortues, des lézards, des serpents de notre beau pays de France s'y déroule au cours d'une lecture aisée et agréable, et constitue l'un des meilleurs « documentaires » publiés à ce jour.

La police et les méthodes scientifiques, par le docteur Edmond Locard. Prix franco : France, 21 fr. 75 ; étranger, 24 fr. 50.

La science a pris, depuis bientôt un siècle, une part croissante dans les méthodes judiciaires des différents pays.

L'ouvrage de M. le docteur Edmond Locard, dont le nom fait autorité en la matière, a su montrer — même aux profanes — en sept chapitres, l'ensemble des questions qui relèvent de la science appliquée

à la criminalologie. L'auteur y traite successivement des empreintes et des traces ; des enquêtes pour incendies et attentats par explosifs ; de l'examen des taches ; des preuves de l'identité ; de l'expertise des documents écrits ; des écritures secrètes ; des falsifications.

Présenté sous une forme fort attrayante et accessible à tous, cet ouvrage est de ceux que les événements récents ont rendus particulièrement d'actualité.

Le latex, par G. Genin. 1 vol. 392 pages. Prix franco : France, 93 fr. ; étranger, 97 fr.

Voici un bel ouvrage de technologie essentiellement pratique sur la préparation et les applications du latex. Il renferme la documentation complète et mise à jour sur tout ce qui concerne les industries du caoutchouc. Les lecteurs, même profanes, s'intéressant aux progrès industriels, le consulteront avec fruit : ils pourront ainsi y trouver les procédés les plus modernes de préparation du caoutchouc et de fabrication des nombreux objets qui ont si rapidement conquis une place prépondérante dans la civilisation actuelle : depuis l'automobile jusqu'à la chaussure en passant par les usages en électricité, en travaux publics, sans oublier les tissus, les objets moulés, le papier, les peintures, les colles, les meules, enfin l'emploi récent des caoutchoucs spongieux et microporeux.

Effets physiologiques des rayons solaires, par A. Lumière. 1 brochure de 79 pages. Prix franco : France, 12 fr. ; étranger, 15 fr. 50.

L'action de la lumière solaire sur les êtres vivants a fait l'objet de nombreux travaux ; mais, jusqu'ici, aucun recueil ne les avait rassemblés sous une forme condensée et synthétique. L'auteur, dont le nom fait autorité dans les sciences biologiques et chimiques, a su présenter, dans son petit ouvrage, dans un exposé accessible à tous, tout ce qui concerne les effets physiologiques des rayons solaires sur les végétaux et les animaux, et sur l'organisme humain. Une bibliographie, fort bien faite, permet, en effet, de se rendre compte de l'importance des recherches poursuivies par les savants du monde entier pour aboutir à la conclusion suivante : ce sont les rayons solaires (énergie) qui permettent — directement ou par voie indirecte — à la cellule (végétaux et animaux) de réaliser ces merveilleuses synthèses des matériaux constituant tous les êtres vivants

Le problème de l'alimentation par le secteur, par P. Hémarinquer. 1 vol. 150 p. Prix franco : France, 17 fr. 50 ; étranger, 20 francs.

Le problème de l'alimentation des postes de T. S. F. par le secteur est un sujet qui a toujours intéressé les sans-filistes. Aussi, tout ce qui concerne les redresseurs de courant, les boîtes d'alimentation, l'alimentation par secteur alternatif, l'alimentation par secteur continu, l'alimentation « tous courants », présenté avec concision et clarté, peut rendre service aux praticiens. Depuis 1928, date de la première édition de ce petit ouvrage, la radiotechnique a, comme toutes choses, évolué. L'auteur a su mettre à jour son manuel pratique pour y indiquer les solutions les plus rationnelles ayant fait leurs preuves du problème de l'alimentation par le courant du secteur en T. S. F.

Les bases physiques de la télévision, par B. Kwal. 1 vol. 170 p. Prix franco : France, 17 fr. 50 ; étranger, 20 francs.

La télévision deviendra une réalité prochaine, au même titre que la radiophonie et le cinéma sonore, par exemple.

Pour bien comprendre les recherches scientifiques minutieuses qui se poursuivent dans le domaine du laboratoire, tant en France qu'à l'étranger, il faut connaître les principes sur lesquels elles reposent. C'est du moins le but de l'ouvrage de M. Kwal, qui a su dégager, en un style accessible à tous, les bases mêmes de la télévision (effet Kerr, effet photoélectrique, décharges électriques).

Cet ouvrage de vulgarisation, traitant de la phototélégraphie et de la télévision, rendra service à tous ceux qui suivent l'évolution technique de notre temps, dans un domaine où, jusqu'ici, la littérature spécialisée est peu abondante.

Pour remettre en activité les houillères (où sévit si sévèrement le chômage), on a fait campagne en Angleterre pour « chauffer » à nouveau les navires de guerre au charbon. Or, du point de vue technique, cette conception est insoutenable. En effet, le mazout a un pouvoir calorifique supérieur au meilleur charbon (de 30 à 40 0/0 à la tonne), et ce pouvoir est toujours uniforme, alors qu'il ne l'est pas pour la houille (suivant ses origines). De plus, le mazout ne nécessite pas l'évacuation des cendres et permet d'économiser, pour son emmagasinage, 15 0/0 en volume. On a préconisé le charbon pulvérisé (1), plus maniable, mais son stockage à bord est dangereux et plus encombrant que le mazout. Ravitaillement et manutention sont tellement simplifiés que le personnel en est considérablement réduit tout en apportant plus de confort et de propreté. S'il avait fallu chauffer au charbon les croiseurs de 10.000 tonnes, jamais on n'aurait pu les réaliser avec la formule actuelle et il aurait fallu 250 hommes de plus à bord, pour la chaufferie, pour chaque bâtiment

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 155, page 413.

TARIF DES ABONNEMENTS A « LA SCIENCE ET LA VIE »

FRANCE ET COLONIES

Envois simplement affran-	{ 1 an 45 fr.	Envois recommandés	{ 1 an 55 fr.
chis.....	{ 6 mois... 23 —		{ 6 mois... 28 —

ÉTRANGER

Pour les pays ci-après :

Afghanistan, Australie, Bolivie, Chine, Danemark, Etats-Unis, Grande-Bretagne et Colonies, Iles Philippines, Indes Néerlandaises, Irlande, Islande, Italie et Colonies, Japon, Norvège, Nouvelle-Zélande, Palestine, Pérou, Rhodésie, Suède.

Envois simplement affran-	{ 1 an 80 fr.	Envois recommandés	{ 1 an 100 fr.
chis.....	{ 6 mois... 41 —		{ 6 mois... 50 —

Pour les autres pays :

Envois simplement affran-	{ 1 an 70 fr.	Envois recommandés	{ 1 an 90 fr.
chis.....	{ 6 mois... 36 —		{ 6 mois... 45 —

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

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

Directeur : G. BOURREV. — Gérant : M. LAMY.

Paris — Imp. MAURICE BERNARD, 18, rue d'Enghien.



ÉCOLE CENTRALE DE T.S.F.

12, Rue de la Lune - PARIS (2^e)

Toutes les préparations

PROFESSIONNELLES. - Radiotélégraphistes des Ministères et Grandes Administrations ; Officiers-Radio de la Marine Marchande ; Ingénieurs, Sous-Ingénieurs ; Chefs-Monteurs ; Radio-Opérateurs des Stations de T. S. F. Coloniales.

MILITAIRES :
Génie. - Chefs de Postes et Elèves Officiers de Réserve.
Aviation. - Breveté Radio.
Marine. - Breveté Radio.

Durée moyenne des études : 6 à 12 mois

Cours du jour, du soir et par correspondance
 Demander renseignements pour la nouvelle session du 2 octobre 1934

ÉCOLE CENTRALE DE T.S.F.

