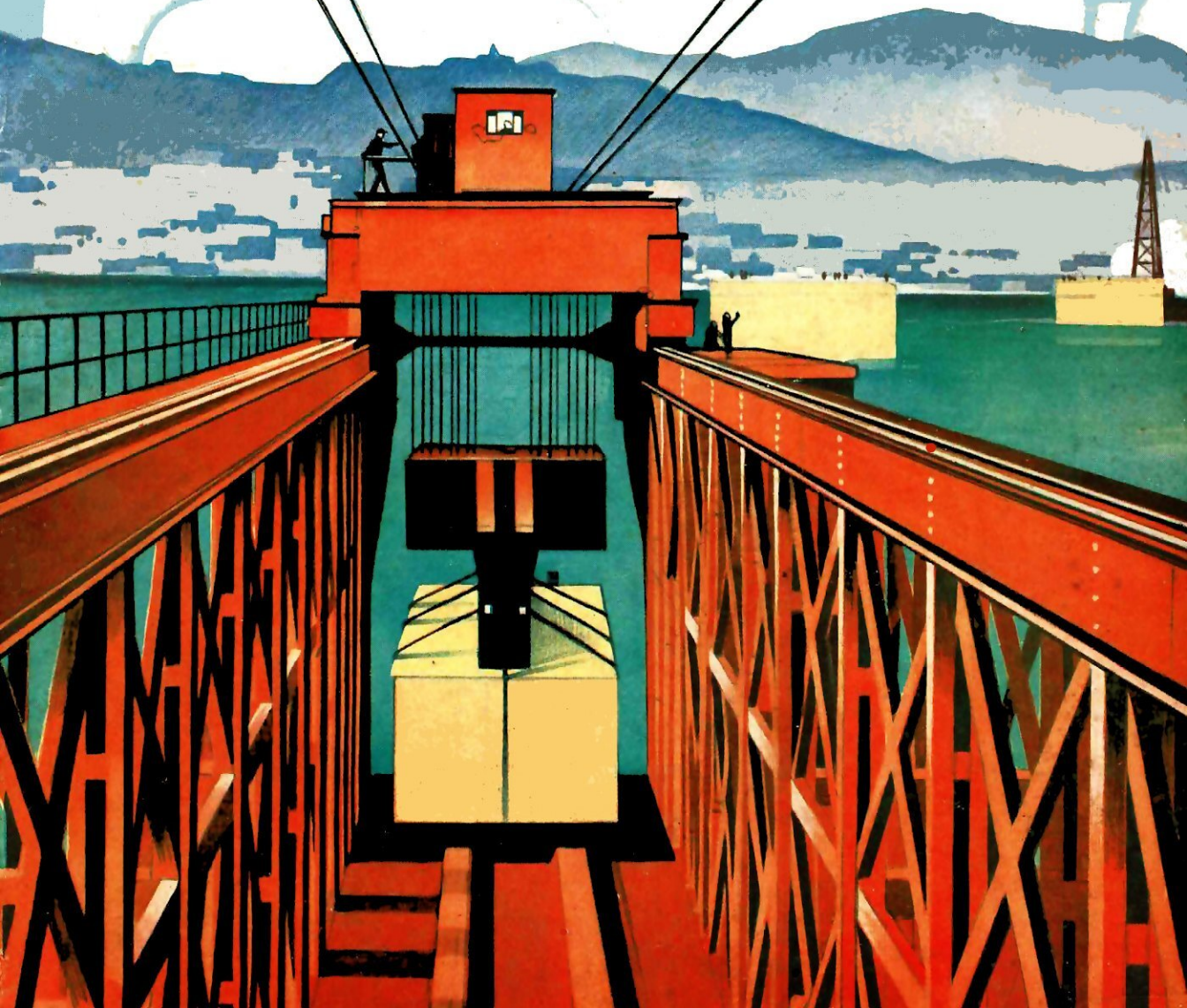


France et Colonies : 4 fr.

N° 218 - Août 1935

LA SCIENCE ET LA VIE





AU COEUR DU PAQUEBOT NORMANDIE

104 tonnes d'huiles Gargoyle de la Vacuum Oil Company assurent la sécurité de marche du plus grand navire du monde. Cette marque a été choisie entre toutes par les techniciens les plus réputés. Suivez cet exemple, choisissez entre toutes l'huile Gargoyle Mobiloil pour la sécurité mécanique parfaite de votre voiture!

Mobiloil





placées sous
le haut patronage de plusieurs Ministères

19, rue Viète, PARIS - 17^e

Tél. : Wagram 27-97

Ecole annexe à NICE-Villefranche-sur-Mer, quai Courbet

Ouverture des Cours le 7 Octobre

AVIATION

ÉCOLE DE L'AIR

Formation des Officiers de l'Armée de l'Air. Préparation en un an. Examen identique à celui de Navale.

ÉCOLE DES OFFICIERS MÉCANICIENS

Formation des Officiers Mécaniciens de l'Aviation. Durée un an. Niveau d'entrée au cours : Bacc., Math., 4^e année des Ecoles profession.

ÉCOLE SUPÉRIEURE DE L'AÉRONAUTIQUE

Formation des Ingénieurs de l'Aéronautique. Durée un an. Niveau d'entrée au cours : Bacc., Math., 4^e année des Ecoles professionnelles.

ÉCOLE D'ISTRES

Formation des cadres de Sous-Officiers. Possibilité de devenir Officier par l'Ecole de Versailles. Niveau d'entrée au cours : Brevet, Bacc. 1^{re} partie. Durée de la préparation : un an.

ÉCOLE DES MÉCANICIENS DE ROCHEFORT

Formation des cadres de Sous-Officiers Mécaniciens de l'Aviation. Niveau d'entrée au cours : Certificat d'Etudes primaires. Durée : un an.

MINISTÈRE

Elèves-Ingénieurs, Ingénieurs-Adjoints, Agents techn., Navigateurs aériens, Météorologistes.

MARINE MILITAIRE

ÉCOLE NAVALE

Formation des Officiers de Marine. Préparation en un an.

ÉCOLE DES ÉLÈVES ING^{RS} - MÉCANICIENS

Formation des Ingénieurs-Mécaniciens de la Marine. Durée un an. Niveau d'entrée au cours : Bacc., Math., 4^e année des Ecoles profession.

ÉCOLES DES SOUS-OFFICIERS

Formation des Sous-Officiers de Pont à l'Ecole de Brest et des Mécaniciens à Toulon. Niveau d'entrée au cours : Brevet élem. Durée un an.

MARINE MARCHANDE

ENTRÉE DANS LES ÉCOLES DE NAVIGATION

PONT — MACHINES — T. S. F. Niveau d'entrée au cours : Brevet élémentaire ou 1^{re} partie du Bacc. Durée un an.

BREVETS

Préparation directe aux brevets : Elèves Officiers Pont et Machines. — Officiers radio. — Lieutenants, Capitaines.

L'ÉCOLE DU GÉNIE CIVIL ET DE NAVIGATION

est la meilleure Ecole préparatoire aux concours ci-dessus.

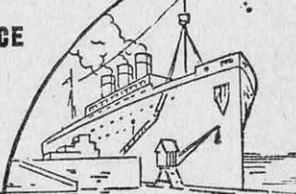
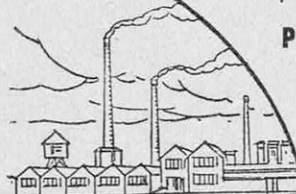
La préparation se fait à l'Ecole même ou par correspondance.

PRÉPARATION PAR CORRESPONDANCE

aux Emplois Industriels et Commerciaux
Secrétaire, Contremaitre, Chef de service, Dessinateur, Sous-Ingénieur, Ingénieur, Comptable, Représentant, Administrateur, Directeur.

PROGRAMMES GRATUITS

(Joindre un timbre pour toute réponse)





**PARTOUT
et
TOUJOURS,**

quels que soient le sujet,
le temps, la saison et
l'heure, même à la lumière
artificielle, le

**posomètre à cellule
photoélectrique**

HELIOS



donne par
simple lecture
le temps de
pose exact avec

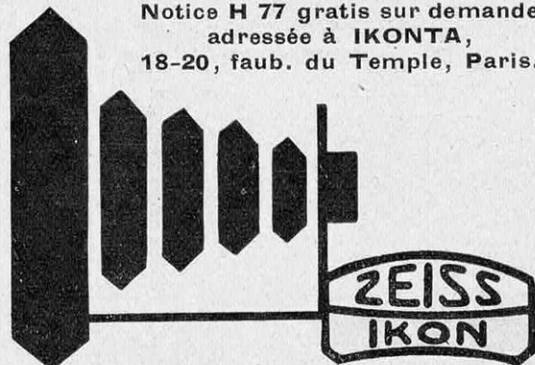
Frs 315
en étui cuir

CERTITUDE

- Le plus petit :** 7 x 3 x 2,5 cm.
- Le plus léger :** 130 gr.
- Le plus simple**
- Le plus précis**

EN VENTE DANS LES MAGASINS D'ARTICLES PHOTO

Notice H 77 gratis sur demande
adressée à **IKONTA**,
18-20, faub. du Temple, Paris.



**Recherches des Sources
Filons d'eau**

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

PAR LES

**DÉTECTEURS
ÉLECTRO-MAGNÉTIQUES**

L. TURENNE

INGÉNIEUR E. C. P.

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

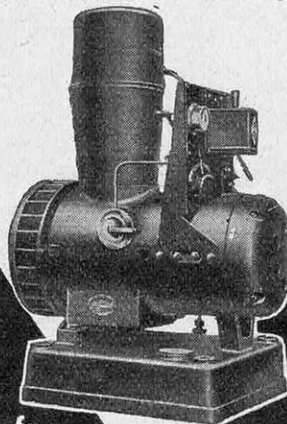
Vente des Livres et des Appareils
permettant les Contrôles.

POMPES - RÉSERVOIRS
ÉLECTRICITÉ - CHAUFFAGE

**L'ELECTRIFÈRE
RENAULT**

A ESSENCE OU A HUILE LOURDE

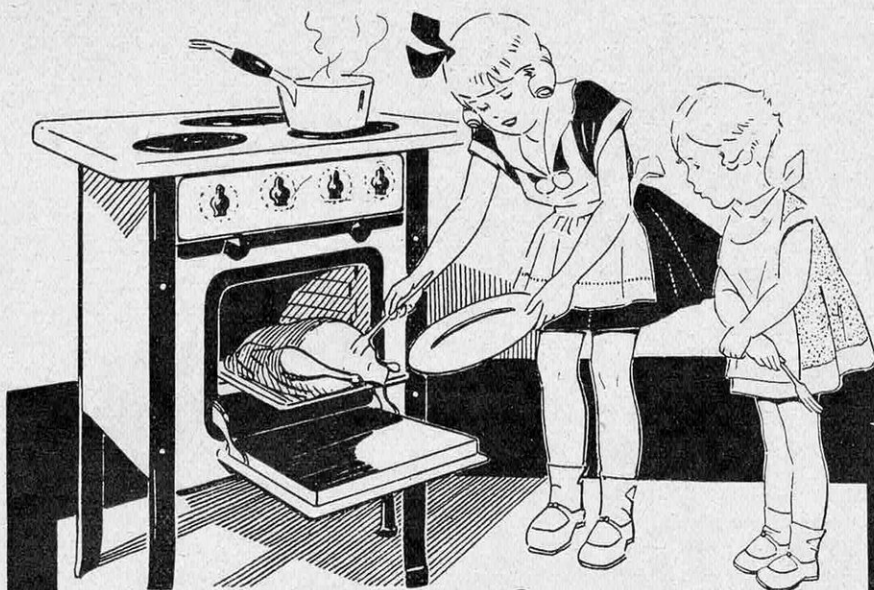
met à la portée de
chacun la possibilité
d'éclairer sa ferme ou
sa maison de campagne



PRIX :
3.900 fr.

Batterie 90 ah
1450 fr.

BILLANCOURT
(Seine)



La Cuisine électrique

Combien vous serez heureuse de cuisiner à l'électricité ! Plus de combustibles, plus de flammes, plus d'explosions à craindre, plus de mauvaises odeurs, plus d'ustensiles noircis ou souillés, plus de feux de cheminée, plus de ramonages. Pour le confort de votre foyer adoptez :

Les appareils de cuisine *Calor* **à plaques rougissantes**

Un bouton à tourner et ces nouvelles plaques indéformables passent au rouge presque instantanément. Elles permettent l'emploi de n'importe quel ustensile de cuisine.

Avec les tarifs spéciaux consentis par les Compagnies d'Electricité, la cuisine électrique vous est assurée dans des conditions d'économies inconnues jusqu'ici.

Que de mets délicieux, que de pâtisseries délicates vous allez préparer sans plus d'efforts que n'en demandera votre cuisine courante. Vos rôtis et grillades seront incomparables. Ne vous privez pas un jour de plus des joies de la cuisine électrique.

Demandez catalogue gratuit, cuisine électrique, à

CALOR - Place de Monplaisir - LYON



Le signe de la santé une bouche saine!

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

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

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

Dentol

Le rasoir électrique **DYNAM** efface la barbe en caressant

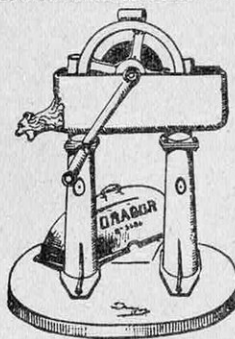
Prix : 60 francs

(VOIR ARTICLE N° 216, PAGE 522)

SOC. INDUSTRIELLE ET COMMERCIALE
D'ÉLECTRICITÉ PORTABLE

80, rue du Faub.-Saint-Denis, Paris-X^e

Tél. : Provence 73-80 à 83 Chèq. post. : Paris 1.761-73



DRAGOR

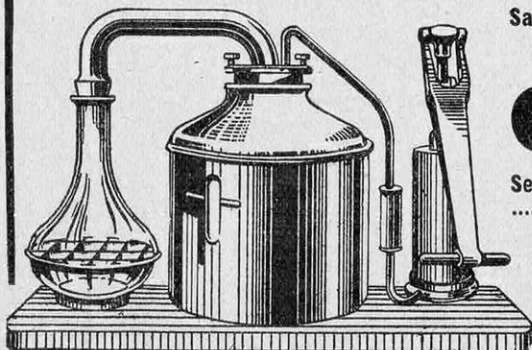
Élévateur d'eau à godets pour puits profonds et très profonds. A la main et au moteur. - Avec ou sans refoulement. - L'eau au 1^{er} tour de manivelle. Actionné par un enfant à 100 m. de profondeur. - Incongelabilité absolue. - Tous roulements à billes. - Contrairement aux autres systèmes n'utilise pas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

Élévateurs DRAGOR
LE MANS (Sarthe)

Pour la Belgique :
39, allée Verte - Bruxelles

Voir l'article, n° 83, page 446.

DE LA GLACE CHEZ SOI



Sans dépense, ni électricité, ni gaz, ni compresseur
Résultat garanti 350 gr. en 2 minutes

OTOGLACE

Seul appareil de ce type faisant des cubes de glace

..... DÉPOSÉ

Franco France
continentale **350 francs**

OTOGLACE, 16, b. Voltaire, Paris

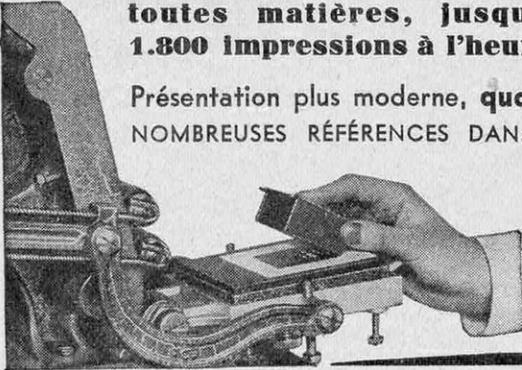
Quelle que soit votre fabrication,
économisez **TEMPS** et **ARGENT**,
en supprimant vos étiquettes.

L'AUTOMATIQUE DUBUIT

imprime sur tous objets en
toutes matières, jusqu'à
1.800 impressions à l'heure.



Présentation plus moderne, **quatre fois** moins chère que les étiquettes.
NOMBREUSES RÉFÉRENCES DANS TOUTES LES BRANCHES DE L'INDUSTRIE



MACHINES DUBUIT

62 bis, rue Saint-Blaise, PARIS

TÉL. : ROQUETTE 19-31

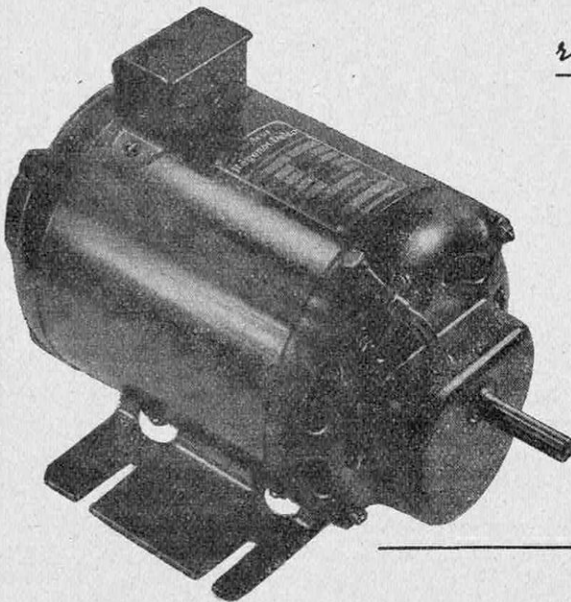
LE MOTEUR Ragonot-Delco

(Licence Delco)

à RÉPULSION - INDUCTION

Pub. R.-L. Dupuy

réalise ce que vous désiriez :



- 1° - Démarrage en pleine charge sur courant lumière, sur simple fermeture d'un interrupteur.
- 2° - Faible appel de courant.
- 3° - Relevage automatique des balais, donc ni usure, ni parasites.
- 4° - Dispositif de graissage "3 ans".
- 5° - Puissance largement calculée.
- 6° - Fonctionnement silencieux sur 110 et 220°.
- 7° - Suspension élastique.
- 8° - Adopté par les principaux constructeurs d'armoires frigorifiques.

E^{TS} RAGONOT

les grands spécialistes des petits moteurs
15, Rue de Milan - PARIS - Tél. Trinité 17-60 et 61

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 28 ans, l'objet de perfectionnements constants, est prouvée par

LES MILLIERS DE SUCCÈS

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

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

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

BROCHURE N° 95.103, concernant les *classes complètes* de l'**Enseignement primaire et primaire supérieur** jusqu'aux Brevet élémentaire et Brevet supérieur inclusivement — concernant, en outre, la préparation rapide au *Certificat d'études primaires*, au *Brevet élémentaire*, au *Brevet supérieur*, pour les jeunes gens et jeunes filles qui ont déjà suivi les cours complets d'une école — concernant enfin la préparation au *Certificat d'aptitude pédagogique*, aux divers *Professorats*, à l'*Inspection primaire*, au *Certificat d'études P. C. B.* et à l'*examen d'herboriste*.

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

BROCHURE N° 95.109, concernant toutes les *classes complètes* de l'**Enseignement secondaire** officiel depuis la onzième jusqu'au *Baccalauréat* inclusivement — concernant aussi les examens de passage — concernant, enfin, pour les jeunes gens et les jeunes filles qui ont déjà suivi les cours d'un lycée ou d'un collège, la préparation rapide aux *divers baccalauréats* et aux *diplômes de fin d'études secondaires*.

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

BROCHURE N° 95.114, 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° 95.116, concernant la préparation aux concours d'admission dans **toutes les grandes Ecoles spéciales** : Agriculture, Industrie, Travaux Publics, Mines, Commerce, Armée et Marine, Enseignement, Beaux-Arts, Colonies, etc.

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

BROCHURE N° 95.123, 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° 95.125, 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° 95.130, 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° 95.136, 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° 95.140, 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° 95.146, concernant la préparation aux métiers de la Couture, de la Coupe, de la Mode et de la Chemiserie : Petite-Main, Seconde-Main, Première-Main, Couturière, Vendeuse, Vendeuse-retoucheuse, Modéliste, Modiste, Coupeuse, Lingère, Brodeuse, Coupeur-Chemisier, Coupe pour hommes, Professorats libres et officiels, etc.

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

BROCHURE N° 95.150, concernant la préparation aux carrières du Cinéma : Carrières artistiques, techniques et administratives.

(Enseignement donné par des Techniciens spécialistes.)

BROCHURE N° 95.156, concernant la préparation aux carrières du Journalisme : Rédacteur, Secrétaire de Rédaction, Administrateur-Directeur, etc.

(Enseignement donné par des Professeurs spécialistes.)

BROCHURE N° 95.160, 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° 95.169, concernant l'étude des Langues étrangères : Anglais, Espagnol, Italien, Allemand, Russe, Annamite, Portugais, Arabe, Esperanto. — Tourisme (Interprète).

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

BROCHURE N° 95.173, 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° 95.175, 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° 95.180, concernant la préparation à toutes les carrières coloniales : Administration, Commerce, Industrie, Agriculture.

(Enseignement donné par des Fonctionnaires supérieurs des Grandes Administrations, Techniciens spécialistes des questions coloniales, Ingénieurs d'Agronomie coloniale.)

BROCHURE N° 95.186, concernant l'Art d'écrire, la Rédaction littéraire, la Versification et l'Art de parler en public (Eloquence usuelle, Diction).

BROCHURE N° 95.191, concernant l'enseignement pour les enfants débiles ou retardés.

BROCHURE N° 95.199, concernant les carrières féminines dans tous les ordres d'activité.

Ecrivez aujourd'hui même, comme nous vous y invitons à la page précédente, à MM. les Directeurs de

L'ÉCOLE UNIVERSELLE

59, boulevard Exelmans, PARIS (16^e)

VIVRE CENT ANS EN PARFAITE SANTÉ

UNE RÉVOLUTION DANS L'ART DE VIVRE

Vous pensez qu'il est naturel de faiblir à 30 ans, de vieillir à 40, et de mourir à 50 ou 60 ? Erreur profonde !

Il est prouvé que nous pouvons vivre deux à trois fois la durée actuelle de la vie. Les meilleurs cerveaux de notre temps l'ont démontré : Metchnikoff, Voronoff, Stejneger, Dopler, Busquet, Jaworski, Carrell, Frumusan, etc., etc.

Le professeur THÉIRON — sans parler de ses nombreux élèves — en a fait l'expérience vivante sur lui-même depuis 30 ans. A 73 ans, il est d'une souplesse et d'une jeunesse étonnantes. Personne ne lui donne plus de 40 ans. Il a réuni ses expériences en une Méthode facile, applicable par tous.

IL NE S'AGIT PAS DE MÉDICAMENTS

mais d'une meilleure organisation de la vie pour obtenir une vitalité décuplée, une ardeur infatigable qui défie les signes et les effets de ce qu'on appelle « l'âge ».

QUELQUES OPINIONS AUTORISÉES

Sir RONALD ROSS, le fameux savant anglais :

« Depuis 30 ans, les recherches médicales nous assurent 20 ans d'existence supplémentaire. Et le miracle ne s'arrêtera pas là. »

Le critique médical du DAILY MAIL (en parlant du docteur français Frumusan) :

« Ceux qui adopteront de tels préceptes dépasseront de beaucoup la centième année, et la voie à suivre n'est ni dure, ni désagréable. »

Le Directeur de l'INSTITUT PASTEUR de Paris :

« Il est plus que probable que, dans un siècle, les hommes qui vivent actuellement 85 ou 90 ans verront croître leur vitalité au point de vivre 150 ans, avant que leurs cellules succombent aux germes destructeurs. »

N'attendez pas un siècle : suivez la Méthode Théiron.

Demandez l'exposé de cette méthode envoyé gratuitement. ECOLE THÉIRON (service 14), rue Vanderkindere, 334, Bruxelles. (Affranchir à 1 fr. 50).

un ensemble
unique...

PHOTOGRAVURE
CLICHERIE
GALVANOPLASTIE
DESSINS
PHOTOS
RETOUCHES

pour
illustrer vos
Publicités

Établissements

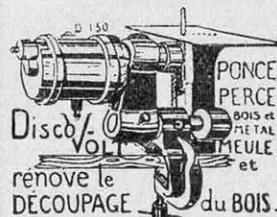
Laureys F^{res} * U
17, rue d'Enghien, Paris

INVENTEURS

POUR VOS
BREVETS WINTHER-HANSEN
L. DENÈS Ing. Cons.
35, Rue de la Lune, Paris 2^e

LA SCIENCE ET LA VIE

est le seul Magazine de Vulgarisation
Scientifique et Industrielle



Sans précédent :

DISCOVOLT

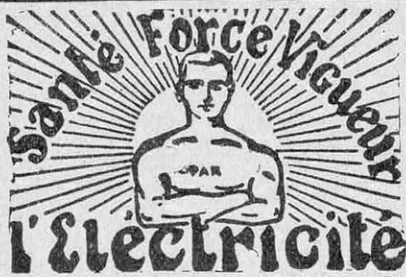
et autres Machines à
USAGES MULTIPLES
depuis 350 fr.

Milliers de références — Notices franco

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

Moustiques, Dépressions nerveuses, Odeurs ne résistent pas à OSGA-OZONOR.





L'Institut Moderned du Dr Grand 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, débilités, affaiblis et déprimés.

1re Partie : SYSTÈME NERVEUX.

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

2me Partie : ORGANES SEXUELS ET APPAREIL URINAIRE.

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

3me Partie : MALADIES de la FEMME

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

4me Partie : VOIES DIGESTIVES

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

5me Partie : SYSTÈME MUSCULAIRE ET LOCOMOTEUR

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

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

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

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

C'EST GRATUIT

Hommes et femmes, célibataires et mariés, écrivez une simple **carte postale** à Mr le Docteur L. P. GRAND, 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.

GAINES Anatomie

MARQUE

DÉPOSÉE

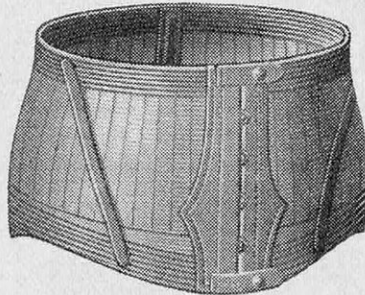
Monsieur,

Vous devez porter une gaine « **ANATOMIC** » ! **POUR VOTRE SANTÉ** car elle combat ou prévient les affections de l'estomac, des reins et de l'abdomen en maintenant parfaitement les organes sans les comprimer.

POUR VOTRE ÉLÉGANCE car elle supprime immédiatement et définitivement l'embonpoint grâce à son action correctrice et guérissante et vous permet d'acquérir une ligne jeune et une allure souple, avec un bien-être absolu.

ELLE EST INDISPENSABLE à tous les hommes qui « fatiguent » (marche, auto, moto, sport) dont les organes doivent être soutenus.

ELLE EST OBLIGATOIRE aux « sédentaires » qui éviteront « l'empatement abdominal » et une infirmité dangereuse : l'obésité.



N°	TISSU ÉLASTIQUE BUSC CUIR	Hauteur	Prix
101	Non réglable.....	20 % _m	69
102	Réglable.....	20 % _m	89
103	Non réglable.....	24 % _m	109
104	Réglable.....	24 % _m	129

RÉCOMMANDÉ : Nos 102 et 104 (réglables au dos), pouvant se serrer à volonté indépendamment.

COMMANDE : Nous indiquer votre tour exact de l'abdomen (endroit le plus fort).

ÉCHANGE : par retour si le modèle ou la taille ne convient pas.

PAIEMENTS par mandats, chèques ou contre remboursement (port : 5 frs).

CATALOGUE général (dames et messieurs) avec échantillons tissus et feuilles de mesures franco.

BELLARD - V - THILLIEZ

SPECIALISTES

22, F^e MONTMARTRE — PARIS (9^e)

(Grands Boulevards)

Magasins ouverts de 9 h. à 19 h. — (Salon d'essayage) Maison de confiance fondée en 1906.

MÊME MAISON : 55, RUE N. D. de LORETTE, PARIS-9^e.

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.

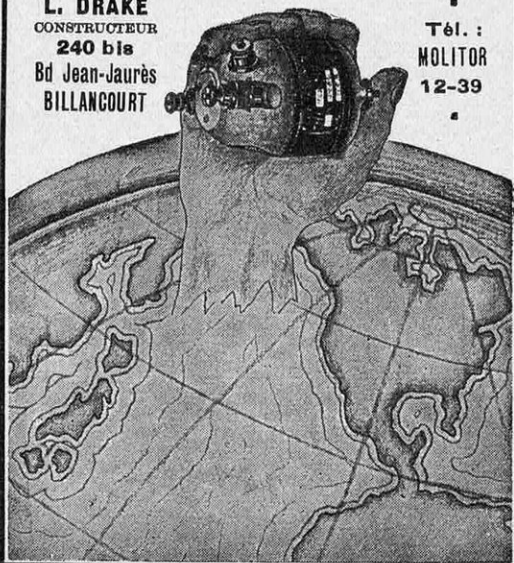
“MICRODYNE”

LE PLUS PETIT MOTEUR INDUSTRIEL DU MONDE

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

L. DRAKE
 CONSTRUCTEUR
 240 bis
 Bd Jean-Jaurès
 BILLANCOURT

Tél. :
 MOLITOR
 12-39



LISEZ TOUS

le monde
 automobile
 et motocycliste

La plus belle,
 la plus vivante
 Revue de Sport
 et de
 Tourisme

1.50

LE NUMÉRO

32 pages grand format abondamment illustrées - Rien que du texte inédit - Une documentation photographique unique - Specimen gratuit sur demande, 36, AVENUE des TERNES, PARIS.

LA CARRIÈRE DE VÉRIFICATEUR DES POIDS ET MESURES ⁽¹⁾

La Fonction

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

La mission peut se résumer ainsi :

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

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

Avantages de la carrière

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

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

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

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

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

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

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

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

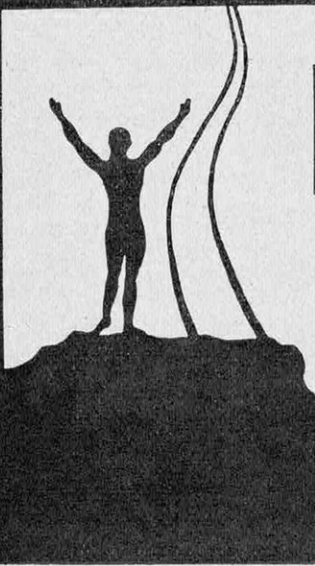
Emoluments (1).

Avancement (1).

Retraite (1).

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

Une belle vie
vous est offerte...



Horoscope
Loterie
Fétiche

? NON...

La brochure "PROGRÈS HUMAIN"
vous passionnera.

Demandez-la aujourd'hui même, en nous envoyant
ou en recopiant le bulletin ci-dessous.

METHODE P. S.
Service D 4
11, Rue Sauval
PARIS

Nom :
Profession :
Adresse :

Prière de joindre
1 fr. 50
en timbres-poste

LE
303...

CONTIENT

4 FOIS

PLUS d'ENCRE
que votre stylo
de même taille



Breveté et
usiné par

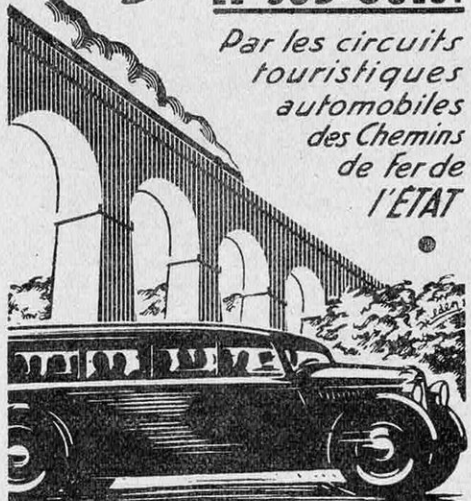
STYLOMINE

2, Rue de Nice - PARIS. XI^e

Visitez:

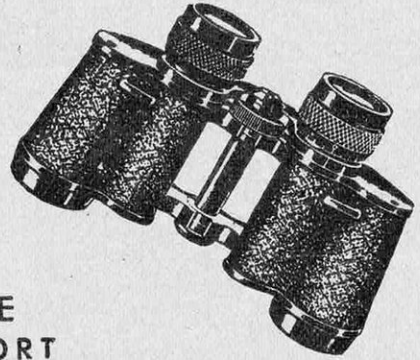
LA NORMANDIE
LA BRETAGNE
LE SUD-OUEST

Par les circuits
touristiques
automobiles
des Chemins
de fer de
l'ÉTAT



RENSEIGNEZ-VOUS
DANS LES GARES

ÉTAT



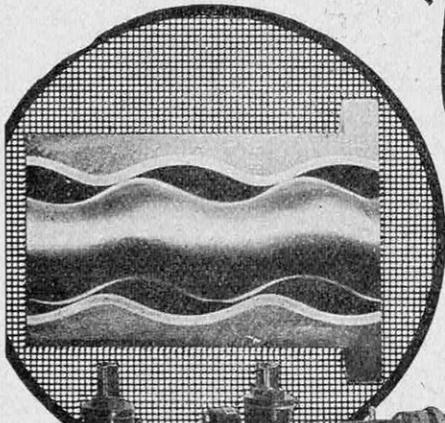
TOURISME
CHASSE. SPORT

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

Rien n'échappe aux jumelles Huet



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



Un Succès UNE POMPE EN CAOUTCHOUC

Pompes P. C. M. LICENCE R. MOINEAU

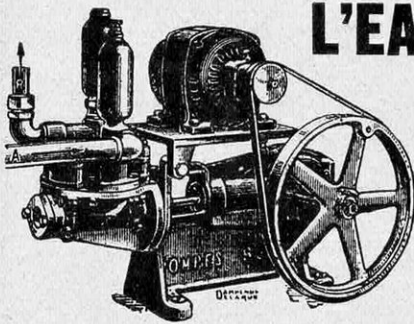
SES AVANTAGES :

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

*tous débits
toutes pressions*

Soc. POMPES, COMPRESSEURS, MÉCANIQUE

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



L'EAU MOINS CHÈRE A LA CAMPAGNE QU'À LA VILLE

Grâce à la nouvelle **POMPE à piston HYDRATOR**
Petite merveille de précision mécanique

Fonctionnant aussi bien sur les courants force et lumière
 Débit horaire, 1.000 litres - Hauteur d'élévation, 40 mètres

DÉPENSE 0 fr. 30 par heure de marche

CATALOGUE COMPLET SUR NOS POMPES
 FRANCO SUR DEMANDE ADRESSÉE AUX

Pompes B. J. M. - MARTIN et C^{ie}, Ing^{rs}-Const^s
35, rue Barbès, Montreuil-s-Bois

R. C. SEINE 245.132 B - TÉL. : DORIAN 63-36

ULTRA-VIOLET

— Applications médicales —

Modèles
 pour traitements
 à domicile

VENTE
 ET LOCATION



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

Ecole Française de Radiesthésie

15, boulevard Poissonnière

Gut. 38-36

PARIS

Gut. 38-36

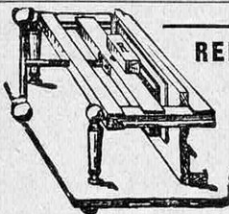
Les merveilleuses propriétés des
Sourciers (recherche de l'eau, des
 minerais, des cavités, des métaux pré-
 cieux, des maladies, etc.), mises au
 grand jour, sont maintenant à la
 portée de tous.

Une nouvelle science est née :

la **Radiesthésie**

Apprenez la manœuvre de la baguette
 et du pendule en suivant notre
**COURS ÉLÉMENTAIRE
 DE RADIESTHÉSIE**
 par correspondance.

NOTICE GRATUITE SUR DEMANDE



RELIER tout SOI-MÊME

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

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



TRESORS CACHÉS

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

SWEERTS FRÈRES Dép^t 52
 36 - RUE DE LA TOUR D'AUVERGNE, PARIS 9^e

ÉVITEZ LES ÉPIDÉMIES

◀ **FILTRE** ▶

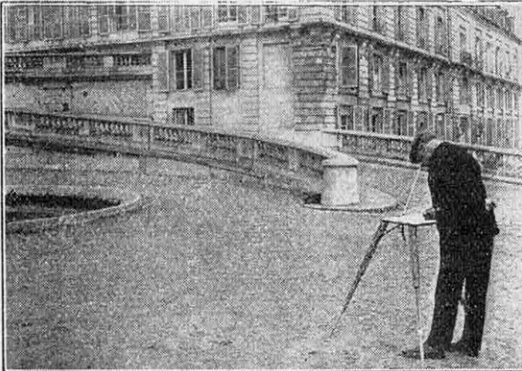
MAISONS D'ARTICLES DE MÉNAGE
 et 155, faubourg Poissonnière, Paris

MALLIÉ

“DESSINEZ”

en vacances, rapidement, exactement, sans savoir dessiner, d'après nature et d'après documents, avec :

La Chambre Claire Universelle
(2 modèles de précision) : **190 et 280 francs** ou
Le Dessineur (1 modèle) : **110 francs**



DESSIN DE PAYSAGE D'APRÈS NATURE

Demandez le catalogue gratuit n° 12 et liste de références officielles
P. BERVILLE, 18, rue La Fayette, PARIS (9^e)
Chèque postal : 1271-92



Envoi gratuit

Choisissez la montre à votre goût sur le superbe Album n° 35-65, présentant :
600 MODÈLES DE MONTRES DE BESANÇON

tous les genres pour Dames et Messieurs qualité incomparable
Adressez-vous directement aux
Ets SARDA

les réputés fabricants installés depuis 1893.

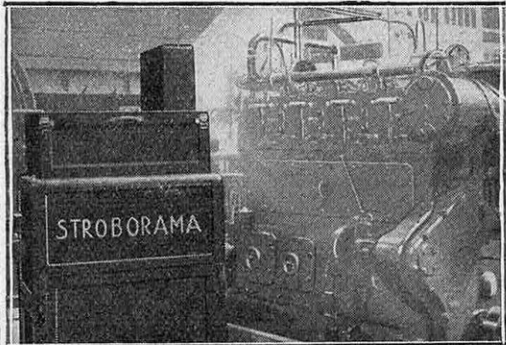
SARDA
BESANÇON
FABRIQUE D'HORLOGERIE DE PRÉCISION

Recherches Mécaniques et Physiques

(BREVETS SEGUIN FRÈRES)

40, Rue de l'Echiquier, PARIS
Téléphone : Provence 18-35 à 37

Appareils stroboscopiques **STROBORAMA** à grande puissance



STROBORAMA TYPE A

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

PHOTOGRAPHIE et CINÉMATOGRAPHIE au millionième de seconde

ETUDES STROBOSCOPIQUES A FORFAIT

Télétachymètres Stroborama

pour MESURE et CONTROLE des VITESSES à distance et sans contact

(Appareils électriques avec projecteur ou mécaniques à vision directe)



STROBORET A COMMANDE MÉCANIQUE

RÉGULATEURS SÉPARÉS
pour Moteurs électriques et
MOTEURS A RÉGULATEUR
donnant sans rhéostat une parfaite constance de vitesse à tous les régimes



NAGEURS, nagez plus longtemps et plus vite ;

NON NAGEURS, apprenez à nager ;

VOUS TOUS, devenez de splendides athlètes

en utilisant l'appareil avec lequel le Capitaine FLOURENS, le 27 septembre 1934, a traversé la Manche, sans savoir nager, en 10 heures 22 minutes, battant tous les records.



L'HYDROSPHÈRE

25, rue des Mathurins, PARIS (8^e) - Tél. : Anjou 13-05
Renseignements et Catalogue franco sur demande

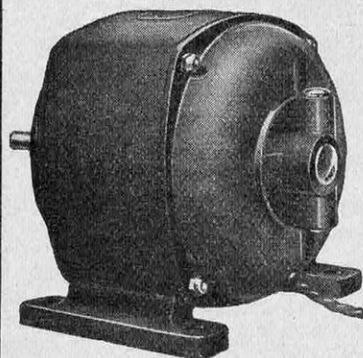
GRANDS RÉSEAUX DE CHEMINS DE FER FRANÇAIS

**BILLETS D'ALLER ET RETOUR INDIVIDUELS
DÉLIVRÉS A L'OCCASION DE
CONGRÈS ET MANIFESTATIONS ANALOGUES**

Sur demande adressée un mois à l'avance par les organisateurs au Secrétariat du Comité de Direction des Grands Réseaux, 42, rue de Châteaudun, à Paris, des billets spéciaux sont délivrés, à l'occasion de Congrès ou manifestations analogues se tenant en France ou à l'étranger, aux personnes qui y prennent part ainsi qu'aux femmes, enfants mineurs et filles non mariées des participants, lorsque le nombre des congressistes empruntant le chemin de fer est au minimum de vingt.

Délivrés en toutes classes pour un parcours d'aller et retour égal ou supérieur à 50 km., ils comportent une réduction de 40% sur les prix des billets simples à place entière et permettent de s'arrêter 2, 4 ou 6 fois en cours de route, suivant la distance.

La durée de validité de ces billets est au maximum de 15 jours pour les manifestations se tenant en France, sans faculté de prolongation.



MOTEURS ÉLECTRIQUES MONOPHASÉS

1/200° A 1/2 CV

pour toutes applications industrielles et domestiques

DÉMARRANT EN CHARGE — SANS ENTRETIEN
SILENCIEUX — VITESSE FIXE

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

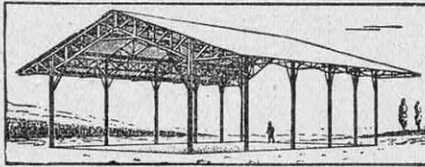
Soumettez-nous vos problèmes, sans engagement de votre part nous les solutionnerons

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

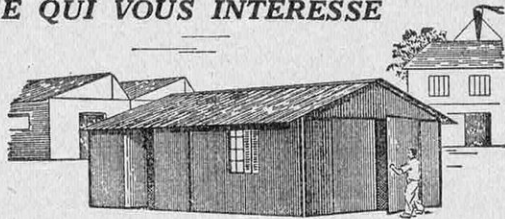
Téléphone : VAL D'OR 09-68

Quelques-unes de nos Constructions métalliques

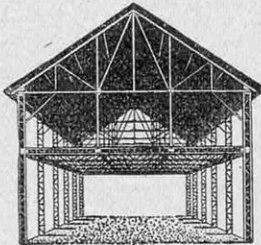
DEMANDEZ LA NOTICE QUI VOUS INTÉRESSE



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



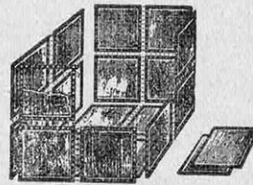
GARAGES MÉTALLIQUES pour voitures et avions de tourisme. (Notice 192)



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



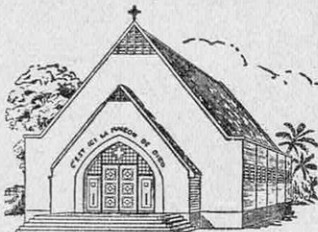
Utilisez vos murs en y adossant des APPENTIS EN ACIER (Notice 123)



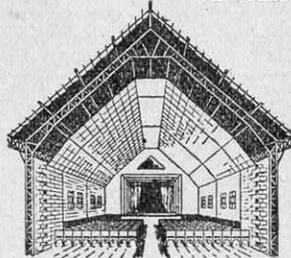
RÉSERVOIRS MÉTALLIQUES DÉMONTABLES pour eau et gas oil. 1.000 à 27.000 litres. Plus de 460 modèles différents. (Notice 187)



MOULINS A VENT et toutes INSTALLATIONS HYDRAULIQUES. (Notice 198).



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

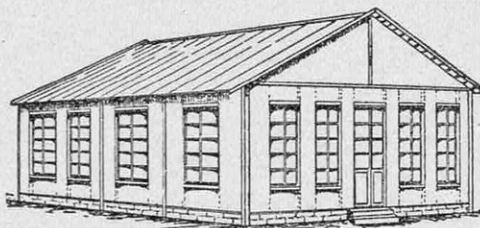


SALLE DE PATRONAGE ET CINÉMA. — Pente de 75 % au mètre, avec plafond voûté également. (Notice 208)

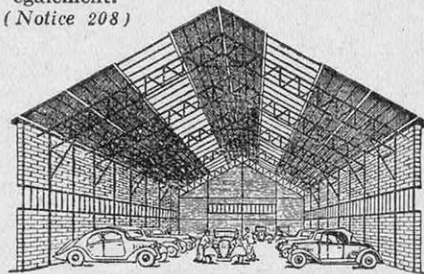


NOUVEAU MODÈLE DE HANGAR pour avion de tourisme. (Notice 210)

Nous travaillons principalement par correspondance. Notre documentation imprimée est assez perfectionnée. Demandez les notices qui vous intéressent. Nous visitons aussi dans un rayon de 100 kilomètres de notre usine, et viendrons volontiers discuter votre projet sur place sous huitaine de votre demande. Faites-nous part de votre jour préféré.



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



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

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

LA SCIENCE ET LA VIE

MAGAZINE MENSUEL DES SCIENCES
ET DE LEURS APPLICATIONS A LA VIE MODERNE

SERVICE DE LA PROPAGANDE
industrielle et commerciale



Le plus fort tirage de toutes les revues scientifiques du monde

13, Rue d'Enghien - PARIS (X^e)

TÉLÉPHONE: Provence 15-21 (Standard 295)

R. C. Seine N° 116.544

Paris, le 25 juillet 1935

Chers Lecteurs

Chers annonceurs

Vous vous souvenez certainement de l'effort tout à fait spécial que nous avons fait l'an dernier dans notre numéro d'octobre à l'occasion du Salon de l'Automobile.

Nos Annonceurs ont compris tout de suite, grâce aux résultats acquis, l'intérêt que présentait pour eux un tel numéro; nos lecteurs ont été vivement intéressés par les renseignements techniques "automobile" que nous leur avons fournis; cette année malgré la période de ralentissement commercial que nous traversons, nous comptons rééditer notre effort en l'amplifiant encore.

Nous vous demandons, à vous, chers lecteurs, si vous n'êtes pas abonnés, de retenir votre numéro chez votre vendeur habituel dès le 20 septembre, car malgré l'augmentation de tirage, ce numéro se trouvera rapidement épuisé comme le précédent.

À vous, Chers Annonceurs, de nous retenir dès maintenant votre publicité pour ce numéro afin que nous puissions vous garantir un emplacement de choix.

Nous vous prions de bien vouloir croire à nos sentiments toujours tout dévoués.

La Direction.

ARTS ET TECHNIQUES DANS LA VIE MODERNE

Ce que sera l'Exposition internationale de Paris 1937

LA prochaine Exposition internationale de Paris — qui s'ouvrira en avril 1937 pour une durée maximum de six mois, et occupera un vaste emplacement de 27 hectares sur les rives de la Seine (1.500 mètres), depuis le Trocadéro jusqu'à environ la moitié du Champ-de-Mars — se propose, comme l'indique son appellation même, de montrer comment les arts et les diverses techniques ont modifié la vie moderne.

Il serait évidemment prématuré de prétendre donner, dès à présent, une description complète des nombreux palais qui composeront cette exposition, pour le succès de laquelle tout sera mis en œuvre, depuis les méthodes les plus modernes de la publicité (journaux, affiches, cinéma, avions, T. S. F., etc., etc.) jusqu'aux prix exceptionnels qui seront consentis par les organisations hôtelières, les compagnies de chemins de fer et de navigation, les entreprises de spectacles, etc. Nous nous bornerons donc à donner ici une note descriptive du *plan directeur*.

« Assigner à chaque groupe de classes sa place logique dans le terrain concédé, en profitant des avantages topographiques que chaque partie de ce terrain offrirait à la mise en valeur du caractère particulier de chacun de ces groupes », tel est le premier principe observé pour ce plan directeur.

1° Trocadéro

GROUPES I, II, III (CLASSES I A 13)

Le *Palais du Trocadéro*, y compris les terrasses qui peuvent être aménagées, convient aux manifestations diverses de l'expression de la pensée, congrès et conférences traitant des questions sociales, démonstrations sous tous leurs aspects, de la formation artistique et technique.

Il occupe, dans le plan de l'Exposition, une *place d'honneur*.

Vestige de l'Exposition de 1878, il marque les tendances éclectiques d'une époque, et l'on comprendrait mal qu'il puisse être conservé comme motif central d'une manifestation nouvelle de l'art contemporain.

On a donc envisagé une *transformation provisoire*, économique, mais instructive, des façades, par la construction de structures légères, tout en procurant un supplément de surface pour l'aménagement des locaux nécessaires aux groupes I, II et III.

La *Grande Salle*, qui servira de salle d'honneur, des congrès et grandes représen-

tations de gala, devra, en outre, être entièrement transformée : volumes nouveaux, aménagement moderne de la ventilation et de l'acoustique, autre élément de surprise pour le public, et comparable en quelque sorte au succès qu'obtint en 1925 la transformation intérieure du Grand-Palais

La *Place du Trocadéro*, carrefour de rayonnement de plusieurs grandes avenues, formera l'*entrée d'honneur de l'Exposition*. En son centre, un motif décoratif vertical, visible de jour et de nuit, signalera au loin l'Exposition.

2° Pont d'Iéna

L'axe de cette composition se poursuit par le *Pont d'Iéna* reconstruit, élargi à 35 mètres, adapté aux besoins de la circulation moderne, la première des œuvres d'urbanisme que laissera l'Exposition.

L'élargissement du Pont d'Iéna entraîne la construction d'un *passage souterrain, Quai de Tokio*, où la circulation publique ne sera pas interrompue pendant l'Exposition.

3° Tour Eiffel

Face au Pont d'Iéna, la *Tour Eiffel*, gloire de la technique française, pourra, en 1937, fêter le cinquantenaire de sa construction.

A sa base est conçu, pour les groupes IV (classes 14 à 16) et XIV (classe 73), un grand *palais horizontal, bas*, mais long de 350 mètres et large de 120, qui abritera tout ce que le progrès nous apporte dans le domaine de la diffusion artistique et technique et de la publicité.

Couvert par une terrasse accessible aux promeneurs, à 10 mètres à peine au-dessus du sol, il n'obstruera rien de la perspective du Champ-de-Mars, sous les arches majestueuses de la Tour.

Les jardins publics, dans l'ensemble du Champ de Mars, resteront libres et accessibles au public.

C'est, d'ailleurs, pour satisfaire à deux de ses *préoccupations essentielles* que le Commissaire général s'est efforcé, dans l'étude du plan directeur, de sauvegarder d'une part les *espaces libres existants*, et d'autre part, la *circulation publique*.

4° La Seine

Perpendiculairement à l'axe Trocadéro-Champ de Mars, la voie majestueuse de la *Seine* étendra, du Pont de l'Alma au Pont de Passy, en une vaste courbe de 1.500 mètres,

la perspective des palais et pavillons qui borderont ses deux rives.

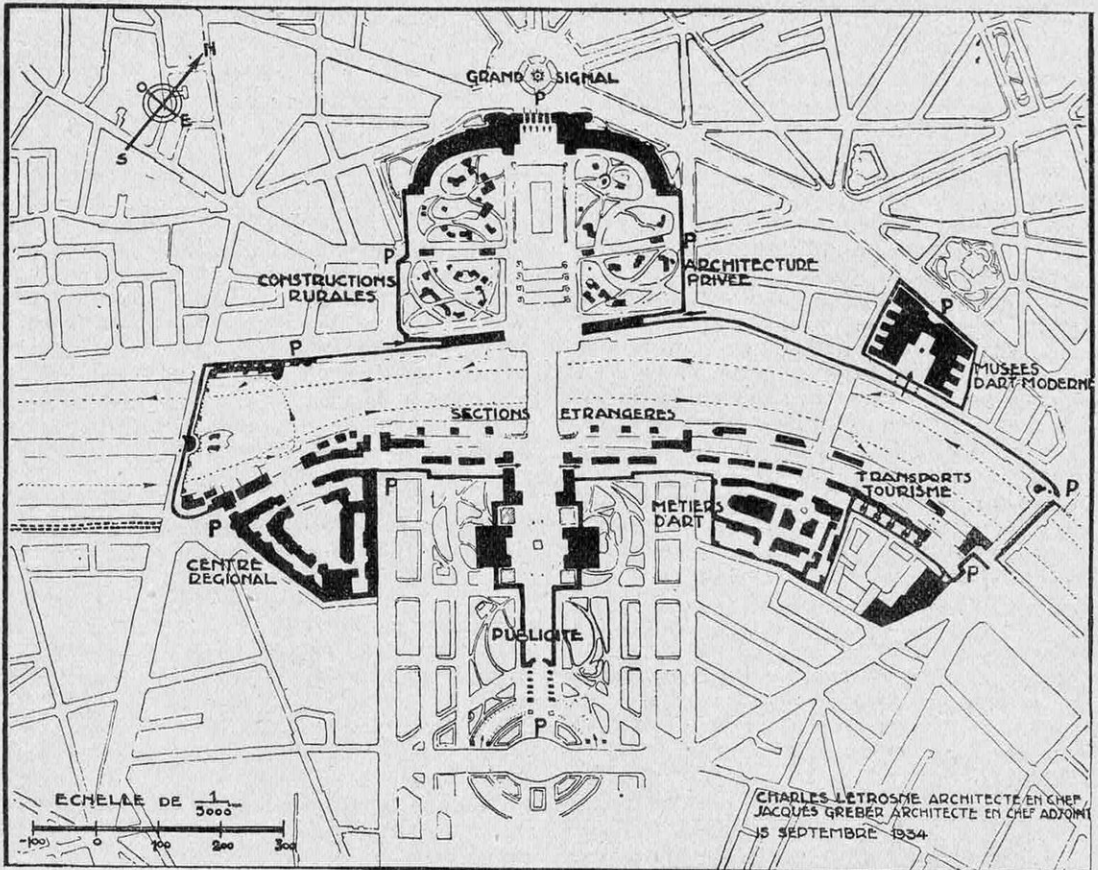
Au centre, les *nations étrangères*, invitées, occuperont une place d'honneur des deux côtés du Pont d'Iéna.

Sur la rive gauche, le Quai d'Orsay, concédé aux deux tiers, le Chemin de fer de l'Etat, recouvert, et la large berge débarrassée de ses dépôts de matériaux, permettent d'édifier, sans toucher aux arbres qui les ornent, une double rangée de cons-

5° Centre régional

Dépendant des groupes V (Architecture et Urbanisme, classes 17 à 22), VII (Bâtiment, classes 30 à 37) et VIII (Mobiliier et Décoration intérieure, classes 38 à 43), le *centre régional* sera un des ensembles les plus importants de l'Exposition. Il occupera 5 hectares.

Les plaines du Nord, les vallées de l'Est, le Rhône, les Alpes, le littoral Méditerranéen, les Pyrénées, l'Ouest (au sud de la



PLAN GÉNÉRAL DE L'EXPOSITION INTERNATIONALE DE PARIS 1937

tructions laissant entre elles des circulations aisées et ombragées. Le plan directeur comporte en outre, sur toute cette rive, une *importante servitude de promenade* ininterrompue devant les pavillons, qui permettra aux foules de parcourir les 1.500 mètres de rive et de contempler les fêtes de l'eau et de la lumière organisées sur le fleuve.

Sur la rive droite, de rares emplacements permettront d'élever d'étroits pavillons. Les groupes des *Transports*, du *Tourisme* et du *Sport nautique* (groupes XII et XIII, classes 65 à 72) y seront parfaitement à leur place, établis *sur l'eau*, sur des pontons, sur des bateaux à l'ancre, et présenteront, de ce fait, une rive vivante, colorée, l'illusion d'un Paris port de mer.

Loire), le Centre, l'Ouest (nord de la Loire), l'Ile-de-France seront représentés en plusieurs groupes de provinces qu'il sera facile d'assembler, comme elles le sont en réalité par le climat.

Pittoresque par la variété des alignements et des silhouettes, par le jeu des dénivellations propices aux spectacles de plein air, par l'attrait des étalages, les galeries couvertes et les loggias, l'ensemble prouvera que, dans l'unité d'une conception coordonnée, de nombreux architectes choisis parmi les meilleurs de toute la France peuvent démontrer que l'art régional, sans recourir au pastiche, est capable de se renouveler.

Sur la rive, les villages maritimes montreront, sur 300 mètres de développement,

la maison du pêcheur à travers les climats.

Fêtes et cortèges rappelleront, nous l'espérons, la jolie tradition de costumes, de danses et de chants qui se perdent, et seront la seule concession faite à la notion du passé.

6° Pont de Passy

Une *Passerelle* doublera le *Pont de Passy* et assurera la continuité du circuit sur les deux rives. Elle pourra être utilisée à l'extension du centre régional, et sur la rive droite même, une annexe, port de plaisance, complétera le tableau riverain qui s'étalera de la sorte sur 600 mètres environ de développement.

7° Groupes des Arts appliqués et métiers d'art

Formant pendant aux 5 hectares du Centre régional, par rapport à l'axe Trocadéro-Champ de Mars, un espace de 4 hectares sera réservé aux Arts appliqués et Métiers d'Art (groupes VII à XI, classes 30 à 64).

Les métiers d'art s'y montreront dans leur exercice ; là aussi le public pourra assister à la synthèse de l'artisanat, comprendre l'effort, apprécier l'utile leçon de son contact avec les artistes créateurs des mille objets dont il entoure son existence.

Le groupe des métiers d'art donnera l'occasion d'essayer les avantages d'une conception nouvelle, ordonnée, de la rue.

Ces constructions comporteront quelques salles importantes pour réunions corporatives, expositions d'ensembles, pour les objets à montrer en vitrines.

8° Pont de l'Alma

La passerelle qui longera le Pont de l'Alma, sans le charger, formera écran vers le pont lui-même, et s'ouvrira largement vers la Seine ; quelques édicules la réuniront simplement au pont dont le trottoir aval est concédé.

9° Passerelle Debilly

La Passerelle Debilly, prévue conservée et légèrement élargie, sera incorporée au groupe des Transports et du Tourisme. Elle servira surtout de support pour les effets nocturnes d'eau ou de lumière.

10° Musées d'art moderne

Les *musées d'art moderne* recevront, après l'Exposition, les collections de l'Etat et de la ville de Paris (musées du Luxembourg et du Petit-Palais).

Pendant l'Exposition, ces musées abriteront le groupe IV des Arts graphiques et plastiques (classes 26 à 29).

11° Jardins de la rive gauche

Une œuvre d'urbanisme qui devra également survivre à l'Exposition sera l'aménagement en promenades plantées de la berge et de la partie couverte du Chemin de fer de l'Etat sur la rive gauche, au moins entre

l'avenue de La Bourdonnais et l'avenue de Suffren, et si possible du Pont de l'Alma au Pont de Passy.

Cette promenade constituerait, en effet, un embellissement considérable de cette partie des quais. L'étude en sera donc menée de telle manière que les travaux d'aménagement de l'Exposition puissent être, en cet endroit, exécutés à titre définitif.

12° Circulation

Le tour complet de l'Exposition représentera un parcours fermé de plus de 4 kilomètres. Des voitures légères, silencieuses, de petit volume, des vedettes et tous autres moyens de transport, constitueront le moyen le plus efficace d'assurer la visite rapide de l'Exposition. Par contre, l'entrée en devra être interdite aux voitures particulières.

13° Plan général du son

La musique enregistrée, la T. S. F., les émissions électriques de tout ordre, ne sont pas interdites à l'Exposition, puisqu'elles sont un élément de progrès. Elles seront simplement disciplinées.

Par cette mesure et cette expérience, l'Exposition servira utilement la cause de la défense contre le bruit dans les villes modernes.

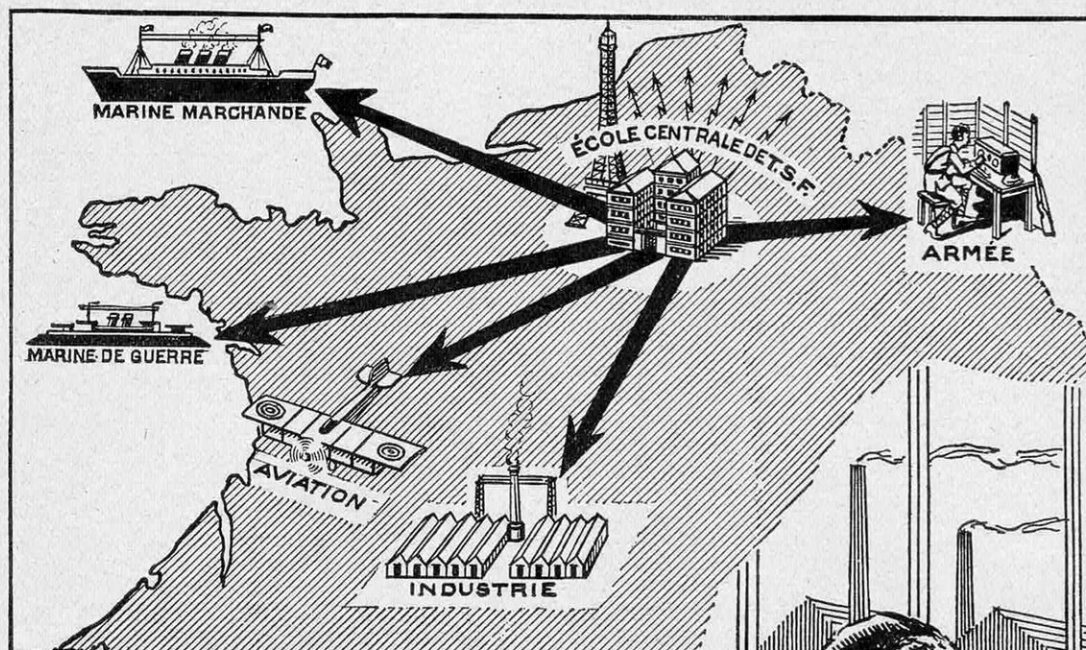
14° Jardins

L'Art des Jardins, sous tous ses aspects, est de nouveau à l'honneur : les moindres espaces non occupés par les constructions fourniront une occasion d'amplifier le cadre floral de l'Exposition.

Parterres de fleurs, massifs d'arbustes, fontaines, ajoutés, combinés aux arbres existants, donneront, autant qu'il sera possible, l'impression que les bâtiments de l'Exposition ont été enchâssés dans un grand jardin.

La place étant comptée, on a prévu dans le parc de Sceaux, des aménagements sur 11 hectares. L'Orangerie, que nous souhaitons voir rétablie dans sa forme première, abritera les plans et maquettes de jardins. En 1937, on y présentera l'exposition des roses, des fleurs et des arbres taillés en forme. Les espaces voisins seront, dans leurs grandes lignes, préparés pour être plus tard incorporés à la grande composition des futaies et bosquets du Parc, mais seront temporairement aménagés en suite de jardins différents, représentant, en nature, une leçon complète de l'art des jardins dans le monde entier.

L'exposition générale du jardin, qui sera, dans Paris, fatalement limitée à des réalisations exigües, pourra, à Sceaux, être préparée sans la gêne des chantiers de construction, s'y développer avec tout l'espace nécessaire, à l'aise, dans une atmosphère favorable, et y être, par conséquent, assurée d'un succès sans précédent.



ÉCOLE CENTRALE DE T.S.F.

12, Rue de la Lune - PARIS (2^e)

Toutes les préparations

PROFESSIONNELLES. - Radiotélégraphistes des Ministères ; Ingénieurs et Sous-Ingénieurs Radios ; Chefs-Monteurs ; Radio-Opérateurs des Stations de T. S. F. Coloniales ; Vérificateurs des installations électro-mécaniques ; Navigateurs Aériens.

MILITAIRES :

Génie. - Chefs de Postes et Elèves Officiers de Réserve.

Aviation. - Breveté Radio.

Cours spéciaux de Navigateurs Aériens.

Marine. - Breveté Radio.

Durée moyenne des études : 6 à 12 mois

L'Ecole s'occupe du placement et de l'incorporation

Cours du jour, du soir et par correspondance

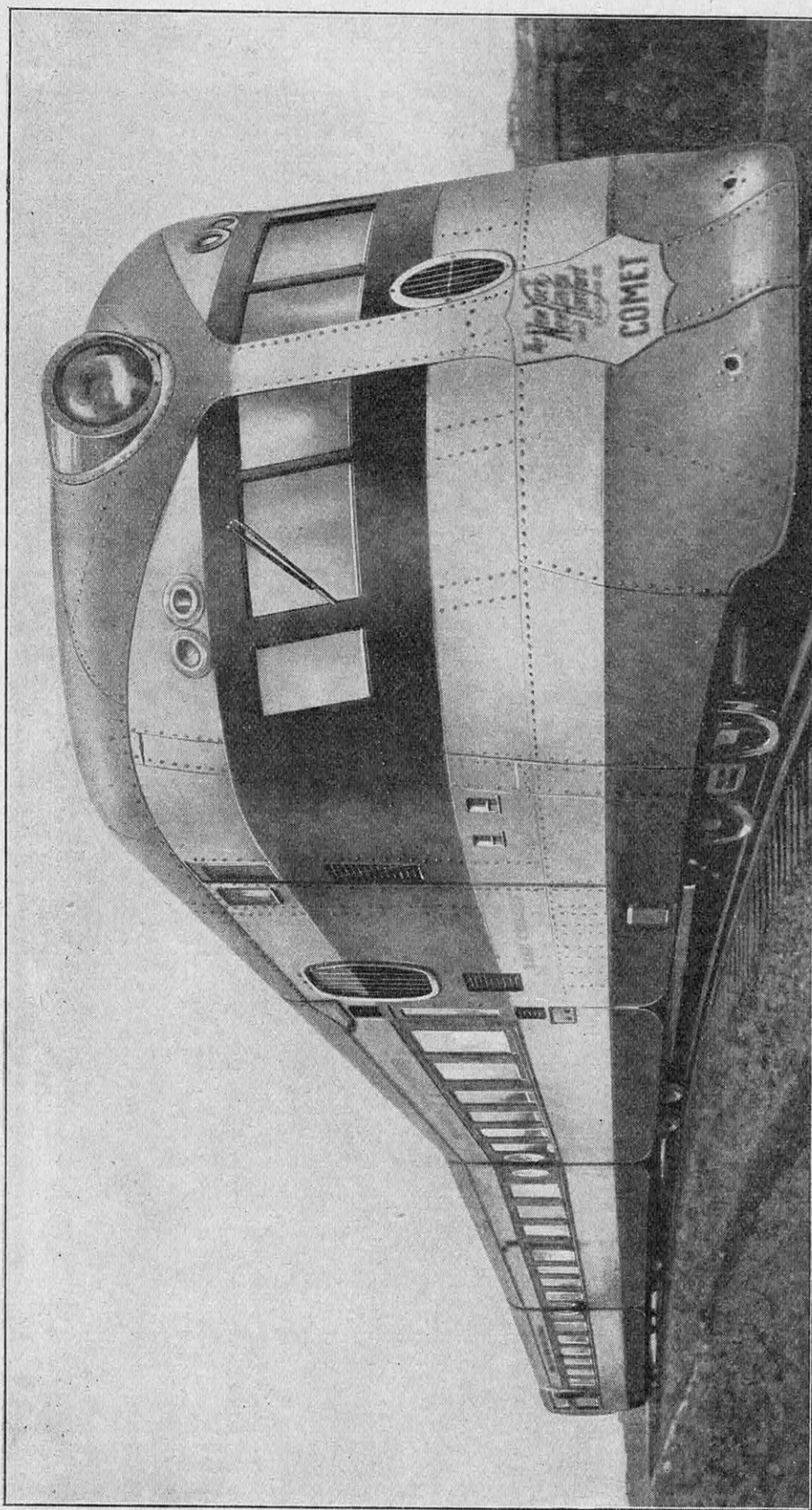
Renseignements sur simple demande



AOUT 1935

Pas de chemins de fer modernes sans climatisation	Max Vignes	89
<i>Le confort mécanique (suspension) est aujourd'hui completé, notamment en Amérique, par le « conditionnement de l'air », qui permet de régler les conditions atmosphériques des compartiments de voyageurs. L'équipement est maintenant au point, mais il coûte cher. C'est cependant un facteur essentiel de succès en faveur du rail dans sa lutte contre la route, sans omettre la concurrence aérienne.</i>		
Voici les nouveaux aimants « créés » par la métallurgie moderne.	Paul Régnault	96
<i>Au triple point de vue puissance, poids et prix de revient, les aimants au fer-nickel-aluminium et au fer-cobalt-nickel-titane constituent un remarquable progrès dont l'avenir industriel apparaît plein de promesses.</i>		
Comment, en utilisant un réseau électrique ordinaire, on peut commander à distance des appareils d'éclairage et électromécaniques.	Ch. Brachet	103
<i>Voici le dispositif simple, basé sur le phénomène de la résonance, qui est notamment utilisé pour la télécommande de l'éclairage à l'Exposition de Bruxelles.</i>		
Les gaz de combat révolutionneront-ils aussi la tactique navale ?	L. Laboureur	109
<i>La guerre chimique sur mer pose, pour la défense contre les gaz, de nouveaux problèmes qui modifieront non seulement la physionomie du combat naval, mais encore la construction des navires eux-mêmes.</i>		
Le « dispatching », gardien de la sécurité de nos voies ferrées .. .	André Charmeil	117
<i>Après les « dispatchers » de lignes, voici les « chefs de circulation » de gares, qui établissent par téléphone les liaisons entre les divers services, en attendant que la T. S. F. permette à ces agents régulateurs de communiquer directement avec les mécaniciens.</i>		
Pour la sécurité de l'atterrissage, utilisons les ondes courtes .. .	C. Vinogradow	124
<i>L'application en Allemagne de la direction des ondes courtes permet de guider sûrement le pilote vers l'aérodrome et d'assurer l'atterrissage avec le maximum de sécurité.</i>		
Qu'est-ce que l'ionosphère ?	L. Houlevigue	129
<i>Les récents travaux de savants anglais et américains ont permis d'étudier les couches ionisées de l'atmosphère, qui expliquent les anomalies de la propagation des ondes hertziennes.</i>		
Notre poste d'écoute	S. et V.	135
Voici les nouvelles applications de la photogrammétrie	Max Vignes	141
<i>Les sciences les plus diverses (topographie, archéologie, balistique, hydrodynamique, prospection minière, géologie, médecine, criminalistique, etc.) font aujourd'hui appel à la photogrammétrie, qui est à la fois pratique, précise, rapide.</i>		
Pour l'étude interne du corps humain, voici le radiocinéma .. .	Y. Leimarch	149
<i>La luminosité des nouveaux écrans fluorescents, la sensibilité des émulsions cinématographiques et surtout les qualités optiques des objectifs permettent l'enregistrement sur film des mouvements des organes internes du corps et une observation féconde des phénomènes biologiques.</i>		
Ce que l'automobile doit aux progrès des pneumatiques	Henri Tinard	153
<i>C'est au pneumatique moderne que l'on doit la locomotion moderne sur route : l'industrie du pneu, au même titre que la mécanique, a créé l'automobile rapide.</i>		
De l'équilibrage des pneus dépendent et la tenue de route et la sécurité des automobiles	José Le Boucher	164
Le puissant outillage moderne des travaux maritimes	Ch. Leblanc	167
<i>Voici les appareils de levage et de manutention les plus gigantesques pour les imposantes constructions maritimes actuelles.</i>		
Le graissage rationnel, facteur du succès du paquebot « Normandie ».	J. M.	169
Le plus petit moteur électrique du monde	V. R.	171
Chez les éditeurs	S. et V.	171

Les grandioses constructions maritimes modernes, notamment dans les grands ports d'Europe et d'Amérique, exigent aujourd'hui un outillage perfectionné d'une puissance jusqu'ici inusitée pour les appareils de levage et de manutention. La couverture de ce numéro représente un pont roulant flottant, long de 63 mètres, large de 19 mètres, établi pour le port de Gênes, capable d'amener simultanément trois blocs de béton pesant chacun 450 tonnes, soit 1.350 tonnes au total, et de les mettre en place successivement. (Voir l'article page 167 de ce numéro.)



LE TRAIN AUTOMOTEUR ARTICULÉ AMÉRICAIN « COMET » OU LE CONDITIONNEMENT DE L'AIR EST APPLIQUÉ

Ce train assure le service de Boston (Massachusetts) à Providence (Rhode-Island), distants de 69 km 6, en 44 minutes, avec une vitesse commerciale de 95 km-heure (vitesse maximum 177 km-heure). C'est un train articulé à trois caisses pouvant emmener 160 voyageurs. Le chauffage est obtenu au moyen d'une chaudière à vapeur chauffée par des brûleurs à huile lourde à fonctionnement automatique. L'installation du conditionnement de l'air, d'un pouvoir frigorifique de 14 tonnes, comporte deux groupes motocompresseurs de 12 ch chacun. Chaque voiture comprend deux groupes évaporateurs et souffleurs (serpents d'évaporation, radiateur, motoventilateur, appareils de contrôle). Des thermostats permettent de régler la température dans chacun des trois compartiments.

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, Août 1935. R. C. Seine 116.544

Tome XLVIII

Août 1935

Numéro 218

PAS DE CHEMINS DE FER MODERNES SANS CLIMATISATION

Par Max VIGNES

ANCIEN ÉLÈVE DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE
INGÉNIEUR DES MANUFACTURES DE L'ÉTAT

Le « conditionnement de l'air » (1) est l'ensemble des opérations que l'on fait subir à l'atmosphère d'un local pour que les occupants y éprouvent l'impression la plus complète possible de bien-être. La science nouvelle du confort prétend aujourd'hui définir mathématiquement ce « bien-être », et montre que, pour le réaliser intégralement, il faut régler avec précision à la fois la température de l'air, son degré hygrométrique, sa vitesse de circulation et aussi sa pureté. On voit combien cette « climatisation » rationnelle dépasse ce qu'on ose pourtant appeler le « confort moderne » de nos appartements. Que dire des wagons de chemins de fer ? Là, même dans les trains de luxe, l'air des compartiments, véritables locaux « confinés », se charge en peu de temps de poussières et de microbes et, surtout en été, la température y est le plus souvent intenable. Aussi songe-t-on, aujourd'hui, à compléter le confort « mécanique » des voitures par le conditionnement de leur atmosphère. Aux États-Unis surtout, et aussi en France, — comme l'ont démontré les essais du P.-O. Midi, avec une voiture métallique de deuxième classe, et ceux de l'Etat avec une automotrice, — l'équipement nécessaire est maintenant au point. Seule, une question de crédits — car ces appareils coûtent encore cher — empêche cette transformation de se généraliser. Au début de cette année, on pouvait compter 2.500 voitures conditionnées aux États-Unis, et seulement six pour l'Europe entière ! La « climatisation » constitue pourtant un atout en faveur des chemins de fer dans la lutte entre le rail, la route et l'air, et, à ce titre, elle ne peut manquer d'être adoptée dans un avenir proche, au moins pour les longs parcours.

LE confort est désormais une notion scientifique. L'homme ne se sent confortable — des expériences américaines l'ont démontré — que s'il respire un air « conditionné » convenablement. On réalise véritablement le conditionnement de l'air, lorsqu'on règle sa température, sa teneur en vapeur d'eau (humidité relative), sa vitesse de circulation et sa pression. A pression normale, pour mettre la moyenne des gens dans la zone de confort, il convient d'avoir une faible vitesse de circulation de l'air, une température voisine, à quelques degrés près, de 20° (exactement entre 17°

et 23°) et un taux d'humidité assez voisin de 60%. Il convient, en outre, qu'aucune surface voisine ne rayonne un nombre excessif de calories ou de frigories. Or, le chauffage à la vapeur a précisément pour principe de maintenir la température d'une surface (radiateur) très élevée, d'où un rayonnement abondant de calories. D'autre part, en hiver, les fenêtres, surfaces froides, rayonnent des frigories. En été, par 30° à l'ombre, leur température, lorsqu'elles sont exposées en plein soleil, peut monter vers 65°, et c'est alors des calories qui s'irradient généreusement pour la plus grande gêne des personnes présentes.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 180, page 469.

Qu'exige le confort des voyageurs ?

Que nous sommes donc loin du confort théorique, dans la plupart de nos habitats ! En wagon, c'est proprement un désastre, car, outre les inconvénients précités, il y a encore une circonstance aggravante du fait qu'un compartiment est un local confiné.

L'air s'échauffe, s'humidifie, se charge rapidement de poussières, de bactéries et prend une odeur caractéristique et tenace...

Aux Etats-Unis, on s'est attaqué sérieusement au problème. En septembre 1934, les statistiques indiquaient 2.478 wagons de voyageurs conditionnés. En Europe, si j'ai bien compté, il existe une demi-douzaine de wagons réellement conditionnés. D'où vient la différence ? Une raison historique d'abord : le conditionnement de l'air est né en Amérique ; des raisons économiques ensuite, ou financières tout simplement, que ce n'est pas ici le lieu de juger. Enfin, les circonstances ne sont pas les mêmes en Amérique ; les trains, en traversant le continent, sont soumis aux climats les plus divers et souvent les plus rudes. Dans notre doux pays de France, il n'en est pas ainsi, et, même pour les trains internationaux, on peut dire qu'ils n'ont point à traverser d'atmosphères spéciales. Techniquement, il ne pourrait, à notre avis, en résulter qu'une chose : c'est que la puissance des installations à réaliser devrait être moindre, par conséquent leur montage et leur exploitation plus économiques. Il suffit d'avoir voyagé une seule fois en été pour se rendre compte de leur nécessité.

Définissons donc avec plus de précision en quoi consiste le problème du conditionnement de l'air dans les wagons de chemin de fer. Tout d'abord, il s'agit d'assurer un *renouvellement* rationnel de l'air. Ce n'est pas en ouvrant les fenêtres que l'on peut l'obtenir, puisqu'on introduit ainsi un air chargé de poussières, animé d'une grande vitesse, et à température nettement différente de la température intérieure. D'ailleurs, cette ressource nous sera bientôt enlevée, les rames aérodynamiques à grande vitesse devant comporter des glaces fixes. Donc : circulation forcée et dirigée de façon à assurer une homogénéisation rapide de l'atmosphère. Cette considération entraîne à elle seule la solution de tout le reste du problème. En effet, puisqu'il faut assurer la ventilation des wagons, nous sommes amenés à préparer l'air idéal dans une cabine extérieure aux compartiments, à distribuer cet air aux voyageurs, puis à le

recupérer pour le préparer à nouveau, c'est-à-dire le filtrer, le désodoriser si possible, puis l'amener à la température et à l'humidité voulue.

Aussi ne comprenons-nous pas la solution partielle adoptée parfois. Elle consiste, en été, à souffler dans les wagons, un peu avant leur départ, une provision d'air froid. A cette fin, on amène au voisinage du wagon une sorte de cabine roulante, composée essentiellement d'un bac à glace et d'un ventilateur refoulant l'air à travers la glace, puis dans une manchette s'adaptant à un orifice aménagé spécialement dans la paroi du wagon. Le wagon est naturellement muni, par ailleurs, du système normal de chauffage pour l'hiver. Ce n'est donc pas un wagon conditionné. On dit qu'il est *pré-conditionné en été*. La méthode est économique. Avec elle, on combat utilement l'échauffement des rames qui ont séjourné au soleil. A l'entrée, le voyageur trouve une atmosphère agréable, ce n'est pas douteux. Mais ensuite ? A mesure que le temps coule, le confort diminue, et la fatigue croît d'autant plus. Enfin, tant pis pour les voyageurs qui ne prennent pas le train au terminus ! On ne peut appeler cela autrement que les balbutiements du début.

Comment on réalise le conditionnement de l'air dans les trains

Revenons-en au véritable conditionnement.

Les méthodes en présence sont au nombre de trois, qui diffèrent entre elles par l'agent réfrigérateur utilisé. De toutes façons, le circuit décrit par l'air est le suivant : un mélange d'air frais pris à l'extérieur de la voiture et d'air de reprise en provenance des compartiments est aspiré à travers un filtre destiné à éliminer les poussières, à l'aide d'un ventilateur. Puis il est refoulé à travers une batterie de refroidissement ; ensuite, il doit traverser une série de chicanes, ou tout autre dispositif qui lui fait subir un essuyage, c'est-à-dire le débarrasse des gouttelettes d'eau qui se sont formées par condensation lors du refroidissement. Il traverse ensuite un radiateur de chauffage en service l'hiver, et est enfin distribué, par des gaines et des bouches de soufflage appropriées, dans les différents compartiments. C'est là le schéma général, avec quelques variantes de détail.

L'agent de chauffage normal est évidemment la vapeur ; ce peut être l'électricité.

La réfrigération peut être obtenue de

trois manières différentes. Tout d'abord, on peut utiliser la *glace* comme agent réfrigérant. Le système est relativement simple et de fonctionnement sûr. Son coût d'établissement est bien inférieur à celui des autres types. Les parties mobiles de l'installation sont réduites au minimum ; il n'y a pas, à proprement parler, d'installation frigorifique, mais bien plutôt un accumulateur de frigories que l'on décharge pendant le trajet. Trente-neuf pour cent des wagons américains sont équipés avec ce système. Il a aussi la faveur des constructeurs européens. Cependant, il n'a pas que des avantages : il pose, en effet, le problème de l'approvisionnement en glace des stations de chemins de fer ; il nécessite de la main-d'œuvre pour le chargement de la glace. Son coût de fonctionnement est, par suite, assez élevé, sauf sur les faibles parcours.

Le deuxième type de réfrigération est le type dit *à jet de vapeur*. Un jet de vapeur sous pression, formant trompe, fait le vide dans un récipient et entraîne une évaporation d'eau, c'est-à-dire une production de frigories. Ces frigories refroidissent elles-mêmes la masse d'eau, qui les transmet, par l'intermédiaire d'un radiateur, à l'air de circulation. Ce système s'impose sur les trains mus à la vapeur. Il est absolument sûr. Il n'exige l'emploi d'aucun réfrigérant nocif ou toxique. Il n'y a pas de forte pression dans d'autres parties du système que les canalisations de vapeur. Il est très simple, réduisant au minimum le nombre des pièces mobiles. Celles-ci se composent du ou des ventilateurs de circulation d'air, de la pompe de circulation d'eau et des appareils de commande et de régulation. Il en résulte que les frais d'entretien

de l'installation sont très faibles. Le réglage, entièrement automatique, est aisé. Toutefois, il ne peut fonctionner que sous une certaine pression de vapeur et dans des trains de longueur limitée. Ainsi, aux Etats-Unis, les voitures sont normalement équipées avec une conduite de vapeur de 50 millimètres de diamètre, qui servait primitivement au chauffage. Il en résulte

que, pour une puissance frigorifique de 15.000 frigories par heure et par wagon, il est nécessaire d'avoir un débit de vapeur tel qu'on ne peut équiper avec ce système que les trains de moins de vingt voitures. En outre, la pression ne doit descendre, en aucun cas, au-dessous de 4 kg par centimètre carré.

Le dernier type de réfrigération est le type *à compression*. Il convient mieux aux chemins de fer électrifiés. Son principe est le suivant : un groupe compresseur comprime un gaz jusqu'à liquéfaction, puis ce gaz va se détendre dans un récipient en produisant des frigories qui sont transmises par l'eau de circulation alimentant les radiateurs de réfrigération de l'air. Ce système fait appel à l'emploi

d'un réfrigérant tel que le fréon (1), l'ammoniaque ou d'autres gaz, qui sont mauvais pour la santé dans certaines conditions. Le fréon est très employé aux Etats-Unis, parce qu'inodore et ininflammable. Les fuites de réfrigérants sont inévitables, et le coût de leur renouvellement, pour n'être pas élevé, n'en doit pas moins être pris en considération. D'autre part, un compresseur possède de nombreux organes délicats, dont l'entretien exige du soin. Enfin, la demande

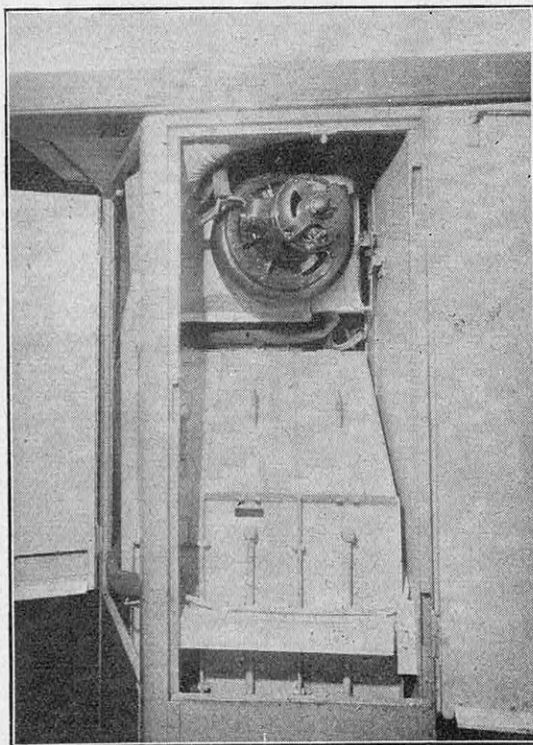


FIG. 1. — LA BATTERIE DE RÉFRIGÉRATION DES WAGONS DU RÉSEAU P.-O.-MIDI

Cette batterie est installée sur la plate-forme du wagon. A la partie inférieure, on voit l'extérieur du bac à glace à travers lequel l'air à rafraîchir est aspiré. A la partie supérieure, le groupe ventilateur assurant la circulation de l'air.

(1) Le fréon est un gaz non toxique, dérivé du méthane par combinaison du carbone avec le chlore et le fluor.

en puissance électrique est nettement plus élevée que pour le système à jet de vapeur. En somme, on peut dire que le système à compresseur est d'un prix de revient double de celui du système à jet de vapeur.

Tous ces systèmes, quels qu'ils soient, exigent la production d'énergie électrique pour assurer le fonctionnement des ventilateurs, des pompes de circulation, éventuellement du groupe compresseur. Il faut donc produire dans la voiture — au moins sur les trains à vapeur — du courant électrique. Ceci exige l'installation d'une génératrice entraînée (directement ou non) par les essieux. Mais elle ne peut fonctionner que si le train roule à une certaine vitesse. S'il ralentit, s'il s'arrête, il faut disposer d'une batterie d'accumulateurs suffisante. On conçoit qu'une installation complète de conditionnement entraîne un accroissement notable du poids mort et occupe une place assez encombrante. Pour pouvoir les loger plus aisément, les *cabines* de préparation d'air sont généralement installées soit à l'une des plates-formes d'extrémité des wagons, soit dans l'espace libre entre le plafond et le toit de la voiture, soit sous le châssis.

La technique française en bonne place

Il est intéressant de noter, avec un peu plus de détails, quelques-unes des dernières réalisations en la matière.

Et, tout d'abord, voici une initiative française, répondant à un problème posé par l'Union internationale des Chemins de Fer. L'installation de conditionnement de l'air dont il s'agit est exécutée sur une voiture métallique, du type deuxième classe, du P.-O.-Midi. Elle permet d'assurer le

chauffage de la voiture sur les lignes à traction électrique, ainsi que sa réfrigération par pulsion d'air froid, et la ventilation rationnelle, en toute saison, des compartiments. Les caractéristiques de puissance de l'installation sont les suivantes : pour avoir une réfrigération satisfaisante, il faut apporter dans chaque compartiment 350 à 400 frigories par heure, qui correspondent

environ à un débit d'air de 150 à 170 mètres cubes dans chaque compartiment, l'air admis étant à une température inférieure de 8° à 5° à la température extérieure. Ce débit permet de renouveler l'atmosphère de la voiture environ dix fois par heure, le débit par voyageur étant de l'ordre de 25 à 30 mètres cubes par heure.

Les caractéristiques techniques de l'installation sont les suivantes : un groupe moto-ventilateur, d'une puissance de 1/2 ch sous 24 volts, aspire 1.350 mètres cubes à l'heure d'air (extérieur uniquement), à travers un bac à glace contenant 375 kilogrammes de glace (ce qui correspond à une réserve d'environ 30.000 frigories). L'ensemble se trouve

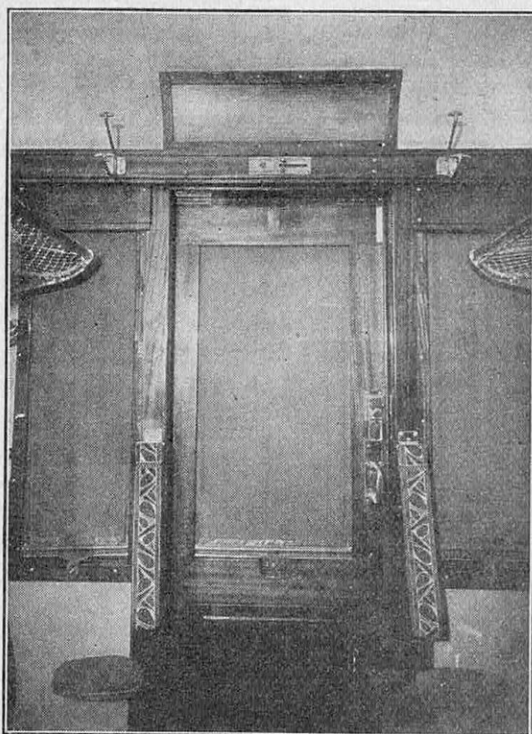


FIG. 2. — COMMENT L'AIR FRAIS EST DISTRIBUÉ DANS LES VOITURES DE VOYAGEURS

La bouche, recouverte d'une toile filtrante, se voit au-dessus de la porte d'accès au couloir. Par suite de sa forte densité, l'air froid retombe sur les voyageurs, leur procurant une sensation de plein confort par les plus fortes chaleurs.

plates-formes de la voiture. La durée d'utilisation de la glace est d'environ 8 heures.

En marche d'hiver, l'air suit le même circuit ; mais, évidemment, on supprime la glace, et, par contre, on fait passer un courant électrique dans une batterie chauffante située sur le refoulement du ventilateur et sous le châssis de la voiture. Cette installation de chauffage est, d'ailleurs, doublée par une installation normale de chauffage à vapeur par radiateurs. Ajoutons que la batterie chauffante est prévue pour fonctionner sous diverses tensions de courant correspondant aux courants normale-

ment utilisés dans les pays qu'est appelé à traverser le train international.

A la sortie de la cabine, l'air est amené à la température désirée ; en outre, en été, il est déshumidifié par l'effet du refroidissement. Mais il n'est pas filtré. Il est distribué par une conduite, comportant des volets d'obturation et de réglage, courant le long du couloir : l'air chaud est soufflé sous les banquettes par deux diffuseurs filtrants. L'air frais est diffusé au-dessus de la porte d'accès du compartiment, comportant une toile filtrante (plissée) et une toile métallique protectrice avec volet de réglage. Un aérateur statique, situé au plafond du compartiment, permet l'évacuation de l'air vicié. Enfin, des diffuseurs d'air chaud sont prévus dans le couloir et sur les plates-formes. Le réglage comprend cinq régimes de marche, dont le changement se fait à la main : chauffage normal, avec ou sans régulation automatique, chauffage accéléré, réfrigération normale et réfrigération accélérée. Deux thermostats, placés dans les compartiments, assurent automatiquement une température constante. Les résultats sont tout à fait concluants. C'est ainsi qu'on a pu, par 34° à l'ombre, assurer dans les compartiments réfrigérés 28°5, alors que la température, dans un compartiment-témoin non conditionné, montait à 35°. L'exploitation du système est économique. La circulation d'air est rationnelle, grâce aux emplacements choisis pour les bouches de soufflage. Le couloir n'étant pas réfrigéré directement, se trouve normalement à une température intermédiaire entre la température extérieure et la température des compartiments, ce qui assure une transition suffi-

samment douce pour les voyageurs entrant et évite tout risque de troubles physiologiques.

Il est intéressant également de noter une toute récente réalisation effectuée sur une automotrice du réseau de l'Etat. L'installation, d'une puissance inférieure à 2 ch, utilise pour le chauffage de l'air conditionné, soufflé au plafond et repris au voisinage du sol, les calories perdues dans l'eau de refroidissement des moteurs. Pour le rafraîchissement d'été, on pulvérise directement dans l'air, à la sortie de la cabine de conditionnement, de l'eau en fines gouttelettes. L'évaporation de celles-ci suffit à produire les frigorifiques nécessaires, sauf par les températures extrêmes, où l'on peut emprunter du froid supplémentaire à un bac de glace, comme dans le système précédent. Le réglage de toute l'installation est entièrement automatique.

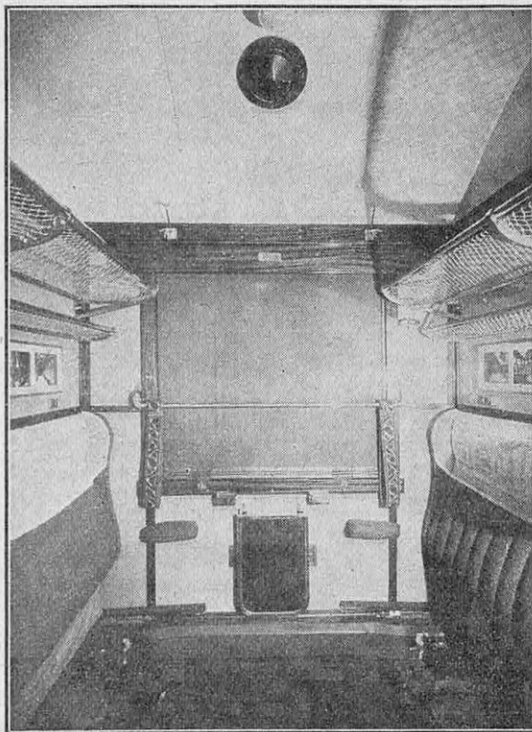


FIG. 3. — COMMENT EST ÉVACUÉ L'AIR VICIÉ SUR LA VOITURE DU P.-O.-MIDI

Au plafond du compartiment se trouve l'aérateur statique, voisin du diffuseur d'éclairage. Ainsi, dix fois par heure, l'air du compartiment est totalement renouvelé. On aperçoit, sous les banquettes enlevées, la conduite de soufflage d'air chaud utilisée pendant le service d'hiver.

Quelques types d'installations américaines

Les Américains, il faut le reconnaître, ont fait plus luxueux. Nous allons dire un mot de deux de leurs plus récentes et plus complètes réalisations.

Jetons, en premier lieu, un coup d'œil sur l'*Union Pacific Streamlined Train*, composé de trois voitures aérodynamiques, la première étant automotrice, équipée avec un 12 cylindres Diesel de 600 ch, qui lui assure une vitesse moyenne de 150 kilomètres à l'heure environ. De la tête à la queue du train, on trouve, dans l'ordre : dans la première voiture, la cabine de commande, les moteurs, le compartiment des postes, le compartiment des bagages, la centrale de conditionnement d'air ; dans la seconde voiture, un unique compartiment

de 60 places ; dans la troisième, un compartiment de 56 places et, tout à fait en queue, un bar avec terrasse.

Trois conduites de distribution d'air conditionné sont installées sur toute la longueur du train, deux sous le plancher, dans l'axe des sièges, une au-dessus des plafonds, dans l'axe des voitures. Les conduites sont connectées entre les wagons par des manchettes flexibles. L'air est chauffé par passage à travers les radiateurs des Diesel, et refoulé à travers les conduites inférieures

plus complètement automatique que dans le système français, car il est prévu trois étages de chauffage : modéré, normal et accéléré. L'équipement de réglage est entièrement électrique ; aucune intervention manuelle n'est nécessaire.

Le rafraîchissement de l'air en été est obtenu par un système à compresseur utilisant, comme agent réfrigérant, le fréon. Il est d'une puissance d'environ 24.000 frigories par heure, ce qui équivaut à un apport de frigories par voyageur à peu près double

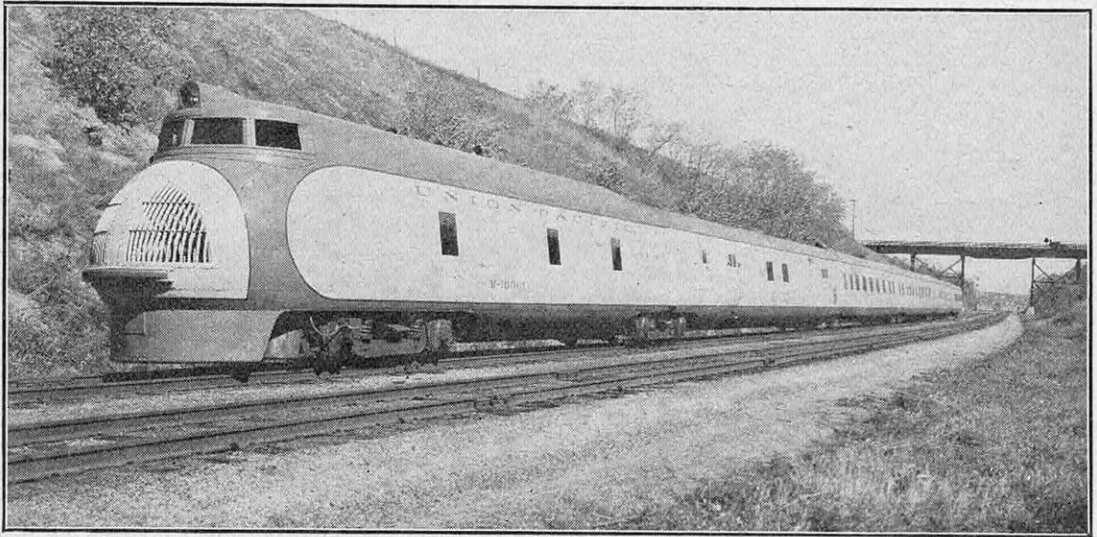


FIG. 4. — UN TRAIN AÉRODYNAMIQUE DE GRAND LUXE AUX ÉTATS-UNIS

Ce train de trois voitures, propulsé par un moteur Diesel de 600 ch, peut atteindre la vitesse de 160 kilomètres à l'heure. L'aménagement intérieur est d'un confort inouï et comporte une installation complète de conditionnement d'air à réglage automatique. Un second train analogue, doté d'un moteur de 900 ch, va être mis en service cette année sur l'Union Pacific.

par des bouches de soufflage situées sous les sièges ; puis il est aspiré par une bouche située au plafond et emprunte, pour le retour à la cabine de conditionnement, la conduite supérieure, car il est récupéré. Il est prévu une source de calories supplémentaire, dans le cas où la quantité de chaleur dégagée par le Diesel serait insuffisante : cette source d'appoint est constituée par deux réchauffeurs d'air à huile lourde, situés à l'arrière du compartiment à bagages, d'une puissance totale de 135.000 calories par heure. Ces réchauffeurs à mazout sont de véritables petites chaudières à fonctionnement entièrement automatique. Deux thermostats, placés sur les parois latérales de chacune des deuxième et troisième voitures, ainsi que dans le compartiment de la poste, assurent l'obtention d'une température constante. Mais, en fait, cette régulation est

de celui qui est prévu dans le système français. Il absorbe une puissance de 12 ch (contre 1/2 ch seulement par voiture dans le système à glace précédemment décrit, soit environ huit fois plus). Cette cabine de réfrigération est installée à l'arrière du compartiment à bagages. L'air rafraîchi suit le même circuit fermé que l'air chaud en hiver, mais en sens inverse, c'est-à-dire qu'il est soufflé au plafond et récupéré sous les sièges. Ceci est rationnel, puisque l'air froid, plus lourd, a toujours tendance à descendre. La régulation automatique de la réfrigération est absolument identique à celle du chauffage.

Nous avons donc ici un exemple d'installation luxueuse — et coûteuse — parfaitement adaptée à son objet, complètement automatique, largement calculée, avec récupération rationnelle entraînant un meilleur

rendement. Il ne semble pas, à l'heure actuelle, qu'il soit absolument utile d'aller plus loin dans le conditionnement de l'air, en prévoyant, par exemple, un réglage de son humidité relative.

Il est un autre train aérodynamique aux Etats-Unis, concurrent direct de celui que nous venons de décrire : c'est le *Zéphyr* (1). Constitué, lui aussi, de trois voitures, — la première automotrice étant équipée avec un Diesel de 600 ch à transmission électrique, capable de réaliser une vitesse effective de 160 km-heure, — il est aménagé de la façon suivante : dans la première voiture se trouve la cabine de commande, puis le moteur et la centrale électrique, les compartiments de la poste ; dans la seconde voiture, les compartiments à bagages, le buffet, un compartiment pour 20 voyageurs ; dans la troisième voiture, un compartiment pour 40 voyageurs, divers dégagements et, enfin, un salon-solarium pour 12 voyageurs.

Les installations de conditionnement d'air que nous avons décrites jusqu'ici prépareraient toutes deux l'air en un point de la voiture ou même du train, puis le distribueraient avec ou sans récupération. Dans un cas, la source de froid était la glace ; la source de chaleur, le courant électrique. Dans l'autre, la source de froid était le fréon ; la source de chaleur, de l'eau chaude ou de la vapeur. Le *Zéphyr* comprend un équipement un peu plus complexe, avec, comme source de froid, le fréon, et, comme source de chaleur, la vapeur. Quelques chiffres vont nous fixer sur la puissance de l'ensemble de l'installation. La production globale de calories est de 120.000 par heure. Celle de frigories de 15.000 environ, ce qui correspond à peu près à la même capacité unitaire par voyageur que dans le train

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 211, page 12.

Union Pacific, dont nous venons de parler.

Il n'y a pas d'installation centrale de réfrigération, mais une cabine par compartiment de voyageurs, — du type à compresseur utilisant le fréon, — installée dans l'infrastructure, au-dessous du plancher des voitures. L'air est distribué à travers des grilles filtrantes, situées au-dessus des portes axiales des compartiments, et récupéré par des ouvertures, protégées par des grillages, ménagées dans le plancher. La puissance électrique, absorbée au total par cette installation, est voisine de 11 ch et, malgré la complexité de l'équipement, ne pèse que 1.400 kilogrammes, soit guère plus que celle d'un wagon français, grâce à l'emploi systématique de métaux légers. Le réglage est entièrement automatique.

Le chauffage est la résultante de deux actions : une chaudière à huile lourde distribue de la vapeur, d'abord dans des radiateurs à chauffage direct, situés le long des parois des voitures, à leur partie inférieure, puis dans des tubes établis aux bouches de soufflage du conditionnement d'air. Ainsi le circuit d'air soufflé est identique été comme hiver : la vapeur le chauffe, en hiver, à l'entrée dans les voitures ; le fréon le refroidit, en été, sous le plancher des compartiments.

Les quelques exemples cités montrent la grande variété de détail des réalisations. Des calculs très poussés permettent de déterminer avec précision l'installation optimum.

Et ne doutons pas que, dans un proche avenir, ces mêmes calculs démontreront aux constructeurs de la vieille Europe l'excellence du conditionnement de l'air dans les wagons de chemins de fer comme dans les automotrices modernes.

M. VIGNES.

Les laboratoires de recherches, si bien outillés, de la grande compagnie américaine la *Norton* préparent maintenant, par voie de synthèse, un produit presque aussi dur que le diamant. C'est le carbure de bore, que l'on trouve couramment aux Etats-Unis sous le nom commercial de « norbide ». Dans l'échelle de duretés, il vient immédiatement après le diamant. Bien entendu, ce produit est obtenu à haute température, au four électrique, comme tous les abrasifs de ce genre. Par contre, il a l'avantage d'être très léger (moins lourd que l'aluminium) ; il résiste aux acides et aux bases, et peut être employé aux hautes températures sans être détérioré.

On voit immédiatement que ces qualités lui permettent de trouver de nombreuses applications dans l'industrie, en particulier comme abrasif pour le traitement des matières très dures, telles que le tungstène, dans l'obtention des fils étirés (filières), dans la fabrication de certains roulements, dans les filières pour soie artificielle, etc.

VOICI LES NOUVEAUX AIMANTS « CRÉÉS » PAR LA MÉTALLURGIE MODERNE

Par Paul REGNAULD

INGÉNIEUR EN CHEF DE L'ARTILLERIE NAVALE

Il y a seulement vingt ans, on aurait pu croire que les aimants permanents étaient destinés à disparaître de la pratique industrielle, éliminés peu à peu de toutes leurs applications par les électroaimants plus puissants, d'un fonctionnement plus souple et dont les caractéristiques, surtout, demeurent constantes, alors que les simples aimants voyaient le plus souvent leurs qualités s'altérer avec le temps, pour des causes qui n'ont pas encore été nettement déterminées. Depuis vingt ans, les progrès accomplis dans la fabrication des aimants au cobalt (dus surtout aux travaux de savants japonais) ont été à la fois rapides et remarquables. En effet, par rapport aux anciens aimants au tungstène, les aimants modernes ont une force coercitive presque dix fois plus élevée, avec, par ailleurs, une stabilité pratiquement parfaite. Mais les aimants au cobalt, dont dispose l'industrie depuis 1916 et qui ont remplacé aujourd'hui, dans presque toutes leurs applications, ceux du tungstène, vont à leur tour céder la place aux derniers venus : aimants M. K. (au fer-nickel-aluminium) et aimants N. K. S. (fer-cobalt-nickel-titane), qui, au triple point de vue puissance, poids et prix de revient, réalisent une avance considérable sur tous ceux qui les ont précédés jusqu'ici. Dans ce nouveau domaine — si spécial et encore peu exploré de la métallurgie — les découvertes ont été — du moins quant à présent — pour ainsi dire le fait du hasard, le magnétisme restant encore une propriété assez mystérieuse. Sans doute trouvera-t-on mieux encore, lorsque — à une époque que l'on peut espérer prochaine — les travaux scientifiques relatifs à la constitution de la matière nous auront fourni l'explication, depuis longtemps cherchée, de ces propriétés magnétiques. Les applications industrielles — qui suivent pas à pas la science pure — enregistreront alors de nouveaux perfectionnements.

LES aimants, connus depuis la plus haute antiquité, — le premier de tous fut la « pierre d'aimant », oxyde de fer naturel, — sont-ils sur le point de disparaître dans les utilisations industrielles actuelles, supplantés partout par des systèmes à électros ?

On aurait pu encore le penser, il y a quelques années, si la découverte des aimants « au cobalt » et des aimants « type japonais », particulièrement puissants et de qualités remarquables, n'était venue entr'ouvrir des horizons nouveaux sur les possibilités d'emploi.

Comment on caractérise la qualité des aimants

Les deux facteurs importants qui caractérisent les propriétés magnétiques des aimants sont : leur magnétisme rémanent et leur force coercitive.

Supposons que nous placions un barreau

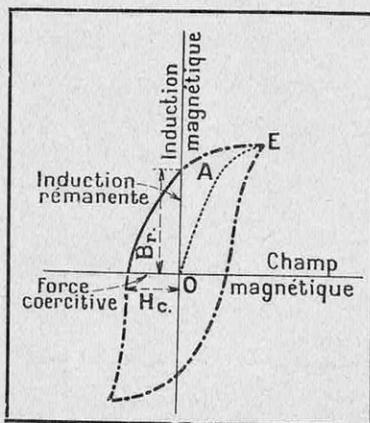


FIG. 1. - COURBE D'HYSTÉRÉSIS DU MAGNÉTISME D'UN AIMANT

d'un métal magnétique dans un champ magnétique intense (1) ; le champ créé par le barreau qui s'aimante s'ajoute au champ primitif. L'intensité du nouveau champ magnétique s'appelle induction magnétique du barreau (2). Si l'on trace une courbe en portant en abscisse le champ et en ordonnée l'induction, on obtient, en partant de zéro, une courbe telle que OAE (fig. 1).

Désaimantons, c'est-à-dire faisons décroître le champ magnétique, nous ne repasserons pas par la même courbe. Pour un champ nul, l'hystérésis du magnétisme nous donnera une « induction rémanente », Br ,

(1) L'intensité d'un champ est la force H qui serait exercée sur l'unité de masse magnétique placée en ce point ; l'unité d'intensité, correspondant à l'unité de champ, est le gauss.

(2) L'induction magnétique se désigne par la lettre B ; elle se mesure aussi en gauss. Le rapport $\frac{B}{H}$ est la perméabilité magnétique du barreau.

indiquée sur la figure. Appliquons un champ négatif, c'est-à-dire dirigé en sens inverse ; il faudra aller jusqu'à l'intensité H_c pour obtenir une conduction nulle ; cette valeur H_c est appelée « force coercitive ». La partie utile de la courbe, qui caractérise l'aimant, est tracée en trait plein.

Voici maintenant (fig. 2) les résultats comparatifs donnés par les diverses nuances d'aimants dont nous parlerons au cours de cette étude. On voit que les progrès réalisés, au point de vue force coercitive, sont considérables, puisqu'ils peuvent atteindre 900% par rapport aux aimants au tungstène, et 300 %, par rapport aux aimants au cobalt.

On peut remarquer, il est vrai, que l'induction rémanente a diminué corrélativement d'une quantité assez importante : mais cette diminution n'a aucun inconvénient dans la pratique, car la force coercitive est la caractéristique essentielle. D'ailleurs, l'induction rémanente des nouveaux aimants est parfaitement stable, et se maintient en fonction du temps : ce qui n'était pas toujours le cas autrefois où les caractéristiques des aimants n'étaient pas stables.

De la « pierre d'aimant » aux aimants modernes

On connaît depuis longtemps trois métaux magnétiques : le fer, le nickel, le cobalt, ce dernier étant d'utilisation toute récente.

Mais ces trois métaux ne sont pas les seuls qui soient nécessairement intéressants. En effet, des corps, comme le tungstène et le chrome, augmentent les qualités des aimants, bien qu'ils ne possèdent aucune qualité spéciale par eux-mêmes. Les recherches des laboratoires peuvent donc encore réserver des surprises insoupçonnées.

Mais n'anticipons pas sur l'avenir ; et contentons-nous de rappeler en quelques mots les découvertes successives, sans remonter au delà de 1902 — date à laquelle furent présentées, en France, au Salon de l'Automobile, les premières magnétos d'automobile donnant un allumage satisfaisant.

Celles-ci comportaient un inducteur fixe,

en fer à cheval, d'un modèle bien connu ; l'induit était mobile. L'acier utilisé pour leur fabrication avait, le plus souvent, la composition ci-après : carbone, 0,7 ; tungstène, 6 ; fer, le reste. A l'usage, on reconnaissait souvent que la qualité de ces magnétos était variable ; elles se désaimantaient plus ou moins aisément, même sans échauffement anormal ; certains tours de main, plus ou moins secrets, augmentaient leur qualité ; en Allemagne, on pratiquait, avant mise en service, un « vieillissement » artificiel.

En 1916, le Japonais *Kotaro-Honda*, en adoptant une teneur élevée en cobalt (20 à 36 %), — avec carbone, 0,7 à 1 ; tungstène, 6 à

8 ; chrome, 1 à 2, — réalisa des aimants qui donnaient une force coercitive particulièrement élevée. Celle-ci fut attribuée, avant tout, au cobalt ; et l'attention se porta alors, tout spécialement, sur ce métal, dont il convient de dire maintenant un mot.

Les principales propriétés du cobalt

Le cobalt est un métal blanc-bleuâtre, assez rare, de densité 8,8, avec un point de fusion de 1.490°.

Ses propriétés magnétiques, à chaud, sont nettement supérieures à celles du fer et du nickel ; il ne perd, en effet, son aimantation qu'à 1.150°, alors que les températures critiques sont 760° pour le fer et 370° pour le nickel.

Le cobalt n'a été longtemps utilisé que sous forme d'oxydes et d'autres sels, grâce à ses propriétés colorantes : décorations de verres et de poteries. Plus récemment, il a servi dans la préparation de siccatifs et dans l'émaillage des tôles d'acier, pour accroître l'adhérence de l'émail. On connaît également l'utilisation dans la fabrication des outils à coupe rapide (dureté à chaud).

La première exploitation industrielle des minerais de cobalt est, en quelque sorte, le résultat du hasard. Pendant longtemps, la Compagnie Minière du Haut-Katanga n'exploitait, dans la région du Congo belge, que des gisements donnant du cuivre ; ceux-ci étaient traités au four water-jacket, par les

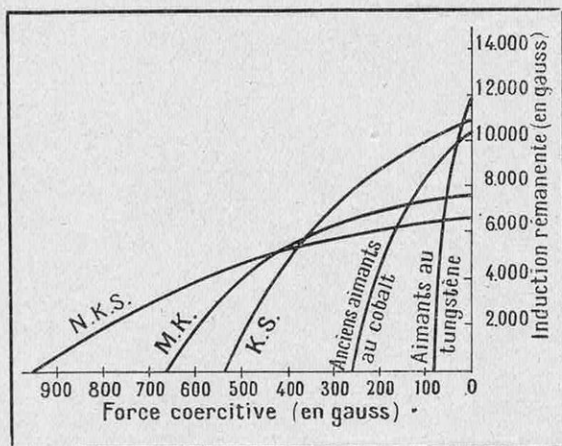


FIG. 2. — COMPARAISON DES PROPRIÉTÉS MAGNÉTIQUES DE DIVERSES NUANCES D'AIMANTS

procédés connus. Un jour, on remarqua dans les sous-produits une roche poreuse, réfractaire, ressemblant à la pierre ponce. L'analyse, faite aussitôt à Anvers, révéla la composition approximative suivante : cuivre, 60 % ; cobalt, 20 %.

La séparation des deux métaux fut alors entreprise à l'usine d'Oolen, qui était déjà organisée pour une production très spéciale : celle du radium. Le procédé de séparation du cobalt fut tenu secret, et il l'est encore ; il semble être uniquement électrolytique, le cobalt se déposant à l'état métallique, presque pur, sur la cathode du bain traité.

Il serait cependant erroné de croire que l'exploitation du cobalt constitue un monopole. Des mines existent, en effet, au Canada, connues depuis longtemps ; et, aussitôt après la pacification du Maroc, la question du cobalt s'est présentée sous un nouvel aspect, particulièrement intéressant pour la France. On a trouvé alors, dans des gisements qui affleuraient le sol et dont l'utilisation est très aisée, de l'érythrine (minerai rose, qui est un

arseniate de cobalt) et de la smaltine (minerai noir, arseniosulfure de cobalt). Les usines françaises — notamment la Société d'Electro-Chimie (Ugine) — ont pu fabriquer aisément au four électrique, à partir des minerais marocains, des ferro-cobalt, titrant au minimum 85 % de cobalt — en partant de teneurs de 10 % environ. Grâce à cette provenance nouvelle du métal rare, le prix, jusqu'alors élevé, a pu s'abaisser quelque peu. Le cobalt dit « pur » (99 %) se vend maintenant en France à un prix qui n'atteint plus que 50 francs le kilogramme environ. Mais c'est encore cher, et l'aimant au cobalt doit lutter maintenant contre un aimant nouveau venu, bien meilleur marché, tout au moins théoriquement : l'aimant *M K*.

Les types d'aimants les plus récents : l'aimant « *M K* », le « *N K S* »

En 1932, un autre Japonais, compatriote de Honda, *Mishina*, découvrit des proprié-

tés de forces coercitives particulièrement élevées aux nuances d'acier du type : nickel, 25 %, aluminium, 10 % ; chrome, 3 %. Par la suite, il fut créé de nombreuses variantes, qui portent toutes, en général, le nom de : « aimants *M K* ».

Leur grande force coercitive permet de leur donner des aspects trapus, avec un rapport longueur-diamètre très faible. L'observateur les distingue ainsi aisément des anciens aimants au tungstène, pour lesquels la valeur de ce rapport devrait être de l'ordre de 15 environ.

Ces aciers ne peuvent être obtenus qu'à l'état coulé ; ils ne sont pas façonnables à chaud, par forgeage, laminage, etc.,. Ils sont relativement durs et difficiles à travailler à l'outil ; on cherche donc à leur donner des formes aussi simples que possible, n'exigeant que du meulage.

Leurs propriétés dépendent, avant tout, de la suite des traitements thermiques opérés ; généralement, il y a au moins un recuit entre 450 et 700° pour la stabilisation.

On observe sur

eux les propriétés particulières suivantes :

Stabilité à chaud. — La rémanence et la force coercitive de ces aimants sont encore très bonnes vers 600° ; tandis que l'acier au cobalt est déjà déficient à 200°, et l'acier au tungstène à 100° seulement ;

Stabilité aux chocs. — Si l'on fait tomber des aimants de diverses nuances, d'une hauteur de 1 mètre, sur un sol bétonné, et si l'on recommence un grand nombre de fois l'expérience, la rémanence de l'acier au tungstène baisse dans le rapport de 10 à 8 et celle de l'aimant au cobalt, dans le rapport 10 à 9, alors que l'aimant *M K* demeure pratiquement insensible à cette épreuve.

Lorsque nous aurons ajouté que les éléments entrant dans la composition de l'aimant *M K* — le nickel, le chrome et l'aluminium — sont nettement moins chers que le cobalt, on comprendra tout l'intérêt qui s'attache à la découverte de *Mishina*. Théoriquement, les prix — par rapport aux anciens aimants au cobalt — devraient

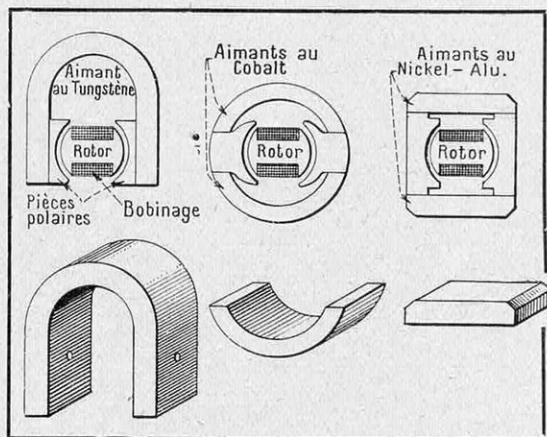


FIG. 3. — COMMENT ONT ÉVOLUÉ LES AIMANTS POUR MAGNÉTOS DE MOTOCYCLETTES

Au-dessous, les dimensions comparées des aimants.

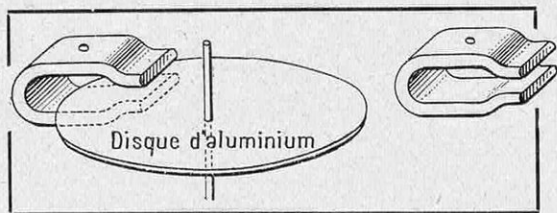


FIG. 4. — TYPE D'AIMANT AU COBALT, DE FORME TRAPUE, POUR COMPTEUR ÉLECTRIQUE

être dans le rapport de 1 à 3. En fait, les difficultés de fabrication ne conduisent pas à une telle différence.

Le cobalt n'a, d'ailleurs, pas dit son dernier mot, car une toute récente découverte

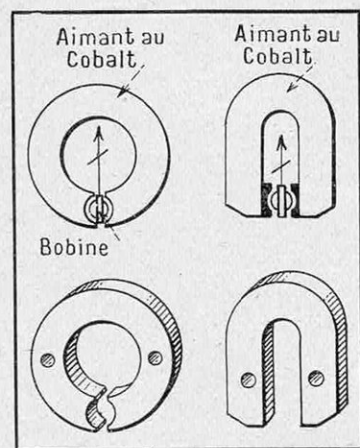


FIG. 5. — TYPES D'AIMANTS POUR APPAREILS DE MESURE

japonaise a donné des aimants d'une force coercitive dépassant 900 gauss, — chiffre record qui n'avait pas été approché par les aimants *MK*. Ces aimants, dénommés *NKS*, ont été brevetés avec la composition suivante : cobalt, 50 % ; nickel, 10 à 40 % ; titane, 8 à 40 % ; fer, le reste.

Les applications industrielles des aimants

Nous allons indiquer maintenant dans quels cas on emploie actuellement les aimants au tungstène (ou au chrome), les aimants au cobalt ou, enfin, les aimants types *MK*, *NKS*, etc. Afin de bien faire ressortir les différences d'emploi, nous examinerons successivement les systèmes où l'aimant reste fixe et les systèmes à aimant mobile.

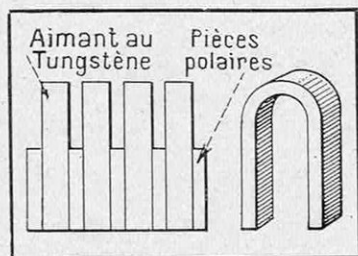


FIG. 6. — AIMANT DE FORME SIMPLE POUR MAGNÉTO D'APPEL TÉLÉPHONIQUE

La magnéto et ses quatre aimants sont vus de profil, à gauche.

Systèmes à aimants fixes. — L'évolution des types apparaît nettement sur la magnéto de motocyclette. En passant des aciers au tungstène à l'acier au cobalt, puis à l'acier au nickel-aluminium, on a pu réduire la largeur des aimants tout en augmentant leur section et diminuer finalement le volume total d'une manière très importante. Pour les autos, les systèmes d'allumage « Duplex »

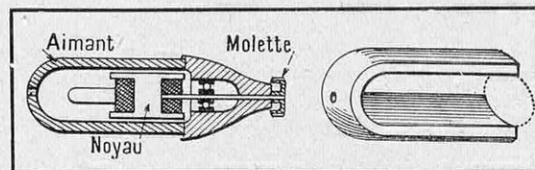


FIG. 7. — COUPE D'UNE MAGNÉTO D'ÉCLAIRAGE DE BICYCLETTE AVEC SON AIMANT

(c'est-à-dire magnéto-batterie) sont munis très souvent de deux aimants au cobalt du type indiqué au centre de la figure 3.

Dans les compteurs électriques, un disque d'aluminium tourne dans l'entrefer. Le flux de l'aimant crée dans sa masse des courants parasites (dits « courants de Foucault »), qui le freinent. Actuellement, les aimants ont la forme indiquée sur la figure 4, ils sont au cobalt. Les anciens aimants (au tungstène) étaient plus hauts.

Dans les appareils de mesure (fig. 5), un cadre mobile est parcouru par le courant à mesurer et oscille entre les branches des aimants. Le déplacement du cadre est équilibré par un ressort spiral (non repré-

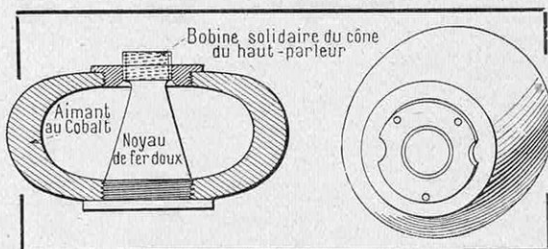


FIG. 8. — AIMANT SPÉCIAL AU COBALT, POUR HAUT-PARLEUR MAGNÉTO-DYNAMIQUE

senté sur la figure). Une bille, ou un noyau métallique, canalise le flux dans le cadre. Ces aimants se font toujours en acier au cobalt ; le type de gauche tend à être définitivement remplacé par le type de droite.

La magnéto d'appel téléphonique (fig. 6) fonctionne d'une manière comparable à celle de l'aimant au tungstène pour magnéto d'allumage. On monte quatre aimants en parallèle.

Lorsqu'on utilise un aimant fixe pour magnéto d'éclairage de bicyclette, le principe

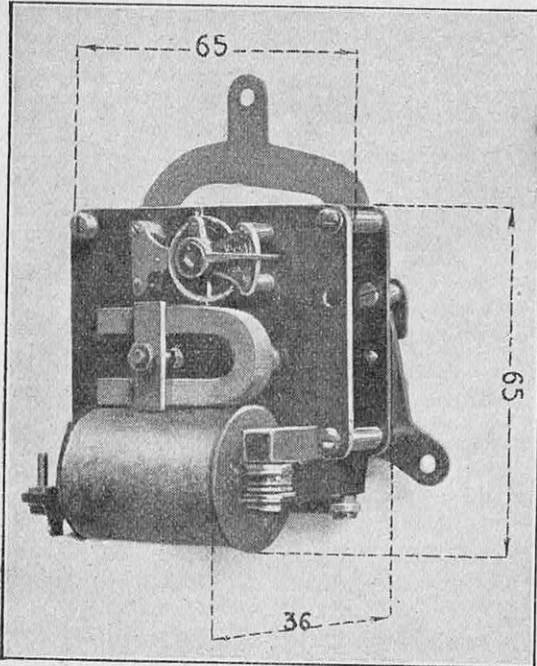


FIG. 9. — DISPOSITIF DE SYNCHRONISATION AVEC AIMANT AU FER-NICKEL-ALUMINIUM POUR LES HORLOGES ÉLECTRIQUES

est le même que pour les systèmes précédents. L'induit est entraîné par la roue du vélo et tourne dans l'aimant (au tungstène) (fig. 7).

Pour les *haut-parleurs magnétodynamiques*, on monte un aimant au cobalt de forme spéciale (fig. 8).

Dans les *horloges électriques*, branchées sur le secteur, on dispose, en sus d'un remontage électrique du ressort (remontage qui constitue une « énergie de réserve », en cas de

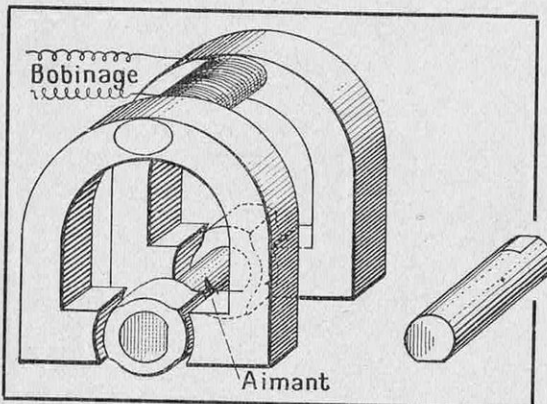


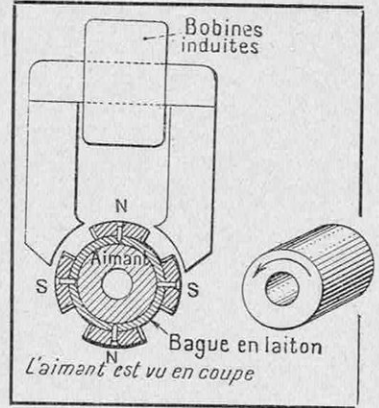
FIG. 10. — SCHÉMA DE MONTAGE D'UNE MAGNÉTO D'ALLUMAGE (« ALCO ») AVEC SON AIMANT, D'UNE GRANDE SIMPLICITÉ

A chaque rotation de l'aimant de un tour, il y a quatre inversions de flux dans l'induit.

FIG. 11. — SCHÉMA DU CIRCUIT MAGNÉTIQUE DE LA MAGNÉTO D DE SEV

L'aimant cylindrique est ramené à la forme d'étoile à quatre branches par deux pièces polaires à deux branches montées à ses extrémités.

Grâce à cet artifice, le flux s'inverse quatre fois dans l'induit à chaque tour de l'aimant.



panne du courant), un système de synchronisation utilisant un aimant au fer-nickel-aluminium, qui maintient l'identité des heures entre les différents appareils branchés sur le même réseau, ceci quelles que soient les circonstances (fig. 9).

Systèmes à aimants tournants. — Dans les systèmes à aimants tournants, la question de diminution de poids joue le plus souvent un rôle essentiel.

Aussi ne sera-t-on pas surpris de constater que l'emploi de l'aimant au tungstène ou au chrome est excessivement rare ; nous n'en citerons plus loin qu'un seul exemple (volant d'allumage),

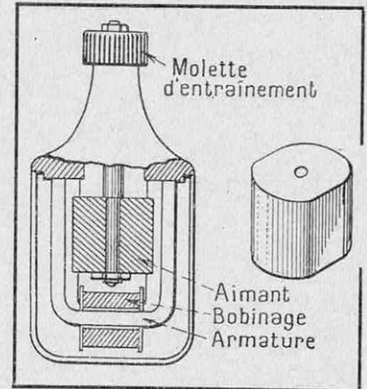
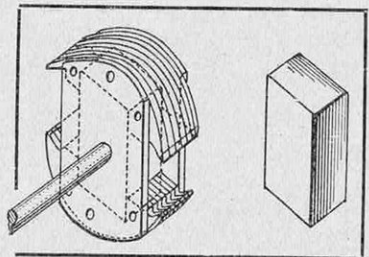


FIG. 12. — SCHÉMA D'UN DISPOSITIF D'ÉCLAIRAGE A AIMANT TOURNANT POUR LANTERNES DE BICYCLETTES

FIG. 13. — MONTAGE D'UN AIMANT RECTANGULAIRE NON PERCÉ COMME AIMANT TOURNANT

L'aimant est coiffé de deux pièces polaires feuilletées, maintenues par deux plaques de laiton, dont l'une porte l'axe de rotation de la machine. L'aimant n'est pas perforé.



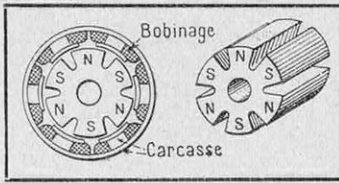


FIG. 14. — ALTERNATEUR D'ÉCLAIRAGE DE MOTOCYCLETTTE MUNI D'UN AIMANT DE FORME TRÈS DÉCOUPÉE

où il est, au contraire, nécessaire que la masse tournante ait une certaine importance.

Dans tous les autres cas, les aimants sont au cobalt, ou au nickel-aluminium ; ils affectent une forme courte, trapue, et souvent très simple (barreau, tube, etc.).

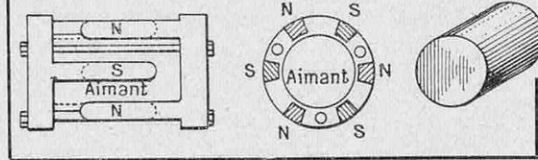


FIG. 15. — AIMANT POUR ALTERNATEUR D'ÉCLAIRAGE DE MOTOCYCLETTTE

Ce petit cylindre d'acier est ramené à la forme d'étoile à six branches par un ingénieux artifice : deux pièces polaires à trois branches sont montées à ses extrémités (dispositif breveté).

La magnéto *D* de *SEV* (fig. 11) utilise, par contre, un aimant en forme de tube creux tandis que l'aimant du *Vertex* de *Scintilla* a une forme plus découpée.

Pour l'éclairage des bicyclettes, motocyclettes, etc., les aimants sont très petits, et, le plus souvent, au nickel-aluminium (fig. 12). Dans un système même (fig. 13), il est réduit à sa plus simple expression, puisque ce n'est plus qu'un bout de barreau.

Pour l'éclairage des motocyclettes, on peut distinguer deux types principaux. Le premier comporte un aimant de forme très

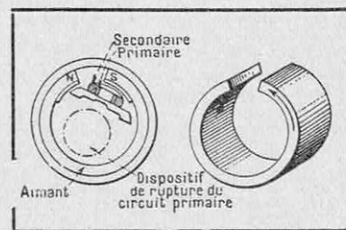


FIG. 16. — VOLANT D'ALLUMAGE AVEC AIMANT AU TUNGSTÈNE

Dans ce dispositif, l'induit est fixe. Autour de lui tourne

l'aimant de forme cylindrique. La variation du flux est très rapide. Le courant primaire est interrompu au moment où le flux va s'inverser.

découpée en acier au cobalt ou au nickel-aluminium. La magnéto fonctionne comme l'alternateur classique, l'aimant jouant le rôle de rotor (voir fig. 14).

Dans le second type, l'aimant est un petit cylindre en acier au nickel-aluminium ; il est ramené à la forme d'étoile à six branches par le moyen de deux pièces polaires à trois branches, montées à ses extrémités (dispositif breveté) (fig. 15).

Pour l'éclairage au moyen de lampes de poche, il existe des lampes à magnéto dont les perfectionnements datent, en grande partie, du moment où on a découvert les

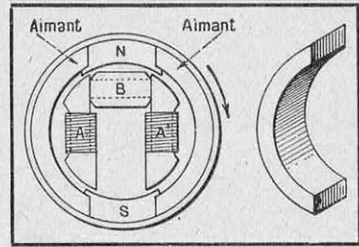


FIG. 17. — VOLANT D'ALLUMAGE ET D'ÉCLAIRAGE
A et A', bobines d'éclairage.
En B sont les deux bobines d'allumage superposées.

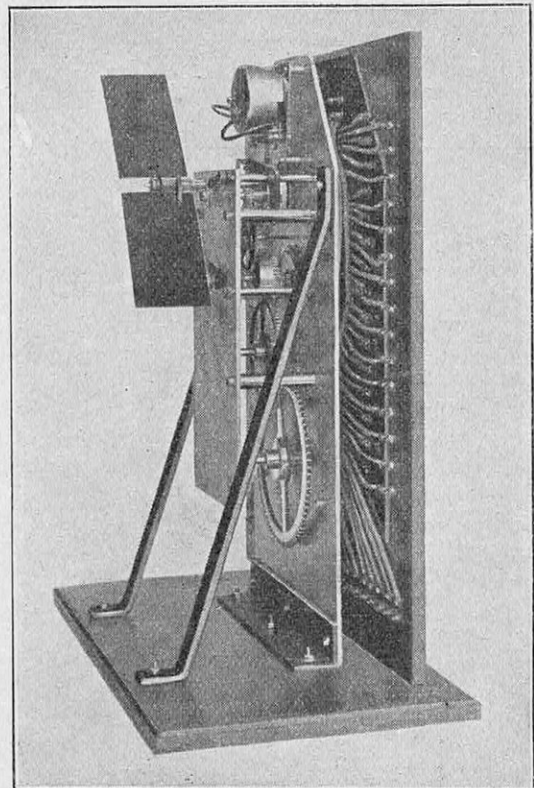


FIG. 18. — VUE DU DISPOSITIF DE COMMANDE DE L'HORLOGE LUMINEUSE DE LA TOUR EIFFEL. On remarque à la partie supérieure le petit moteur synchrone d'entraînement (voir fig. 19)

aciers pour aimants au nickel-aluminium.

Dans les petits moteurs à deux temps, la magnéto est constituée par un *volant magnétique* tournant, qui peut être en acier au tungstène (le poids est, en effet, utile pour servir de régulateur) (fig. 16).

Lorsqu'on veut réaliser simultanément l'allumage et l'éclairage, on se sert du dispositif de la figure 17 comportant deux aimants au cobalt, ayant la forme d'une portion de circonférence. Ils sont placés dans un boîtier circulaire entraîné par l'arbre du moteur.

L'horloge lumineuse géante de la Tour Eiffel était « réglée » au moyen d'un tout petit moteur synchrone, qui pouvait tenir dans le creux de la main (fig. 18, 19 et 20). Le petit moteur, sur courant à 50 périodes, tournait très lentement (200 tours par minute). Sa consommation ne dépassait pas 2 watts-heure.

Une autre application toute nouvelle de ces mêmes petits moteurs, particulièrement intéressants, réside dans l'utilisation aux compteurs « pré-paiement », pour la *location-vente des appareils de T. S. F.*

Vers de nouveaux progrès ?

Nous venons de passer rapidement en revue les applications industrielles les plus courantes des nouveaux aimants. Ne trou-

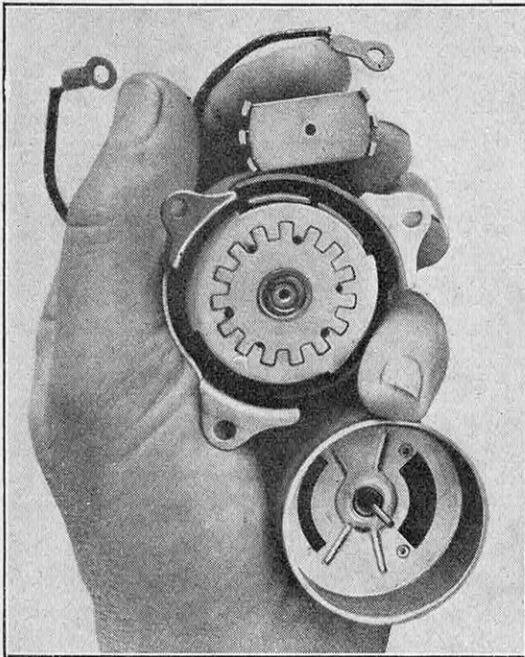


FIG. 19. — LE MOTEUR SYNCHRONE, QUI COMMANDAIT LE MÉCANISME D'ALLUMAGE DE L'HORLOGE LUMINEUSE GÉANTE DE LA TOUR EIFFEL, TIENS DANS LE CREUX DE LA MAIN

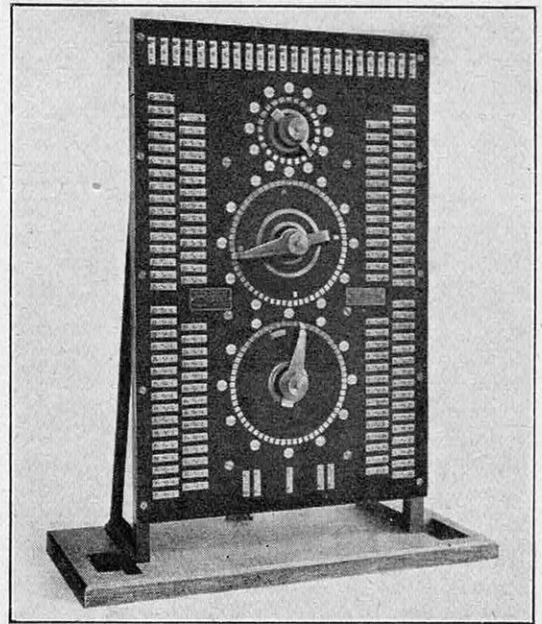


FIG. 20. — PANNEAU DE COMMANDE PORTANT TOUS LES PLOTS ET CONTACTS DE L'HORLOGE LUMINEUSE GÉANTE DE LA TOUR EIFFEL

vera-t-on pas mieux encore ? C'est infiniment probable, car le magnétisme reste une propriété assez mystérieuse ; les études scientifiques doivent s'allier à une certaine part d'empirisme ; c'est un peu le hasard qui mettra en présence de découvertes insoupçonnées. Les recherches ne portent pas seulement sur les métaux magnétiques dans les conditions normales, car on connaît déjà des alliages « cuivre-manganèse-aluminium » (avec 13 % de ce dernier) qui possèdent des propriétés magnétiques, *alors qu'aucun des composants n'est dans ce cas.*

Dès maintenant, on peut cependant constater que de très gros progrès ont été réalisés, depuis 1932 (année de la découverte des aimants *M K*), au triple point de vue : *puissance, poids, prix de revient.* En dehors des applications usuelles que nous avons citées et que l'on rencontre chaque jour, il est très probable que la navigation *maritime* et la navigation *aérienne* vont bientôt utiliser couramment les aimants, pour des motifs variés ; mais il serait encore prématuré d'indiquer dans quel sens s'orientent les recherches actuelles. P. REGNAULD.

Notre éminent collaborateur, M. Urbain, vient de réussir à isoler, dans la série des terres rares, un nouveau métal doué de propriétés magnétiques, le *gadolinium*.

Il serait actuellement prématuré d'escompter les conséquences possibles de cette découverte. Nous ne manquerons pas de tenir nos lecteurs au courant des résultats qui seront obtenus.

COMMENT, EN UTILISANT UN RÉSEAU ÉLECTRIQUE ORDINAIRE, ON PEUT COMMANDER A DISTANCE DES APPAREILS D'ÉCLAIRAGE ET ÉLECTROMÉCANIQUES

Par Charles BRACHET

On sait qu'il est facile de superposer aux courants de force et de lumière circulant dans les lignes électriques des courants de haute fréquence que l'on peut utiliser pour les messages télégraphiques, les conversations téléphoniques et tous les signaux en général. Ainsi, on emploie déjà des courants « musicaux » pour la commande à distance des compteurs à tarifs multiples. Ils ont été également mis en œuvre récemment à Paris pour les signaux d'alerte. De même, à l'Exposition de Bruxelles, l'allumage et l'extinction progressifs de l'éclairage sont assurés par télécommande grâce à des impulsions électriques d'une intensité très faible actionnant des relais récepteurs, basés sur le principe de la résonance et accordés au rythme des impulsions. Dans ces conditions, à chaque rythme de l'émission peuvent correspondre les relais destinés à la commande à distance désirée. Déjà, plusieurs villes de France (Poitiers, Dieppe, Vincennes) utilisent ce système pour l'alerte des pompiers ; de même l'Exposition de Bruxelles, la ville de Montargis pour la télécommande de l'éclairage, la C. P. D. E. à Paris pour l'éclairage public et les compteurs à tarifs multiples ont adopté le procédé. On verra ici comment fonctionne ce dispositif, aussi simple qu'ingénieux, qui, utilisant un réseau électrique déjà existant, permet de transmettre à distance des signaux (ou des ordres) automatiquement exécutés.

APRÈS le chemin de fer, l'électricité a tissé dans le monde, les nations et les villes, un réseau métallique dont la continuité matérialise la solidarité de chacun avec tous. En touchant un rail à Paris, vous prenez « contact », au sens des électriciens, avec Vladivostock ; mais, en piquant la fiche d'une prise de courant dans votre chambre, vous vous reliez, d'une part, à des usines perdues en montagne et, de l'autre, à la lampe de chevet du Président du Conseil comme à celles des plus modestes intérieurs de Paris et de province.

L'universalité du réseau électrique pourrait donc servir à canaliser des ondes hertziennes qui, superposées sans difficulté aux courants porteurs de force et de lumière, transmettraient des messages télégraphiques, des conversations téléphoniques et tous les signaux en général. On y a pensé. Trop onéreuse pour le service des particuliers, cette technique de la télécommande par haute fréquence est, d'ailleurs, exploitée par les grandes compagnies pour relier entre eux usines et bureaux. En ces temps « d'alerte »,

on devait chercher à utiliser les réseaux électriques pour lancer, aux moindres frais, certains signaux d'urgence et d'utilité publique. Et, d'abord, pour le plus désagréable mais aussi, éventuellement, le plus urgent de ces signaux : l'alerte de bombardement.

Une première solution, déjà ancienne, consiste à mettre en jeu des courants de fréquence musicale, qui sont de « basse fréquence » au regard de la radiotechnique. Plus aisés à manier, ces courants musicaux servent dès maintenant à la télécommande des compteurs à tarifs multiples, et, lors de la dernière alerte (14 mai), on les a utilisés, pour les fins que nous venons d'indiquer, sur la rive gauche de la Seine.

On peut simplifier encore ce genre de signalisation. Nous allons voir de quelle façon. Mais nous dirons tout de suite que si les prochains exercices intéressent la rive droite parisienne, la contribution la plus neuve apportée à l'alerte sera due à un jeune ingénieur, M. Durepaire, du bureau d'études de l'inventeur bien connu William Loth, et à son collègue le physicien Perlat.

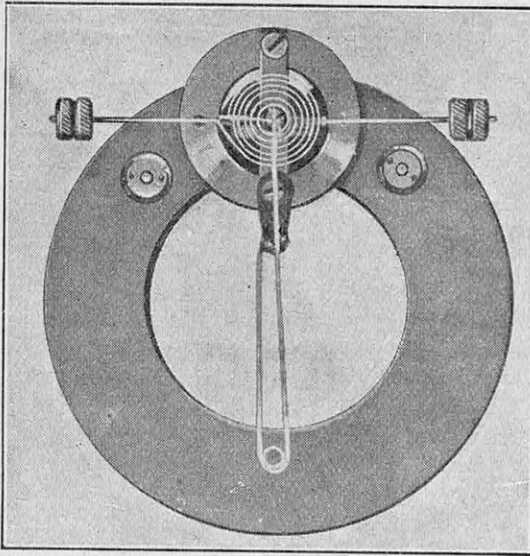


FIG. 1. — LE RELAIS ÉLECTRIQUE BASÉ SUR LE PHÉNOMÈNE DE LA RÉSONANCE MÉCANIQUE DE MM. DUREPAIRE ET PERLAT

Le schéma ci-après explique le fonctionnement de l'appareil utilisé pour la commande à distance.

Des conditions modernes du signal d'alerte à la télécommande des compteurs à tarif variable

Depuis le tocsin millénaire par lequel, en cas de danger public, les autorités alertaient les populations (incendie, inondation subite, mobilisation) jusqu'aux cris lugubres des sirènes modernes et aux sonneries des pompiers parcourant la capitale que connurent les Parisiens durant la guerre, les sociétés « civilisées » ont toujours eu besoin d'un moyen d'alerte collective, d'un signal d'alarme public.

Il est à peu près évident que, d'ores et déjà, le signal le plus bruyant ne saurait suffire. Le système est trop grossier. D'autant plus que l'alerte, telle qu'on la conçoit dans la « défense passive », peut se renouveler plusieurs fois dans une même nuit ; la fin d'une alerte, annoncée par les « sirènes », ressemblera étrangement à son début. Et les pompiers, dans cette perspective sombre d'un bombardement aérien, auront mieux à faire qu'à sonner la berloque.

Mais, dès le temps de paix, et pour des alarmes concernant des accidents de la vie normale, tels que l'incendie dans une petite ville ou le rappel d'une certaine catégorie d'agents, en cas de troubles dans une grande cité, l'alerte doit être spécialisée. Le commandant des pompiers d'une ville à

superficie étendue doit pouvoir rappeler à son gré tout ou partie de son personnel dispersé dans des domiciles individuels. Il se contentera de rappeler l'« escouade de service », par exemple, s'il s'agit d'un incendie de peu d'importance, laissant en repos tous les autres hommes inutiles. Il convient encore qu'un préfet de police parisien puisse agir de même envers ses 18.000 agents.

Seule, la télégraphie sans fil pourrait satisfaire à ces conditions, s'il n'existait, comme nous venons de le dire, le réseau de l'éclairage électrique, tellement dense qu'il offre pratiquement les mêmes moyens d'action que l'espace illimité.

Et voici maintenant toute une série de signaux intéressant l'économie pacifique, d'une extrême importance, notamment pour la distribution de l'énergie électrique aux particuliers d'une grande ville, qui posent également les mêmes conditions de variété.

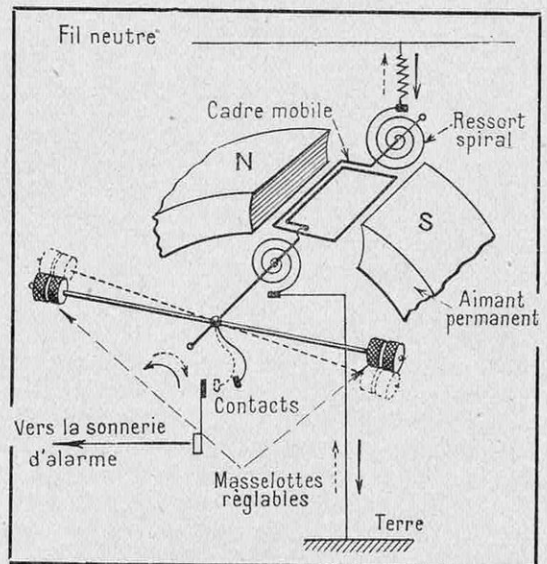


FIG. 2. — SCHÉMA DU RELAIS A RÉSONANCE

Les impulsions électriques cadencées sont reçues par le cadre mobile placé dans l'entrefer de l'aimant permanent N S. Le cadre oscille sur un axe lié à des ressorts spiraux et à un levier transversal portant deux masselottes réglables. Les impulsions électriques (qui réagissent sur le champ magnétique de l'aimant) imprimant au système oscillant des balancements d'amplitude croissante, car leur cadence est accordée à la période oscillatoire du système. Celui-ci équivaut, en effet, à un balancier de chronomètre. Quand ce phénomène de « résonance » a atteint un certain degré d'amplitude, un jeu de contact (lié à l'axe d'oscillation) entre en action et déclenche soit une sonnerie d'alarme, soit un signal de télécommande correspondant à la période d'oscillation choisie.

Une administration municipale économe doit pouvoir graduer l'allumage des réverbères ainsi que leur extinction ; les compagnies distributrices de courant ont intérêt à offrir leur électricité à des tarifs variant, au cours de la journée, en raison inverse de la demande, de façon à provoquer la régularité maximum de cette demande dans le temps. Ainsi, l'usine centrale et ses génératrices se trouveront à même de fournir leur meilleur rendement en fonctionnant sans à-coup, au maximum relatif de « charge ». L'extension des usages les plus divers de l'électricité s'ensuivra.

Jusqu'ici, l'allumage et l'extinction progressifs des lampadaires de la voie publique se sont effectués par la commande d'horloges distribuées par fractions de secteurs et commandant les lampadaires au moyen d'un « fil pilote » spécial. Le changement de tarif des compteurs peut également s'opérer par une horloge spéciale adjointe à l'appareil. Mais la commande par horloge ne comporte aucune souplesse, et l'idéal serait que la variation d'éclairage puisse suivre le déclin de la lumière du jour, quelle qu'en soit la cause (crépuscule ou brouillard). Une cellule photoélectrique devrait suffire à télécommander tout l'éclairage public.

Quant aux tarifs de consommation, il est évident que leur changement à heures fixes ne représente pas la solution parfaite : il faudrait arriver, un jour, à ce que le client puisse choisir le prix qui lui convient le mieux pour l'usage qu'il médite. L'idéal serait que le prix variât en fonction *presque continue* du « graphique » de charge de l'usine.

Par ces quelques considérations, nous croyons avoir suffisamment marqué l'importance d'un appareil signalisateur qui permettrait aux réseaux électriques d'assumer l'ensemble des fonctions, si diverses, que nous venons d'énumérer. Cet appareil existe désormais. Adopté par plusieurs villes de province pour l'alerte d'incendie, il l'a été par l'Exposition de Bruxelles pour la régulation de son éclairage. Il a été choisi par la C. P. D. E. pour offrir le changement de tarif automatique à ses abonnés. Il sera vraisemblablement adopté par la Préfecture de Police de Paris pour garder avec ses agents un contact permanent.

L'extrême petitesse de la fréquence de la tension et de l'intensité du courant de signalisation

La première de toutes les conditions énoncées étant la simplicité et l'économie, on peut dire que l'avertisseur Durepaire et

Perlat les satisfait au suprême degré. Le schéma ci-joint explique son fonctionnement.

Il ne s'agit plus, naturellement, du système classique de courants modulés.

Ce sont des *impulsions électriques* d'un rythme extrêmement lent (une ou deux par seconde) et d'une intensité très faible qu'on charge de transmettre le signal convenu. Sur l'« octave » 1-2 secondes, on peut loger une grande quantité de fréquences dont chacune assumera une manœuvre déterminée. Naturellement, cet intervalle 1-2 est loin d'être limitatif.

La tension d'émission des courants de signalisation, extrêmement faible, est de l'ordre de 10 à 20 volts. Elle est fonction de l'étendue et des caractéristiques du réseau considéré.

Quant à la puissance mise en jeu, également minime au regard des services attendus, elle ne dépasse pas 300 watts et peut descendre jusqu'à 100. Elle est à peu près indépendante du nombre de postes récepteurs individuels à desservir. Ceci, qui semble un paradoxe, s'explique aisément par le montage des relais sur le réseau électrique (voir le schéma, fig. 4). Les relais — que nous allons décrire — sont branchés entre le fil neutre du réseau et la terre. C'est au fil neutre que sera confié le courant de signalisation, malgré que le fil neutre d'une distribution électrique à basse tension (en courant triphasé) soit lui-même mis à la terre par mesure de sécurité. Toutefois, cette mise à la terre, même très bien faite, offre toujours une certaine résistance. Cela permet aux constructeurs du système d'établir le « potentiel » de leur courant de signalisation (10 à 20 volts) entre le fil neutre et la terre, — malgré les pertes de prises de terre spéciales du neutre. Le courant restant se trouve, par contre, uniformément réparti sur tout le parcours du fil neutre et offre à chaque relais, où qu'il soit installé, la tension qu'exige son fonctionnement : 10-20 volts.

Un avantage de ce montage est qu'en cas de suspension du courant dans un quartier de la ville, par suite d'un incident d'exploitation ou pour l'entretien, il est toujours possible de ne pas couper le fil neutre. Ainsi, le service de signalisation demeure intact durant la suspension de l'éclairage et ne souffre aucune interruption.

Enfin, le montage des relais entre la terre et le fil neutre, lui-même à la terre, met les appareils à l'abri de toute surtension accidentelle qui serait susceptible de les détériorer et d'arrêter leur fonctionnement.

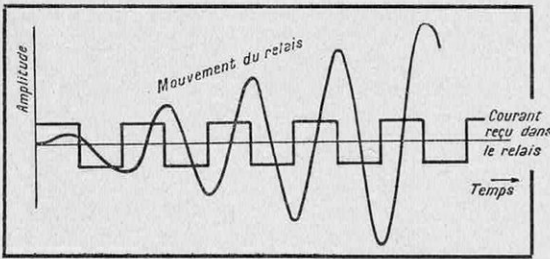


FIG. 3. — GRAPHIQUE MONTRANT LE PHÉNOMÈNE DE RÉSONANCE DANS LE RELAIS

Le trait en forme de créneaux rectangulaires marque (en fonction du temps) les impulsions du courant de signalisation : ces impulsions sont nettes et de temps rigoureusement égaux. La courbe sinusoïdale marque les oscillations du système mécanique correspondant à chacune des impulsions électriques : on voit que l'amplitude de ces oscillations ne cesse de croître à chacune de ces impulsions. C'est le phénomène de résonance.

Le poste de réception

Il est temps que nous présentions maintenant le *relais récepteur*, qui est l'âme de tout le système. Pour en saisir l'ingéniosité et le fonctionnement, il convient de rappeler la loi de la « résonance » mécanique.

Cette loi est utilisée, d'instinct, par tous les sonneurs du monde. Un sonneur, qui doit mettre en branle une lourde cloche, renonce à la faire sonner du premier coup. Il se contente de tirer sur la corde, suivant un effort modéré mais cadencé.

La cloche, qui représente un pendule, possède une *période propre d'oscillation*, dont le sonneur prend conscience dès qu'elle commence à osciller, de si peu que ce soit. Il donne ses impulsions en conséquence, en accord avec le balancement pendulaire, de manière à accumuler l'énergie du système oscillant qui se manifeste par un accroissement continu de l'amplitude d'oscillation. Vient un moment où le marteau frappe l'airain : la cloche sonne.

Le croquis figure 3 permet de comprendre que les *impulsions électriques* à « période » fixe du courant de signalisation représentent les efforts rythmés du sonneur. Il suffit de les appliquer à un système oscillant de même période pour que, le phénomène de réso-

nance aidant, le système se mette en branle, accroisse progressivement son amplitude et qu'enfin se produise le déclenchement d'un signal sonore (ou lumineux) commandé par une pile locale.

Le système oscillant, ou « relais à résonance », se compose d'un cadre minuscule (récepteur des impulsions) placé entre les deux pôles d'un aimant permanent. La réaction électrodynamique du cadre sur le flux magnétique au sein duquel il plonge, aboutit au balancement désiré. L'axe d'oscillation du cadre, fixé à deux ressorts spiraux, porte sur un levier transversal deux masselottes coulissant sur vis. Cet ensemble (masselottes et spiraux) forme un balancier dont la période peut se régler exactement, comme celui d'une montre de poche : par la tension du spiral et, de façon encore plus précise, par le déplacement des masselottes qu'il suffit de visser ou de dévisser de quelques tours. Ainsi se réalise l'accord précis du système mécanique oscillant sur le rythme des impulsions électriques destinées à le mettre en branle.

Effectivement, celles-ci, au bout de quelques secondes, portent l'amplitude d'oscillation jusqu'au point de contact d'un premier plot lié au système avec un second plot fermant le circuit local de la sonnerie d'alarme.

Il est aisé de comprendre que, seules, les

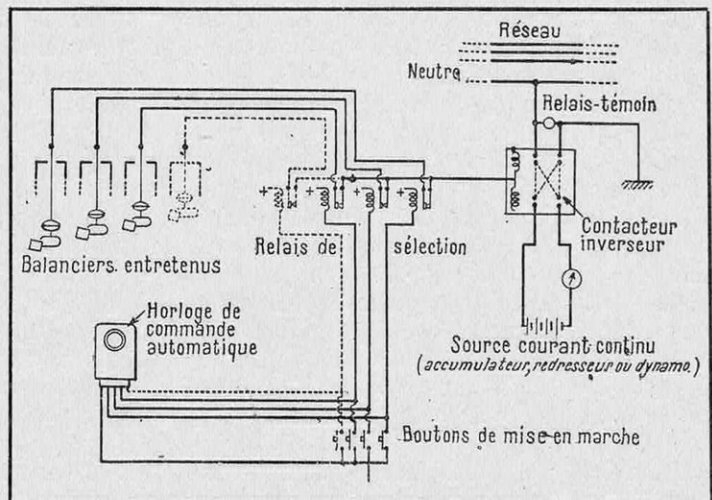


FIG. 4. — SCHÉMA DE PRINCIPE D'UN POSTE D'ÉMISSION A QUATRE SIGNAUX DIFFÉRENTS

Les quatre impulsions sont données par quatre balanciers électriques entretenus. L'horloge de commande choisit automatiquement, à l'heure désignée d'avance, le signal à transmettre (c'est l'office des relais de sélection). Le contacteur inverseur transmet dans le réseau le courant de signalisation fourni par la source locale (continue), après l'avoir traduit en impulsions alternatives

impulsions de même période oscillatoire que le relais peuvent actionner celui-ci. Toutes les autres passent sans obtenir l'effet de résonance.

Donc : autant de rythmes, autant d'impulsions, autant de relais et *autant de signaux différents*. La richesse du système est égale à sa simplicité.

Le poste d'émission

Jetons enfin un coup d'œil sur le poste central chargé d'émettre ces signaux. Nous l'avons réservé pour la fin de nos explications, car, on l'a deviné, c'est lui qui offre le moins d'originalité. On connaît depuis longtemps les horloges émettrices dont le balancier porte une armature de fer doux qui traverse, à chaque oscillation, une bobine. Le courant induit dans la bobine fournit naturellement des impulsions synchrones de la période du balancier. Le poste d'émission comportera donc autant d'horloges à balanciers de longueur différente qu'il lui faudra émettre de signaux différents.

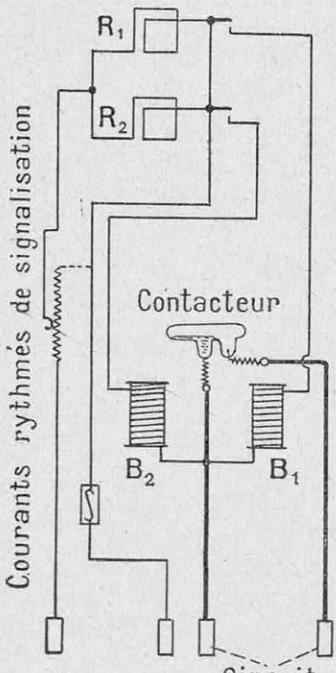


FIG. 5. — SCHÉMA DE FONCTIONNEMENT LOCAL DES RELAIS

Les relais R_1 et R_2 (déclenchés tour à tour par les courants rythmés auxquels ils sont accordés) actionnent par contact les bobines B_1 et B_2 , qui font basculer dans un sens ou dans l'autre le contacteur à mercure. Ainsi le circuit local de puissance (télécommande, alarme) est ouvert ou fermé automatiquement.

Toutefois, le courant induit par la bobine du balancier n'est pas celui qui sera injecté au réseau. Il est beaucoup trop faible. On l'utilise seulement pour rythmer l'injection d'un courant continu plus intense, fourni par une source locale jouant, en somme, le rôle d'amplificateur. Ceci est obtenu d'une manière très simple : le courant continu passe par un « inverseur » qui change sa pola-

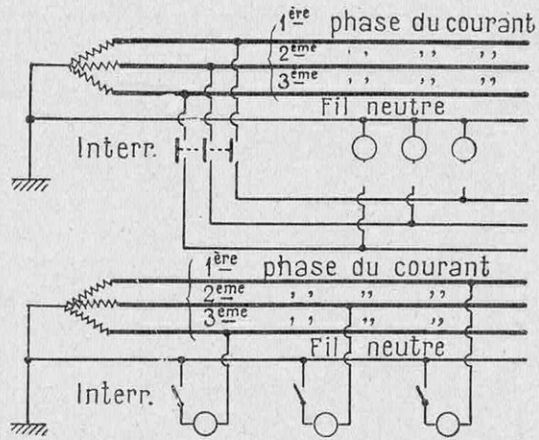


FIG. 6. — L'ALIMENTATION D'UN RÉSEAU D'ÉCLAIRAGE PUBLIC

Deux modes seulement sont possibles en courant triphasé, qui constitue le mode de distribution de beaucoup le plus usuel. L'un et l'autre modes comportent un fil neutre, qu'utilise le système de télécommande Durepaire et Perlat. Les relais sont, en effet, branchés entre le fil neutre du réseau et la terre. Dans ces conditions, en cas de suspension du courant dans un quartier d'une ville, si on ne coupe pas le fil neutre, le service de signalisation n'est pas interrompu. D'autre part, ce montage met les appareils à l'abri de toute surtension accidentelle.

rité à chaque impulsion du balancier. Ainsi le courant continu se transforme en courant alternatif de même période que l'horloge. Son intensité, variable suivant les usages, de 100 à 300 watts, suffit pour envahir la totalité du réseau.

Quelques exemples d'application

Nous ne donnerons pas ici toutes les combinaisons de montage qui peuvent être réalisées. En principe, toutes les manœuvres de télécommande ressortissent de cette technique.

Voici, par exemple (schéma 5 et fig. 7), un premier type de récepteur capable d'effectuer deux manœuvres : allumer et éteindre un secteur d'éclairage ; commander un compteur à double tarif, etc. Il se compose de deux relais à résonance accordés sur deux fréquences différentes et commandant chacun la bobine d'un contacteur : en lançant la fréquence F_1 , le contacteur se ferme ; en lançant la fréquence F_2 , il s'ouvre.

Autre exemple : un récepteur à trois manœuvres comprendra trois fréquences. Ce sera le cas pour la commande des circuits d'éclairage public à deux régimes, ou des lampes à deux filaments ; pour la commande des compteurs à triple tarif, etc.

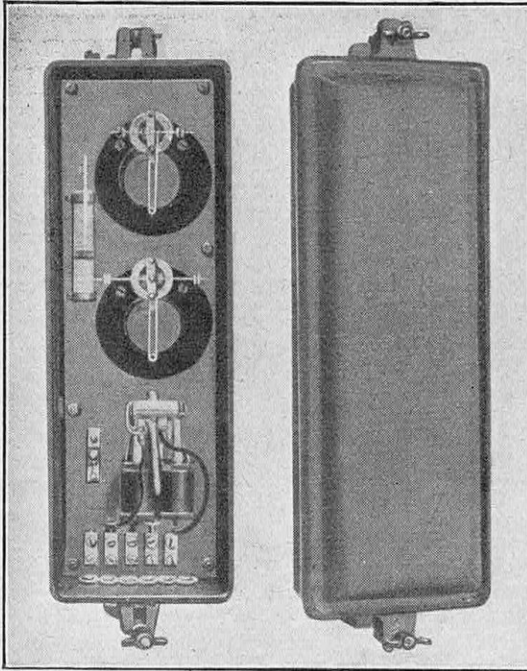


FIG. 7. — UN RÉCEPTEUR A DEUX RELAIS A RÉSONANCE TEL QU'IL EST INSTALLÉ AU DOMICILE DE L'INTÉRESSÉ

La signalisation d'alerte n'exige qu'un seul relais à la réception, le poste d'émission se réservant la multiplicité des appels adressés aux divers relais individuels.

L'émission étant faite en dérivation, d'un point quelconque du réseau, le poste d'émission

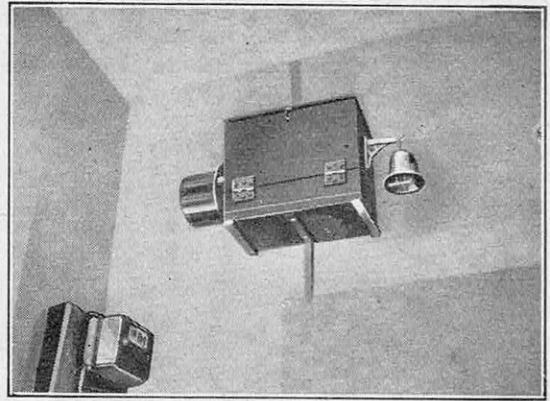


FIG. 8. — UNE SONNERIE D'ALERTE COMMANDÉE PAR LE RELAIS A RÉSONANCE

sion a sa place normale au poste de commandement.

Poitiers, Dieppe, Vincennes utilisent, dès maintenant, le système pour l'alerte des pompiers ; Montargis et l'Exposition de Bruxelles, pour la télécommande de l'éclairage ; la C. P. D. E., pour l'éclairage public et ses compteurs à tarifs multiples sur un large secteur des quartiers de la rive droite, la rive gauche demeurant équipée des relais à basse fréquence (musicale) déjà installés.

Ainsi, la commande électrique à distance peut être aujourd'hui réalisée sans nécessiter de circuits spéciaux, toujours onéreux à établir, en utilisant les réseaux existants, et au moyen d'un appareillage aussi simple qu'ingénieur.

CHARLES BRACHET.

Tous les pays non producteurs de pétrole se préoccupent de se procurer, sur leur propre sol, par les nouveaux procédés d'hydrogénation de la houille, les carburants synthétiques dont ils ont besoin. La France a inscrit au programme de ses grands travaux la construction de deux usines (1). On ne saurait oublier le rôle qu'a joué le pétrole importé pendant la guerre — alors que les armées n'étaient pas encore *motorisées* comme aujourd'hui — et l'angoisse suscitée au sein du gouvernement de Clemenceau par le souci de nos approvisionnements sous la dépendance américaine. Suivant la parole tragique de l'homme d'Etat, « à ce moment, nous avons failli perdre la guerre faute d'essence ». Or, puisque la France ne peut compter que sur elle-même, c'est en particulier à la *synthèse chimique* qu'elle devra son salut à ce point de vue. Ce ne sont pas, en effet, les minimes ressources des pétroles d'Alsace, ni de ceux trop éloignés de Mossoul, qui nous permettront de nous tirer d'affaire en cas de conflit. La chimie du charbon (2) seule nous permettra de nous affranchir des exigences étrangères en temps de guerre, du joug impérieux des pétroliers en temps de paix. Nos industries de la locomotion mécanique tireront alors de cette politique un nouvel essor, car, contrairement à ce qu'affirment les intéressés, les carburants artificiels seront vendus moins cher que les carburants naturels.

(1) Il ne faut pas non plus perdre de vue l'importance du *gaz des forêts* utilisé pour la traction automobile par gazogènes. Notre éminent collaborateur, M. Dupont, a exposé ici ce problème dans toute son ampleur (voir *La Science et la Vie*, n° 126, page 503). Nous y reviendrons prochainement.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 127, page 17, n° 133, page 21, n° 179, page 397.

LES GAZ DE COMBAT RÉVOLUTIONNERONT-ILS AUSSI LA TACTIQUE NAVALE ?

Par L. LABOUREUR
CAPITAINE DE FRÉGATE (R)

L'arme chimique est aussi redoutable sur mer que sur terre, bien que les bâtiments de guerre n'en aient pas fait usage pendant le conflit mondial de 1914. Actuellement, les marines de tous les pays du monde s'efforcent de mettre au point la technique de son emploi, qui est essentiellement différente de la technique terrestre. A la mer, en effet, la mobilité des adversaires en présence modifie constamment leurs positions relatives et oblige à n'utiliser qu'avec circonspection les rideaux de nuages toxiques que l'un ou l'autre, au cours d'un engagement, et suivant les nécessités tactiques, peuvent être obligés de traverser. Etant donné l'importance du matériel sur mer, il semble préférable de porter directement, par des obus ou par des bombes, le gaz nocif, gaz persistant, tel que l'ypérite, à bord de l'ennemi et d'immobiliser ainsi ses bâtiments, rendus pour longtemps inhabitables. La défense contre les gaz sur les navires s'inspire des mêmes principes qu'à terre, pour la défense terrestre, mais adaptés aux services spéciaux du bord. Comme La Science et la Vie l'a montré pour la défense terrestre dans de précédents articles, on distingue également sur mer la protection individuelle (masques à gaz) (1) et la protection collective (compartiments étanches, ou « à peu près étanches » avec légère surpression d'air comprimé). La spécialisation des fonctions particulière à la marine exige de plus que soient apportés de nombreux perfectionnements au type classique de masque : œillères spéciales pour télémétristes, pointeurs, timoniers, microphones pour téléphonistes, etc. Comme il l'a fait sur les champs de bataille terrestres, l'emploi systématique de l'arme chimique dans les engagements navals va modifier profondément la physionomie du combat sur mer (2).

CONTRAIREMENT à ce qui s'est passé sur terre, les gaz de combat n'ont pas été expérimentés sur mer au cours de la dernière guerre.

Mais, dès après guerre, l'arme chimique est apparue aussi redoutable sur mer que sur terre, et toutes les marines se sont lancées dans des études et expériences dont elles ont essayé, et essaient encore, de dégager une tactique de l'utilisation des gaz sur mer.

L'attaque aux gaz sur terre et sur mer

Si nous éliminons l'utilisation des gaz faite de la mer contre des objectifs fixes (ouvrages à terre, navires au mouillage, etc.), une différence essentielle avec la tactique terrestre surgit à première vue : c'est la *mobilité*. Elle provient de la vitesse et du changement rapide des situations relatives, et aussi de l'uniformité du terrain (en appliquant ce terme à la surface de la mer).

Sur terre, en effet, il est toujours possible, profitant d'un vent convenable et bien éta-

bli, de tendre (par obus, avions, etc.) en avant ou même en arrière des lignes ou ouvrages ennemis des nuages toxiques qui seront portés vers eux.

Sur mer, si la situation relative se présente favorable à un moment donné, on n'est jamais sûr qu'elle ne s'inversera pas à bref délai, et que les nuages tendus par l'un des combattants ne se dirigeront pas alors sur lui. Bien plus, il pourra, pour tirer profit de certaines situations tactiques, être obligé de les traverser.

Ces considérations, étant donné l'invisibilité de certains nuages, doivent amener à ne les utiliser sur mer qu'avec une extrême circonspection, et il vaudra mieux, en général, porter les gaz nocifs dans le mobile lui-même, c'est-à-dire le navire, donc par obus, que de tendre des nuages à la surface des flots.

Bien entendu, il ne saurait être question sur mer d'utiliser les replis de terrain ou vallonnements pour y faire descendre et séjourner des gaz plus lourds que l'air.

Cette différence essentielle, due à la mobi-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 215, page 369.

(2) Et même la construction des navires,

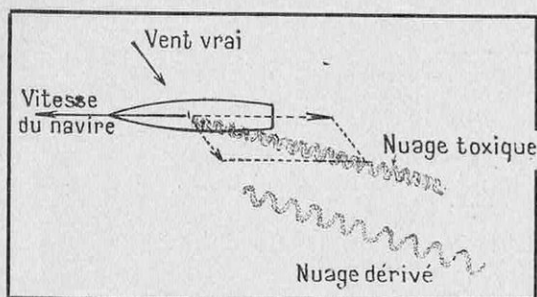


FIG. 1. — COMMENT UN NAVIRE DE GUERRE TEND UN NUAGE DE VAPEURS TOXIQUES
Le nuage est tendu dans une direction résultant du vent vrai et de la vitesse du navire. Il dérive ensuite, sous l'effet du vent vrai.

lité, peut d'ailleurs fort bien ne pas demeurer exclusive au combat sur mer. Le problème se poserait de la même façon pour deux forces composées de chars d'assaut, ou deux forces aériennes, utilisant l'une contre l'autre l'arme chimique.

Une deuxième différence réside dans la valeur relative du personnel et du matériel. Sur terre, l'objectif principal est de détruire le personnel. Le matériel, très facilement renouvelable, importe, en somme, assez peu. L'infection du terrain n'est pas non plus très grave, puisqu'il peut être évacué.

Ce n'est plus le cas sur mer où le matériel est extrêmement limité. Il existe des gaz persistants, dont la désinfection est fort longue (ypérite). Une attaque bien réussie peut donc immobiliser une escadre pour longtemps et permettre d'acquérir la maîtrise de la mer le temps nécessaire pour remporter la décision.

En résumé, les conditions météorologiques, qui jouent dans la guerre chimique sur terre un rôle primordial, deviennent tout à fait secondaires dans la guerre sur mer, où l'objectif sera bien plus de porter le gaz nocif au cœur même de l'ennemi, c'est-à-dire à bord, que de le confier au hasard des vents. Il y aura autant d'intérêt, sinon plus, à infecter le matériel qu'à empoisonner le personnel.

L'offensive par gaz de combat sur mer

Les gaz peuvent être portés au contact de l'ennemi :

- 1° Par des nuages tendus :
 - par des appareils fumigènes spéciaux à bord ;
 - par des appareils jetés à la mer ;
 - par des avions munis d'appareil spéciaux ;
 - par des bombes lâchées par des avions

2° Par des obus ou bombes explosant au contact à bord ;

3° Pour certains corps toxiques, sous forme de brouillard ou de pluie répandus par des avions ou émanant de bombes.

Ces moyens offensifs sont les mêmes que ceux qui peuvent être utilisés à terre ; la seule différence réside, pour le premier cas, dans la mobilité des appareils portés à bord, mettant en jeu, pour la direction initiale des nappes de gaz, le vent apparent, résultante du vent vrai et de la vitesse du navire. Le nuage ainsi tendu dérive ensuite sous le seul effet du vent vrai (fig. 1). (Même résultat pour les avions.)

Tous ces moyens peuvent évidemment être utilisés soit contre une flotte à la mer, soit contre une flotte au mouillage. Le facteur essentiel de ce genre d'offensive, que nous ne pouvons développer, est la surprise, due en majeure partie à l'invisibilité des nuages toxiques.

Il est incontestable qu'un grand danger menace de ce chef les navires au mouillage, surtout au début des hostilités, en cas d'offensive brusquée. Le personnel est d'autant plus exposé qu'il est, en quelque sorte, lié au matériel et ne peut fuir qu'avec lui. Ceci explique l'importance capitale que prend, à bord des navires de guerre, la question de la défense contre les gaz, que nous allons maintenant exposer dans ses grandes lignes.

La défense contre les gaz à bord des navires

La défense contre les gaz en mer ne peut avoir que les deux objectifs suivants :

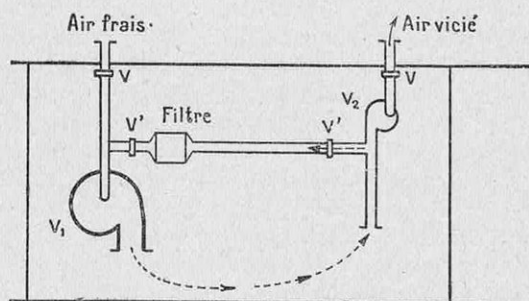


FIG. 2. — SCHÉMA DE PROTECTION COLLECTIVE EN COMPARTIMENT ÉTANCHE

En vie normale, les vannes V V sont ouvertes. Les vannes V' V' sont fermées. Le ventilateur V₁ aspire l'air frais à l'extérieur, et le ventilateur V₂ refoule l'air vicié. — En alerte aux gaz, les deux vannes V V sont fermées et les vannes V' V' sont ouvertes. Le ventilateur V₂ est stoppé. Le ventilateur V₁ aspire l'air du compartiment à travers la boîte filtrante et refoule l'air régénéré.

1° Empêcher les nappes de gaz d'arriver à bord ;

2° Se défendre contre ces gaz lorsqu'ils ont pénétré à bord.

Le premier objectif ne comporte pas de solution. Les navires au combat sont en général liés par des considérations d'ordre tactique leur imposant une route et une vitesse. Ils n'ont donc pas la ressource de fuir ou contourner les nuages de gaz, en admettant qu'ils les aperçoivent.

Les navires pénétrant donc par force dans le nuage, on ne voit pas trop comment on empêcherait les gaz de s'y introduire, alors que des orifices (panneaux, descentes, etc.) sont ouverts et que la ventilation, nécessaire à la vie du bord, aspire largement à l'air libre.

Evidemment, tous les gaz de combat sont plus lourds que l'air, sans quoi ils monteraient et devien-

draient vite inoffensifs. Il vaudra donc mieux aspirer l'air le plus haut possible. Mais la hauteur des mâts ne constitue pas une garantie suffisante.

Déborder les gaz ? On y a songé. Il fut préconisé, pendant la dernière guerre, d'allumer sur le rebord des tranchées des réchauds, de façon à produire un courant ascensionnel d'air chaud. Solution tout à fait précaire et impraticable à bord.

Serait-il possible de créer le long de la coque du navire un fort refoulement d'air qui déborderait les gaz toxiques ? C'est peu probable à cause de la vitesse.

Il faudra donc accepter de laisser les nuages de gaz venir au contact du bord et y pénétrer par tous les orifices ouverts, et le problème devient alors de se défendre contre eux.

Pour réaliser cette défense, deux principes peuvent être appliqués, à terre comme à bord :

1° Filtrer l'air respiré, de façon à le débarrasser des gaz nocifs ;

2° Arrêter l'air contaminé en vivant en vase clos avec une réserve d'air pur ou en le régénérant. Tous les systèmes employés dérivent de ces deux principes et sont individuels ou collectifs, selon qu'ils s'appliquent à un seul individu ou à un groupe.

PREMIER PRINCIPE. — *Individuel* : Masque à gaz.

Collectif : Le groupe vit dans une enceinte étanche. Un ventilateur aspire l'air conta-

miné et le filtre, jouant le rôle du masque à gaz individuel. Un second ventilateur refoule à l'extérieur l'air vicié par la respiration.

2° PRINCIPE.

— *Individuel* : L'individu vit dans une sorte de casque ou de cloche. Il n'aspire plus l'air extérieur. Celui-ci lui est fourni par une réserve (oxygène ou air) qu'il porte sur le dos. (Appareils Mandet-Vaginot, Fenzi, etc., utilisés d'une façon

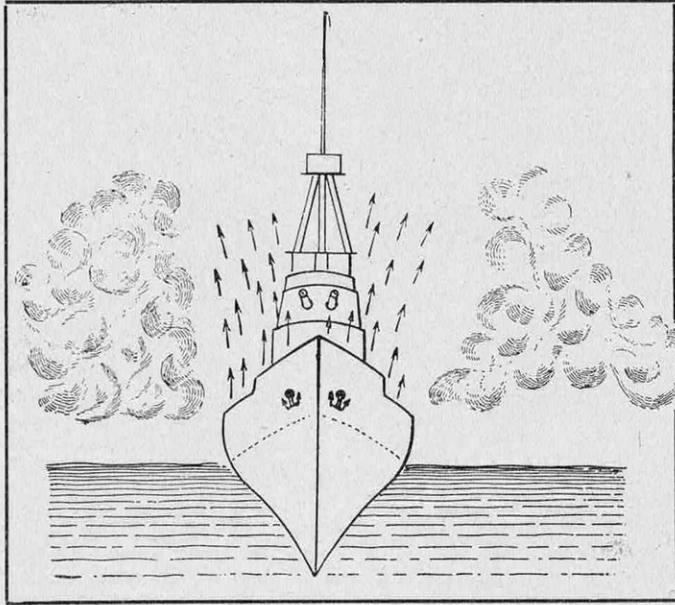


FIG. 3. — UN NAVIRE, PRODUISANT LE LONG DE SA COQUE UN BARRAGE DE REFOULEMENT D'AIR, POURRAIT-IL TRAVERSER AINSI UN NUAGE DE GAZ TOXIQUES ?

courante par pompiers, mineurs, etc.)

Collectif : A) Le groupe vit dans un compartiment étanche. L'air est régénéré par une ventilation à travers des fours spéciaux qui absorbent le gaz carbonique et restituent l'oxygène. (Cas des sous-marins en plongée.)

B) Le groupe vit dans un compartiment « à peu près étanche ». Une légère surpression produite par une réserve d'air comprimé empêche les gaz extérieurs nocifs de pénétrer dans le compartiment.

La protection individuelle et collective à bord des navires

Nous allons voir utiliser tous ces dispositifs à bord des navires de guerre. Les divers modes de protection individuelle ou collective seront appliqués au personnel d'après sa spécialisation, c'est-à-dire son utilisation dépendant du matériel qui lui est affecté et

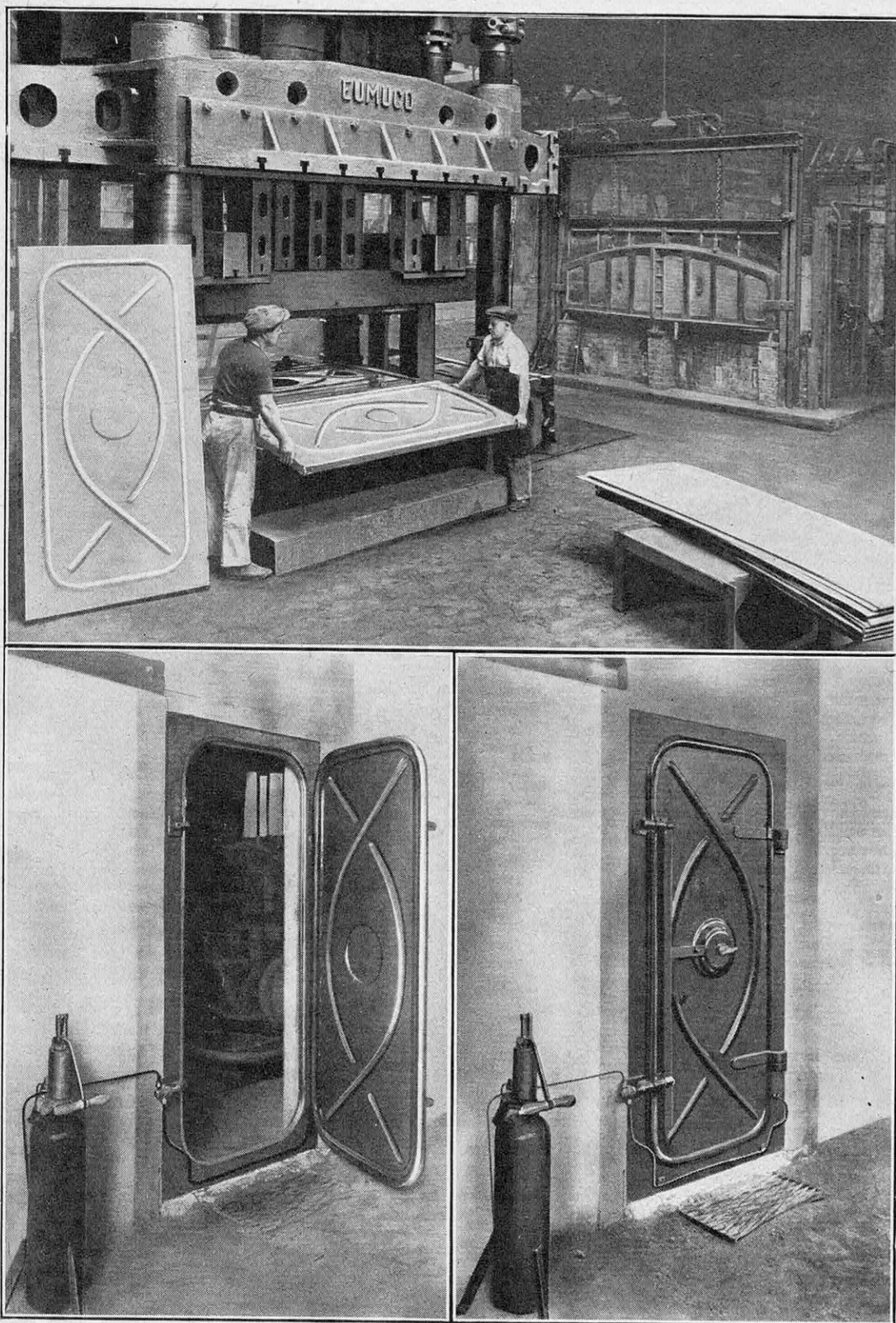


FIG. 4. — PORTE ÉTANCHE POUR ABRIS CONTRE LES GAZ, OUVERTE OU FERMÉE. EN HAUT : FABRICATION DU BATTANT DE LA PORTE PAR EMBOUTISSAGE

de son groupement dans les locaux constituant son poste de combat. Nous distinguerons trois catégories principales :

1° Considérons d'abord le personnel libre de ses mouvements, parce que non lié à du matériel (logé, en général, dans les parties hautes : ponts, passerelles, hunes, artillerie légère, etc.).

Il portera, en principe, le masque individuel. Toutefois, la spécialisation particu-

séjourner dans des locaux, non seulement contaminés, mais encore envahis par les fumées d'incendies, portera le dispositif individuel du deuxième principe avec réserve d'air pur ou régénération d'air (Mandet-Vaginot, Fenzi, etc.).

Enfin, les masques ne protègent qu'une partie de la face et sont insuffisants pour garantir contre certains corps spéciaux, dits vésicants, qui attaquent la peau, même au



FIG. 5. — FUSILIER MARIN ANGLAIS, MUNI D'UN MASQUE CONTRE LES GAZ, SERVANT UNE MITRAILLEUSE CONTRE AVIONS AUX DERNIÈRES MANŒUVRES DE LA FLOTTE ANGLAISE

lière à la marine exige que ce masque soit perfectionné, ou complété d'appareils accessoires. Par exemple : tous ceux qui se servent d'appareils optiques, jumelles, lunettes, télescopes, devront avoir des masques à œillères spéciales, permettant l'utilisation parfaite de ces appareils (commandant, officiers, timoniers, veilleurs, télémétristes, pointeurs de pièces légères et mitrailleuses).

Tous ceux qui se servent d'appareils phoniques devront avoir, en outre — puisque la bouche est renfermée dans le masque — un appareil, microphone spécial, permettant la transmission de la voix (hommes des transmissions, porte-voix, téléphones).

Le personnel de la sécurité, appelé à

travers des vêtements usuels (ypérite). La protection ne sera donc complète que si chaque homme est muni, en outre du masque, d'un vêtement protecteur en toile huilée, dont l'efficacité ne sera totale que s'il est parfaitement étanche. C'est d'ailleurs la protection que devrait porter tout citoyen, s'il veut être garanti aussi parfaitement que possible contre les gaz.

2° Vient ensuite le personnel de l'artillerie (pièces, tourelles, blockhaus, poste central, soutes à munitions).

Si l'artillerie est en tourelles, la protection collective sera recherchée. Mais une tourelle ne peut être bien étanche, puisqu'elle comporte un ensemble mobile, pièces

et leur protection, tournant sur un ensemble fixe, fût et pivot, et que les pièces elles-mêmes, devant être orientées en hauteur, sortent de la cuirasse mobile qui les protège par un orifice assez large pour permettre ce pointage.

Une tourelle et ses dépendances ne pourront donc constituer qu'un compartiment « à peu près étanche ». Ceci explique qu'on a recherché pour elle la protection collective par « surpression ».

Souvent les pièces ne sont pas en tourelles. C'est le cas des canons qui ne sont protégés que par des « masques », à bord des bâtiments légers (petits croiseurs, contre-torpilleurs, torpilleurs), et des casemates, à bord des navires de ligne. La protection collective n'est plus possible et le personnel sera individuellement protégé par des masques ordinaires. Toutefois, les pointeurs, dont la parfaite vision est une condition essentielle du tir, pourront être liés à leur lunette dans une cloche étanche, de façon à ne pas avoir, entre l'œil et la lunette, la vitre plus ou moins parfaite du masque individuel.

Au blockhaus, au poste central et dans les soutes à munitions, locaux plus ou moins étanches, une des protections collectives dérivant du premier ou du deuxième principe pourra être appliquée suivant les caractéristiques spéciales de la construction.

3° Reste enfin le personnel des appareils moteurs et évaporatoires, machines et chaufferies.

Dans les machines et chaufferies, il faut discriminer entre l'air nécessaire aux appareils et l'air nécessaire au personnel (notamment à sa ventilation dans une atmosphère surchauffée). Que l'air nécessaire aux appareils soit contaminé, cela n'a aucune importance : les ventilateurs de chauffe pourront donc continuer à aspirer à plein débit dans les nuages de gaz, à condition que la chauffe se fasse en vase clos. Les compresseurs pourront également utiliser de l'air contaminé.

En règle générale, il faudra séparer l'air « machines » de l'air « vies humaines ». Si cela

est possible, on peut envisager pour le personnel une protection collective basée sur un des deux principes exposés plus haut.

Mais les compartiments des machines et chaufferies sont toujours très vastes, les plus vastes du bord, et la densité du personnel y est relativement très faible. C'est pourquoi certains ingénieurs ont pensé à loger ce personnel dans des cages vitrées contenant les instruments de mesure, sortes de petits sous-marins intérieurs, avec leur dispositif automatique de régénération d'air, d'où les appareils de la chaufferie seraient commandés et conduits à distance. Solution élégante, mais peut-être utopique !

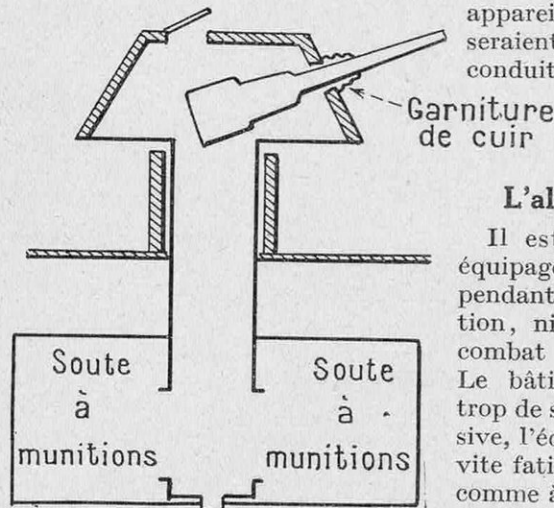


FIG. 6. — SCHEMA DE TOURELLE PROTÉGÉE CONTRE LES GAZ

Une tourelle ne peut être absolument étanche, ne serait-ce qu'à cause de la sortie des pièces. Une batterie de bouteilles d'air comprimé y maintiendra une légère surpression, qui empêchera les gaz extérieurs toxiques de pénétrer à l'intérieur.

L'alerte aux gaz

Il est évident qu'un équipage ne peut vivre pendant toute une opération, ni même tout un combat à l'abri des gaz. Le bâtiment y perdrait trop de sa puissance offensive, l'équipage étant très vite fatigué. Il faut donc, comme à terre, prévoir un ordre d'alerte générale aux gaz indiquant à tous de prendre les dispositions de protection individuelle ou collective.

L'alerte sera, en général, déclenchée par la détection, qui permet de reconnaître l'arrivée ou la présence des gaz avant qu'ils ne soient dangereux pour l'organisme.

Cette détection est opérée, soit par des observateurs choisis pour la délicatesse spéciale de leur odorat, soit par des appareils spéciaux. On a même utilisé, dans ce but, des animaux particulièrement sensibles. Mais, étant donné, d'une part, la rapidité des attaques sur mer ; d'autre part, l'ignorance où l'on se trouve de savoir si les nuages ou les explosions d'obus aperçus sont toxiques ou non, l'alerte devra être donnée de très bonne heure, bien avant que la détection ait révélé la présence de gaz. Il appartiendra au commandant de pressentir, en quelque sorte, une attaque par gaz et de donner l'alerte en temps utile, en exagérant plutôt dans cette voie, malgré la perte de puissance offensive qu'elle apporte au personnel, et par suite au navire, le port du masque.

L'alerte sera donnée d'une façon élémentaire par des klaxons actionnés de la passerelle dans tous les compartiments du navire.

Il est évident que, lorsqu'un bâtiment est menacé de gaz, toute la ventilation aspirant l'air extérieur pour le refouler à l'intérieur devra être immédiatement stoppée (sauf celle qui concerne exclusivement les appareils). Cet arrêt général des ventilateurs devra se faire de la passerelle en même temps qu'est donnée l'alerte. Il n'est pas d'ailleurs sans inconvénients très graves au sujet de l'élévation de température de certains compartiments.

Conclusion

Nous ne parlerons pas de la désinfection du bâtiment contaminé par les gaz ; elle sort du domaine militaire pour rentrer dans celui de la thérapeutique. Cependant, n'oublions pas que les navires atteints par les gaz persistants sont immobilisés pour très longtemps ; ce résultat donne à la rapidité de la désinfection une très grande importance militaire, car les escadres ne s'improvisent pas.

La défense contre les gaz non plus, que ce soit à terre ou à bord.

Les directives de la protection contre les gaz à bord des navires, que nous venons sommairement d'exposer, peuvent s'appliquer non seulement aux navires de commerce, mais encore à toute usine, toute industrie, toute agglomération, voire même à une habitation.

Il ne serait certainement pas absurde, à l'heure actuelle, devant le danger de la guerre chimique, de prévoir non seulement dans les villes, mais encore dans chaque immeuble (caves), un abri collectif étanche, avec filtrage où régénération d'air, où se réfugièrent les habitants, descendus portant leur masque à gaz, pendant la durée de l'alerte, qui pourra peut-être être fort longue.

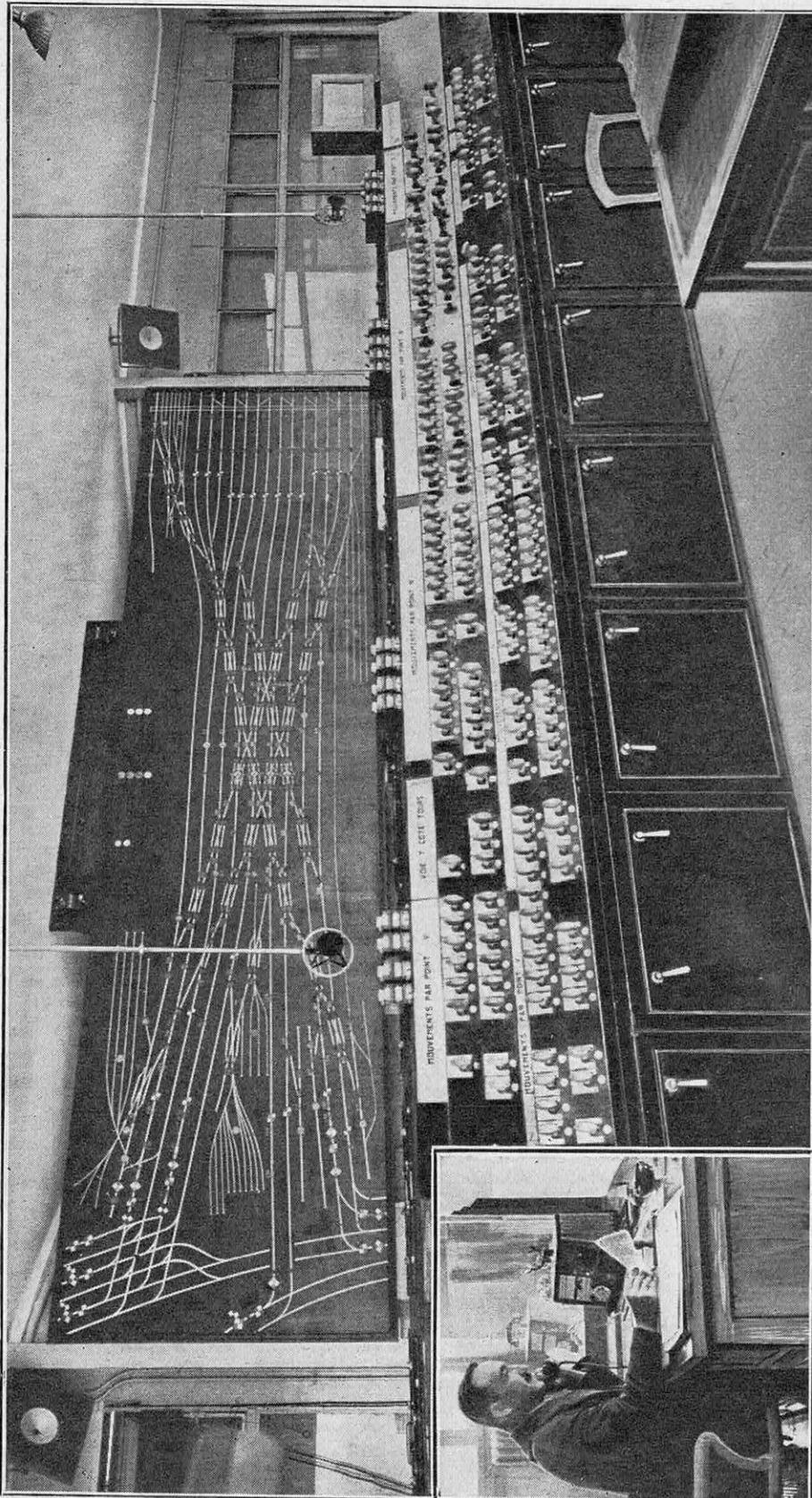
Nul ne songerait actuellement à nier le danger des gaz de combat, arme sans doute primordiale de la guerre future malgré les conventions internationales. Pour pouvoir riposter et vaincre, la condition essentielle est d'abord *de vivre*. Fidèles à nos engagements, nous nous interdisons l'emploi des gaz, mais ce n'est qu'en envisageant froidement les risques auxquels nous serons exposés que nous pourrons trouver les parades nécessaires. Les ripostes suivront. Mais acceptons résolument de nous protéger par les moyens dont nous disposons pour ne pas être surpris comme en 1915 par les premières vagues de chlore et de phosgène, utilisées par un ennemi aussi résolu demain qu'hier à ne reculer devant aucun procédé contre qui que ce soit. Son objectif de guerre, discutable ou non, en dépit de tous les règlements internationaux, n'est autre que de « mettre le plus rapidement possible, et par tous les moyens, son ennemi hors d'état de lui nuire ».

L. LABOUREUR.

La Turquie, pays agricole, était jusqu'ici tributaire de l'étranger pour son équipement industriel. Elle a bien essayé de favoriser les entreprises privées, mais ces encouragements s'étant avérés insuffisants, le Président du Conseil, en 1934, malgré de nombreuses résistances, a fait adopter, à l'instar de l'U. R. S. S., un projet de plan quinquennal. Ce plan n'étatise que les industries-clefs : industries textiles, chimiques, minières, de la cellulose et dérivés, de la verrerie, et, selon le président Ismet-Pacha, la Turquie pourrait arriver ainsi à fabriquer 40 % des produits manufacturés qu'elle importait jusqu'en 1934.

Les 45 millions de livres turques (1) (soit 540 millions de francs) que coûtera ce projet seront couverts partie par l'Etat et les banques privées, partie par des emprunts faits à l'étranger. Parmi les pays prêteurs, il convient de mentionner la Russie, dont l'influence à cet égard semble avoir été prépondérante, grâce à une convention signée récemment entre les deux pays, concernant la fourniture, contre paiement à long terme, des machines et de l'outillage pour la réalisation du plan en question.

(1) La livre turque vaut actuellement environ 12 francs.



CECI COMMANDE CELA... LE « DISPATCHER », EN LIAISON TÉLÉPHONIQUE AVEC LES POSTES ÉCHELONNÉS SUR LA VOIE, PEUT, CONNAISSANT TOUTS LES INCIDENTS DE LA MARCHÉ DES TRAINS, DONNER LES ORDRES NÉCESSAIRES POUR ASSURER LEUR CIRCULATION NORMALE. Le dispatching, service chargé de rationaliser la marche des trains dans un secteur donné, basé sur l'emploi intensif du téléphone, se généralise de plus en plus. Aujourd'hui, à côté des dispatchers de ligne, on trouve les « chefs de circulation », véritables dispatchers de gares qui règlent la circulation sur tous les chantiers et les voies d'accès aux gares. Il est permis, d'ailleurs, de penser que, dans l'avenir, les dispatchers pourront, grâce à la liaison radiophonique, communiquer avec les mécaniciens des trains circulant sur sa zone d'action.

LE « DISPATCHING », GARDIEN DE LA SÉCURITÉ DE NOS VOIES FERRÉES

Le « dispatcher » assure vitesse, sécurité, régularité des trains

Par André CHARMEIL

ANCIEN ÉLÈVE DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE

A propos des catastrophes de Lagny (France) et de Glasgow (Angleterre), on a mis en cause, en particulier, le « dispatching ». On sait que l'on désigne sous ce terme anglais le service chargé de rationaliser la circulation des trains dans un secteur donné, en mettant sans cesse sous les yeux du « dispatcher » la répartition des convois sur la ligne. C'est grâce au téléphone que cet agent est relié automatiquement avec tous les postes échelonnés sur la voie. De cette façon, il peut être tenu immédiatement au courant des moindres incidents de la marche des trains et y porter aussitôt remède. Depuis notre dernière étude (1), de nouveaux progrès ont été enregistrés dans ce domaine. A côté des dispatchers de ligne, on rencontre aujourd'hui des « chefs de circulation », véritables dispatchers de gare, qui règlent la circulation sur tous les chantiers et les voies d'accès des gares. Par ailleurs, la surveillance générale d'un réseau — le P.-L.-M. par exemple — est confiée à des « postes de commandement » installés dans de grands centres et qui établissent, grâce à un réseau téléphonique approprié, une liaison permanente entre tous les services. Le dispatcher de ligne lui-même est destiné à être en communication constante non seulement avec les gares du réseau, mais encore, grâce à la T. S. F., directement avec les mécaniciens des trains circulant sur sa zone d'action. Cette liaison radiotélégraphique constituera pour les voyageurs un nouvel élément de sécurité qui complètera efficacement les moyens de signalisation actuellement en vigueur sur les réseaux des chemins de fer français.

L'EXPLOITATION ferroviaire, sur les lignes à grand trafic et dans les gares importantes, constitue, on le conçoit facilement, un problème très complexe et très délicat. Si l'on songe, en effet, que, sur certaines grandes lignes partant de Paris et à certaines heures, il est nécessaire de lancer et d'acheminer des trains express à moins de cinq minutes d'intervalle les uns des autres, on comprendra que le moindre incident fortuit peut amener des perturbations considérables et disloquer, en quelque sorte, les horaires établis. Il s'agit donc d'éviter, autant que possible, ces incidents et d'empêcher tout au moins qu'ils aient des conséquences graves. L'application, sous le nom de « dispatching system », des méthodes de rationalisation qui avaient fait leurs preuves dans l'industrie, a permis à nos réseaux de réaliser dans ce sens des progrès très importants au cours de ces dernières années, et, en particulier, d'obtenir plus de régularité dans la marche des trains, en même temps qu'un meilleur rendement.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 160, page 281.

Le « dispatching system » a été introduit en France, pendant la guerre, par les Américains, pour l'acheminement de leurs convois de troupes. Devant l'excellence des résultats obtenus, les compagnies ferroviaires n'ont pas tardé à l'appliquer et tendent de plus en plus à le généraliser.

Qu'est-ce que le « dispatching system » ?

Il s'agit d'un système de contrôle permanent exercé par des agents spécialisés, appelés « dispatchers », qui sont tenus à chaque instant au courant de la position de chaque train dans le secteur qu'ils ont à surveiller, et qui peuvent, par suite, prendre immédiatement toutes mesures pour remédier aux difficultés inopinées. C'est, en somme, l'application à l'exploitation ferroviaire du système appelé « planning » (1) dans les grandes entreprises industrielles. On commence par instaurer un programme de travail — dans le cas qui nous occupe, ce n'est autre chose que l'horaire — et on surveille ensuite pas à pas

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 207, page 222.

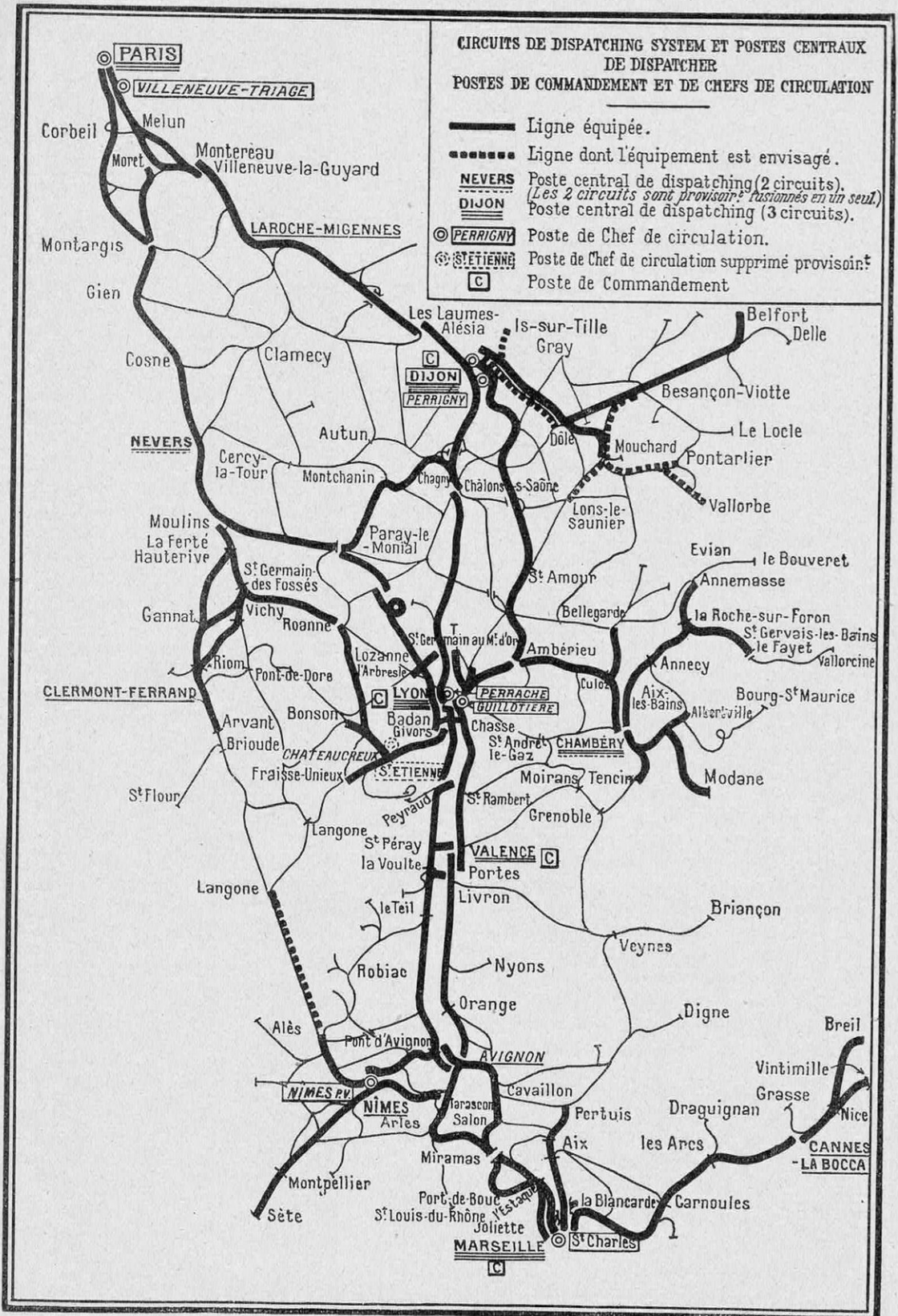


FIG. 1. — CARTE DES CIRCUITS DE « DISPATCHING » SUR LE RÉSEAU P.-L.-M.

l'exécution de ce programme, en essayant de faire cadrer autant que possible l'horaire réel avec l'horaire préétabli.

Comment fonctionne une installation de « dispatching »

Chaque « dispatcher » a sous sa surveillance une section de voie ferrée assez limitée dont la longueur est choisie, bien entendu, suivant l'intensité du trafic qui y règne. C'est ainsi que, sur le chemin de fer P.-L.-M., il y a, pour la sortie de Paris, deux dispatchers : l'un qui surveille le tronçon Paris-Montereau, de la ligne Paris-Lyon ; l'autre qui surveille le tronçon Paris-Montargis, de la ligne du Bourbonnais, ainsi que la ligne Moret-Montargis. Ces deux dispatchers, qui ont leur bureau à Paris, sont reliés téléphoniquement à toutes les gares de leur zone d'action et à un certain nombre de postes intermédiaires, et c'est le téléphone qui, leur permettant d'être en contact permanent avec les différents agents de leur zone, constitue leur instrument de travail fondamental. Il est donc indispensable d'avoir pour le dispatching une installation téléphonique autonome et d'un fonctionnement absolument sûr. Toutefois, il serait pratiquement irréalisable d'avoir un réseau comprenant autant de circuits distincts qu'il y a de postes à relier au bureau du dispatcher, car une telle installation serait infiniment trop complexe et coûteuse. Aussi, dans la pratique, le réseau ne comprend-il qu'un seul circuit partant de la cabine du dispatcher et sur lequel sont montés en dérivation tous les postes.

Le dispatcher étant toujours à l'écoute, les postes ne sont munis d'aucun dispositif permettant de l'appeler. Les postes ne font qu'énoncer leur indicatif sous la forme : « Melun Poste II », par exemple, et, si le dispatcher peut prendre leur communication, il répond : « Melun, Poste II, parlez ». Chaque poste peut donc ainsi appeler le dispatcher à la voix et converser librement avec lui. Mais il est nécessaire également que le dispatcher puisse, de son côté, appeler chacun des postes séparément. Ce problème a été résolu par l'emploi de dispositifs d'appel par *sélecteurs*, assez analogues, quoique plus simples, à ceux qui sont employés pour le téléphone automatique (1). En voici d'ailleurs le principe. Au départ, des appareils donnent sur la ligne plusieurs séries (trois, par exemple) d'impulsions électriques, dont le nombre total est toujours le même (en pratique, dix-sept). On aura, par exemple,

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 54, page 41.

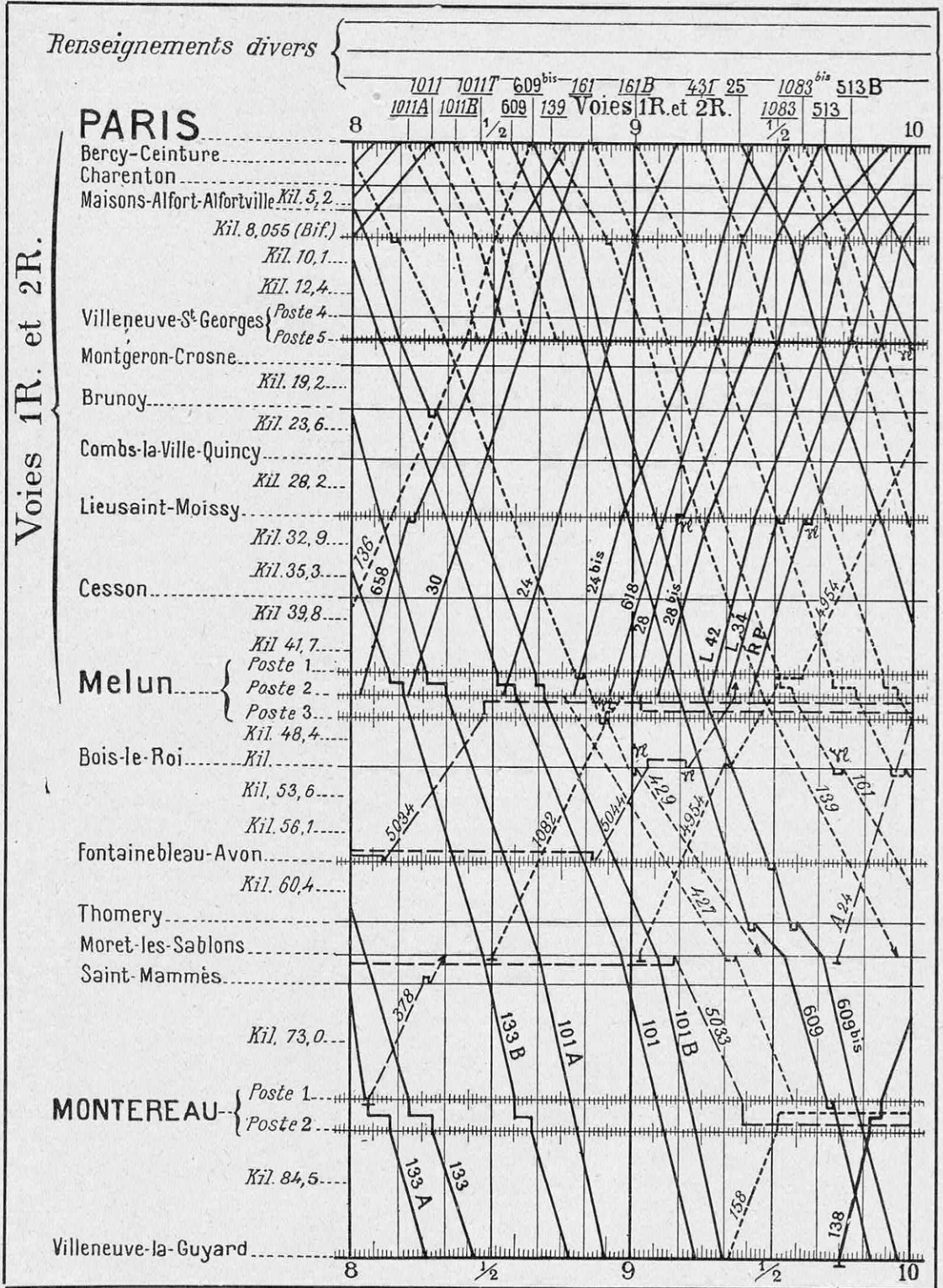
la combinaison suivante : quatre, plus huit, plus cinq impulsions ; ou sept, plus trois, plus sept impulsions, etc. Ces impulsions ont pour effet, dans les différents postes, de faire tourner des roues correspondantes des organes appelés *sélecteurs* : chaque impulsion fait tourner la roue d'un dix-septième de tour et les dix-sept impulsions, si elles se suivaient sans interruption, feraient tourner la roue d'un tour complet, ce qui entraînerait la mise en marche de la sonnerie d'appel. Mais, pendant les intervalles qui s'écoulent entre les trois séries d'impulsions, les roues de tous les sélecteurs, sous l'effet d'un ressort de rappel, reprennent leur position initiale avant de se remettre en mouvement. Une seule, grâce à un dispositif de verrouillage l'empêchant de revenir en arrière, peut effectuer sa rotation complète et faire fonctionner la sonnerie d'appel. C'est celle qui correspond au poste choisi et aux séries d'impulsions envoyées. A chaque poste correspond donc un appel particulier. Par ailleurs, le dispatcher possède dans sa cabine un clavier de clefs de manœuvre, correspondant à tous les postes et qui, lorsqu'on les actionne, provoquent automatiquement l'émission correspondante.

Ainsi la liaison peut-elle être établie immédiatement entre le dispatcher et chacun des agents correspondants de sa ligne. Voyons maintenant comment fonctionne le service.

Le travail du dispatcher

Le dispatcher a devant lui le « graphique » théorique de circulation des trains, qui est, en quelque sorte, la transcription graphique de l'horaire (voir fig. 2). Les ordonnées correspondent, en effet, aux distances parcourues sur la ligne, et les abscisses, aux heures. La marche d'un train est alors représentée par une ligne brisée comportant des segments horizontaux — indiquant les arrêts — reliés par des segments obliques plus ou moins inclinés, suivant la vitesse moyenne du train entre les stations. D'après la couleur de la ligne tracée, on sait qu'il s'agit d'un train de marchandises, d'un train omnibus, d'un express, etc.

Ayant sous les yeux ce graphique théorique, le dispatcher trace en même temps, grâce aux informations constantes qu'il a de ses agents, le *graphique réel* de la circulation. Si tout se passait selon les prévisions, ce graphique réel coïnciderait exactement avec le graphique théorique, et le dispatcher n'aurait évidemment aucune raison d'être... Mais, en pratique, il existe naturellement des



divergences, et le rôle du dispatcher est de renseigner et de conseiller les divers agents de la ligne, en vue justement de les faire disparaître pour rapprocher le graphique réel du graphique théorique. A cet effet, il doit connaître parfaitement la zone qu'il contrôle, et surtout les possibilités de manœuvres et les ressources des garages des différentes gares. A l'un, il donnera le retard le plus récent d'un train attendu. A l'autre, il fera connaître l'état du garage et déterminera celui qu'un train attardé pourra atteindre sans gêner la marche des trains suivants. Il discutera avec un troisième de l'opportunité d'une manœuvre, etc. Entre temps, il reçoit et répercute un certain nombre de renseignements relatifs aux compositions des trains de voyageurs et au lotissement des trains de marchandises, aux machines qui les remorquent, etc.

Enfin, il coordonne l'activité et les efforts des différentes gares en intervenant dans la mise en marche des circulations extraordinaires et dans celle des machines haut-le-pied, en prescrivant à certains trains des arrêts non prévus à la marche, en supprimant ou en réduisant certains arrêts, en commandant l'expédition en avance d'un train de marchandises.

Mais c'est surtout à l'occasion des incidents de la circulation que l'influence du dispatcher se fait le plus utilement sentir. Si un train tombe en détresse, le dispatcher donne l'ordre d'utiliser une machine haut-le-pied, ou même une machine remorquant un train qui peut être garé rapidement et différé sans grand inconvénient. A défaut d'autre solution, il alerte immédiatement les dépôts... En cas de déraillement, il dirige à la fois l'arrivée des secours, l'organisation du pilotage s'il y a lieu, et, souvent aussi, l'exécution de détournements de trafic pour pallier à la diminution de débit de la ligne.

On voit ainsi quelle importance prend le rôle du dispatcher dans le domaine de l'exploitation ferroviaire.

Aussi a-t-on cherché à augmenter ses possibilités d'action, en lui donnant des moyens d'investigations plus étendus que les circuits téléphoniques avec des postes fixes. A l'heure actuelle, en effet, le dispatcher peut bien surveiller le départ et l'arrivée du train aux différentes gares, mais il ignore tout de leur marche entre les stations. Si un train tombe en détresse en pleine campagne, il ne sera averti des conditions de cet incident que lorsque les renseignements auront pu parvenir à la gare la plus voisine. Cela exigera naturellement un certain temps,

qui retardera d'autant la décision à prendre. Pour bien faire, il faudrait donc que le dispatcher pût être en communication *constante* non seulement avec les gares, mais aussi avec les mécaniciens des différents trains. C'est ce problème que l'on cherche à résoudre actuellement grâce à la T. S. F. Il convient de signaler, d'ailleurs, qu'une telle liaison entre les mécaniciens et les postes de dispatching serait de nature à accroître la sécurité des voyageurs. Les mécaniciens pourraient être, en effet, avertis directement, de cette manière, des incidents surgissant devant eux, et ce serait là une nouvelle sûreté qui doublerait celle fournie par les divers moyens de signalisation actuellement en vigueur. Cette utilisation de la T. S. F., bien que séduisante, soulève cependant des difficultés d'application.

La T. S. F. au service du « dispatching »

Les premiers essais vraiment concluants de transmissions radiotéléphoniques entre un poste fixe et des locomotives ont été effectués tout récemment, dans un but qui ne se rattache qu'indirectement au dispatching ; mais les résultats obtenus, par contre, peuvent être immédiatement transposés au cas qui nous occupe. Il s'agissait, en effet, de pouvoir diriger à distance des trains ou des locomotives vers divers chantiers, le long du port de Rouen, qui, comme on le sait, s'étend sur plusieurs kilomètres. A cet effet, un poste fixe central fut édifié au milieu de la zone d'action et quelques locomotives munies d'appareils émetteurs-récepteurs. Ces derniers étaient d'un type analogue à ceux utilisés par des avions. La longueur d'onde choisie étant de 6 m 50 pour l'émission et 7 m 50 pour la réception, contrairement à ce qu'on pouvait redouter avec l'emploi de ces ondes « très courtes », il n'y eut pas de « zones de silence », et les conversations purent avoir lieu normalement en tous les points choisis, et cela malgré des obstacles tels que des réservoirs métalliques de grandes dimensions, pont transbordeur, etc.

Les résultats ont été absolument concluants, et on peut se demander s'ils ne pourront permettre d'envisager la liaison radiophonique d'un poste de dispatching avec les mécaniciens des trains circulant sur sa zone d'action. Comme, néanmoins, cette zone d'action est beaucoup plus étendue que la portée des postes de T. S. F. utilisés, voici comment on prévoit cette installation : la ligne sera partagée en un certain nombre de « sections », au centre de chacune desquelles sera placé un poste-

relais pouvant communiquer avec les trains circulant sur la section correspondante, et le dispatcher sera relié par fil avec les différents postes-relais. Suivant la section sur laquelle se trouvera le train avec lequel il voudra communiquer, il se mettra en liaison, au moyen d'une simple clef, avec le poste-relais correspondant.

Ce système peut, d'ailleurs, être amélioré de la manière suivante, dans le cas où la transmission des ondes risquerait d'être défectueuse, à l'intérieur d'un tunnel, par exemple. Au lieu de munir les postes-relais d'antennes ordinaires, on les relie à un fil, isolé à l'intérieur d'un caniveau et disposé le long de la voie, sur toute la longueur de la section intéressée (fig. 3). Il n'y a plus alors à proprement parler de liaison par « ondes » entre le poste de la machine et le poste-relais, mais une liaison par « induction » entre l'antenne de la locomotive et le fil qui court le long de la voie. La transmission est parfaite dans tous les cas.

Grâce à cette liaison radiotéléphonique, doublant les relations téléphoniques ordinaires, le « dispatching system » gagnera encore en efficacité. Mais, dès maintenant, les résultats atteints sont déjà excellents et ont permis d'obtenir, sur les lignes à grand trafic, plus de régularité dans la marche des trains, en même temps qu'un meilleur rendement.

Le rôle des chefs de circulation

Aussi a-t-on cherché à étendre son emploi à d'autres domaines de l'exploitation. C'est ainsi que l'on a été amené à créer dans les gares des postes de *chefs de circulation*, qui sont, en quelque sorte, les dispatchers de gares.

La méthode procède des mêmes principes de rationalisation.

Le chef de circulation est tenu au courant, à tout instant, de la situation exacte des différents chantiers de la gare et de l'état de la circulation sur les lignes qui y abou-

tissent. Grâce à un réseau téléphonique établi d'après les mêmes principes qu'un circuit de dispatching, il est relié à tous les points intéressants de la gare ; il connaît ainsi, à chaque instant, l'état d'occupation des voies, la situation des manœuvres, les disponibilités des dépôts en machines et celles des bureaux de la commande des trains en personnel.

Relié, en outre, aux dispatchers, il est tenu par ceux-ci au courant de la marche des trains se dirigeant vers la gare ; il en connaît à l'avance le tonnage et la composition, ce qui lui permet de parer aux difficultés que peut présenter leur réception ou leur continuation.

Tous ces renseignements, le chef de circulation les enregistre sous forme de graphiques matérialisant la marche des trains aux abords, puis à l'intérieur de la gare.

Il est donc parfaitement placé pour renseigner et conseiller les chefs des différents chantiers, coordonner leurs efforts en s'ins-

pirant de la situation générale, éviter les négligences et les fausses manœuvres, le tout afin de tirer le maximum de rendement des installations dont dispose la gare, résultat particulièrement précieux dans les périodes de fort trafic ou de circulation troublée. Là aussi, l'emploi des liaisons radiotéléphoniques avec les mécaniciens pourra rendre également de grands services à une organisation analogue à celle adoptée pour le port de Rouen.

Mais ce qui peut être fait pour une ligne, ou pour une gare, ne peut-il pas être étendu à toute une région ? On a été conduit à envisager la création de nouveaux organismes plus vastes qui ont été baptisés « postes de commandement ».

Les « postes de commandement »

Les dispatchers et les chefs de circulation ont, comme nous venons de le voir, des attributions très étendues dans leur domaine propre, mais celui-ci est assez res-

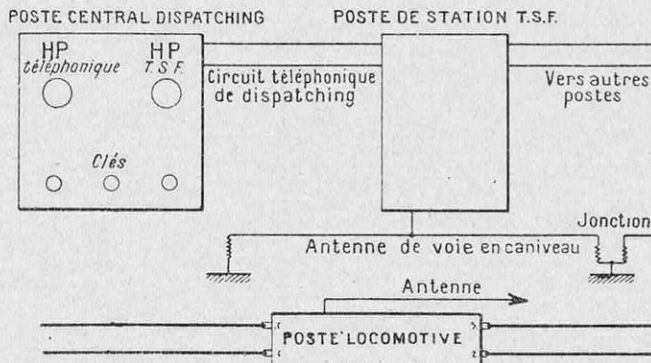


FIG. 3. — LA T. S. F. AU SERVICE DU « DISPATCHING »
Schéma d'installation d'un service de « dispatching » utilisant à la fois le circuit téléphonique et des postes de T. S. F. dont l'antenne est placée dans un caniveau, le long de la voie. La machine est munie d'une antenne qui permet de mettre le mécanicien en liaison avec le dispatcher.

treint (tronçons de lignes, gares). Or, dans l'organisation générale d'un réseau, on se trouvait souvent, jusqu'à ces dernières années, devant une insuffisance de coordination entre les grandes gares de marchandises, d'une part, et les services de l'exploitation et de la traction, d'autre part. En outre, les transmissions — celles du dispatching mises à part — se faisaient souvent trop lentement, dans un domaine où tous retards se paient. C'est ce qui a amené la création dans certains grands centres (Dijon, Lyon, Valence et Marseille, par exemple) d'un poste de commandement groupant des agents de la traction et de l'exploitation, et qui, grâce à un réseau téléphonique approprié, établit, lui aussi, une liaison permanente entre les divers services.

Ayant sous son contrôle tous les postes de dispatchers de la région et les chefs de circulation, il est, en effet, constamment tenu au courant de la marche du train dans toute cette région, et peut intervenir efficacement d'une manière quasi immédiate en cas d'incident quelconque.

L'installation matérielle du poste de commandement et du « dispatching »

La besogne des dispatchers et des agents des postes de commandement exige, comme bien on le pense, une vigilance de tous les instants. Aussi a-t-on cherché à les mettre dans les meilleures conditions matérielles, pour qu'ils puissent mener à bien leur tâche sans risquer d'être gênés ou distraits dans leurs occupations. A cet égard, le nouveau P. C. de Valence, qui a été inauguré il y a quelques mois seulement, présente des particularités remarquables. Afin de rendre les locaux aussi insonores que possible, en vue de faciliter les conversations téléphoniques, la partie supérieure des maçonneries ainsi que le plafond ont été recouverts d'une sorte de feutre épais peu dense, constitué par des produits végétaux impu- trescibles.

La partie inférieure des murs et des cloisons, plus sujette aux chocs, a été revêtue de

plaques constituées par des fibres de bois comprimées à la vapeur. Le sol, enfin, est recouvert de linoléum collé sur des plaques de fibre de bois.

Les cloisons et les portes vitrées, qui séparent du poste de commandement les locaux des dispatchers, ne sont pas, de leur côté, munis d'une simple vitre susceptible de vibrer et de propager les sons, suivant leur origine, dans l'une ou l'autre pièce, mais de deux vitrages distincts séparés par un intervalle de 3 centimètres environ. Ces deux vitrages sont constitués par des verres dont l'épaisseur diffère pour chacun d'eux, afin d'éviter qu'ils ne vibrent à l'unisson.

Ces revêtements et doubles vitrages contribuent également à isoler les locaux de tous les bruits provenant de l'extérieur, et permettent ainsi aux opérateurs d'entendre très facilement et sans effort leurs correspondants.

En ce qui concerne l'équipement téléphonique des salles de dispatching et des postes centraux, les « combinés » ou les « casques », si fatigants, sont remplacés par un microphone et un haut-parleur séparés qui laissent une entière liberté aux dispatchers. A cet effet, ces deux appareils sont placés l'un et l'autre sur des bras extensibles qui les mettent à portée des opérateurs.

Quel est l'avenir du « dispatching system » ?

Nous venons de voir comment l'application du « dispatching system » s'étendait peu à peu étendue. Il n'est pas douteux qu'il apporte un progrès considérable à l'exploitation de nos réseaux. Toutefois, comme nous l'avons souligné au début de cette étude, c'est dans une zone de trafic intense qu'il se justifie le mieux. Or, nul n'ignore que le trafic ferroviaire a sérieusement diminué depuis quelques années. Aussi le développement du « dispatching system » tend-il à marquer un temps d'arrêt. Mais viennent des jours meilleurs pour nos chemins de fer, et ce mode de « rationalisation » trouvera de nouveau à s'étendre.

ANDRÉ CHARMEIL.

La construction des autostrades en Allemagne se poursuit activement. Le premier tronçon, de 20 kilomètres environ, vient d'être inauguré entre Francfort et Darmstadt. Près de trois cent mille personnes (ouvriers, cadres techniques et administratifs) construisent actuellement 1.500 kilomètres sur les 7.000 prévus. D'ici six mois, il y aura déjà plus de 400 kilomètres en service. Le Führer a proclamé, à ce propos, que la réalisation du plan routier allemand marquerait dans l'histoire des transports une étape aussi remarquable que celle des canaux de Suez et de Panama.

POUR LA SÉCURITÉ DE L'ATERRISSAGE, UTILISONS LES ONDES COURTES

Par C. VINOGRADOW

INGÉNIEUR RADIO E. S. E.

Le problème de l'atterrissage sans « visibilité » est l'un de ceux qui intéressent au plus haut point la sécurité de la navigation aérienne. Un système nouveau de guidage par les ondes courtes (moins de 10 mètres), mis en application sur divers aérodromes allemands (Berlin, Hanovre, Munich) et, en Suisse, à Zurich, apporte une nouvelle et élégante solution à ce problème. Cette méthode est basée sur l'emploi d'ondes courtes, dirigées par des antennes réflectrices (1). On peut ainsi, au moyen de commutateurs convenables, émettre des signaux indiquant au pilote sa ligne de vol lorsqu'il s'approche de l'aérodrome. De plus, arrivé à proximité de ce dernier, l'avion peut effectuer sa descente sans danger, en se basant sur les indications d'un voyant. Il peut alors, en effet, suivre une ligne d'égale force du champ électromagnétique émis par l'antenne. C'est là une méthode ingénieuse et sûre, qui doit apporter à l'aviation un nouveau et important facteur de sécurité pour l'atterrissage en temps de brume.

L'ATERRISSAGE par temps de brume est certainement un des plus grands problèmes concernant la sécurité de la navigation aérienne. Il s'agit non seulement de trouver d'une façon précise l'aérodrome, en général, et la zone d'atterrissage, en particulier, mais encore de savoir à chaque instant l'altitude exacte de l'avion au-dessus du sol.

Or, si certains dispositifs goniométriques permettent de résoudre avec une précision suffisante la première de ces questions, il n'en est pas de même pour la seconde. En effet, il n'est pas possible d'utiliser dans ce but le baromètre, dont les indications varient bien avec la pression atmosphérique, c'est-à-dire avec l'altitude, mais dont la précision, en général inférieure à 10 mètres, est évidemment insuffisante pour assurer un atterrissage.

Les radioémissions dirigées s'étant révélées d'une grande efficacité pour le guidage des avions dans le plan horizontal, il était naturel d'essayer de les utiliser pour le guidage des avions dans le plan vertical, c'est-à-dire pendant la descente et l'atterrissage.

Divers essais ont été faits dans ce but, aussi bien en Amérique qu'en Europe, et certains dispositifs ont donné des résultats fort intéressants. Ainsi le système « Lorenz », mis à l'épreuve sur divers aérodromes allemands, semble être actuellement le plus simple et le plus efficace. Il permet, à l'aide d'un seul émetteur, d'indiquer à l'avion

s'approchant de l'aérodrome aussi bien sa direction horizontale que la courbe de descente qu'il doit suivre pour s'approcher du sol.

Comment est assurée la direction horizontale

Une antenne verticale est située à une faible distance au-dessus du sol. Cette antenne fonctionne en *dipole*, c'est-à-dire que sa longueur totale est égale à la moitié de la longueur d'onde utilisée et que le courant qui la parcourt est symétrique par rapport à son centre. La longueur du dipole est de 4 m 5 et la longueur d'onde émise, de 9 mètres. Placée sur un terrain libre, cette antenne rayonne d'une façon uniforme dans toutes les directions. Mais il suffit de placer à côté de l'antenne émettrice une autre antenne semblable pour qu'immédiatement le champ de rayonnement se déforme. Le sens et la valeur de cette déformation dépendent de la distance séparant l'antenne principale de l'antenne « réflectrice ». En plaçant celle-ci à une distance égale à la moitié de la longueur d'onde émise, on observe une déformation de champ indiquée par la figure 1. L'antenne principale rayonne alors surtout dans la direction opposée à celle de l'antenne réflectrice.

Dans ce système, l'antenne émettrice possède deux antennes supplémentaires placées chacune à une distance égale à une demi-onde et opposées l'une à l'autre (R_1 et R_2 , fig. 2). Ces antennes peuvent être coupées

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 169, page 38.

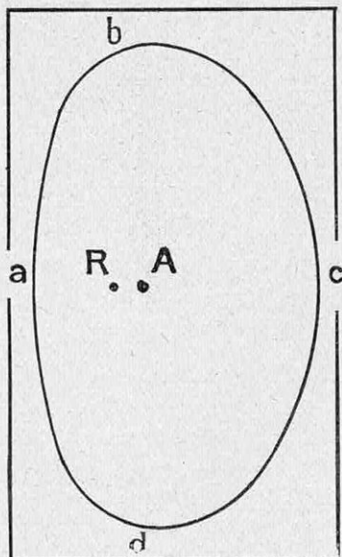


FIG. 1. — LA PRÉSENCE DE LA DEUXIÈME ANTENNE R_2 DÉFORME LE CHAMP DE LA PREMIÈRE ANTENNE PRINCIPALE A

propagation du courant induit le long de cette dernière, et, par conséquent, on annule son action réfléchissante.

Supposons, pour le moment, que l'antenne latérale R_2 soit coupée et que, seule, l'antenne R_1 interfère avec l'antenne principale. Le champ d'émission sera alors réparti suivant la courbe C_1 . Un poste de réception entendra l'émission d'une manière très forte dans la direction AC_1 , et de plus en plus faiblement au fur et à mesure qu'il se rapprochera de la direction opposée AC_2 (fig. 2). Si, par contre, en coupant l'antenne R_1 , on laisse en circuit l'antenne latérale R_2 , on observe le phénomène contraire : les signaux les plus puissants seront observés dans la direction AC_2 et les plus faibles dans la direction opposée AC_1 . Mais, dans la direction perpendiculaire à la ligne réunissant les antennes latérales, l'émission aura la même intensité aussi bien pour l'un que pour l'autre type d'émission (ligne ab de la fig. 2).

L'antenne principale émet constamment une oscillation entretenue de 9 mètres modulée à la fréquence musicale de 1.150 cycles (cette fréquence correspond approximativement à la note « la » de la deuxième octave). Grâce aux commutateurs placés à leur centre, les deux antennes latérales sont alternativement « coupées » et de nouveau « établies », les coupures de l'une des antennes correspondant aux rétablissements de l'autre et vice versa. Ces coupures ne sont

en leur centre par des commutateurs commandés à distance. L'action réfléchissante des antennes latérales est basée sur l'interférence entre le courant primaire parcourant l'antenne principale et le courant secondaire induit dans l'antenne réfléchissante par l'antenne principale. Il est évident qu'en coupant l'antenne latérale en son centre, on empêche la

pas symétriques. La première antenne R_1 est interrompue chaque seconde pour un intervalle très court, tandis que la seconde antenne R_2 est, au contraire, mise en service chaque seconde exactement pendant les courtes coupures de l'antenne gauche. Par conséquent, l'antenne principale va rayonner selon la courbe C_2 des « traits » coupés par de courtes interruptions, et des points coupés par des interruptions relativement longues selon la courbe C_1 .

La ligne de vol que l'avion doit suivre en s'approchant de l'aérodrome est perpendiculaire à la ligne réunissant les deux antennes (AbC , fig. 3).

Supposons que l'avion se dirigeant vers l'aérodrome possède un appareil de réception accordé sur 9 mètres, qu'il se trouve dans la zone I, située à tribord du chemin vrai. Dans cette région, la différence entre la puissance des deux rayonnements est très prononcée, et il est évident qu'à ce moment le pilote entendra uniquement les signaux longs ou « traits » (A, fig. 3). En s'approchant de la ligne de vol Abd , il entendra les traits de plus en plus faiblement et, par contre, entendra de plus en plus distinctement les signaux courts ou « points » (B, fig. 3). En traversant la ligne Abd , il percevra avec la même puissance les « traits » et les « points » (C, fig. 3). S'il dépasse la ligne de vol, il aura l'impression d'entendre uniquement les « points », et l'intensité de ces derniers sera de plus en plus forte au fur et à mesure de la pénétration de l'avion dans la zone II (D et E, fig. 3).

Le pilote est muni d'un casque et écoute

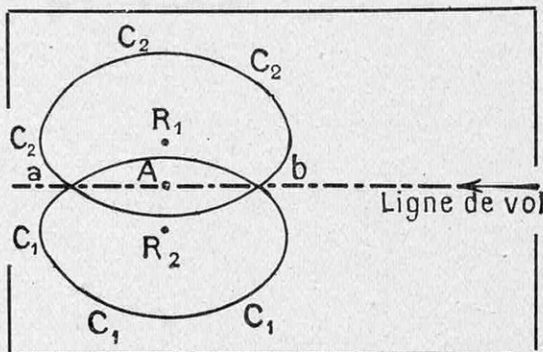


FIG. 2. — ACTION DE L'ANTENNE PRINCIPALE ET DE DEUX ANTENNES RÉFLECTRICES

Quand l'antenne R_2 est coupée, l'antenne R_1 interfère avec l'antenne principale, et le rayonnement suit la courbe C_1 . Par contre, quand c'est R_1 qui est coupée, l'émission de l'antenne A interfère avec R_2 , et le champ prend la forme indiquée par la courbe C_2 . Dans la direction ab , le rayonnement ne varie pas.

lui-même l'émission. Mais, pour éviter toute possibilité d'erreur, les indications acoustiques sont doublées par des indications visuelles. Le tableau de bord possède, en effet, un petit indicateur dont l'aiguille reste verticale lors de la réception du son continu. Pour les « traits », elle dévie à droite, et pour les « points », à gauche. Par conséquent, en volant dans la zone du son continu (confirmé par la position verticale de l'aiguille), le pilote peut être sûr de se trouver sur la ligne Abd , ou son prolongement. En effet, le pilote peut se trouver dans la région opposée à la région bd , c'est-à-dire s'éloigner de l'aérodrome. L'aiguille ne lui donne aucune indication à ce sujet et, seul, l'affaiblissement du son dans le casque pour-

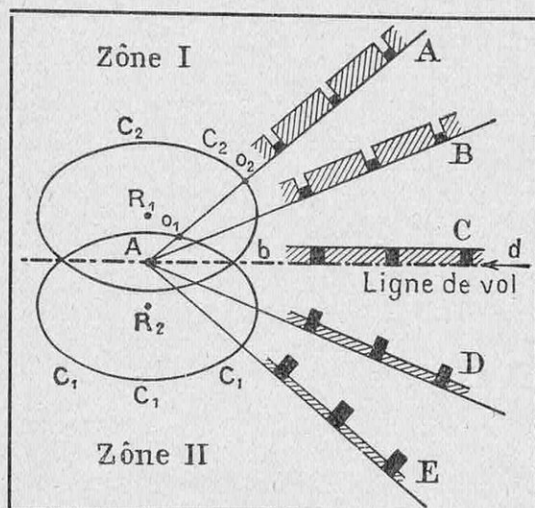


FIG. 3. — DISTRIBUTION DES SIGNAUX AUTOUR DE L'ANTENNE A

Dans la zone I, le pilote entend des traits; dans la zone II, il perçoit uniquement les signaux brefs (les points); sur la ligne de vol, il entend un son continu (points et traits juxtaposés).

rait lui permettre, à la rigueur, de se rendre compte de l'erreur. Toutefois, cette indication est incertaine en raison du bruit des moteurs. Pour empêcher l'avion de s'éloigner du but, le tableau de bord possède un petit appareil de mesure (fig. 4) déviant proportionnellement à la puissance des signaux reçus. Ayant commencé son vol le long de la ligne du son continu, le pilote note la déviation de l'appareil. Si celle-ci augmente, l'avion s'approche de l'aérodrome, si elle diminue, l'avion s'éloigne du but et le pilote doit faire demi-tour.

Supposons donc que le pilote a la certitude de se trouver sur la ligne de vol et de se diriger vers l'aérodrome. Il doit alors

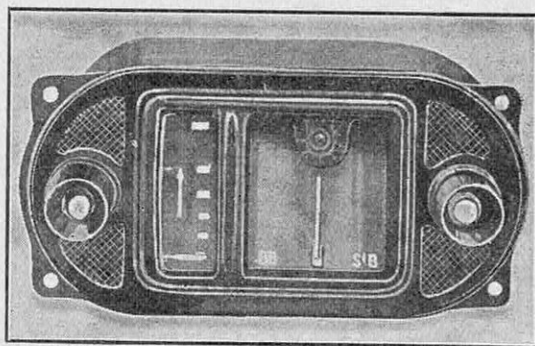


FIG. 4. — LE TABLEAU DE BORD SUR L'AVION

De gauche à droite : lampe au néon (premier signal); indicateur permettant d'effectuer une descente correcte dans le sens horizontal et vertical; indicateur de direction au moyen d'une aiguille; lampe au néon (deuxième signal).

amener son appareil à la hauteur de 180 mètres, continuer son vol le long de la ligne Ad . On doit noter qu'à ce moment le pilote sait, d'une façon assez précise, sa position par rapport à l'aérodrome. Le barographe lui donne, à 20 mètres près, sa hauteur au-dessus du sol, et la déviation du petit voltmètre lui permet déjà de juger approximativement la distance le séparant de l'aérodrome. Ceci, malheureusement, n'est pas suffisant pour pouvoir atterrir dans le brouillard, et le pilote a besoin d'être guidé dans le plan vertical du chemin de descente.

Guidage vertical

La distribution du champ créé par l'antenne d'émission dans le plan vertical est loin d'être uniforme, et la direction de son rayonnement maximum forme un certain

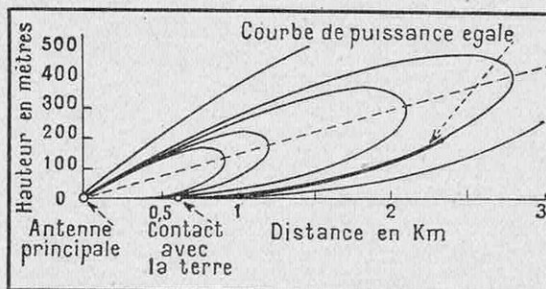


FIG. 5. — COMMENT SE RÉPARTIT LE RAYONNEMENT DANS LE PLAN VERTICAL

L'antenne principale produit le maximum de rayonnement sous un certain angle par rapport à l'horizon. L'avion se déplaçant parallèlement à la terre coupe les lignes du champ, qui devient de plus en plus fort au fur et à mesure que l'avion se rapproche de l'antenne.

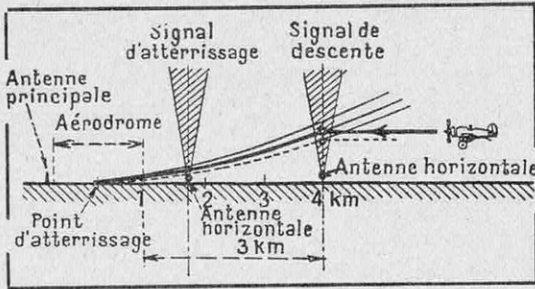


FIG. 6. — COMMENT S'EFFECTUENT LA DESCENTE ET L'ATTERRISSAGE

Ayant aperçu le signal de descente, le pilote note la déviation du voltmètre de champ et amorce la descente en conservant cette déviation. Quand il arrive à 500 mètres de la limite de l'aérodrome, une autre émission se fait entendre. A ce moment, le pilote sait qu'il se trouve à 25 mètres de hauteur et que l'aérodrome se trouve devant lui ; il peut atterrir en toute sécurité.

angle avec l'horizon. La figure 5 indique que les points ayant une intensité de champ uniforme se trouvent de plus en plus inclinés au fur et à mesure qu'on s'approche de l'antenne. Notre avion, en volant vers l'aérodrome, va traverser des champs de plus en plus forts et de plus en plus inclinés.

Ayant atteint le champ dont l'inclinaison correspond à son chemin d'atterrissage, l'avion peut effectuer la descente, en suivant dans l'espace ce champ d'intensité donnée. En principe, le pilote aurait pu apprécier le moment du commencement de la descente en observant la déviation de son indicateur de puissance. En pratique, on a préféré lui indiquer ce moment d'une façon plus précise par un signal émis par une petite antenne horizontale placée au-dessous de sa route.

Cette antenne est située à 3 kilomètres de la limite de l'aérodrome. Elle est tendue horizontalement à une distance d'une demi-

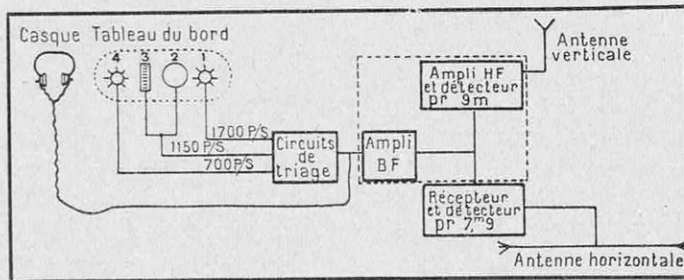


FIG. 7. - SCHEMA GÉNÉRAL DE L'INSTALLATION DE SIGNALISATION PAR ONDES COURTES SITUÉE A BORD DE L'AVION
Sur le tableau de bord on voit : 1, signal de descente ; 4, signal d'atterrissage ; 2, indicateur de la ligne de vol ; 3, indicateur de la puissance de réception de l'onde de 9 mètres.

onde environ au-dessus du sol. L'émission de cette antenne est presque uniquement orientée dans la direction verticale, comme le montre la figure 6. L'émission de cette antenne est très faible et, pratiquement, n'est plus perceptible au-dessus de 600 mètres. Le signal, émis sur l'onde de 7 m 9, est modulé à une fréquence légèrement supérieure à celle de l'émission principale et est envoyé sous la forme de « traits » de $4/10^e$ de seconde. En passant au-dessus de l'antenne, à la hauteur de 180 mètres seulement, le pilote reçoit le signal par l'intermédiaire d'un petit récepteur et d'une petite antenne horizontale. Le signal reçu est dirigé d'un côté vers le casque du pilote, et, de l'autre, vers le tableau de bord, où s'allume une petite lampe au néon. Le passage de l'avion dans la zone du rayonnement dure de 7 à

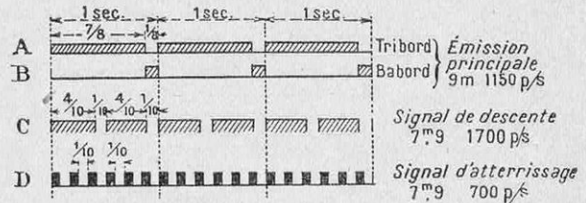


FIG. 8. — CARACTÈRE GÉNÉRAL DES DIVERS SIGNAUX ENVOYÉS AUTOMATIQUEMENT PAR LE POSTE SITUÉ SUR L'AÉRODROME

10 secondes et, par conséquent, le signal ne peut pas passer inaperçu par un pilote. Ayant entendu le signal, ce dernier note la puissance du rayonnement indiquée par le cadran « de puissance » déjà mentionné et amorce la descente, en se dirigeant de façon à conserver cette puissance de rayonnement. L'avion va, par conséquent, suivre le chemin indiqué par le trait plein de la figure 6 et s'approcher petit à petit du sol. Une erreur d'appréciation de la hauteur du vol peut, évidemment, influencer sur la pente de la courbe de descente choisie au moment du passage au-dessus du signal, et l'avion peut aussi bien suivre une des lignes marquées en pointillé. En pratique, ceci n'a aucune importance, car, en s'approchant du terrain, ces diverses lignes suivent des tangentes excessivement voisines.

En continuant sa descente, l'avion rencontre le deuxième signal de position à 500 mètres de la limite de l'aérodrome. Ce signal est également émis sur 7 m 9 par une antenne horizon-

tale; mais l'onde est modulée par un son relativement grave et coupée en « points » brefs très rapprochés. Dès que le pilote passe au-dessus de la deuxième antenne, son casque fait entendre un bourdonnement, et une deuxième petite lampe au néon s'allume sur le tableau de bord. Le pilote sait qu'il se trouve alors à la hauteur de 23 ou 24 mètres au-dessus du sol, et que l'aérodrome se trouve devant lui à 500 mètres. Il est presque toujours possible de distinguer à cette hauteur la terre et, par conséquent, d'atterrir normalement. A la rigueur, par les temps excessivement brumeux, le pilote peut encore continuer de voler pendant quelques secondes en suivant les indications du cadran de puissance et s'approcher encore du terrain d'atterrissage. En pratique, ceci est rarement nécessaire.

Un appareillage simple

L'installation à bord de l'avion est aussi peu encombrante que possible. Elle est

constituée par le petit tableau de bord représenté par la figure 4 et par quatre petites boîtes étanches pouvant être placées dans des endroits convenablement choisis et ne devant pas obligatoirement se trouver à côté les unes des autres.

Des installations de ce type viennent d'être réalisées sur les aérodromes de Berlin, Zurich, Hanovre et Munich, et seront probablement adoptées par tous les aérodromes allemands.

Dans le monde entier, notamment en France, en Hollande et en Angleterre, on recherche la solution de l'atterrissage par temps de brume. Sans préjuger des qualités respectives de ces solutions, il est à souhaiter qu'un système unique soit au plus vite adopté pour tous les aérodromes européens. Ainsi tous les avions pourraient être munis du même appareillage et le terrible danger d'atterrissage dans le brouillard serait réduit au minimum.

C. VINOGRADOW.

La première en Europe, *La Science et la Vie* (n° 206, page 162) a décrit dans ses détails la nouvelle centrale mixte, à vapeur de mercure et à vapeur d'eau, construite à Schenectady (Etats-Unis). Rappelons qu'il existe maintenant, au total, trois centrales faisant appel à la vapeur de mercure pour la production d'électricité : l'une à Hartford (Connecticut), de 10.000 kilowatts; la deuxième à Kearny (New Jersey), de 20.000 kilowatts; et enfin, la troisième à Schenectady (Etat de New York) avec 25.000 kilowatts. Cette dernière installation doit, en outre, fournir 180.000 kilogrammes de vapeur à l'heure aux usines voisines appartenant à la *General Electric Co.*

L'une des principales difficultés techniques rencontrées dans la construction de ces centrales ultra-modernes à grand rendement est d'assurer l'étanchéité des appareils évaporatoires et des turbines, pour éviter les fuites de vapeur de mercure. Cette vapeur, en effet, est toxique. D'après une étude récente du docteur G.-A. Gaffert, les accidents fonctionnels qui peuvent se produire, après un séjour ininterrompu de deux à trois mois dans une atmosphère contaminée par la présence de 0,7 milligramme de mercure par mètre cube d'air, sont peu graves et disparaissent après changement d'air. Ceci correspond à une concentration de 1 gramme de mercure pour 1.800 kilogrammes d'air. Actuellement, les détecteurs automatiques au sélénium, installés dans la salle des machines, peuvent déceler une concentration en mercure de 1 vingt-millionième. A 1 cinq-cent millièmes, par exemple, le sélénium jaune vire instantanément au noir. On a pu même réaliser des détecteurs spéciaux d'une sensibilité extraordinaire, capables de déceler une concentration de vapeur de mercure ne dépassant pas 1 gramme de mercure pour 100.000 kilogrammes d'air.

QU'EST-CE QUE L'IONOSPHERE ?

Par L. HOULLEVIGUE

PROFESSEUR A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MARSEILLE

Dès que la puissance des émissions d'ondes hertziennes devint suffisante pour franchir des distances considérables, apparurent des anomalies dans leur propagation (zones de silence, phénomène des antipodes, différence de propagation de jour et de nuit, fading). La théorie électromagnétique étant impuissante à expliquer ces anomalies, on dut admettre l'existence dans la haute atmosphère d'une couche conductrice de l'électricité constituée par des ions électrisés, dite « couche d'Heaviside », que l'Union radioscopique internationale a décidé d'appeler « ionosphère ». Les physiciens anglais Appleton et Barnett, les Américains Tuve et Breit ont étudié tout particulièrement cette ionosphère qui apparaît comme formée de couches superposées à la manière des nuages visibles de la troposphère. On a pu montrer, notamment, l'existence de deux couches, à 100 et 200 kilomètres d'altitude environ, vérifier le rythme régulier de leurs variations de hauteur le jour et la nuit, mesurer leur ionisation suivant la latitude, montrer l'influence des taches solaires. Tous ces problèmes nouveaux, qui se rattachent à la grande question des parasites atmosphériques, constituent une sorte de supermétéorologie dont les développements, encore imprévisibles, contribueront puissamment à accroître notre connaissance de la haute atmosphère en dehors des services qu'ils peuvent rendre à la radio.

Les anomalies de propagation des ondes électriques

PENDANT la période héroïque de la T. S. F., ses créateurs n'osaient envisager que des communications portant que quelques centaines de kilomètres, et leur seul guide était la théorie électromagnétique de Maxwell, confirmée par les expériences de Hertz ; ils pensaient donc que les ondes électriques se propageaient comme celles de la lumière, c'est-à-dire qu'elles étaient soumises, comme elles, au phénomène de la diffraction, qui élargit la trajectoire des rayons (fig. 1), en leur permettant de contourner les obstacles et de suivre, jusqu'à une certaine limite, la courbure de la Terre ; cette diffraction, qui croît avec la longueur d'onde, est plus prononcée pour le rouge et l'infrarouge que pour le violet et l'ultra-violet ; ses effets doivent être encore plus prononcés pour les radiations électriques, dont la longueur d'onde est des centaines de mille fois supérieure à celle des vibrations lumineuses.

Mais la réalité ne tarda pas à dépasser cette explication. La première et la plus troublante constatation fut celle des zones de silence : au delà de quelques centaines de kilomètres, toute réception cessait, comme on pouvait s'y attendre ; mais, chose imprévue, les ondes réapparaissaient plus loin et pouvaient être suivies, parfois, jusqu'à plusieurs milliers de kilomètres.

Un second effet, décelé ultérieurement, est connu sous le nom de *phénomène des antipodes* : les ondes émises par une station européenne E (fig. 2), après avoir disparu dans la zone de silence SS' , puis reparu en RR' , s'effaçaient progressivement ; mais une nouvelle réception des signaux pouvait être recueillie aux antipodes A , comme si les ondes, glissant de toutes parts à la surface de la Terre, étaient venues se rejoindre et s'ajouter en ce point.

Ce phénomène de lointaine propagation se trouva ultérieurement confirmé par une autre observation : les signaux brefs recueillis à quelques centaines de kilomètres de l'origine, par l'antenne réceptrice étaient, en quelque sorte, doublés par un écho qui se produisait un dixième de seconde environ après le son principal ; on ne tarda pas à comprendre que cette double réception provenait de deux ondes dont l'une, suivant le chemin le plus court, était arrivée la première, tandis qu'une deuxième onde, effectuant le tour du Globe en sens inverse, avait apporté l'écho affaibli de la première audition.

Enfin, dès les premières expériences de T. S. F., on avait constaté la différence saisissante entre les propagations de jour et de nuit ; peu de temps après la chute du jour, l'intensité et la portée des communications s'amplifiaient notablement ; ce phénomène, tout comme les précédents, est inexplicable par les principes généraux de la théorie électromagnétique.

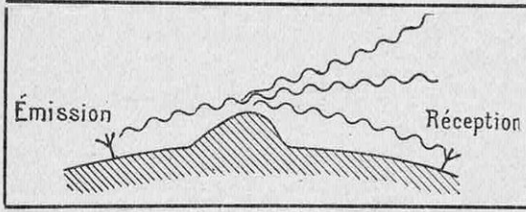


FIG. 1. — LE PHÉNOMÈNE DE LA DIFFRACTION PERMET AUX ONDES ÉLECTROMAGNÉTIQUES DE CONTOURNER LES OBSTACLES

Premières hypothèses

Pour expliquer ces anomalies, Kennelly et Heaviside, en 1902, reprenant eux-mêmes une idée plus ancienne de Balfour Stewart, admirent l'existence, dans la haute atmosphère, d'une couche conductrice de l'électricité, constituée nécessairement par des ions électrisés ; la théorie de Maxwell indique, en effet, que les surfaces conductrices sont à la fois absorbantes et réfléchissantes, si elles sont polies, ou diffusantes si leur surface est mate ; nous pouvons, pour l'instant, admettre cette conséquence des équations sur la garantie de l'expérience, qui en confirme nettement les résultats ; nous aurons bientôt l'occasion de préciser le mécanisme de cette absorption et de cette réflexion, régulière ou diffuse.

Ainsi, comme la surface du sol et des mers est également conductrice de l'électricité, les ondes de la T. S. F. seraient emprisonnées, comme la lumière entre deux miroirs parallèles, et ne pourraient se propager que dans la pellicule atmosphérique qui ceinture notre globe. Cette couche supérieure d'air ionisé avait porté longtemps le nom d'Heaviside, dénomination peu justifiée, puisque le physicien anglais n'avait été ni le premier, ni surtout le dernier à développer l'hypothèse de l'ionisation atmosphérique ; aussi le dernier Congrès de l'Union radioscopique internationale, tenu à Londres en septembre 1934, a-t-il décidé de lui substituer le nom d'ionosphère.

Cette hypothèse recevait un premier appui des mesures d'ionisation faites en altitude, et que résume la courbe de la figure 3 : on y voit que le nombre des ions positifs et négatifs existant dans l'atmosphère aux divers niveaux commence par décroître avec l'altitude (partie *AB* de la courbe), pour croître ensuite rapidement ; on sait aujourd'hui qu'au voisinage du sol, l'ionisation est due principalement aux matières radioactives contenues dans les divers terrains, et aux rayons gamma qui en émanent ; cet effet

s'atténue, comme on peut s'y attendre, à mesure qu'on s'élève dans l'atmosphère. A partir de 3 kilomètres, l'ionisation s'accroît rapidement ; on s'accorde à lui reconnaître, alors, une origine solaire, c'est-à-dire que la formation des ions est due principalement à l'action de la lumière, spécialement bleue, violette et ultraviolette.

Au-dessus de la troposphère, les expériences directes n'ont pas donné d'indications précises ; mais on a des raisons de penser que cette ionisation par la lumière doit s'accroître encore dans la très haute stratosphère ; il existe, en effet, entre 40 et 60 kilomètres d'altitude, une couche d'ozone qui, en dépit de son extraordinaire dilution, absorbe toutes les radiations ultraviolettes plus courtes que 1.350 angströms (1) ; or, ces rayonnements possèdent une puissance d'ionisation extraordinaire, et on doit s'attendre à ce que leur action s'exerce activement dans les couches d'altitude supérieure à 60 kilomètres, où elles n'ont pas été détruites par l'ozone. Dans ces régions élevées, la pression atmosphérique est comparable à celle qui existe dans une ampoule à rayons X ; à 100 kilomètres, elle n'atteint pas 0 mm 007 de mercure ; les molécules sont donc cent mille fois moins serrées qu'au niveau du sol ; par suite, lorsqu'elles ont été dissociées par la lumière en ions positifs et négatifs, ces ions mettent plus de temps pour se rejoindre en reconstituant les molécules neutres ; ainsi, l'ionisation produite dans la haute atmosphère doit être, non seulement plus intense, mais plus stable que celle des régions inférieures.

Mais l'action de l'ultraviolet solaire, si elle est prépondérante, n'est probablement pas la seule efficace ; tout le monde sait aujourd'hui, après les mémorables travaux de Birkeland et de Störmer, que l'aurore polaire (2) a

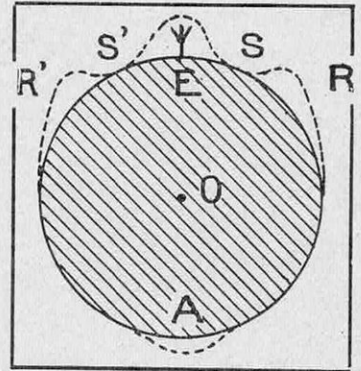


FIG. 2. — EXPLICATION DU PHÉNOMÈNE DES ANTIPODES

Les ondes émises par *E*, après avoir disparu dans les zones de silence *SS'*, puis reparu en *RR'*, s'effacent progressivement pour reparaitre à nouveau en *A*, aux antipodes de la station *E*.

(1) L'angström vaut 1 dix-millionième de millimètre.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 127, page 29 et n° 179, page 383.

pour cause l'illumination électrique de la haute atmosphère par des électrons émanés du Soleil ; ce rayonnement corpusculaire, concentré autour des pôles par le champ magnétique terrestre, engendre les rayons et les draperies de l'aurore ; c'est donc un nouvel agent d'ionisation qui agit sur la haute atmosphère.

On a noté encore que ces mêmes régions sont celles où s'allument les étoiles filantes ; comme tous les corps incandescents, ces milliards de météores microscopiques doivent produire une ionisation notable, qui s'exerce aussi activement le jour que la nuit, car l'existence des étoiles filantes ne dépend pas de leur visibilité. Et, si on veut faire le tour des actions ionisantes, on doit encore citer les rayons cosmiques, beaucoup plus abondants dans la stratosphère qu'au niveau du sol. Il est probable que toutes ces causes, et peut-être d'autres que nous ignorons, unissent leurs effets, chacune agissant pour son compte et suivant ses propres lois, si bien que l'ionisation de la haute atmosphère peut être considérable et varier avec une complexité qu'on ne saurait prévoir *a priori*.

Sur ces bases hypothétiques, le physicien anglais Eccles avait construit une théorie, développée depuis par M. Mesny, qui conduit à une explication comparable à celle, bien connue en optique, du mirage : un rayon électrique commence par se propager en ligne droite, et avec la vitesse de la lumière, dans l'atmosphère inférieurement faiblement ionisée ; mais,

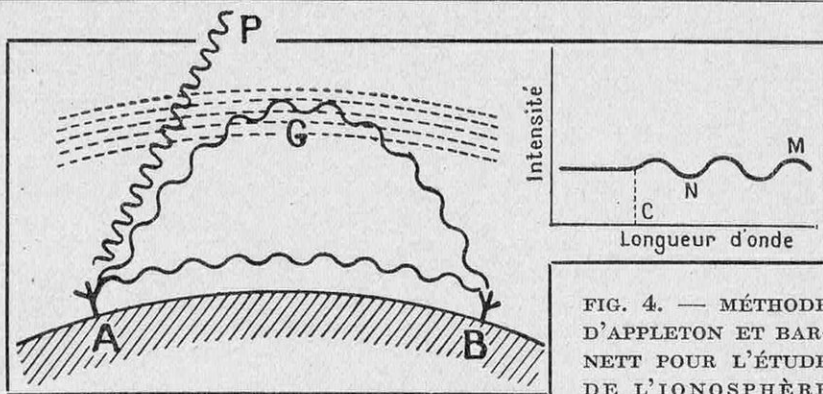


FIG. 4. — MÉTHODE D'APPLETON ET BARNETT POUR L'ÉTUDE DE L'IONOSPHERE
 En A, a lieu une émission continue, à intensité constante, mais dont la longueur d'onde décroît progressivement. La réception en B présente des maxima M et des minima N. Les premières correspondent à l'addition des ondes réfléchies en G sur l'ionosphère et des vibrations transmises directement. Les minima correspondent à la soustraction de ces vibrations.

dès qu'il pénètre dans l'atmosphère, sa vitesse s'accélère et, par suite, il se recourbe pour se réfléchir et retourner vers le sol.

Les expériences décisives

Jusqu'en 1925, toutes ces suppositions attendirent un contrôle expérimental ; il fut enfin apporté par les physiciens anglais Appleton et Barnett, bientôt suivis, aux Etats-Unis, par Tuve et Breit. Appleton et Barnett ont utilisé une méthode d'interférence dont la figure 4 indique le principe ; la station de départ A (Bournemouth) émettait, avec une intensité constante, des ondes dont on diminuait progressivement la longueur ; la réception, en B, présentait alors des maxima M et des minima N dont l'explication est immédiate : aux maxima, les vibrations transmises directement le long du sol s'ajoutent à celles qui, réfléchies en G sur la couche ionisante, ont parcouru un chemin plus grand d'un nombre entier de longueurs d'onde ; au contraire, lorsque la différence de marche des deux rayons interférents vaut un nombre impair de demi-longueurs d'onde, ces rayons interfèrent négativement en B et donnent un minimum. De ces résultats, on peut déduire une mesure approchée de l'altitude de la couche réfléchissante, que les expériences évaluent au voisinage de 100 kilomètres.

D'autre part, en diminuant progressivement la longueur d'onde, on constate qu'à partir d'une certaine valeur critique C, ces alternances cessent de se produire ; ce résultat s'explique simplement en admettant que les vibrations AP, dont la longueur d'onde est inférieure à cette valeur critique, ne se réfléchissent plus sur la couche ionisée et continuent leur chemin sans interférer,

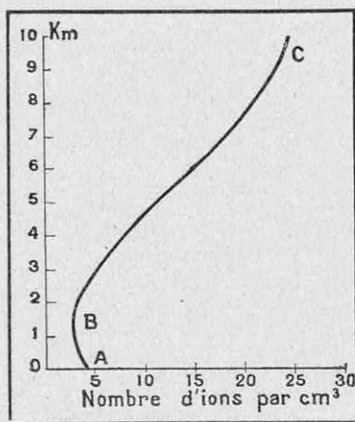


FIG. 3. — VARIATION DU NOMBRE D'IONS PAR CENTIMÈTRE CUBE DE L'ATMOSPHERE EN FONCTION DE L'ALTITUDE

en *B*, avec les rayons transmis directement.

La méthode employée par Tuve et Breit est encore plus simple ; on émet des appels *brefs*, qui sont reçus, à 150 kilomètres de là, par un oscillographe inscripteur très mobile ; l'appareil enregistre deux fois chaque appel, à quelques millièmes de seconde d'intervalle, et les deux transmissions se sont évidemment effectuées, l'une directement, et l'autre après réflexion sur le plafond des ondes ; de la différence des temps, on peut déduire la hauteur de ce plafond. Depuis ces expé-

On sait que ces ondes sont caractérisées, en chaque point, par une oscillation du champ électrique qui dépend de leur longueur ; ainsi pour des ondulations de 300 mètres, ce champ électrique alternatif change de sens un million de fois par seconde. Tant que l'onde électrique se propage dans les couches inférieures de l'atmosphère, formées presque exclusivement de molécules neutres, elle ne peut influencer ces molécules et, par suite, se transmet sans altération. Mais dès qu'elle pénètre dans l'ionosphère,



FIG. 5. — COMME LES STRATUS DE L'ATMOSPHÈRE MÉTÉOROLOGIQUE, LES NUAGES INVISIBLES DE L'IONOSPHERE SONT FORMÉS DE BANDES PARALLÈLES, QUI DIFFRACTENT LES ONDES ÉLECTRIQUES COMME LES RÉSEAUX DIFFRACTENT LA LUMIÈRE

riences mémorables, aucun doute ne subsiste plus sur l'existence, dans la stratosphère, d'une région ionisante ; non seulement elles ont été maintes fois reproduites, mais encore on a établi des enregistreurs automatiques qui font connaître, d'une façon continue, les deux propriétés caractéristiques de cette couche réfléchissante, à savoir la hauteur et la longueur d'onde critique au-dessous de laquelle la réflexion cesse de se produire.

Bien entendu, il ne faut pas se représenter cette surface réfléchissante comme un véritable miroir ; en réalité, il se forme des nuages ionisés dont la forme, la densité et l'altitude varient constamment, comme celles des nuages visibles de la troposphère, et ceci nous fournit l'occasion d'expliquer plus clairement le rôle que joue ce milieu conducteur par rapport aux ondes électriques.

le champ électrique qu'elle produit anime les ions et les fait vibrer ; ainsi, l'énergie de l'onde se transmet aux ions qui l'absorbent ; l'onde s'affaiblit, tandis que les ions excités émettent autour d'eux l'énergie qu'ils ont reçue ; le nuage ionisé diffuse cette énergie vibratoire, comme les nuées visibles de la troposphère, éclairées par le Soleil, diffusent la lumière qu'ils en ont reçue.

Ce phénomène est d'autant plus marqué que les ions sont en résonance plus parfaite avec les ondulations excitatrices, c'est-à-dire que leurs vibrations naturelles sont plus voisines de celles qui leur sont imposées ; certains calculs, basés sur des hypothèses incontrôlables, fixent cette longueur d'onde optimum, correspondant à la résonance, entre 200 et 300 mètres ; mais si ce résultat est douteux, en revanche, l'observation de

chaque jour nous atteste que certaines longueurs d'onde sont renvoyées par l'ionosphère de préférence à d'autres.

D'autre part, il est vraisemblable que les nuages invisibles de l'ionosphère sont, à l'image de certains stratus, découpés en sillons ou vagues parallèles ; ils forment alors, pour certaines longueurs d'onde privilégiées, l'équivalent de ce qu'est un réseau optique pour la lumière, c'est-à-dire que la diffusion s'y transforme en diffraction, qui renvoie les rayons électriques dans des directions déterminées. Mais laissons de côté ces explications théoriques, pour revenir à l'observation et à la discussion des faits.

Les couches E et F

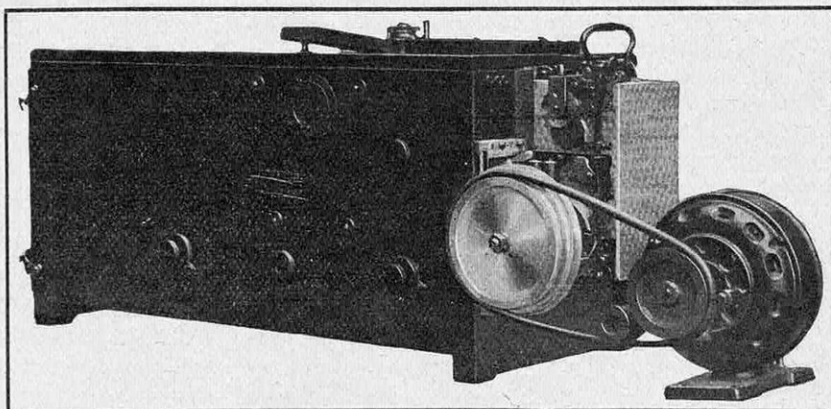
Depuis huit ans, les données expérimentales s'accumulent ; elles forment un ensemble fort compliqué, disons même assez confus, dont le dernier congrès de l'Association Radioscientifique Internationale s'est efforcé à dégager les facteurs dominants.

Le plus général de tous ces résultats, c'est la « duplicité » de la couche réfléchissante ionosphérique ; celle-ci se compose normalement de deux zones fortement ionisées ; la plus basse, désignée par la lettre *E*, se tient entre 90 et 120 kilomètres d'altitude ; la couche *F*, plus élevée, se situe ordinairement entre 220 et 250 kilomètres. L'ionisation de *E* présente ordinairement son maximum pendant le jour ; lorsque la nuit vient, elle se dissipe peu à peu, et finit par disparaître presque complètement ; elle est alors remplacée par la couche supérieure *F*, qui existait déjà pendant le jour, mais masquée par *E*.

Ainsi, les observations constatent un rythme régulier dans la hauteur de la région réfléchissante, variation dont le rythme dépend de la longueur des jours, c'est-à-dire de la durée d'insolation, ce qui démontre le rôle prédominant joué par l'ultraviolet solaire ; les résultats dépendent également de la longueur d'onde, et les ondes très courtes, c'est-à-dire celles dont la longueur est inférieure à 100 mètres, traversent normalement la couche *E* pour aller se réfléchir

en *F* ; c'est sans doute à cette propriété que sont dus les cas extraordinaires de propagation observés par divers amateurs et utilisés depuis pour les communications à grande distance.

Mais le phénomène normal, tel que nous venons de le définir, supporte de fréquentes exceptions ; les principales anomalies proviennent de la région *E* qui, au lieu de disparaître après le coucher du Soleil, subsiste pendant le début, même pendant la totalité de la nuit, et parfois en se renforçant ; cette anomalie se traduit par l'absence des zones de silence qui se développent habituellement le soir sur les ondes courtes ; elle paraît en



(Ateliers Carpentier.)

FIG. 6. — OSCILLOGRAPHE ENREGISTREUR « BLONDEL »

On utilise un oscillographe pour mesurer le temps qui s'écoule entre les deux réceptions d'un même signal, l'une par ondes directes, l'autre par ondes réfléchies sur l'ionosphère et en déduire l'altitude de celle-ci.

rapport avec certains mouvements de la troposphère, et en particulier avec l'apparition d'un « front chaud ». Ainsi, nous sommes amenés à concevoir une réaction des phénomènes météorologiques de la basse atmosphère sur les propriétés de la haute stratosphère ; mais il est trop tôt pour essayer de l'expliquer.

Une autre constatation se rapporte à l'effet produit par la latitude ; les mesures faites à l'occasion de l'Année polaire ont confirmé et étendu une constatation déjà faite, à savoir que l'ionisation, spécialement celle de la couche *E*, s'accroît à mesure qu'on s'approche de l'Equateur ; toutefois, elle reste sensible aux orages magnétiques qui sévissent dans les régions polaires, ce qui démontre que l'émission corpusculaire du Soleil, sans être prédominante, exerce une action sensible sur l'ionisation atmosphérique.

Une dernière et assez troublante constatation résulte des mesures d'Appleton et

Ratcliffe, confirmées par celles de M. Dauvillier au Scoresby Sund : c'est l'existence d'une périodicité de vingt-sept jours, correspondant à la durée de rotation synodique du Soleil ; elle indique une relation entre l'ionisation diurne et les taches solaires, qui sont, probablement, de grands émetteurs d'électrons. Cette périodicité, très marquée au voisinage du pôle magnétique, s'évanouit presque entièrement à mesure qu'on s'en éloigne, et disparaît dans les mesures faites en Europe Occidentale.

Autant de constatations, autant de problèmes nouveaux à résoudre ; ils se rattachent tous à la grande question des parasites atmosphériques, étudiée elle aussi avec un soin qui justifie son importance pratique.

Ainsi se constitue peu à peu une sorte de supermétéorologie. Nous en voyons seulement apparaître les premiers linéaments, et il est encore impossible aujourd'hui d'en prévoir les futurs développements.

L. HOULLEVIGUE.

OU EN EST LA TÉLÉVISION EN ALLEMAGNE ?

DANS une récente étude (1), *La Science et la Vie* a exposé les difficultés qui s'opposent encore à la réalisation pratique, sur un plan « industriel », de la télévision et montré pourquoi, de l'avis de la plupart de nos techniciens et de nos constructeurs, il ne sera pas possible d'envisager son organisation d'ensemble, en France, avant plusieurs années. Il nous paraît intéressant d'opposer à ces conclusions négatives les résultats *pratiques* obtenus d'ores et déjà en Allemagne, tels qu'ils ont été exposés au Congrès du *Verband Deutscher Elektrotechniker* (Association des Electriciens Allemands ou V. D. E.), qui s'est réuni en mai dernier à Hambourg.

Les congressistes ont été, tout d'abord, mis au courant des derniers perfectionnements apportés au fonctionnement du poste émetteur de télévision de Berlin-Witzleben (2). Les résultats obtenus ont paru tellement satisfaisants que, dès le 1^{er} février dernier, la station fut mise à la disposition de la Société Allemande de Radiodiffusion (*Reich Rundfunk Gesellschaft*), qui, depuis cette date, organise des émissions régulières de plus en plus fréquentes. Ce furent d'abord quelques soirées par semaine seulement ; actuellement, elles ont lieu trois fois par jour : le matin, l'après-midi et le soir.

Ajoutons que le procédé d'émission dit à « film intermédiaire », dans lequel la scène à téléviser est cinématographiée et le film obtenu transmis sans fil, image par image, tend à être remplacé par le procédé direct, qui comporte l'exploration de la scène elle-même par un rayon lumineux. Depuis le mois d'avril, cette dernière méthode est seule appliquée pour les conférences, les démonstrations et les annonces du « speaker ».

Le problème de la portée des émetteurs de télévision n'est pas encore complètement résolu. Toutefois, les techniciens allemands espèrent pouvoir desservir la totalité du territoire du Reich au moyen d'un nombre réduit d'émetteurs installés sur des sommets montagneux relativement élevés. Des essais sont actuellement en cours sur le Brocken (1.142 mètres), le plus haut sommet du Harz.

Par ailleurs, les câbles spéciaux destinés à relier les postes émetteurs entre eux semblent maintenant au point ; ils sont constitués généralement par un conducteur unique placé dans l'axe d'un tube métallique. Cette disposition permet de transmettre sans distorsion une bande de fréquence pratiquement illimitée (2 millions de cycles) ; actuellement, la télévision n'exige que 500.000 cycles. Le premier câble d'expérience, long de 10 kilomètres, installé entre le bureau central de la Reichspost, à Berlin-Tempelhof, et la Maison de la Télévision, dans la Rognitzstrasse, a donné jusqu'à présent toute satisfaction. Les techniciens allemands espèrent même pouvoir réaliser pratiquement, dans quelques mois, la combinaison du téléphone et de la télévision, qui permettrait à deux interlocuteurs éloignés de se voir en même temps que de se parler.

Pour ce qui concerne les postes récepteurs de télévision, seul leur prix encore très élevé (de l'ordre de 7.000 à 10.000 francs) limite leur vente. Toutefois, l'Administration des Postes allemande s'efforce dès maintenant de mettre la télévision à la portée de tous, en créant, à Berlin et dans sa banlieue, des stations de réception ouvertes au public qui y est admis gratuitement. Deux de ces stations ont été inaugurées jusqu'ici : l'une, le 9 avril dernier, au Musée de la Reichspost, à Berlin, et l'autre, le 13 mai, dans l'immeuble de la Direction des Postes, à Potsdam.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 217, page 56.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 213, page 179.

PRENONS L'ÉCOUTE

LA SOUDURE ÉLECTRIQUE DANS LA CONSTRUCTION MÉCANIQUE

La Science et la Vie a montré à plusieurs reprises (1) l'importance de la soudure électrique par résistance (par lignes ou par points) dans la construction métallique, soit qu'il s'agisse de l'automobile, de l'aéronautique ou des constructions navales. On sait que ce procédé, universellement appliqué en Amérique et maintenant en Europe, s'applique soit aux aciers spéciaux (au nickel, au chrome, etc.), soit aux aciers ordinaires. Il présente l'avantage de ne pas altérer le métal. De plus, il n'exige pas de soudeurs spécialistes comme certains systèmes utilisés dans la soudure autogène. Mais l'Amérique vient de faire mieux encore dans le domaine de la soudure électrique : elle poursuit actuellement des essais, pour la construction des bâtiments de guerre, où la soudure électrique par résistance serait remplacée — pour la première fois — par la soudure à l'arc électrique, même pour les aciers spéciaux (inoxydables). Si les résultats sont satisfaisants, comme on l'affirme déjà, la flotte de guerre des Etats-Unis pourrait ainsi construire rapidement des coques ultra-résistantes et ultra-légères. Si de nouveaux accords limitent le tonnage des bâtiments de combat, l'allègement de ces unités (bâtiments de ligne, croiseurs, destroyers) jouera évidemment un rôle primordial. Les spécialistes des constructions navales savent que, pour 1 kilogramme d'allègement dans la coque, on gagne 3 kilogrammes sur la partie du navire émergée. Du reste, la soudure électrique n'a pas dit son dernier mot dans les divers domaines industriels, et, chaque jour, elle s'affirme davantage par des applications nouvelles. Le train américain « Zéphyr », qui atteint près de 200 kilomètres à l'heure sur le trajet Kansas City et Lincoln, n'est-il pas un véritable chef-d'œuvre de construction métallique en aciers spéciaux soudés électriquement ?

POUR LA DÉFENSE D'UNE POLITIQUE FRANÇAISE DES CARBURANTS

L'approvisionnement en combustibles liquides pour les besoins de nos armées et de nos flottes nécessite le stockage de tonnages importants au voisinage des usines de traitement des pétroles bruts. Or, il suffit de survoler la baie de la Seine, par exemple, pour se rendre compte que nos raffineurs ont concentré leurs installations dans une région particulièrement vulnérable aux bombardements aériens. On frémit quand on songe qu'il y a là, emmagasinés, près des quatre cinquièmes de la production des produits pétrolifères sur notre territoire. Nous avons maintes fois signalé ce danger national, en appelant l'attention des autorités sur la nécessité de disséminer à travers les provinces de France les usines et les parcs à combustibles. Nous avons aussi insisté sur les avantages des citernes souterraines pour stocker nos carburants, et si qu'on le fait actuellement aux environs de Toulon. A propos de cette politique des pétroles, qui nous tient tant à cœur, il est juste de rappeler que l'Office des Combustibles Liquides n'a pas joué le rôle pour lequel il avait été conçu. Les crédits ont été employés à des recherches — le plus souvent infructueuses — dans le sol de la

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

métropole et dans celui de notre empire d'outre-mer, comme à l'installation dispendieuse de stations d'essais pour les carburants synthétiques, à Béthune et à Liévin (hydrogénation de la houille). Pendant ce temps, on néglige les autres carburants de remplacement (gaz des forêts, schistes, lignites, etc.), qui, à moins de frais, pourraient contribuer à faire l'appoint en temps de guerre. Nous avons proclamé que la France se devait d'avoir une politique des carburants indépendante des intérêts des pétroliers. Nous déplorons que rien de constructif n'ait encore été réalisé dans ce sens. M. Mussolini a une politique des carburants : n'a-t-il pas récemment imposé aux usagers l'emploi d'un véhicule à gazogène sur dix véhicules automobiles mis en service pour les besoins des transports industriels et commerciaux ?

LES TRANSPORTS EN U. R. S. S. LAISSENT A DÉSIRER

La situation des transports en U. R. S. S. préoccupe à juste titre le gouvernement soviétique. Dans le domaine des chemins de fer, le commissaire du peuple Kaganovitch a lui-même reconnu qu'il y avait, là encore, beaucoup à faire. Il a notamment constaté qu'il n'y avait aucun plan de construction, aucun organisme de centralisation, aucune technique ferroviaire vraiment moderne. A ce point de vue, l'U. R. S. S. est en retard sur tous les autres pays du monde. En effet, aucune idée directrice d'ensemble n'a présidé à la réorganisation des chemins de fer russes, sur un si vaste territoire qui est dix fois plus grand que celui de la France et quarante fois si l'on tient compte des territoires asiatiques ! Les plans quinquennaux ont bien augmenté les 58.000 kilomètres du réseau de 1914 d'environ 24.000 kilomètres de voies ferrées ; mais cela est notablement insuffisant. La densité des voies ferrées est actuellement de 2 kilomètres à peine par 100 kilomètres carrés, alors qu'elle atteint 10 en France. De plus, par suite du mauvais état du matériel, des voies, des ouvrages d'art, aucun trafic régulier n'est possible, aucune grande vitesse n'est permise. Or, les marchandises à transporter ont plus que doublé en moins de vingt ans, et le nombre des voyageurs a presque quintuplé ! En toute impartialité, on peut conclure que le réseau soviétique est au-dessous de sa tâche, puisque il ne parvient pas à relier les grands centres industriels nouvellement créés et à desservir les grandes régions agricoles, si éloignées des lieux de consommation. Nous avons déjà signalé, en particulier, les difficultés rencontrées pour relier, par exemple, le fameux centre métallurgique du Magnitogorsk au riche bassin houiller de Kousnetsk, distant de près de 1.800 kilomètres ! Tout le problème du développement économique de l'U. R. S. S. est conditionné par celui des transports, et il en est malheureusement de même de celui de la mobilisation !

A ce propos ne dit-on pas que certaines personnalités françaises seraient appelées à prêter leur concours pour la réorganisation ferroviaire du vaste territoire russe ? Nous y reviendrons en temps opportun.

SIGNALISATION ET SÉCURITÉ FERROVIAIRES

Le plan d'outillage national prévoit, comme on le sait, une tranche réservée aux chemins de fer, et, dès à présent, de grands travaux sont en voie de réalisation, sur les différents réseaux, en vue d'accroître notamment la sécurité. C'est ainsi que l'on tend à généraliser l'emploi du block-system automatique (1) sur les grandes lignes. Par ailleurs, la réforme complète du système de signalisation lumineuse (2) (feu vert : voie libre ; feu rouge : arrêt ; feu jaune : signal « attention ») est en passe d'être accomplie. Elle a d'ailleurs été facilitée par les progrès techniques considérables réalisés depuis peu dans la fabrication des piles et des ampoules électriques. Un signal peut maintenant être illuminé par une ampoule ne consommant pas plus de

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 202, page 335.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 170, page 111.

0,6 watt, et les nouvelles piles dites « à la soude » (que le P.-L.-M. est en train de mettre au point) doivent pouvoir fonctionner sans entretien et sans défaillance pendant au moins un an. La lampe à huile, encore si répandue sur nos voies, a vécu !

L'AUTOGIRE EN AMÉRIQUE

L'Amérique se préoccupe, elle aussi, des autogires. Deux nouveaux modèles ont été mis au point par deux constructeurs bien connus aux Etats-Unis : Pitcairn et Kellet, licenciés des brevets La Cierva. Le premier est muni d'un moteur de 175 ch (« Pobjoy ») et le second d'un moteur de 250 ch (« Jacobs »). Le *Pitcairn* est susceptible de réaliser une vitesse de croisière de 150 km-heure, le *Kellet* de 165 km-heure. Chacun de ces deux appareils peut contenir deux passagers, pilote compris. Pour le tourisme, actuellement, l'autogyre apparaît donc de plus en plus comme l'appareil le plus stable et le plus sûr.

L'AVIATION FRANÇAISE DE BOMBARDEMENT

Les nouveaux avions de bombardement type *Verdun*, ou encore dénommés la *Citadelle-Volante*, sont des appareils pouvant atteindre la vitesse de 325 km-heure et l'altitude de 4.000 mètres en moins de 15 minutes, en emportant 2 tonnes de charge utile, avec un rayon d'action d'au moins 2.000 kilomètres. C'est évidemment ce que les forces aériennes françaises possèdent de « mieux » actuellement, et l'on peut affirmer que ces avions (*M. B.-210*) sont capables de supporter la comparaison avec les matériels étrangers. Malheureusement, nos escadrilles n'en seront pourvues que progressivement et lentement. Il ne suffit pas, avons-nous dit, de réaliser de belles « machines », si nos moyens de production industrielle ne parviennent pas à exécuter les commandes du ministère de l'Air dans des délais comparables à ceux des constructeurs allemands et américains par exemple. Nous citons ces deux pays, car tous les techniciens reconnaissent que les aviations du Reich et des Etats-Unis sont les premières du monde en qualité et en quantité. La France et l'Angleterre sont en retard à ce point de vue. L'Italie, par contre, est très bien placée en ce qui concerne l'hydro-aviation ; quant à l'aviation soviétique, les avis sont encore partagés et nous attendrons les résultats d'une enquête impartiale et rigoureuse pour en apprécier la valeur réelle.

LA CRISE DU COTON EN AMÉRIQUE

La crise cotonnière qui sévit aux Etats-Unis n'est pas seulement due au ralentissement économique dans le domaine des matières premières ; elle a, en outre, pour cause la concurrence des planteurs étrangers, qui, sur les prix actuels de 12 cents environ par livre anglaise de coton, trouvent leur compte dans l'exploitation de ce textile. Ainsi, l'Angleterre qui achetait à l'Amérique, il y a quarante ans, 80 % du coton dont elle avait besoin pour ses filatures, n'en acquiert plus, en 1934, que 36 % environ. Ce ne sont pas les mesures *artificielles* (1) prises par le président Roosevelt qui changeront cet état de choses. De plus, non seulement le coton américain est menacé par celui des autres pays, mais il trouve un concurrent redoutable dans la soie artificielle (rayonne), en dépit de son prix plus élevé, en bonneterie notamment. Si on ne trouve pas de nouvelles applications au coton naturel, celui-ci ne jouera plus dans l'économie mondiale un rôle aussi important parmi les grandes matières premières du globe.

(1) Devant l'effondrement des prix du coton à l'arrivée au pouvoir du président Roosevelt (de 19,35 cents la livre en 1929 à 6 cents en 1932-33), celui-ci, en mai 1933, s'efforça de faire monter les prix, en obligeant les cultivateurs de coton à réduire les surfaces ensemencées. En 1934, ces mesures s'étant montrées inopérantes, un contingentement de 60 % de la production moyenne de 1928 à 1932 fut imposé ; mais les prix n'atteignirent pas le niveau escompté, malgré cette restriction. Le président dut élever les primes et dégrever les petits producteurs. Devant de tels résultats, le plan américain concernant le coton peut être considéré comme ayant échoué. Devant la concurrence des autres pays, on peut même ajouter que les Etats-Unis sont en train de perdre leurs marchés à l'étranger pour la fourniture de coton, alors qu'avant la crise ils assuraient la moitié de la consommation mondiale.

EN AUTOMOBILE, POUR VAINCRE, IL FAUT OSER

En France, on se lamente sur la disparition quasi totale des voitures de courses dans les compétitions internationales, où triomphent le plus souvent les automobiles italiennes et allemandes. Certains de nos constructeurs se plaignent de ne pas être subventionnés par l'Etat — entre autres — pour défendre nos couleurs, et citent comme exemple l'appui des gouvernements étrangers pour leurs propres constructeurs. C'est encore là une légende qu'il faut détruire. Voici l'exemple de l'Italie : depuis quelques années fonctionne une organisation d'entreprise de courses automobiles — la *Scuderia Ferrari*, dont le siège est à Modène — qui participe à toutes les épreuves organisées dans les différents pays. Ses victoires ne se comptent plus en Europe, et même dans l'Afrique du Nord (Tripoli, Alger). Cette « écurie » possède une quinzaine de voitures qu'elle achète à la firme *Alfa-Romeo* dont les succès sont célèbres dans le monde entier. Son matériel est sans cesse perfectionné, et c'est ainsi qu'elle acquiert annuellement pour quelque 2 millions de lires les châssis et moteurs qu'elle commande au grand constructeur de Milan, spécialisé dans le véhicule de compétition. Ces voitures, elle les transforme pour ainsi dire — comme un entraîneur pour les produits de l'éleveur — en « cracks » de course. Elle entretient, en outre, une équipe des meilleurs conducteurs, et aussi une équipe de vingt-cinq techniciens spécialistes que dirige l'ingénieur Bazi. Au moyen de quatre tracteurs Diesel avec remorques, elle transporte sur route, — comme les pur sang dans leurs vans, — à travers le monde, les magnifiques machines qui doivent affronter les concurrents des autres nations. Longtemps à l'avance, la mise au point se poursuit sur le lieu même de la course et les conducteurs reconnaissent ainsi le circuit à parcourir. Cette organisation méthodique, mais onéreuse, permet d'affronter la lutte avec le maximum de chances. On peut se faire une idée des frais ainsi engagés : les conducteurs touchent un fixe assez élevé; ils reçoivent 30 % au moins du montant des prix gagnés; les machines et l'outillage doivent être rapidement amortis; les frais de déplacement sont lourds. Veut-on savoir quel est le bilan financier de ce magnifique effort sportif et industriel ? La *Scuderia Ferrari* ne touche pas une lire de subvention et réalise cependant des bénéfices, et cela en dépit des frais énormes de son exploitation. Les succès de Berlin, Varsovie, Monaco, Tripoli, Londres, Montlhéry — pour ne citer que ceux-là — ont rapporté de « quoi vivre » et permis de prospérer commercialement parlant.

Les fameuses « super-Alfa » bi-moteur (1), qui marchent à 360 km-heure et ont coûté si cher (250.000 francs environ), ont été entièrement montées dans les ateliers Ferrari, de Modène. Voilà un bel exemple d'activité à méditer (dans le domaine de la mécanique, du sport, de l'organisation). Certains de nos constructeurs, au lieu de gémir, feraient mieux d'agir. Pour cela, il ne faut pas seulement de l'argent, mais des hommes qui savent oser, entreprendre, réaliser. Là encore, l'Italie nous montre la voie à suivre.

A PROPOS DU RADIOREPORTAGE DE NEW YORK A PARIS

Nous sommes accoutumés aujourd'hui aux merveilles de la radiophonie. Nous considérons comme tout naturel d'assister, dans notre fauteuil, aux grands événements mondiaux (cérémonies officielles, discours, matches sportifs, etc.), grâce aux commentaires que la radiodiffusion nous communique à l'instant même où ils sont prononcés (2). Cependant le radioreportage effectué, le 5 juin dernier, de New York à Paris n'a pas manqué de susciter la curiosité non seulement des sans-filistes, mais encore, et peut-être surtout, de ceux qui se contentent, en général, de tourner les

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 216, page 479.

(2) On sait (*La Science et la Vie*, n° 216, page 499) que l'on peut également enregistrer sur disques les radioreportages et les transmettre ensuite par T. S. F. Toutefois cette méthode n'est pas utilisée en Amérique, où l'on considère qu'il n'existe pas d'« heures creuses » pour les radiodiffusions.

boutons de leurs récepteurs de T. S. F. Simultanément, en effet, les postes d'Etat français, de Paris ou de province, ont diffusé les paroles prononcées à New York devant le microphone.

Voici, pour répondre aux demandes de nos lecteurs, comment a été réalisée cette transmission New York-Paris :

Tout d'abord, le speaker installé à 245 mètres au-dessus du sol, au soixante-dixième étage de Radio City (1), décrit le paysage spécial des gratte-ciel de la grande cité américaine. Les courants microphoniques, convenablement amplifiés, étaient transmis par câbles spéciaux à la station d'émission de Rocky Point. Les ondes courtes de cette station émettrice étaient captées par la station réceptrice de Wroughton, en Angleterre. Les courants modulés résultant de la transformation des ondes étaient envoyés par câbles spéciaux à Paris, où le centre de distribution de modulation « Archives » les dirigeait directement vers les diverses stations d'émission françaises.

Rappelons à ce sujet (2) que la première ligne radiotéléphonique entre l'Europe et l'Amérique, inaugurée le 6 janvier 1927, fonctionne de la manière suivante. De New York à Londres, le circuit est le suivant : New York-Rocky Point par câble; Rocky Point-Wroughton par T. S. F. ; Wroughton-Londres par câble. En sens inverse : Londres-Rugby par câble ; Rugby-Houlton par T. S. F. ; Houlton-New York par câble. Rappelons également que la suppression de l'onde porteuse entre les stations américaines et anglaises a permis de diminuer leur puissance, et donne ainsi aux conversations une garantie de discrétion puisque, à l'arrivée, il faut établir l'onde porteuse.

En ce qui concerne la deuxième partie du radioreportage du 5 juin, qui s'est déroulée dans Broadway, voici comment elle a été réalisée. Tout d'abord, les auditeurs ont entendu l'orchestre situé dans un studio et la chanteuse américaine placée dans un autre, pendant que le reporter descendait les soixante-dix étages en 45 secondes, grâce aux ascenseurs rapides de Radio City. Le reporter monta alors dans une voiture spécialement aménagée, équipée avec un émetteur sur ondes de 20 mètres environ, avec laquelle il se rendit à Broadway. Un deuxième émetteur, sur ondes de 8 mètres, pouvant être porté sur le dos, devait lui permettre de circuler dans Broadway tout en restant en communication avec Radio City. En fait, ce petit transmetteur ne pût être utilisé, et M. Virot sut se contenter de se servir de la longueur du fil (8 mètres) reliant le micro à la voiture émettrice. Au « mixed control » de Radio City étaient adjoints des bruits d'orchestre aux paroles du reporter, et les courants microphoniques résultant de cette combinaison étaient acheminés comme nous l'avons indiqué pour la première partie du radioreportage.

Quoi qu'il en soit, on ne peut que rendre hommage à la technique mise en œuvre en cette occasion, puisque l'audition à Paris fut excellente. Il n'en fut pas de même, on le sait, des radioémissions du paquebot *Normandie* qui précédèrent le reportage New York-Paris. Une mise au point minutieuse du poste émetteur du paquebot restait encore à faire pour éliminer ces défauts.

LA TÉLÉVISION N'EST PAS ENCORE POUR LE PUBLIC

Nous avons montré (3) que la télévision ne pouvait être encore considérée pour l'usager comme susceptible de rentrer dans le domaine réellement pratique. Il est cependant incontestable qu'elle a réalisé, au laboratoire, des progrès que les inventeurs eux-mêmes de cette technique n'envisageaient pas aussi rapides. Il nous paraît opportun d'établir le bilan actuel de la télévision.

Voici pour l'émission : la décomposition de l'image à transmettre a été sensiblement améliorée, de même que la modulation du téléviseur, grâce aux perfectionne-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 192, page 498.

(3) Voir *La Science et la Vie*, n° 217, page 56.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 118, page 301.

ments de la cellule photoélectrique (1), des amplificateurs et des systèmes explorateurs (2). L'emploi du film comme intermédiaire (3) a simplifié considérablement l'émission et la transmission des scènes de plein air sans recourir à un iconoscope (4). L'utilisation des ondes ultra-courtes — nécessité par la large bande de fréquences à transmettre — a autorisé l'accroissement du nombre d'éléments pour l'analyse du sujet.

En ce qui concerne la *réception*, elle a été améliorée par l'emploi de tubes cathodiques (5) supprimant tout organe mécanique et augmentant la finesse de l'image. Ces tubes ont de même résolu le problème de l'intensité lumineuse de l'image reçue. Enfin, le synchronisme a donné lieu à d'élégantes méthodes pour aboutir à une solution.

À côté de ces progrès, rappelons ce qui cantonne encore la télévision dans le domaine du laboratoire.

Pour l'émission, il faut signaler non seulement le prix de l'appareillage, mais encore celui de l'antenne élevée indispensable pour obtenir un rayon d'action suffisant. Ce rayon d'action ne dépasse pas 30 à 50 kilomètres. Quant au récepteur — du moins pour l'instant — c'est un appareil compliqué comprenant un grand nombre de tubes de T. S. F., par suite très onéreux. Sa construction ne relève pas des possibilités d'un amateur ordinaire, mais exige des connaissances physiques approfondies. Or, on n'a pas oublié que l'essor de la radiophonie a été due en grande partie aux travaux d'amateurs ; il n'en sera pas de même pour la télévision.

Pour subventionner une organisation d'émission de télévision, il faut un public, lequel ne saurait exister, puisqu'on ne peut se procurer encore de récepteur dans le commerce.

Ainsi l'Angleterre, qui a établi à Londres un émetteur expérimental, ne l'inaugurera qu'en 1936. De plus, à l'Exposition de l'Olympia, aucune démonstration de récepteurs de télévision ne sera tolérée, afin de ne pas induire le public en erreur. Il va de soi que, même en télévision, le récepteur de radiophonie sera toujours nécessaire et indépendant.

LA TRANSMISSION PAR FIL DES PHOTOGRAPHIES

À l'occasion de la course automobile des 24 heures du Mans, l'administration française des P. T. T. a inauguré un nouveau service : celui de la transmission par fil des photographies d'un point quelconque du pays à Paris et aux grandes villes de France. On sait que ce service (6) existe déjà entre Paris, Strasbourg, Lyon, Marseille, Nice, Toulouse et Bordeaux d'une part, et Bruxelles d'autre part. De même, entre Paris et plusieurs capitales étrangères : Londres, Copenhague, Stockholm, Rome, Vienne, Berlin.

La nouveauté du service inauguré consiste dans le fait que, au moyen d'émetteurs portatifs reliés par une ligne volante au bureau de poste voisin, on pourra désormais transmettre de n'importe quel point les « photos » des grandes manifestations sportives ou autres. Ces photos, du format 13×18 et d'une trame très fine (16 lignes par 3 millimètres), sont transmises au moyen des deux valises spéciales mises au point par M. Belin (7), ne pesant en tout que 50 kilogrammes. L'une contient le transmetteur proprement dit, avec son dispositif explorateur à objectif de microscope, l'autre renferme l'appareil assurant le synchronisme entre le transmetteur et le récepteur. Les particuliers peuvent eux-mêmes acquérir ces appareils et transmettre ainsi leurs photos en se servant des lignes télégraphiques. La taxe unique est de 100 francs par photographie.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 214, page 265.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 215, page 378.

(3) Voir *La Science et la Vie*, n° 213, page 183.

(4) Voir *La Science et la Vie*, n° 209, page 411.

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

(6) Voir *La Science et la Vie*, n° 91, page 13 ;

n° 105, page 199 ; n° 131, page 419 ; n° 156, page 451.

(7) Voir *La Science et la Vie*, n° 208, page 302.

VOICI LES NOUVELLES APPLICATIONS DE LA PHOTOGRAMMÉTRIE

Par Max VIGNES

ANCIEN ÉLÈVE DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE

A tous les instruments de mesure classiques dont dispose le topographe (théodolite, chaîne d'arpenteur, etc.) est venu s'ajouter, depuis quelques années, un nouvel appareil, à la fois très précis, très rapide et très souple : l'appareil photographique. Une technique nouvelle est née, aujourd'hui en plein essor : la photogrammétrie (1), qui est l'art de déduire des mesures précises de l'examen de photographies ou de jeux de photographies. Pour le levé des plans, — à très petite comme à très grande échelle, — on dispose maintenant d'appareils modernes de prise de vues terrestres et surtout aériens qui réunissent les qualités indispensables de largeur de champ (appareils à chambres multiples) et de légèreté (diminution de la distance focale, rendue possible par la finesse des émulsions photographiques). La « restitution » des clichés, qui donne la mesure vraie des longueurs photographiées en éliminant toutes les causes d'erreur et en tenant compte de la perspective, s'effectue maintenant d'une manière automatique, grâce à des dispositifs d'une ingéniosité et d'une perfection scientifique extrêmes. Le dernier Congrès de la Société Internationale de Photogrammétrie, dont notre collaborateur M. Vignes a suivi les travaux, a permis précisément de faire le point parmi les perfectionnements apportés, dans tous les pays du monde, tant aux appareils qu'aux méthodes mêmes de la photogrammétrie, et aussi parmi ses applications toujours plus nombreuses et souvent inattendues ! Ce n'est plus, en effet, au seul levé des plans que s'adresse aujourd'hui cette technique nouvelle. Les sciences les plus diverses font également appel à elle : archéologie, balistique, hydrodynamique, prospection minière, géologie, médecine, criminalistique, etc. Ce simple énoncé suffit à montrer la variété et l'importance des applications de la photogrammétrie, appelée aussi en France métrophotographie, cette science toute récente qui constitue un remarquable outil de travail pour tant d'autres sciences qui ont recours à ses méthodes si fécondes et ses instruments si précis.

LA photogrammétrie (1) est l'art d'utiliser des photographies pour effectuer des mesures exactes. Ainsi, lorsque Bertillon utilisait la photographie du buste d'un individu pour mesurer les différentes caractéristiques de sa physionomie, il faisait de la photogrammétrie. Ainsi Derieux, utilisant de vieilles cartes postales d'avant-guerre pour reconstituer par des méthodes graphiques le plan de la cathédrale de Reims détruite, faisait de la photogrammétrie. Ainsi fait-on encore de la photogrammétrie lorsque l'on dessine une carte géographique à partir de photos aériennes, soit en effectuant des calculs, soit au moyen des méthodes graphiques, soit par l'intermédiaire d'un appareil automatique. Nous reviendrons sur ce dernier point, mais on voit dès maintenant l'étendue du champ d'application de cette science.

Son invention n'est pas récente, puisqu'elle est presque centenaire. Son origine

est essentiellement française. Ses progrès ont naturellement suivi ceux de la photographie. Les premières applications ont consisté surtout à prendre des mesures sur les photographies elles-mêmes ou à considérer celles-ci comme des épures qu'il s'agissait de transformer par les méthodes graphiques de la géométrie descriptive, afin de faire des mesures d'angles et de longueurs. L'idée de se servir de la photographie pour établir des cartes fut assez rapidement mise en application. C'était un perfectionnement considérable des méthodes topographiques ordinaires. On se rendit compte bien vite de l'utilité qu'il y avait de prendre les photographies utilisées dans ce but d'un point de vue de plus en plus élevé ; on couvrait ainsi une surface de terrain de plus en plus grande. Quoique l'on ait fait de la photographie aérienne — en ballon — dès 1855, il fallut attendre l'avion et son utilisation étendue pendant la guerre mondiale pour que la photogrammétrie se serve

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 172, page 289.

à plein rendement de ses merveilleuses ressources. Ce fut une étape considérable pour le progrès dans l'établissement des plans à grande échelle et des cartes proprement dites. Les appareils de prise de vues aériennes devinrent, après-guerre, de plus en plus précis pour répondre aux exigences toujours plus grandes de la photogrammétrie, et, par voie de conséquence, les cartes des régions les plus inaccessibles furent établies avec plus en plus de rapidité et d'exactitude. Mais il y eut aussi une autre conséquence

pas fait, il a eu tort. Dans les années qui viennent, il sera surpris de voir cette science toucher aux domaines les plus divers. C'est un fait : la photogrammétrie devient une industrie et comme telle a besoin, pour se développer, de susciter l'intérêt.

On s'en est préoccupé au dernier Congrès de la Société Internationale de Photogrammétrie, présidé par le général Perrier, membre de l'Académie des Sciences. Ce congrès a été organisé par un animateur, un véritable pionnier : M. Roussilhe, dont une

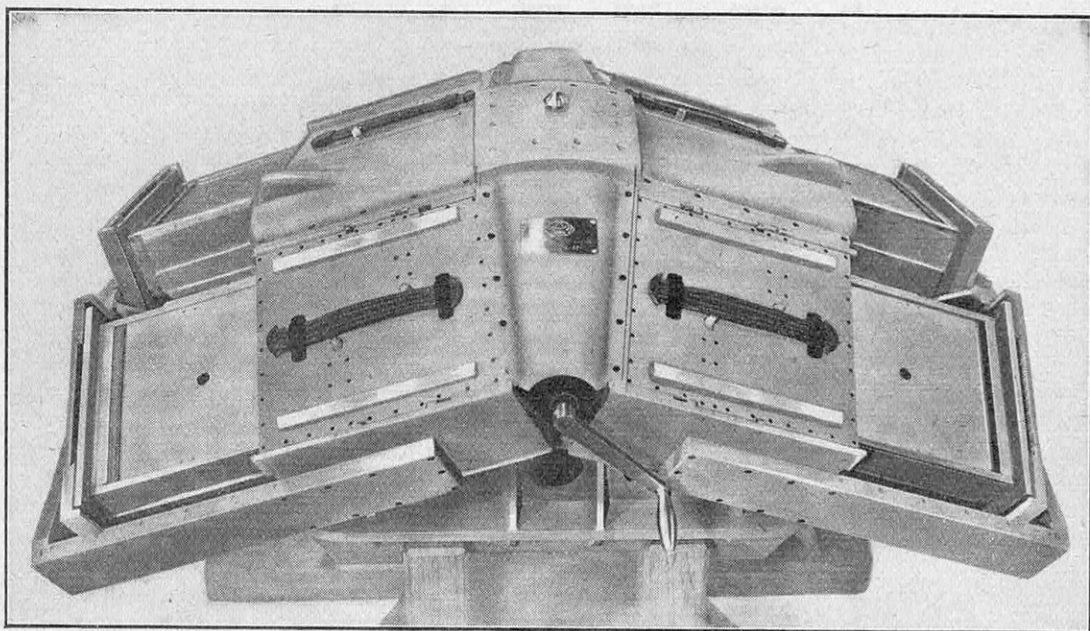


FIG. 1. — LE DERNIER EN DATE DES APPAREILS FRANÇAIS DE PRISE DE VUES AÉRIENNES
Cet appareil photographique à quatre chambres jointives que l'on voit ici par-dessus, de longueur focale 200 millimètres, contient dans ses magasins à fonctionnement semi-automatique 60 plaques de 180 × 180 millimètres. Le champ couvert d'un seul déclic est considérable.

de ces circonstances heureuses : photogrammétrie devint presque synonyme d'établissement des cartes à l'aide de photographies aériennes. Or, ce n'est là qu'un côté de la question. On devrait plutôt partir du point de vue de principe suivant : la photogrammétrie est essentiellement un moyen de prendre des mesures, tout comme les chaînes d'arpenteur, les théodolites et autres instruments du topographe. S'il s'agit de mesurer une portion de la terre, il est normal que l'on choisisse le poste d'observation exceptionnel que constitue l'avion. Mais il n'y a pas que l'établissement des plans qui exige la mesure des longueurs.

Nous ne savons pas si le grand public s'est pressé aux stands de photogrammétrie du dernier Salon de l'Aviation. S'il ne l'a

remarquable étude sur le sujet a précédemment paru dans cette Revue (1). Vingt-six nations y avaient délégué leurs représentants les plus qualifiés, dont plusieurs sont d'illustres savants, ainsi M. Ch. Fabry, membre de l'Institut.

Il nous a été donné d'assister à ces séances et, quoique les comptes rendus complets en soient encore inédits, nous pouvons apporter à nos lecteurs la primeur d'une vue d'ensemble sur ces très intéressants travaux.

Photographie aérienne et photogrammétrie

Le procédé moderne pour établir une carte est le suivant : un avion décrit une ligne aussi rectiligne que possible au-dessus

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 172, page 289.

du terrain, en prenant une série de photographies successives. Ces photographies se recoupent sur un tiers de leur surface environ. Les bandes de terrain photographiées ainsi successivement ont aussi une partie commune. Pour passer de cette série de photographies à la carte, il faut, bien entendu, prendre quelques précautions. La photographie n'est pas la carte, on ne le

obligatoirement quelconque, de l'axe de l'appareil de prise de vues, et aussi transformer la perspective de l'appareil en une perspective idéale.

Dans une précédente étude parue dans ces colonnes, j'ai décrit les méthodes que l'on employait dans ce double but (1). Les procédés automatiques modernes exploitent tous les clichés par paires, à l'aide d'appa-

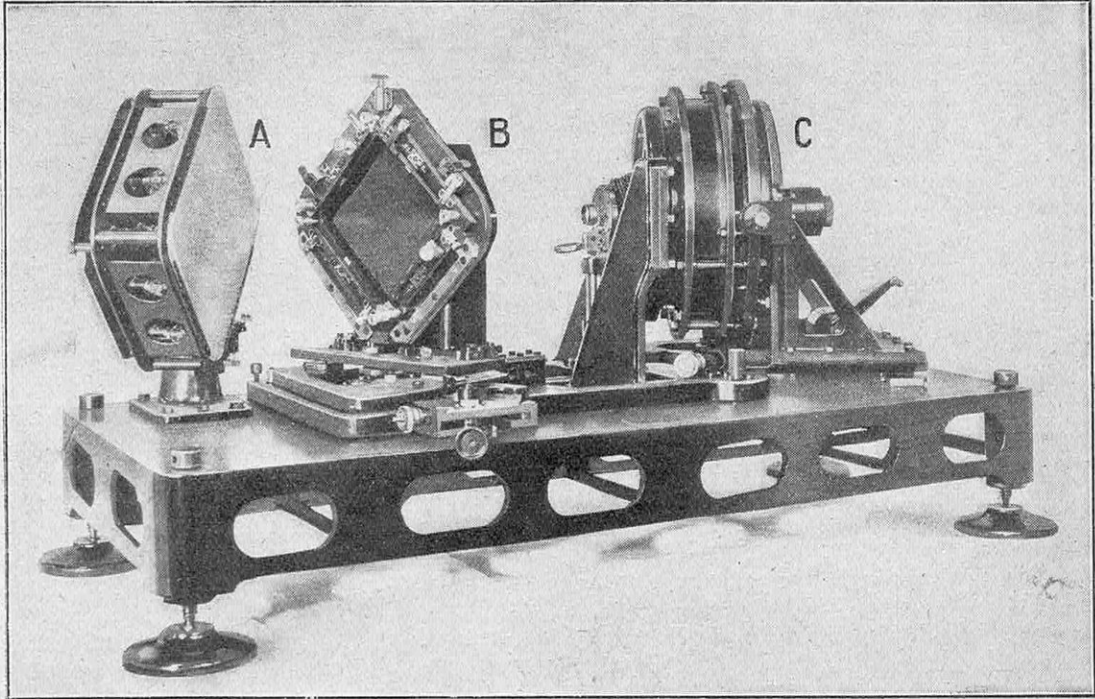


FIG. 2. — APPAREIL DE RESTITUTION DES VUES PRISES PAR L'APPAREIL DE LA FIGURE 1
A l'aide de cet appareil, on redresse les clichés pris sur le « 4 chambres » de la figure 1. Les clichés obtenus par l'appareil à quatre chambres couvrent une grande surface de terrain, mais dont les quatre parties sont prises sous des angles différents. Il convient de leur substituer une photographie unique équivalente à celle qu'aurait donnée un appareil de prise de vues à axe vertical, à une seule chambre, couvrant la même surface que l'appareil à quatre chambres, si un tel appareil pouvait exister. Ce redressement s'opère par projection sur l'appareil ci-dessus. Cet appareil de redressement comprend essentiellement : en A, la lanterne de projection ; en B, le porte-cliché négatif où l'on fixe successivement les quatre clichés originaux, et en C, le porte-cliché positif muni de son objectif de transformation, que l'on fait tourner d'un quart de tour après redressement de chacun des clichés. Le positif ainsi obtenu a un format de 210 millimètres.

dira jamais assez pour avoir des idées claires. Elle serait une carte si l'avion volait à une hauteur infinie, si l'axe de l'appareil de prise de vues était vertical, si cet appareil n'avait aucun défaut, ni sa plaque ou son film, enfin si l'air atmosphérique ne déformait pas les trajectoires des rayons lumineux. Aucune de ces hypothèses n'étant réalisée dans la pratique, il faut réduire au minimum les causes d'erreurs inévitables (erreurs dues aux appareils, à l'air) ; puis, cela supposé fait, il faut encore restituer la photographie, c'est-à-dire tenir compte de l'inclinaison,

reils de deux classes, — les appareils de la première classe sont dits « à double projection ». Les plaques photographiques sont replacées rigoureusement dans la position relative qu'elles occupaient successivement lors de la prise de vues de la même partie du terrain, et on les projette à travers des objectifs identiques à celui de l'appareil photographique, sur un plan horizontal mobile en hauteur. Les deux images d'un même point ne coïncident que si le plan est fixé à leur hauteur déterminée. A ce mo-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 196, page 271.

ment, le point photographié est défini en position horizontale et en altitude. Les appareils de la seconde classe sont basés sur la « fusion stéréoscopique ». Les plaques photographiques étant, comme précédemment, replacées dans leur position relative, on les observe par l'intermédiaire d'une jumelle binoculaire. Le terrain apparaît alors avec son relief et l'on peut amener en coïncidence avec un point photographié un petit index qui se déplace dans le champ de la lunette. Les déplacements de l'index donnent immédiatement la position horizontale et l'altitude du point.

De remarquables travaux ont été exécutés par ces méthodes. De nombreux appareils, d'un mécanisme délicat, mais d'une grande précision, constituent, à l'heure actuelle, le dernier cri de la technique en la matière. Nous citerons ainsi un appareil de redressement Roussilhe, qui n'appartient à aucune des deux classes précédemment citées, n'ayant pour but que de substituer à une photographie prise sous un angle quelconque une image du terrain tel qu'il serait vu à la verticale, le reste de la restitution s'opérant par des méthodes graphiques ou par calcul. La Maison Gallus Ferber présentait un appareil de la première classe permettant de substituer aux photographies initiales une photographie restituée, véritable plan, obtenue de la façon suivante : une petite fente se déplace dans des plans verticaux, de telle sorte qu'elle reste, à chaque instant, tangente au profil du terrain. Les rayons lumineux qui la traversent impressionnent une plaque photographique et dessinent ainsi sur celle-ci le plan désiré. C'est prodigieux d'ingéniosité. Le stand italien Nistri nous montrait également un bel appareil de la première classe. Poivilliers en France, Zeiss en Allemagne, Wild en Suisse, Santoni en Italie, construisent des appareils de la seconde méthode, qui ont l'avantage de fournir du terrain un modelé impeccable.

Les appareils de prise de vues

En ce qui concerne les appareils de prise de vues, nous avons noté quelques nouveautés que l'on peut classer dans les deux tendances suivantes : diminution de la distance focale des chambres, c'est-à-dire de l'encombrement des appareils, multiplication des chambres juxtaposées. Il y a deux ans à peine, on utilisait en majorité des appareils à deux chambres. Les appareils à quatre chambres sont désormais nombreux, et nous ne reviendrons pas sur la description que

nous avons déjà faite de l'appareil à neuf chambres de la photogrammétrie de Munich (1). Pourquoi ces deux tendances ? La raison de la seconde est évidente : elle est dans la recherche d'un plus grand « champ », d'un plus grand rendement photographique, une plus grande surface du terrain étant fixée d'un seul déclic. La raison de la première tendance n'est pas moins facile à découvrir : plus l'appareil est court, plus il est léger. Mais à toute médaille son revers ; si l'on raccourcit la chambre, on diminue l'échelle de la photographie. Il n'y a pas là d'inconvénient si l'on peut ensuite agrandir celle-ci pour en observer les détails. Et c'est ici que la question de la qualité de la couche sensible des plaques ou films intervient. A cause de cet écueil, nous avons vu utiliser pendant longtemps des focales de 60 centimètres, celles de 30 centimètres sont devenues courantes, certains en ont utilisé de 5 centimètres.

La couche sensible a un grain, comme notre rétine. Deux points ne sont discernables que s'ils ne sont pas photographiés sur la même particule sensible. Donc, en admettant qu'on veuille distinguer des détails d'une finesse donnée, on pourra d'autant plus raccourcir la focale que le grain est plus fin. Mais, d'autre part, plus le grain est fin, moins la pellicule s'impressionne rapidement, c'est-à-dire plus l'instantané sera lent ; donc, à vitesse égale de l'avion, plus le terrain sera déformé. Les trois choses se tiennent : encombrement de l'appareil, finesse du grain, sensibilité. Elles sont restées longtemps au point mort. Agfa nous a présenté cette année des choses remarquables en cette matière. Le centième de millimètre est discernable sur des films. Ajoutons que ceux-ci ont une gamme complète de sensibilité aux diverses couleurs et que leur déformation par l'effet du temps est inférieure à 0,2 %. De plus, cette déformation est presque constante dans tous les sens. L'erreur provenant de son irrégularité n'excède pas le centième de millimètre.

Voici l'aérotopographie

Le Congrès, sur ce point, a eu des préoccupations d'ordre militaire. La première question débattue en l'espèce, au sein des Commissions, a été celle de l'utilisation des courtes focales sur les appareils de reconnaissances. C'est exactement l'inverse de la tendance antérieure. Auparavant, l'on disait : « Pour échapper aux coups de l'ennemi, l'avion doit voler aussi haut que

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 196 page 271.

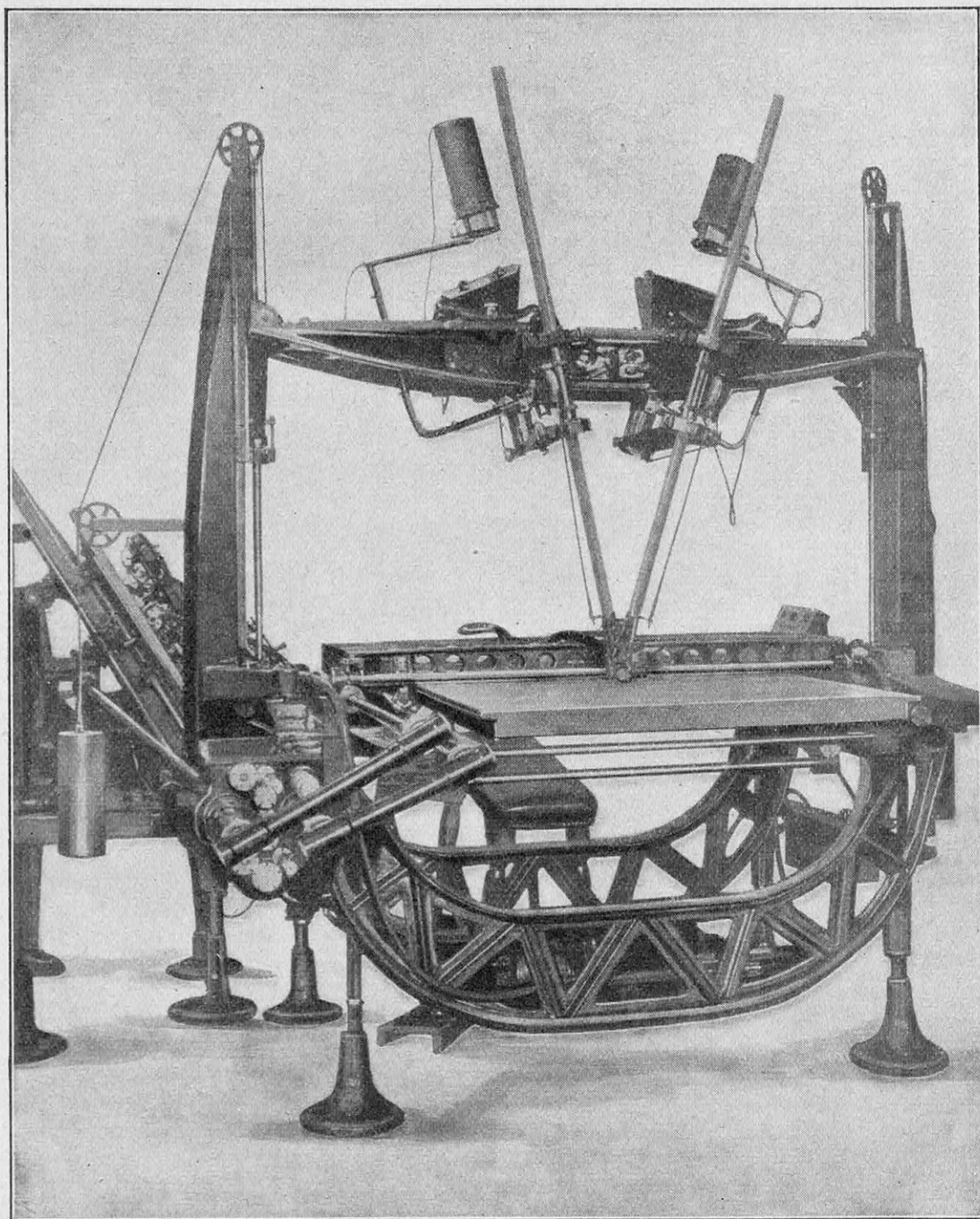


FIG. 3. — VOICI L'APPAREIL LE PLUS MODERNE EN MATIÈRE DE RESTITUTION

Alors que tous les appareils de restitution construits jusqu'à ce jour permettaient uniquement de dessiner à la main la carte du terrain, celui-ci, de construction française, fait automatiquement une photographie, sur papier ou film sensible, qui constitue la carte exacte du sol. Ainsi l'opération de « restitution » dure environ trois fois moins de temps, et aucun détail ne peut être oublié.

possible, d'où la nécessité, pour conserver la même échelle, d'allonger proportionnellement à l'altitude la chambre de prise de vues. » Oui, mais maintenant, avec les multi-

chambres à courte focale, on peut, sans sortir de ses lignes, photographier d'un seul déclic tout le terrain occupé par une division ennemie. Grâce aux films modernes, la pho-

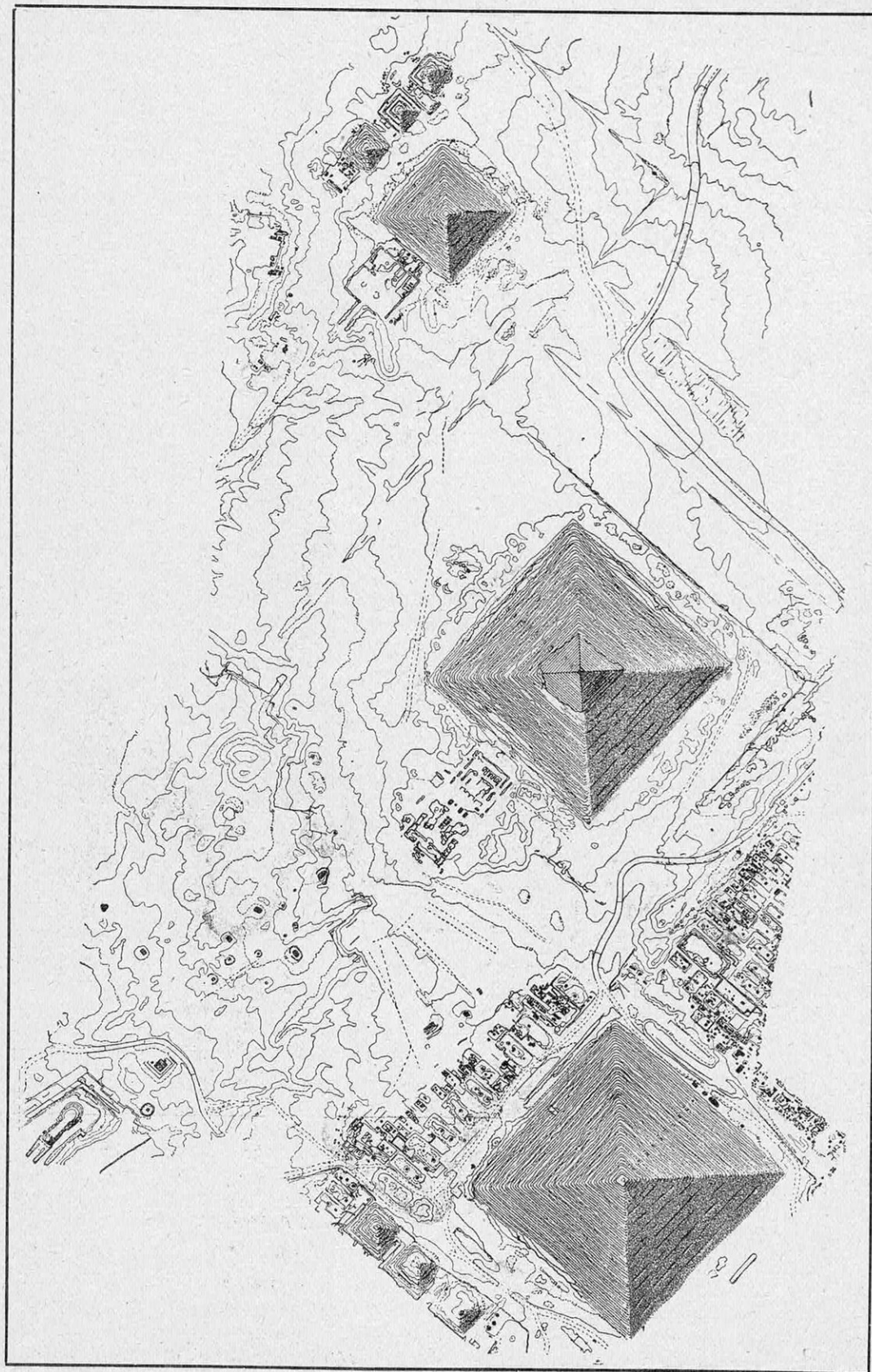


FIG. 4. — LA CARTE DES PYRAMIDES ÉTABLIE PAR LA RESTITUTION AUTOMATIQUE DE PHOTOGRAPHIES AÉRIENNES

tographie obtenue peut être agrandie suffisamment pour l'étude des détails intéressants.

Dans un but d'ordre civil, la troisième Commission du Congrès s'est intéressée à la topographie de précision singulièrement en ce qui concerne les très grandes et les très petites échelles (plans au 1/500^e, cartes au 1/100.000^e). L'échelle moyenne présente de moins en moins d'intérêt à être obtenue directement, pour les raisons exposées plus haut.

Elle a élaboré un vaste projet d'étude,

passer une revue complète, quoique celle-ci, assurément, ne serait pas fastidieuse.

On a fait appel à la photogrammétrie dans l'*architecture*, dans deux ordres d'idées bien différents. Tout d'abord, en archéologie. Ainsi le R. P. Poidebard a-t-il étudié l'occupation romaine en Syrie. Mais la photogrammétrie trouve aussi son emploi dans la construction proprement dite. Elle sert notamment à étudier avec précision les déformations d'un ouvrage d'art.

On y fait appel encore dans les domaines les plus divers : aérodynamique, balistique

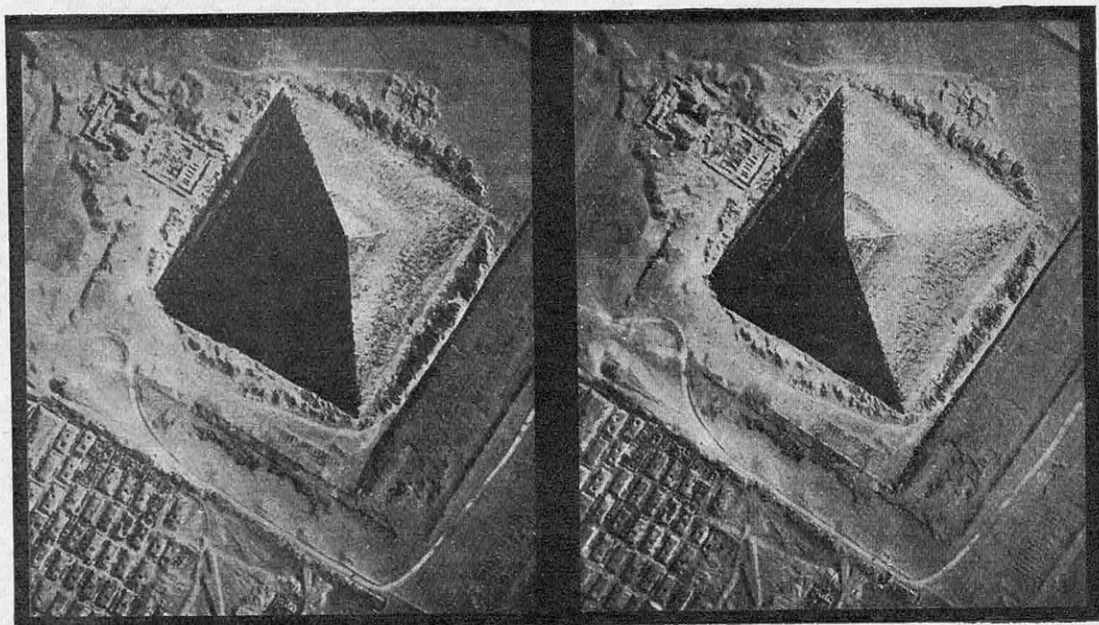


FIG. 5. — LA PHOTOGRAMMÉTRIE AU SERVICE DE L'ARCHÉOLOGIE
Vues stéréoscopiques de la Grande Pyramide d'Égypte, utilisées en photogrammétrie.

projet qui nous fait toucher du doigt l'exact passage de l'état purement scientifique à l'état de technique industrielle de la photogrammétrie. Il s'agit de comparer les précisions, les rendements et les prix de revient des différentes méthodes topographiques utilisées à ce jour. Prix de revient, voilà le grand mot lâché ! Nous nous détachons du plan abstrait pour nous placer sur le terrain pratique. Les recherches, les premiers tâtonnements, les tentatives d'emploi militaire ne peuvent et ne doivent mettre en première ligne la considération du prix de revient. Nous entrons dans l'ère des grands travaux.

La photogrammétrie tentaculaire

Laissons là l'établissement des cartes. La photogrammétrie s'intéresse maintenant à bien d'autres sujets. Nous ne pouvons en

(étude des trajectoires des projectiles), en hydrodynamique (étude de la houle par photographie de la surface de la mer à des temps régulièrement espacés), études des régions forestières, prospections minières, géologie en général, médecine, criminalistique.

Ces deux derniers points vont retenir plus particulièrement notre attention. La photogrammétrie ayant comme caractéristiques de permettre des mensurations précises, on a songé à l'utiliser pour contrôler les résultats de l'éducation physique. Un même sujet photographié avant et après entraînement doit laisser apparaître ainsi avec précision le développement de sa musculature et de son ossature. Dans un ordre d'idées voisin, elle sert à suivre l'amélioration des races animales. Mais c'est en radiographie qu'elle

prend toute son importance. L'idée de l'utiliser n'est pas nouvelle. Elle date de 1896 ; elle est due à un savant médecin français, le docteur Marie. A cette époque, elle fut très sérieusement étudiée ; puis on la perdit de vue et ce n'est que tout récemment que l'on s'y est attaché à nouveau. Le principe est très simple : on photographie la partie du corps humain observée, sous des angles différents, aux rayons X ; on dispose ensuite de deux photographies que l'on peut observer stéréoscopiquement, ou sur lesquelles on peut opérer de véritables restitutions partielles, c'est-à-dire des mesures précises. Ceci permet, en particulier, d'évaluer le volume des organes, leurs déplacements, l'emplacement d'un corps étranger, ses dimensions, les malformations des os. Les services rendus, en particulier en gynécologie, sont extrêmement importants.

En criminalistique, l'emploi de la photogrammétrie progresse également dans deux directions. Tout d'abord, on peut songer à son application en ce qui concerne l'identification des criminels. Mais là, il ne faut pas se faire trop d'illusions sur l'intérêt pratique du problème. Un criminel est recherché. Que fait le service de l'identité judiciaire ? Il distribue à grand rendement ses photographies à tous les agents chargés de la recherche. Ceux-ci essaieront alors de reconnaître au passage le criminel. Il n'est pas question de mesures dans tout cela. De plus, les mesures ne pourraient porter que sur l'aspect extérieur du visage, ce qui est la chose la plus changeante avec l'âge et les circonstances. Toutefois, pour l'étude des types humains (races exotiques, par exemple), on se sert très utilement de la photogrammétrie.

Celle-ci reprend la première place lorsqu'il s'agit de l'étude du lieu d'un crime ou d'un accident. Le problème est alors de déterminer le plus rapidement possible les emplacements des objets et des victimes sans toucher à rien. La photographie intervient tout naturellement pour cela. Elle a, outre la précision, l'avantage d'enregistrer tous les détails, même ceux auxquels on n'attache pas d'importance de prime abord. Pour l'application, deux méthodes sont en présence. La méthode suisse utilise un appareil de prises de vues à deux chambres : des deux photographies, on obtient ensuite

une restitution. Malheureusement, cet appareil, séduisant à première vue, et dont les résultats ne sont pas contestables, est assez peu maniable, son objectif manque de clarté et, enfin, il n'est pas réglable. Or, on peut avoir à photographier aussi bien un réduit exigü qu'une grande salle. De là, des inconvénients certains. La méthode française consiste à employer un appareil à une seule chambre, la plaque étant maintenue verticale, à objectif de grande clarté et de focale réglable, ce qui permet, en toutes circonstances, d'obtenir la photographie optimum. La restitution est alors géométrique.

Vers un enseignement national de la photogrammétrie ?

La place occupée dans le monde par la photogrammétrie est donc grande, et, pourtant, le Congrès s'est ému de l'ignorance dans laquelle se trouvait plongé le grand public à son sujet. Un enseignement de cette science se trouve déjà réalisé dans différents pays (Allemagne, Suisse, Italie, Tchécoslovaquie). En France, rien de semblable. Le Congrès a donc émis le vœu que cet enseignement soit créé, organisé dans tous les pays. Un tel enseignement ne peut que contribuer au développement des recherches et des tentatives faites, jusqu'à ce jour, dans des conditions souvent précaires, et cela en donnant, en particulier, à chacun, une connaissance plus exacte des moyens dont dispose la photogrammétrie. Il guidera à la fois les chercheurs, les constructeurs et les exploitants. Il provoquera sans nul doute, de la part des services publics, la préparation de programmes annuels de travaux seuls capables de *faire vivre* ceux qui auront consacré leur temps et leur argent à la doctrine scientifique et aux réalisations industrielles.

Ce ne sont pas les objets qui manquent à ce programme : cartographie coloniale, réfection du cadastre, remembrement général de la propriété, plans d'aménagement et d'extension des villes, géologie et prospection minière, hydroélectricité...

L'œuvre à accomplir est là, immense. Les moyens techniques sont au point, nous l'avons vu. Unissons-nous aux vœux du Congrès.

MAX VIGNES.

POUR L'ÉTUDE INTERNE DU CORPS HUMAIN, VOICI LE RADIOCINÉMA

Par Y. LEIMARCH

Devançant l'invention du cinématographe, l'illustre psychologue Marey avait pu, grâce à son chronophotographe, résoudre de nombreux problèmes de « mécanique animale » en décomposant, à l'aide d'images successives, le jeu des muscles qui concourent à l'exécution de certains mouvements. C'était là une première application (encore assez limitée) du cinéma à la physiologie. Il est possible aujourd'hui, grâce aux travaux d'un radiologue français, le docteur Djian, d'enregistrer et de décomposer les mouvements non seulement des membres et des muscles, mais aussi des organes internes : cœur, poumons, voies digestives, ainsi que le jeu des articulations. La combinaison des rayons X et du cinématographe — telle que permettent de la réaliser les progrès accomplis en ce qui concerne, d'une part, la luminosité des écrans fluorescents radioscopiques (écrans au tungstate de baryum), d'autre part, la sensibilité des émulsions cinématographiques (émulsions panchromatiques) et, surtout, les qualités optiques des objectifs — ouvre un nouveau champ d'investigations extrêmement fécond aux biologistes et aux médecins.

Dès ses débuts, à la fin du siècle dernier, le cinématographe a été utilisé avec succès comme moyen de recherches scientifiques. Rappelons, en effet, qu'avant même l'apparition de l'appareil des frères Lumière, l'illustre physiologiste Marey avait pu résoudre, grâce à son « chronophotographe », — ébauche assez grossière du cinéma, — de nombreux problèmes de « mécanique animale » et redresser du même coup diverses erreurs. C'est ainsi qu'il était arrivé à décomposer le mouvement des animaux ou des hommes en train de courir ou de sauter, des oiseaux en train de voler, etc. Cette décomposition au moyen d'images avait permis de comprendre le mécanisme de certains mouvements et le jeu des différents muscles qui concourent à les effectuer. Par cela même, le cinéma apportait, dès sa naissance, un précieux concours à la physiologie. Une nouvelle étape vient d'être franchie. Grâce aux travaux d'un radiologue français, le docteur Djian, il est désormais possible de décomposer et d'enregistrer les mouvements des organes internes des êtres vivants, en combinant l'emploi du cinématographe et des rayons X. C'est là un nouveau champ d'investigations extrêmement fécond qui s'ouvre aux biologistes et aux médecins.

Comment se pose le problème du radiocinéma

Jusqu'à présent, l'observation directe des organes internes des êtres vivants ne pou-

vait être réalisée que par radiographie et radioscopie.

Dans la radiographie, le patient à examiner est placé entre une ampoule émettrice de rayons X et une plaque photographique, et ce sont les rayons X émis qui, après avoir traversé le corps du patient, viennent frapper et impressionner directement la plaque. Celle-ci enregistre, en quelque sorte, l'ombre portée sur elle par les différents organes plus ou moins opaques interposés entre elle et la source de rayonnement. Nous ne nous appesantirons pas sur les services énormes rendus par la radiographie pour le dépistage de certaines maladies, telles que tuberculose pulmonaire et osseuse, pour l'examen des fractures, etc. ; soulignons simplement son inconvénient majeur, qui est de nous présenter les organes dans une attitude fixe au lieu de nous les montrer « en vie », c'est-à-dire en mouvement. Aussi, concurremment avec la radiographie, avait-on recours à la radioscopie, qui est l'observation visuelle directe d'un écran fluorescent frappé par les rayons X, remplaçant la plaque photographique utilisée en radiographie. On sait, en effet, que certaines substances, telles que le platinocyanure de baryum ou mieux le tungstate de baryum deviennent fluorescentes quand elles sont frappées par les rayons X, et c'est la lumière qu'elles émettent qui est alors perceptible par l'œil. La vision directe a l'avantage sur la radiographie de nous montrer les corps vivants en évolution ; mais elle est malheureusement

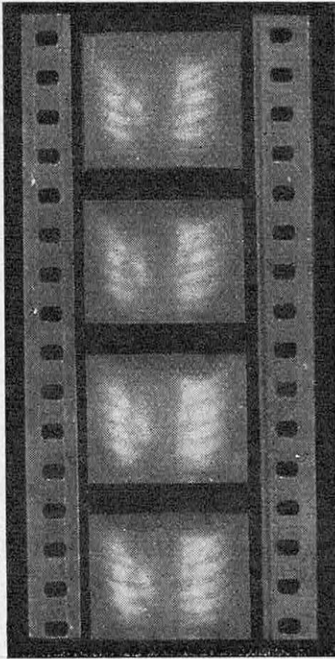


FIG. 1. — FILM RADIOGRAPHIQUE DU THORAX MONTRANT LES PRINCIPAUX ORGANES

Les difficultés de réalisation de la radiocinématographie

Les premières tentatives de radiocinématographie ont consisté à substituer au châssis radiographique, portant la plaque sensible, un appareil cinématographique, réduit d'ailleurs à la partie mécanique servant à l'escamotage et au remplacement de la pellicule. Roux, Balthazar, puis Carvalho, réussirent à cinématographier, de cette manière, de petits animaux qui étaient placés directement contre la pellicule. Mais les applications de ce procédé sont évidemment très restreintes, puisque les dimensions des portions d'organes que l'on peut ainsi radiocinématographier, sont, au maximum, égales à celles de la pellicule, soit 18 millimètres sur 24 pour le film courant. On pourrait évidemment chercher à augmenter la surface de pellicule; mais on est bien vite limité dans cette voie, par les complications mécaniques qu'entraîne leur escamotage à la cadence de 25 à la seconde, ainsi que par la

fugace et ne permet ni les mesures, ni les études à tête reposée, etc., etc. Pour pouvoir combiner les avantages de la radioscopie et de la radiographie, on a, bien entendu, depuis longtemps, essayé de leur substituer la « radiocinématographie »; mais, jusqu'à présent, des difficultés techniques s'étaient opposées, en pratique, à cette réalisation.

consommation énorme de film qu'entraînerait l'enregistrement de la moindre scène. En fait, la radiocinématographie ainsi comprise sur pellicule de 30 centimètres de côté, dimension nécessaire pour pouvoir permettre l'examen des organes humains, est absolument inapplicable.

Aussi a-t-on cherché à procéder autrement. La solution la plus simple qui se présente à l'esprit, consiste à se mettre dans les conditions de la radioscopie, et à remplacer l'œil humain par un appareil cinématographique, c'est-à-dire à cinématographier directement l'écran fluorescent.

La fluorescence d'un écran spécial, frappé par les rayons X, ne donne, en effet, qu'une lumière très faible, et l'appareil cinématographique ordinaire, en cela bien inférieur à l'œil humain, est absolument incapable de l'enregistrer.

On peut, à la vérité, augmenter cette luminosité en accroissant l'excitation de l'ampoule émettrice, et par suite l'intensité du rayonnement X. Des essais avaient été tentés en France dans ce sens, dès 1924, par MM. Lamon et Comandon. Pour pouvoir impressionner la pellicule avec l'appareillage cinématographique qu'ils possédaient alors, ces deux savants utilisaient une intensité d'excitation de 200 milliampères. Mais, sous une pareille intensité, les ampoules ne résistaient plus et « claquaient » au bout de quelques secondes seulement. En outre, fait plus grave, le corps humain supportait encore plus mal le rayonnement X intense

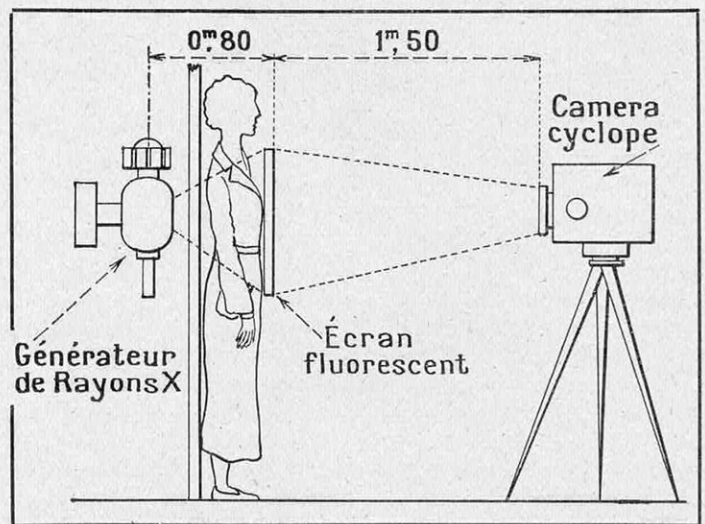


FIG. 2. — SCHÉMA MONTRANT COMMENT S'EFFECTUE UNE « PRISE DE VUE » RADIOCINÉMATOGRAPHIQUE

On voit, à gauche, le trajet des rayons X et, à droite, celui des rayons lumineux qui impressionnent le film dans la camera.

qui le traversait. Il ne pouvait donc être question de généraliser une telle méthode. En pratique, il est nécessaire de se cantonner à des intensités normales comprises entre 12 et 18 milliampères, suivant les organes observés, et qui permettent, sans danger de « radiodermite » pour le sujet, des prises de vues durant plus d'une minute.

On est donc amené, pour résoudre le problème posé — c'est-à-dire réaliser une prise de vues à la cadence normale de 25 à la seconde, — à agir sur les trois données qui jouent dans toute opération photographique :

1° Augmenter l'éclaircissement du sujet, c'est-à-dire la luminosité de l'écran, sans, bien entendu, accroître son excitation par les rayons X. A cet égard, les nouveaux écrans au tungstate de baryum sont intéressants ;

2° Augmenter la « sensibilité » des émulsions cinématographiques employées. On sait que l'on est arrivé récemment à préparer des émulsions, dites « panchromatiques », beaucoup plus rapides que toutes les autres ;

3° Augmenter l'ouverture de l'objectif de l'appareil (1).

Or, à l'heure actuelle, avec les écrans fluorescents les meilleurs et les pellicules panchromatiques les plus rapides, il est encore nécessaire d'avoir un objectif dont l'ouverture soit de l'ordre de $F : 0,5$. C'est ce problème optique, la réalisation d'un tel objectif, que le docteur Djian vient de résoudre brillamment.

L'objectif du docteur Djian

Si l'on songe que les bons objectifs des appareils photographiques courants ont une ouverture de l'ordre de $F : 5$, la fabrication

(1) Rappelons que l'ouverture d'un objectif photographique est caractérisée par le rapport entre le diamètre de ses lentilles et sa longueur focale. Voir *La Science et la Vie*, n° 214, page 335.

d'un objectif d'une ouverture de $F : 0,5$, c'est-à-dire cent fois plus lumineux (1), apparaît comme une gageure.

En fait, les meilleurs opticiens n'étaient arrivés, jusqu'à présent, à obtenir que des ouvertures de l'ordre de $F : 1$, (2) c'est-à-dire quatre fois moins lumineux. Et encore leurs qualités optiques étaient-elles des plus médiocres. On sait, en effet, qu'un bon objectif photographique doit posséder les qualités suivantes :

Etre anastigmatique, c'est-à-dire donner d'un point une image qui soit un point, ou tout au moins une tache de faibles dimensions ;

Etre aplanétique, c'est-à-dire que l'image d'un plan perpendiculaire à son axe soit plane. Dans le cas qui nous occupe, l'image de l'écran fluorescent doit s'appliquer complètement sur la pellicule ;

Etre rectilinéaire, c'est-à-dire que l'image d'une ligne droite doit être également une ligne droite ;

Enfin être corrigé de l'achromatisme : les diverses radiations lumineuses ayant des longueurs d'ondes différentes sont réfractées différemment par les

diverses lentilles qui forment l'objectif, et celles-ci doivent être combinées de manière que l'image d'un point lumineux se forme toujours au même endroit, quelle que soit la longueur d'onde de la lumière émise.

Dans la pratique, ces quatre conditions, qui offrent souvent des exigences contradictoires, sont extrêmement difficiles à concilier pour les objectifs à grande ouverture. On admet qu'en utilisant des lentilles sphériques ordinaires, il est absolument impos-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 214, page 335.

(2) L'appareil de MM. Lamon et Comandon, dont nous avons relaté ci-dessus les expériences, avait un objectif dont l'ouverture était de $F : 1,55$, c'est-à-dire environ neuf fois moins lumineux que celui du docteur Djian.

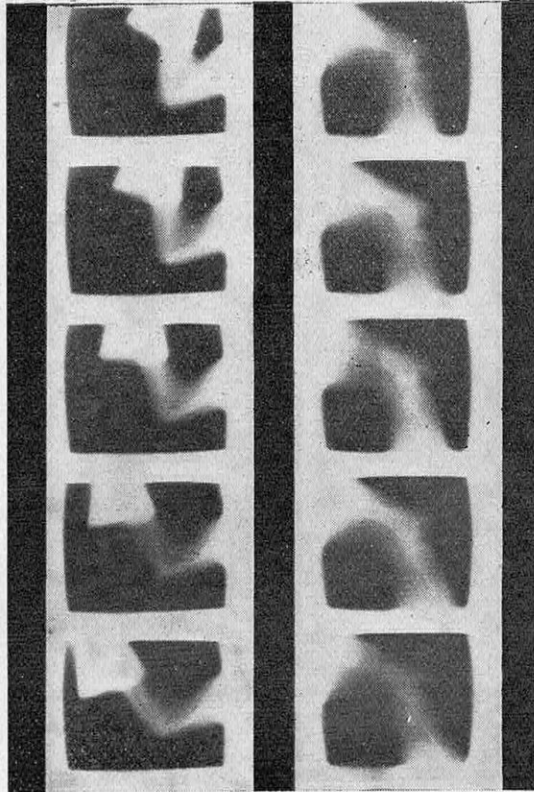


FIG. 3. — FILMS RADIOGRAPHIQUES DU COUDE (A GAUCHE) ET DU GENOU (A DROITE)

sible de dépasser une ouverture de $F : 0,75$.

C'est en se basant sur ces données que le docteur Djian, s'écartant résolument des sentiers battus, a créé un objectif muni d'une lentille « asphérique » disposée entre deux lentilles sphériques. Cette lentille asphérique, formée par l'accolement de plusieurs couronnes sphériques de courbures différentes, possède néanmoins une partie centrale sphérique, si bien que lorsqu'on diaphragme jusqu'à $F : 0,75$, les rayons lumineux ne traversent que cette partie centrale. L'objectif est donc sphérique

Il est ainsi devenu possible d'enregistrer tout ce qui était autrefois du domaine de la spectroscopie, par exemple l'examen des voies digestives, grâce au passage à travers ces voies de « bouillies » au bismuth, opaques aux rayons X, etc.

L'enregistrement radiocinématographique pouvant être examiné par le médecin à tête reposée, ou même plusieurs fois de suite, on voit quel apport précieux cela peut constituer pour chercher un diagnostic. D'autre part, au point de vue de l'enseignement, la projection de films radiocinématographiés

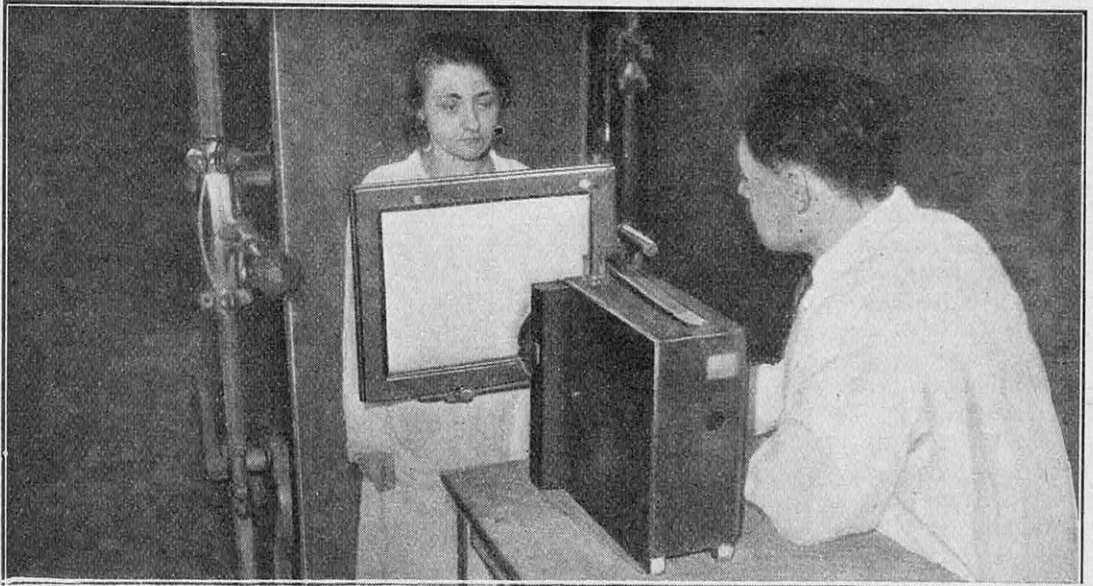


FIG. 4. — COMMENT ON ENREGISTRE UN FILM RADIOGRAPHIQUE DU THORAX
L'ampoule à rayons X est derrière le sujet. Devant la poitrine est disposé l'écran fluorescent.

jusqu'à $F : 0,75$, et asphérique entre $F : 0,75$ et $F : 0,53$, ouverture maximum.

Ses qualités optiques sont excellentes pour l'emploi auquel on le destine : il est partiellement corrigé de l'achromatisme, — en fait, il n'est pas nécessaire qu'il soit achromatique pour toutes les longueurs d'ondes, car la lumière émise par l'écran fluorescent ne contient qu'une partie du spectre lumineux, et il suffit que la correction soit effectuée pour les radiations qui la composent.

Grâce à cet objectif, le docteur Djian, au moyen d'un appareil de prises de vues analogue aux appareils usuels dont il a simplement supprimé l'obturateur, a pu cinématographier, à la cadence normale de 24 images par seconde, le mouvement du cœur, le mouvement des diverses articulations, etc. La projection de cet enregistrement se fait dans les conditions habituelles.

présente un intérêt de tout premier ordre.

Mais les résultats déjà remarquables obtenus seront très certainement améliorés sous peu.

Le docteur Djian estime, en effet, qu'il est possible, en suivant ses méthodes, de créer des objectifs dont l'ouverture atteindrait $F : 0,43$, c'est-à-dire une fois et demie plus lumineux que le sien. En outre, les écrans luminescents se perfectionnent sans cesse, ainsi que les émulsions photographiques. En créant des émulsions spécialement sensibles aux radiations émises par les écrans, on arrivera à obtenir des cadences d'images très supérieures à 24 par seconde, permettant de réaliser le radiocinéma « au ralenti », avec tout ce que cela représente de possibilités d'observations et de recherches scientifiques. C'est une nouvelle branche de la physiologie expérimentale qui s'offre à nos savants.

Y. LEIMARCH.

CE QUE L'AUTOMOBILE DOIT AUX PROGRÈS DES PNEUMATIQUES

Par Henri TINARD

On peut dire, sans exagération, que l'évolution des pneumatiques (1) dans le monde a transformé l'industrie des transports. Les progrès réalisés depuis la guerre sont considérables, et si l'emploi de l'automobile de tourisme et du véhicule industriel est aujourd'hui généralisé, c'est à la résistance des enveloppes et chambres à air, fabriquées d'après les derniers procédés de la technique, qu'on le doit. Mais nous estimons qu'il y a encore mieux à faire dans cette voie. Quand on constate, par exemple, la magnifique endurance des « pneus » établis pour les courses et les records, on est en droit de se demander si les fabricants ne pourraient pas faire beaucoup plus pour les enveloppes livrées en grande série. Rien ne s'oppose, en effet, en y mettant le prix, — grâce à la sélection des gommés, au choix des mélanges, à la qualité des toiles, à la technique spéciale de la saturation de gomme des fibres de coton (2), — à la fabrication des enveloppes pouvant « durer » 80.000 kilomètres ! Mais, au contraire, il semble que la politique commerciale de certaines firmes consiste, surtout en France, à livrer à la clientèle, des pneus d'un prix moyen, d'une qualité moyenne et d'une durée moyenne... Il est vrai que, si l'usager change ainsi plus souvent d'enveloppes, en fin de compte, il ne débourse pas davantage, si on rapporte le total des sommes dépensées au kilométrage parcouru. Dans le domaine du pneu, comme ailleurs, on cherche aujourd'hui à baisser les prix aux dépens de la qualité, et finalement chacun en a pour son argent. Mais, pour éclairer l'opinion, il faudrait, à notre avis, monter sur des machines d'essais (3) les pneumatiques en concurrence, afin de comparer les résultats sur des enveloppes identiques, mais provenant de marques et de pays différents. Y a-t-il beaucoup de fabricants qui consentiraient à subir de telles épreuves scientifiquement comparées et ouvertement contrôlées pour renseigner la clientèle ?... Dans l'étude qui suit, notre collaborateur, après une enquête minutieuse et impartiale auprès des spécialistes de cette vaste industrie, expose les progrès accomplis et esquisse ceux qui restent encore à faire.

L'IDÉE de garnir les roues des véhicules avec des bandages pneumatiques remonte à quelque cinquante années. Appliquée timidement, à l'origine, à des engins légers et peu rapides, des tricycles à pédales, notamment, elle devait bientôt se révéler étonnamment féconde, et s'imposer dans tous les domaines de la locomotion où il est fait usage de roues. Aujourd'hui, la bicyclette, l'automobile, l'avion... et la brouette font appel au pneumatique, comme à l'élément de liaison entre le véhicule et

le sol répondant le mieux aux exigences de la pratique.

Dans le cas de l'automobile, qui nous intéresse spécialement ici, il n'est pas exagéré de dire que cet instrument de locomotion, appelé à modifier si profondément les conditions de la vie humaine, n'aurait pas pu être réalisé sans le pneumatique. Rivaux de ce dernier, des systèmes de roues élastiques virent le jour en grand nombre, mais leur poids, leur complication, leur fonctionnement bruyant, et surtout leur souplesse et leur robustesse très inférieures à celles du pneumatique, les rendirent inapplicables pour les déplacements confortables et sûrs, à grande vitesse ; à l'heure actuelle, ils sont, pour la plupart, tombés dans l'oubli.

Le pneumatique est donc resté le maître incontesté de la situation, et les progrès de sa fabrication ont suivi les progrès de la construction automobile. Parfois même, ils les ont devancés. Sans remonter à l'époque héroïque où le pneumatique constituait

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 178, page 313.

(2) Le procédé dit *gum dipping* est destiné à réduire l'échauffement du pneu, l'une des principales causes d'usure.

(3) Il existe plusieurs sortes de machines pour mesurer la résistance à l'usure de la bande de roulement des pneus. Nous avons décrit ici (voir *La Science et la Vie*, n° 178, page 316) l'une de ces machines. Il en existe une autre, installée récemment en France, qui porte le nom de « machine d'abrasion ». Elle permet d'étudier scientifiquement, au laboratoire, l'usure « sur route » des bandes de roulement des pneumatiques, de sélectionner les matières premières entrant dans leur fabrication, de surveiller leur traitement.

l'un des points les plus faibles de la voiture à moteur, non seulement par sa courte durée, mais encore par les soins incessants qu'il demandait (l'arrosage à l'eau fraîche dès qu'il donnait des signes d'échauffement et de fatigue, par exemple), on peut mesurer les mérites du pneu actuel en le comparant simplement au pneu de 1914. Ces mérites se manifestent dans la durée, qui les résume tous. Quand, il y a vingt ans, un pneu « faisait » 2.000 kilomètres, voilà dix ans, il se montrait capable, toutes choses égales, d'ailleurs, de parcourir 12.000 kilomètres et, aujourd'hui, il supporte, dans des conditions analogues, un trajet de 25.000 kilomètres.

Sans entrer dans des considérations qui sortiraient du cadre de cet article, ces simples chiffres nous permettent de comprendre que l'industrie du pneumatique est maintenant une industrie très évoluée, au point qu'il devient difficile d'envisager pour elle, à l'avenir, des améliorations fort importantes, de l'ordre de celles enregistrées dans un passé encore proche. Les spécialistes estiment même que si le pneumatique n'a pas atteint le maximum de longévité, on prolongera néanmoins davantage son existence par une meilleure utilisation, qui découlera de l'éducation de l'utilisateur, que par les perfectionnements de la technique proprement dite.

Quoi qu'il en soit, les progrès considérables que nous avons concrétisés par la durée sont dus, naturellement, aux améliorations apportées à l'étude et aux méthodes de fabrication du pneumatique. Pour en saisir toute la portée et apprécier à leur vraie valeur les difficultés surmontées, il faut d'abord connaître les caractéristiques essentielles que doit posséder un pneumatique pour satisfaire aux exigences du service qui lui est demandé.

Qu'est-ce qu'un pneumatique ?

Tout le monde sait qu'un pneumatique se compose de deux parties : la chambre à air et l'enveloppe. Les fonctions bien distinctes dévolues à chacune de ces parties sont, en général, assez bien connues aussi, tout au moins dans les grandes lignes. La chambre à air est une enceinte renfermant de l'air sous pression ; elle possède la souplesse qui lui permet de se modeler aux inégalités du sol ou, suivant une expression imagée, de « boire l'obstacle ». L'enveloppe est le corset, robuste et souple tout à la fois, qui contient la chambre à air — dont la naturelle tendance est d'enfler exagérément sous l'effet de la pression interne — et assure sa protection contre les mille attaques du revêtement routier.

Mais cette définition sommaire des deux éléments du pneumatique, si elle est presque suffisante pour la chambre à air, ne donne qu'une idée très incomplète des caractéristiques que doit présenter l'enveloppe pour répondre aux conditions de l'utilisation pratique.

La chambre à air

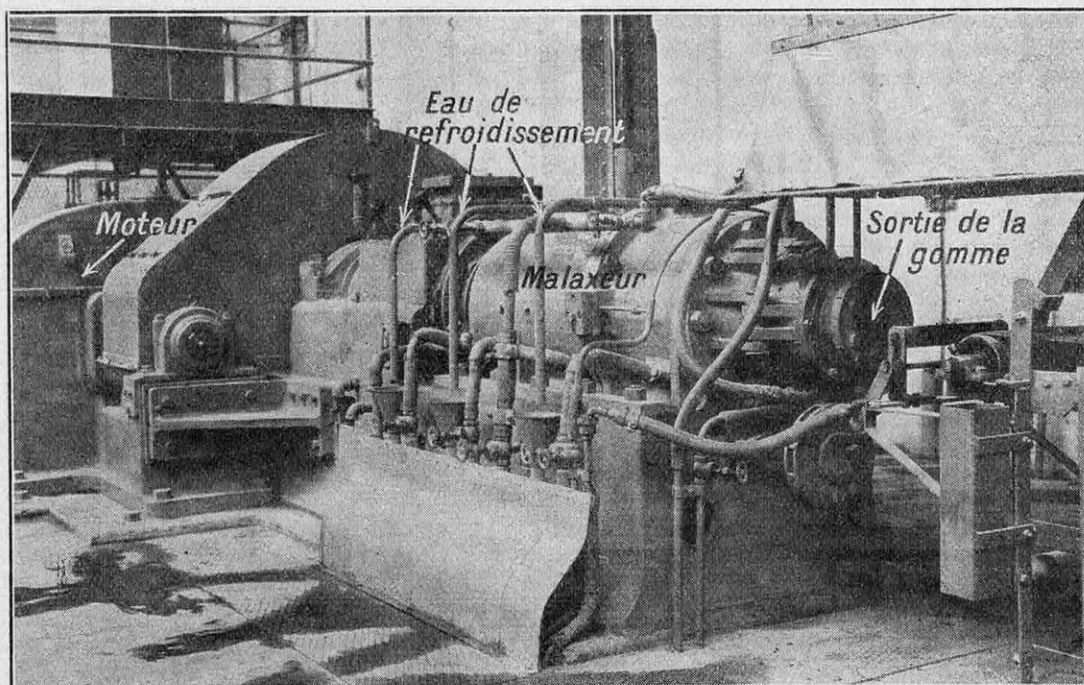
A la chambre à air, on demande avant tout d'être un réservoir d'air parfaitement étanche. Néanmoins, il faut qu'elle soit extrêmement « plastique » pour épouser exactement l'espace qui lui est offert entre la jante de la roue et l'enveloppe et aussi pour subir sans fatigue les incessantes déformations et les retours à la position primitive qui lui sont infligés dans son service.

Grâce à l'emploi de caoutchouc spécialement traité, on est parvenu à diminuer beaucoup la porosité des parois des chambres à air : le gonflage, pour ramener la pression à la valeur normale, s'impose ainsi moins fréquemment. Par ailleurs, la souplesse, ou plus exactement la conservation de la souplesse, a été nettement améliorée, et les atteintes du temps, sous la forme du durcissement du caoutchouc, sont devenues beaucoup moins redoutables. Enfin, le procédé de façonnage du tore qui constitue la chambre à air a été perfectionné. On emploie maintenant un moule en forme d'anneau, de telle sorte que cette chambre à air se trouve avoir la courbure voulue pour prendre correctement place entre la jante de la roue et l'enveloppe. Les plis qui se produisaient dans la partie en contact avec la jante, avec les chambres à air moulées sur un cylindre, par les anciens procédés, disparaissent entièrement et, avec eux, les risques de détérioration de la paroi de caoutchouc.

En somme, les qualités à exiger de la chambre à air sont assez peu nombreuses et relativement faciles à obtenir. Il en est tout autrement de l'enveloppe, dont le rôle est bien plus complexe.

L'enveloppe

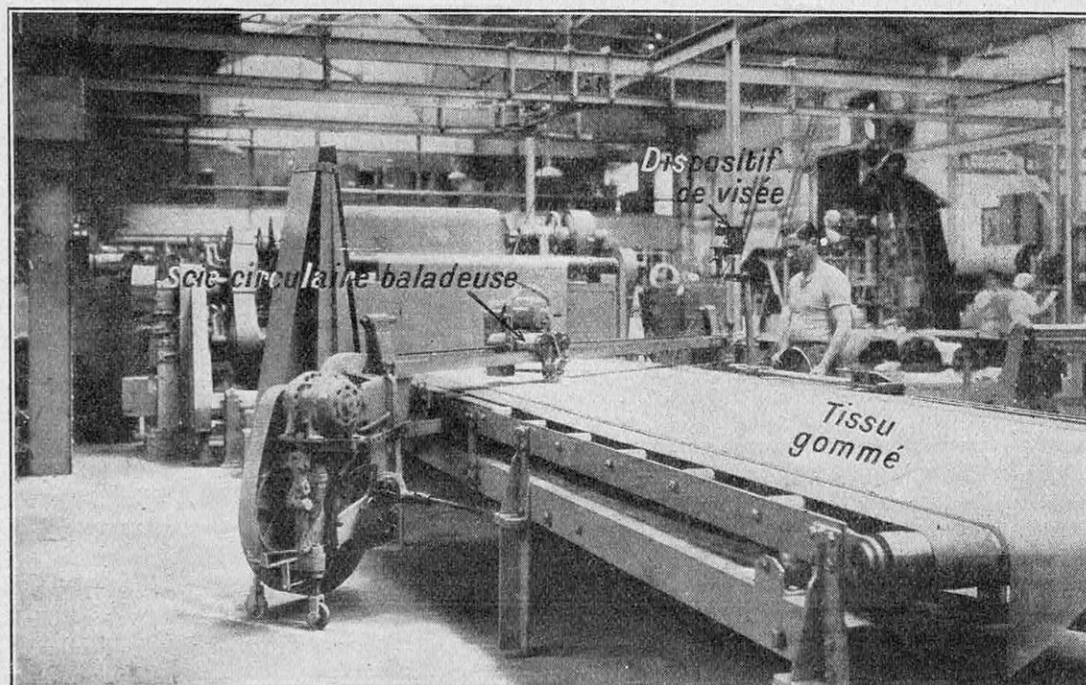
La chambre à air n'a pour ainsi dire pas d'efforts mécaniques à supporter, alors que l'enveloppe, au contraire, véritable lien entre le véhicule et la route, est soumise à de rudes fatigues. Elle se compose d'une *carcasse* en fibre textile, recouverte, à la partie extérieure, d'une couche de caoutchouc dont l'épaisseur est maximum sur la partie médiane de l'enveloppe — partie qu'on appelle la *bande de roulement* parce qu'elle vient en



(Photo C. Neubert.)

FIG. 1. — MACHINE A MALAXER LE CAOUTCHOUC BRUT

Le groupe moteur de 250 ch placé à l'arrière actionne une vis hélicoïdale située à l'intérieur du cylindre horizontal. La gomme triturée une première fois sort par l'orifice de droite, à l'extrémité du cylindre. Les tuyauteries nombreuses, visibles au centre, sont des canalisations d'eau destinée à refroidir le cylindre. Le malaxage de la gomme produit, en effet, un échauffement de l'ordre de 150 degrés.



(Photo C. Neubert.)

FIG. 2. — MACHINE A COUPER EN BIAIS LE TISSU GOMMÉ

A droite, devant le conducteur et à la hauteur de sa tête, on distingue le dispositif optique qui fixe le repère permettant de placer la petite scie circulaire baladeuse pour le découpage du tissu au millimètre près.

contact avec le sol — et qui décroît jusqu'aux bords de l'enveloppe destinés à se loger dans la jante de la roue.

Examinons séparément ces différents éléments.

La carcasse en fibre textile doit posséder une grande souplesse, lui permettant de se déformer sans se déchirer, et cela en produisant des frottements internes aussi réduits que possible, de manière à éviter l'échauffement. Ce résultat est obtenu habituellement en juxtaposant les fils constituant la carcasse et en entrecroisant les différentes couches qui forment cette dernière. Ces couches, ou nappes, sont indépendantes et noyées dans la gomme, ce qui leur laisse une liberté relative assez grande et leur permet de jouer les unes par rapport aux autres, sans engendrer de frottements nuisibles.

En ce qui concerne la robustesse de la carcasse, elle dépend du nombre des nappes et de la grosseur des fils. Elle est déterminée suivant les dimensions de l'enveloppe et la nature du travail qu'elle aura à accomplir, de façon à fournir une armature assez solide pour résister à l'éclatement et aux efforts de propulsion et de freinage du véhicule.

C'est également l'élasticité qui constitue la première des qualités à exiger de la bande de roulement. Il faut qu'elle puisse épou-

ser les aspérités de la route, la forme des pierres, etc., sans se déchirer. Mais cette élasticité ne doit pas être confondue avec la mollesse, car si les corps étrangers peuvent pénétrer dans une matière molle et s'en dégager sans y laisser d'empreinte, il n'en demeure pas moins que cette mollesse engen-

drerait une insuffisance de qualité mécanique qui se traduirait par une usure rapide de la bande de roulement. Il ne faut pas oublier que cette bande doit transmettre des forces considérables, puisque, en dernière analyse, c'est elle qui assure la propulsion et le freinage de la voiture par contact direct avec le sol.

Le problème qui s'est posé aux caoutchoutiers était loin d'être simple : il s'agissait d'allier à l'élasticité une résistance mécanique suffisante ; il fallait tenir compte, en outre, de l'inévitable échauffement, cause de ramollissement, que subit la bande de

roulement en raison des frottements sur le sol. Cette bande, en effet, ne roule pas rigoureusement sur le sol ; il se produit toujours des glissements, c'est-à-dire des frottements ; pour qu'il en soit autrement, il faudrait que la bande de roulement fût indéformable, ce qui n'est évidemment pas le cas de la pratique. Mais, malgré sa complexité, le problème, qui exige la conciliation de conditions opposées, a été résolu.

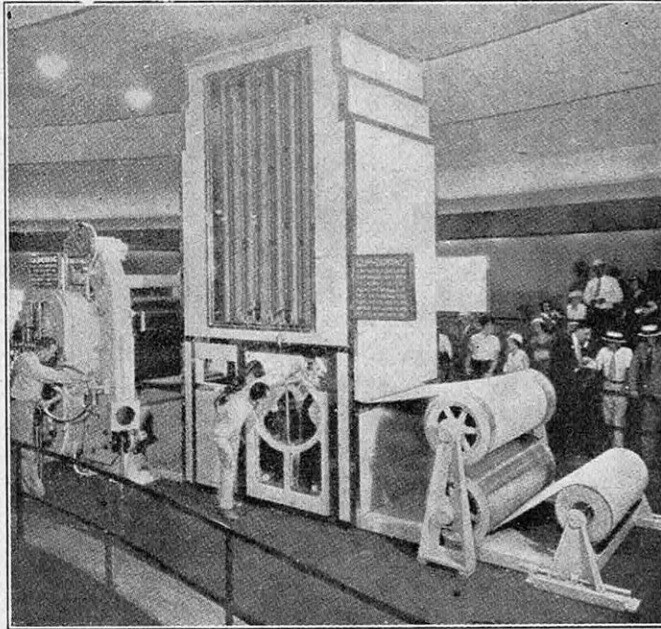


FIG. 3. — LA MACHINE AMÉRICAINE LA PLUS MODERNE POUR SATURER DE GOMME LES FIBRES EN COTON DES TOILES DE CARCASSE DES ENVELOPPES PNEUMATIQUES

L'échauffement du pneumatique croît avec la vitesse du véhicule, par suite du frottement des fibres des toiles de coton sous l'effet des fléchissements continus des nappes résultant des déformations de la bande de roulement, qui, littéralement, boit les obstacles. On a donc intérêt à isoler, par un enrobement de gomme, les fibres les unes des autres, pour éviter l'élévation de température qui provoque le vieillissement, donc l'usure de l'enveloppe. Les nappes de fibres, efficacement isolées dans un bain de gomme (« gum dipped »), permettent, au contraire, de réaliser un pneu plus flexible, plus résistant et, par suite, d'un plus grand kilométrage. La machine ci-dessus, qui figurait à l'Exposition de Chicago, a été inventée par la société américaine Firestone, qui créa le procédé du « gum dipping » unique au monde. On sait que cette marque est considérée comme l'une des meilleures aux Etats-Unis pour la fabrication des pneumatiques.

La préparation de la gomme, le choix judicieux du caoutchouc entrant dans sa composition, les coupages heureux de produits de diverses origines, — car il existe, pour le caoutchouc, des « crus », tout comme pour le vin, et il y a de bonnes années et de mauvaises années, — l'addition de charges de qualité éprouvée, enfin une cuisson appropriée ont permis de donner à la

— ils remontent à quelque dix ans — et poursuivis depuis lors n'ont pas orienté résolument les caoutchoutiers vers le latex comme matériau de base du pneumatique. Laissons donc de côté la composition de la bande de roulement pour passer à sa forme.

Cette forme demande à être étudiée avec le plus grand soin. Elle influe, en effet, de façon primordiale sur l'adhérence au

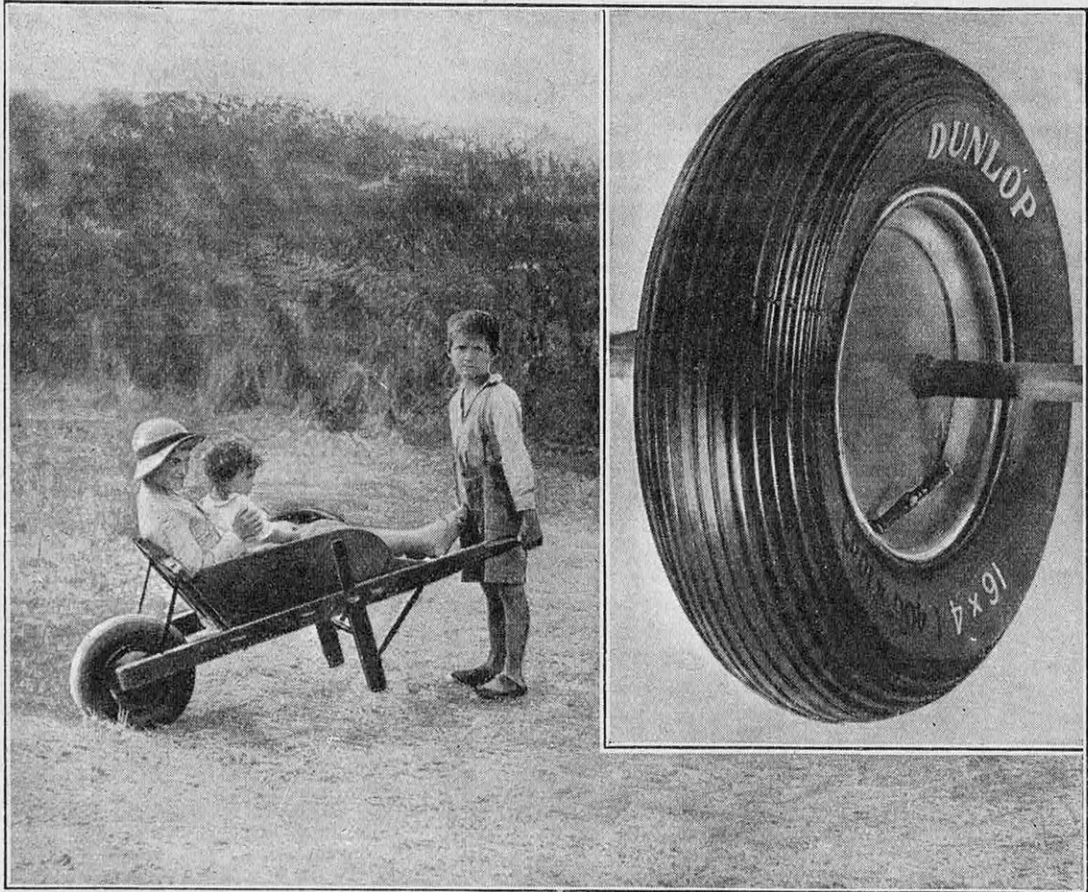


FIG. 4. — PNEU LÉGER POUR VÉHICULES AGRICOLES CIRCULANT SUR TERRAIN DUR

bande de roulement la souplesse, la résistance à l'usure, etc., qu'il semblait impossible d'obtenir il y a seulement quelques années. Il est permis, toutefois, de se demander si le *latex*, dont on parle beaucoup aujourd'hui, et dont le nom n'a pas été prononcé encore dans cette étude, ne serait pas de nature à développer encore ces qualités. En pratique, il semble que le latex, si intéressant pour certaines applications, ne s'impose pas dans la fabrication des pneumatiques. Certes, on ne peut, à cet égard, présager de l'avenir avec une assurance absolue, mais des essais effectués de longue date

sol et permet d'augmenter énormément l'adhérence qui résulte de la nature même de la gomme. La sécurité, due à la diminution des risques de dérapage, dépend ainsi, en définitive, du dessin de la surface portante des pneumatiques.

Ce dessin est parfois assez compliqué. Il n'a pas toujours donné des résultats exempts de critiques. C'est ainsi que certaines bandes de roulement devaient principalement leur adhérence à l'effet de ventouse qu'elles produisaient au contact du sol ; il en découlait une perte d'énergie due au « tirage » des pneumatiques, en même temps qu'un bruit

de sifflement aigu, surtout sur route mouillée, puisqu'alors l'effet de ventouse était plus accusé. Aujourd'hui, on est parvenu à obtenir une adhérence élevée dans un silence complet. Cette adhérence a été recherchée dans le plan des roues, pour éviter le dérapage par blocage de ces dernières sous l'effet du freinage et le dérapage par glissement des roues sous l'effet du couple

la surface présente des reliefs extrêmement accusés, véritables dents d'engrenages s'agrippant au sol comme sur une crémaillère.

Il reste maintenant à dire quelques mots des bords de l'enveloppe, qui servent de point d'appui sur la jante. Autrefois, les bords de l'enveloppe étaient rabattus sous forme de « talons » qui venaient de loger dans des gorges prévues à cet effet dans la jante. Cette



FIG. 5. — TRACTEUR AGRICOLE ÉQUIPÉ DE PNEUMATIQUES SPÉCIAUX A RELIEFS TRÈS ACCUSÉS POUR TERRAINS MEUBLES ET GRANDS EFFORTS DE TRACTION

moteur, mais elle n'a pas non plus été négligée dans le plan perpendiculaire à celui des roues, de façon à réduire la tendance au dérapage par amorçage d'un glissement latéral. Des arêtes vives données aux « sculptures » de la bande de roulement procurent ce double résultat. On a ainsi été amené à multiplier ces arêtes en pratiquant des fentes nombreuses dans la gomme, fentes exécutées après fabrication du pneu ou au cours même de cette fabrication, suivant la formule du pneu à « lamelles » récemment créé. Enfin, dans certains cas difficiles, pour rouler sur un sol très glissant ou recouvert de neige, on a mis au point des pneus dont

disposition simple ne procurait pas une sécurité suffisante, surtout lorsque le pneu était dégonflé : le déjantage était à craindre, avec les accidents qu'il peut provoquer. On a donc cherché à maintenir les enveloppes de façon plus sûre dans les jantes. C'est ainsi qu'on a été amené à fabriquer les enveloppes à tringles, dont les bords contiennent un toron de fils d'acier qui vient s'appliquer contre les bords intérieurs de la jante. Mais, par ce moyen, si la sécurité se trouve satisfaite, une difficulté se présente, qui réside dans le montage et le démontage des enveloppes, l'absence d'élasticité des tringles rendant ces opérations impraticables avec

les jantes pour enveloppes à talons. Il a donc fallu dessiner spécialement les jantes des roues pour enveloppes à tringles. Plusieurs dispositions ont été retenues. Nous signalerons le système *straight-side*, qui consiste en un rebord démontable de la jante permettant de laisser passer l'enveloppe, et le dispositif « à base creuse » — celui de la jante de bicyclette — qui consiste en une gorge ménagée dans l'axe de la jante et dans laquelle on loge les tringles de l'enveloppe, ce qui permet de disposer d'un jeu suffisant pour amener ensuite les tringles à leur place définitive, contre les joues intérieures de la jante.

Il n'a été question, jusqu'ici, que de l'évolution, considérée dans ses grandes lignes, de la fabrication du pneumatique proprement dite. Il est essentiel de dégager maintenant l'orientation prise par la technique du pneumatique, dont la répercussion n'a pas été moins heureuse : elle réside dans une augmentation des sections et une diminution des pressions.

Du pneu à haute pression aux pneus « ballon » et « super-ballon »

Pendant fort longtemps, les pneumatiques furent constitués par un boudin d'assez faible diamètre, gonflé à une pression élevée. Ce dispositif absorbait fort incomplètement les inégalités de la route, et le confort procuré était loin d'être parfait. Cependant, comme les vitesses atteintes couramment étaient modérées, cela ne présentait pas de gros inconvénients.

Aujourd'hui, le problème se pose tout différemment : on est à la fois plus exigeant sur le confort et plus désireux que jamais d'atteindre de grandes vitesses. Pour satisfaire à ces deux conditions assez opposées, on a été amené à augmenter la souplesse des pneumatiques, donc leur faculté d'absorption, et, pour cela, à faire appel à de plus grandes dimensions et, par suite, à des pressions de gonflage plus petites.

C'est ainsi qu'ont vu le jour les « pneus ballon » ou « confort », singulièrement plus gros et plus mous déjà que les pneus de jadis. Puis, plus récemment, les pneus « super-ballon » ou « super-confort », dont le nom indique suffisamment les caractéristiques essentielles par rapport aux types précédents.

Un premier avantage de l'abaissement des pressions et de l'augmentation des diamètres réside dans l'accroissement des surfaces de contact avec le sol, d'où résulte une diminution de la pression unitaire. Indépen-

damment de l'amélioration des gommages en vue d'une plus forte résistance de l'usure, cette diminution de la pression unitaire contribue aussi à prolonger la durée des enveloppes.

Par ailleurs, en ce qui concerne le dérapage, les pneus « mous » offrent l'avantage de « s'accrocher », pour ainsi dire, au sol, leur surface portante, sous l'effet de la force centrifuge en virage, pouvant se trouver doublée grâce à l'aplatissement. Cependant, on objecte parfois que le fait d'avoir une pression unitaire moindre permet à l'eau de subsister entre la bande de roulement et la route, comme un véritable film lubrifiant, de sorte que le dérapage est favorisé. En pratique, la large surface « sculptée » judicieusement qui s'applique au sol, se montre mieux apte à entraver le dérapage que la bande étroite et dure du pneu à haute pression, et le phénomène d'expulsion du lubrifiant — l'eau, en l'espèce — est largement compensé par l'adhérence totale de la partie aplatie du pneu.

Mais en regard de ces avantages, il faut signaler quelques difficultés survenues à la suite de l'adoption des basses pressions, et qu'il a fallu surmonter.

Ces difficultés intéressent principalement la sécurité. On conçoit donc qu'elles n'ont pu être négligées.

En premier lieu, il s'agissait d'obtenir une fixation absolument sûre du pneu sur la jante ; même en cas de crevaison, le « déjantage » devait être évité et, en cours de marche normale, il fallait que le système d'accrochage se montre capable de résister aux efforts considérables imposés aux bords de l'enveloppe, notamment en virages, aux grandes allures. Les enveloppes à tringles, examinées plus haut, fournissent, à cet égard, toutes garanties.

D'un autre côté, la grande élasticité des pneus influe sur la tenue de route : le *shimmy* aux déplorables conséquences, est encore dans toutes les mémoires. Si on est parvenu à le vaincre, ce n'est pas là l'œuvre du fabricant de pneumatiques, mais du constructeur de voitures. Nous n'insisterons donc pas sur ce point. Nous nous contenterons d'observer que, dans l'état actuel des choses, le pneu « mou » constitue un progrès considérable.

Les perfectionnements apportés tant à la fabrication des pneumatiques qu'à leurs caractéristiques générales se traduisent, comme nous l'avons vu, par une augmentation très nette de la durée de service. Le bénéfice enregistré peut se manifester encore sous une autre forme : celle de la

dépense occasionnée par la consommation de pneumatiques pour un parcours donné, 1.000 kilomètres par exemple. On constate, d'après les tarifs actuels — encore qu'il soit assez difficile d'établir un chiffre exact car, suivant les marques, les prix portés aux tarifs varient dans une proportion allant jusqu'à 30 % — on constate, disons-nous, que les 1.000 kilomètres entraînent une dépense moyenne de 25 à 30 francs de pneumatiques. Toutefois, qu'il s'agisse de la détermination de la vie d'un pneu au moyen d'un kilométrage ou d'une valeur monétaire, il ne s'agit toujours que de chiffres *moyens* qui peuvent, naturellement, être dépassés, atteints ou non. Pour retirer le maximum de bénéfice de l'usage d'un pneu, il faut l'adapter aux conditions d'emploi et il est nécessaire de connaître les facteurs principaux qui déterminent son usure. Nous avons même observé, au début de cet article, que c'est sur une utilisation rationnelle du pneumatique que reposent les plus belles perspectives d'avenir quant à la prolongation de sa vie.

Pourquoi les pneus s'usent-ils ?

Les facteurs dont dépend l'usure des pneumatiques sont nombreux et, suivant les circonstances, chacun d'eux intervient avec un coefficient différent. L'importance de ces coefficients est considérable et explique pourquoi certains pneus s'usent anormalement vite alors que d'autres assurent un très long service. Voici les principaux d'entre eux :

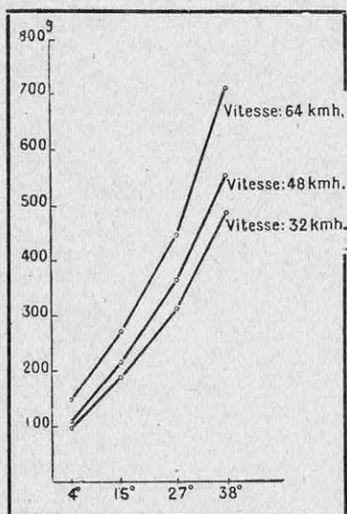


FIG. 6. — COMMENT VARIE L'USURE DES PNEUS (ÉVALUÉE EN GRAMMES) SUIVANT LA TEMPÉRATURE ET LA VITESSE MOYENNE

La nature et l'état du sol. — L'usure des pneus se produisant fatalement par abrasion, c'est naturellement la nature et l'état du sol qu'il convient de considérer en premier.

Les revêtements routiers les plus usants sont le cailloutis et le macadam de pierre dure, alors que les plus inoffensifs vis-à-vis

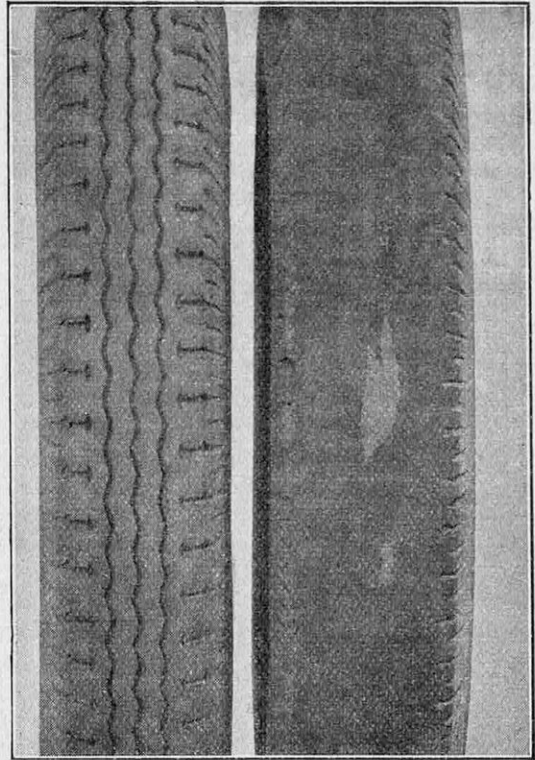


FIG. 7. — LES PNEUS S'USENT D'AUTANT PLUS VITE QUE LA TEMPÉRATURE EST PLUS ÉLEVÉE

Ces deux pneus ont accompli 15.000 kilomètres, sur une même voiture, sur un même itinéraire, avec le même chauffeur et à la même vitesse. Mais l'un d'eux a été utilisé en juillet-août 1933 (le plus usé), et l'autre en janvier-février 1933.

de la gomme sont le goudron lisse, le pavé de bois et la terre battue. Entre eux, on trouve des revêtements tels que le macadam de pierre tendre, la route goudronnée dont le goudron commence à disparaître, le ciment rugueux et le pavé de grès, dont l'action abrasive va en diminuant du premier au dernier. L'expérience a montré que, dans les mêmes conditions, l'usure est 1,32 fois plus rapide sur le ciment que sur le goudron et qu'elle peut atteindre, sur cailloutis de basalte, jusqu'à six fois sa valeur sur pavé de béton.

L'état d'entretien de la route a une répercussion du même ordre sur la durée des pneumatiques. Des essais comparatifs ont fait ressortir que, sur route macadam neuve, lorsque l'usure est deux fois plus rapide que sur route goudronnée neuve, elle devient, après deux ans de service de la route, trois fois plus rapide. Cela s'explique aisément par l'effet abrasif plus intense produit par une route semée de gravier et où les trous sont plus ou moins accentués et nombreux.

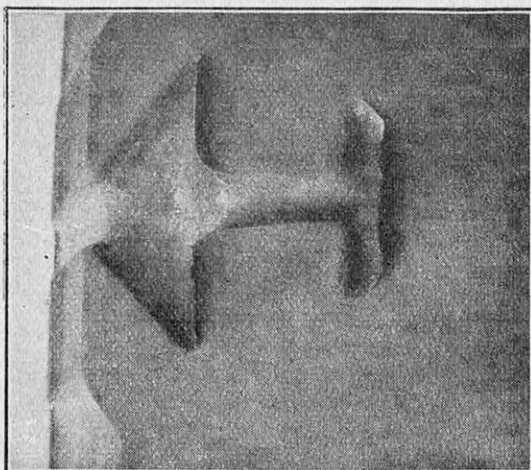


FIG. 8. — USURE ANORMALE PRODUITE PAR UN EXCÈS DE PINÇAGE

Le dessin de la route. — Le dessin de la route intervient dans l'usure des pneus par le profil en long et le tracé.

Les montées et les descentes imposent aux pneus des efforts de traction et de ralentissement plus importants qu'en palier ; elles supposent aussi des variations de régime (accélération et freinages) qui soumettent la bande de roulement à de rudes épreuves. Il en résulte des glissements tels que la route agit sur la bande de roulement comme une véritable râpe, au point de faire apparaître sur cette bande des « plats », lorsqu'il y a blocage des roues dans un freinage brutal.

L'expérience a permis d'établir que, sur route goudronnée, en montagne, l'usure était deux fois plus rapide que sur route goudronnée plate.

Les sinuosités de la route ont à peu près les mêmes conséquences, en raison des ralentissements qu'elles nécessitent et des accélérations ou « reprises » qui leur succèdent. Par ailleurs, la force centrifuge développée en virage occasionne une usure par glissements latéraux.

La température et l'humidité. — La température extérieure favorise ou contrarie, suivant sa valeur, l'échauffement de la bande de roulement, donc l'usure de cette dernière par ramollissement de la gomme. Celle-ci s'use d'autant plus vite que la température extérieure est plus élevée, et pour deux températures données, la variation dépend aussi de la nature du sol : la variation entre l'usure d'été et l'usure d'hiver est plus forte, en particulier, sur route macadam que sur route goudronnée. En gros, on peut

admettre que, pour un été moyennement chaud, l'usure sur route macadam est trois fois plus forte en été qu'en hiver et seulement deux fois sur route goudronnée. Par ailleurs, la vitesse, en produisant l'échauffement de la bande de roulement, contribue encore à accroître l'usure (voir graphique fig. 6).

En ce qui concerne l'humidité, son influence est plus complexe. L'eau, en jouant le rôle de lubrifiant, diminue le coefficient de frottement du pneu sur le sol et l'usure par abrasion est atténuée en proportion. Mais elle favorise les coupures et les perforations, les éclats de pierre, les clous pénétrant beaucoup plus facilement dans la gomme, tout comme l'outil mouillé que l'on emploie pour couper le caoutchouc : c'est encore un facteur de destruction du pneu qui entre en jeu.

Les caractéristiques de l'essieu directeur de la voiture. — Parmi les caractéristiques de l'essieu directeur, c'est le pinçage des roues qui a le plus d'importance au point de vue de l'usure (voir graphique fig. 9). Le pinçage est nécessaire pour la stabilité de la

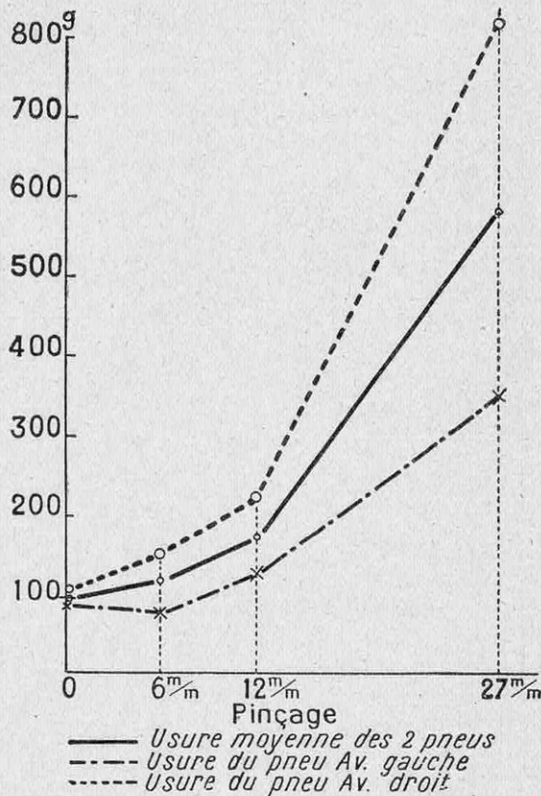


FIG. 9. — COMMENT VARIE L'USURE DES PNEUS AVANT EN FONCTION DU PINÇAGE

La courbe en trait plein représente l'usure moyenne des deux pneus ; celle du bas correspond au pneu avant gauche, celle du haut au pneu avant droit.

direction et pour combattre la tendance des roues à « s'ouvrir » sous l'effet du déplacement du véhicule. L'ouverture (inverse du pinçage) a d'ailleurs des conséquences plus funestes et doit être évitée à tout prix. Quoi qu'il en soit, on a constaté, au cours d'essais rigoureux, que pour un kilométrage égal à 100 avec des roues avant parallèles, le kilométrage tombait à 83 avec des roues ayant un pinçage de 6 millimètres et à 57 avec un

que l'ouverture produit le phénomène inverse.

Les conditions d'utilisation des pneus et du véhicule. — Pour que les pneus accomplissent un long service, il faut qu'ils soient utilisés sous la charge et à la pression de gonflage pour lesquelles ils ont été prévus. On estime que la perte de gomme en poids aux 100 kilomètres est sensiblement proportionnelle à la charge du pneu ; toute surcharge est donc à proscrire.

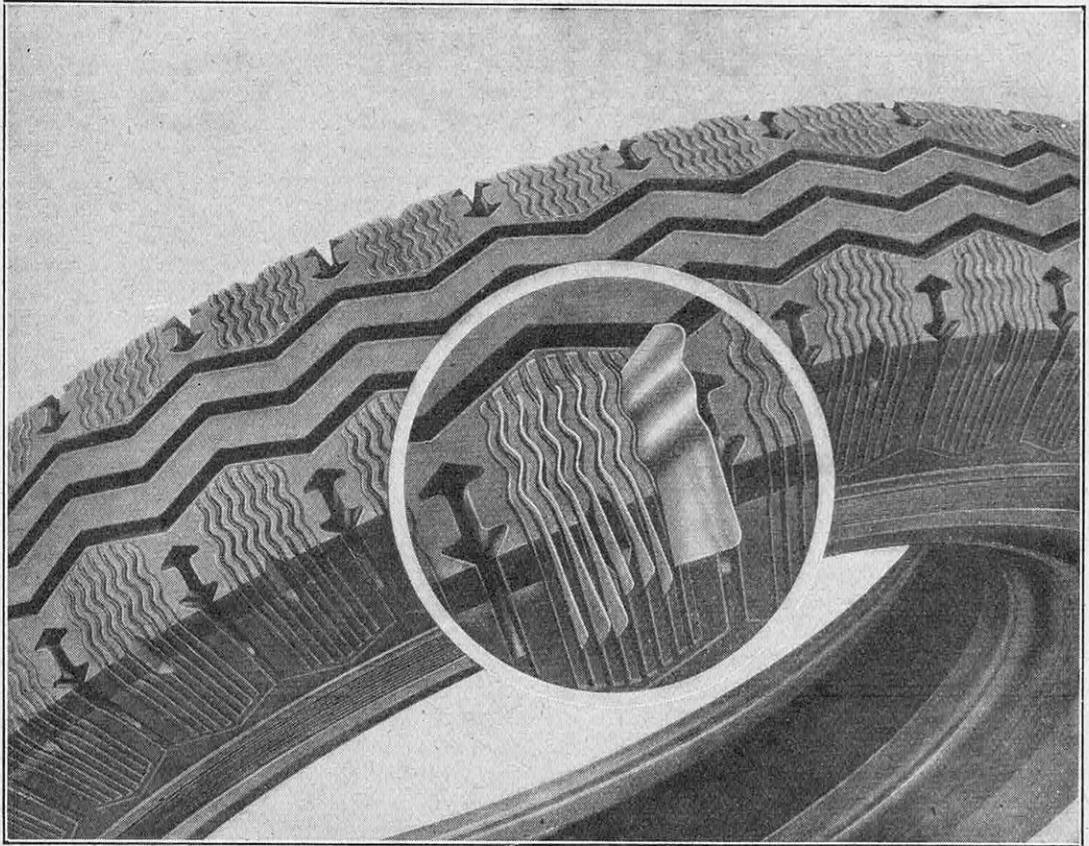


FIG. 10. - TYPE DE PNEU A LAMELLES SPÉCIALEMENT CONÇU POUR LES ROUTES GLISSANTES

pinçage de 12 millimètres. Ces chiffres montrent nettement le danger d'un pinçage supérieur à 6 millimètres. Pourtant, le pinçage nul est à déconseiller, car il permettrait l'ouverture, et une ouverture de 12 millimètres abaisserait le kilométrage à 50 par rapport à la base de 100, correspondant aux roues parallèles.

Le pinçage peut varier à l'usage, à la suite d'un choc violent subi par les roues avant. Une vérification au moyen d'appareils spéciaux permet de constater tout état anormal à cet égard. En outre, il est bon de savoir que le pinçage occasionne une usure plus rapide du pneu droit que du pneu gauche, alors

Quant à la pression de gonflage, elle a une influence non moins grande. Un excès de pression provoque une fatigue anormale des toiles et une diminution de la surface portante, c'est-à-dire une usure plus rapide de la gomme. Mais un défaut de pression est plus préjudiciable encore. Il se produit un échauffement exagéré par suite des frottements plus importants développés au cours des déformations plus accentuées, et l'on peut admettre qu'un « sous-gonflage » de 50% réduit la durée de la bande de roulement de 50%.

En ce qui concerne l'utilisation du véhicule, elle est caractérisée par les vitesses,

les accélérations et les ralentissements. Ces différents facteurs ont la même répercussion sur l'usure que ceux examinés plus haut au sujet du profil en long de la route. Ils se trouvent affectés d'un coefficient d'autant plus élevé que l'automobiliste conduit plus brutalement : un conducteur qui ménage sa voiture ne lui demande pas de brillantes accélérations, ni de grandes vitesses, et qui évite les coups de freins brusques ménage en même temps ses pneus.

D'après ce que nous venons de voir, on conçoit que le kilométrage d'un pneu est une chose essentiellement variable. Néanmoins, il est logique de chercher à bénéficier d'un kilométrage maximum et l'usager doit s'efforcer d'agir sur les facteurs d'usure pour les réduire le plus possible. S'il doit éviter les surcharges, maintenir la pression à sa valeur normale et conduire avec une modération qui n'exclut pas nécessairement la vitesse moyenne élevée, il ne peut modifier la nature du sol ni le dessin des routes. Pourtant, devant ces éléments, il n'est pas désarmé : le fabricant de pneumatiques a créé, en effet, les pneus spéciaux pour les divers usages, qui constituent les différents échantillons du pneu moderne.

Les pneus spéciaux

Les pneus spéciaux ont été réalisés en tenant compte des régions et des conditions dans lesquelles ils sont utilisés.

Pour les voitures lourdes et rapides, les pneus renforcés, doués, en outre, de réelles qualités antidérapantes, sont les pneus qui s'imposent.

S'il s'agit de circuler en terrains variés, dans la boue des mauvaises routes et dans

la neige des chemins de montagne, c'est un pneu à bande de roulement portant des saillies à haut relief qui convient.

Pour les voitures légères, le pneu de gros diamètre, à très basse pression, procure le confort sur les routes défoncées tout en résistant remarquablement à l'usure.

Dans le cas des itinéraires comportant principalement des chemins semés de cailloux tranchants, qui occasionnent la mort des pneus par coupures multiples de la bande de roulement, il faut choisir des pneus dont la bande de roulement soit précisément renforcée et étudiée pour résister au mieux aux coupures et à l'effet de râpe des sols irréguliers.

Enfin, si l'usager roule beaucoup en ville, il appréciera des pneus à très forte adhérence, les pneus à « lamelles » par exemple, bien que de tels pneus soient indiqués aussi pour les randonnées à grande allure sur route goudronnées ou asphaltées, dangereusement glissantes.

Naturellement, un pneu spécial ne peut accomplir un service de durée maximum que s'il est utilisé dans les conditions pour lesquelles il est prévu. Un pneu spécial pour routes râpeuses et coupantes, par exemple, ne donnera pas, sur routes goudronnées lisses, le prix de revient kilométrique le plus bas : le renforcement de sa bande de roulement, loin de lui être une aide, fatiguera anormalement sa carcasse et le fera mourir avant son heure.

Le pneumatique moderne est un pneu perfectionné : ses qualités réelles ne se manifestent que s'il vit dans le milieu pour lequel il a été créé.

HENRI TINARD.

La course d'endurance automobile des vingt-quatre heures du Mans, formule unique au monde, a surtout pour but de mettre en évidence les *qualités* d'ensemble du véhicule (mécanique, carrosserie, accessoires). On sait qu'elle repose sur la totalisation du plus grand nombre de kilomètres parcourus en un jour. La moindre défaillance de mise au point, le moindre arrêt handicape ainsi le concurrent. C'est donc la machine la plus régulière, la plus résistante et la plus rapide qui démontre ainsi sa « classe ». A ce point de vue, la construction anglaise, depuis des années, affirme sa valeur, et nous avons maintes fois répété que l'ingénieur anglais n'a pas de conception particulièrement originale (Rolls, par exemple), mais sait réaliser une voiture éprouvée, où le « fini » garantit la plus grande sécurité. Le circuit du Mans constitue en quelque sorte le banc d'épreuve de l'automobile de tourisme pour l'usager : 58 partants en 1935 ont laissé 50 % de déchets pour des causes diverses. Cela suffit à démontrer la sévérité de la sélection. La voiture victorieuse (Lagonda), de 4 litres de cylindrée, était un type de série à moteur sans compresseur alimenté au benzol pur, et couramment vendue en Angleterre 52.000 francs environ.

DE L'ÉQUILIBRAGE DES PNEUS DÉPENDENT ET LA TENUE DE ROUTE ET LA SÉCURITÉ DES AUTOMOBILES

Par J. LE BOUCHER

QUAND on a assisté à la fabrication d'un pneumatique moderne, qu'on a vu la gomme venue de Malacca, de Toug-Thanh, de Singapour, de Pedary, après de multiples transformations, devenir une chambre à air du plus beau rouge ou un pneu « à flancs blancs », on cherche, malgré soi, quels progrès pourraient encore être accomplis.

Les vitesses sans cesse accrues ont fait singulièrement évoluer les procédés de confection de la carcasse du pneu, des talons, de la bande de roulement, qui ont atteint une rare perfection. Pourtant, il est une chose que les fabricants de pneumatiques ne peuvent pas faire : c'est être à la place des usagers de la rouge au moment où ceux-ci changent leurs pneus. Or, dans ce cas, que se passe-t-il ?

L'automobiliste qui a acheté le pneu qui lui plaît, introduit la chambre à air en plaçant la valve n'importe où. En bref, il se moque de son équilibrage, parce qu'il ignore les inconvénients qui peuvent résulter d'un défaut de cet ordre.

Aux vitesses couramment atteintes par les voitures de série, ces inconvénients sont graves. Nous allons voir pourquoi.

Un système à axe horizontal est *équilibré* lorsque, abandonné dans une position quelconque, aucune masse ne tend à le faire tourner. Dans le cas contraire, il y a déséquilibre et la masse perturbatrice s'appelle le *balourd*.

Ici, le système tournant est composé de la roue avec son tambour de frein et du pneumatique avec sa chambre à air.

Roue et tambour de frein sont des organes métalliques qui ont été équilibrés, en principe, chez le constructeur. Mais le pneumatique ?

Il n'apparaît pas jusqu'ici qu'on se soit beaucoup préoccupé, sauf sur les voitures de course, de la perfection de son équilibrage.

Un pneumatique comporte déjà un grand nombre d'éléments assemblés. En outre, la meilleure chambre à air est nécessairement

frappée d'un *balourd* : c'est la valve métallique.

Le hasard peut faire que le balourd occasionnel du pneu et celui de la chambre à air se contrebalancent et tendent à s'annuler, comme aussi ils peuvent s'additionner. D'une manière générale, la valve constitue un balourd appréciable.

Lorsque les voitures roulaient à 80 kilomètres à l'heure et sur des roues de grand diamètre, ce balourd accroché sur la jante ne gênait pas la conduite de la voiture. Mais, de nos jours, où la vitesse de 80 kilomètres à l'heure est aisément dépassée, où les roues sont de diamètres réduits, et tournent à des régimes de l'ordre de 600 tours par minute pour une vitesse de 80 kilomètres à l'heure et de 1.050 tours pour une vitesse de 140 à l'heure, le problème de l'équilibrage devient primordial.

Le balourd, en effet, provoque de fortes réactions sur la direction de la voiture.

Supposons-le de l'ordre de 200 grammes, sur une roue du type courant :

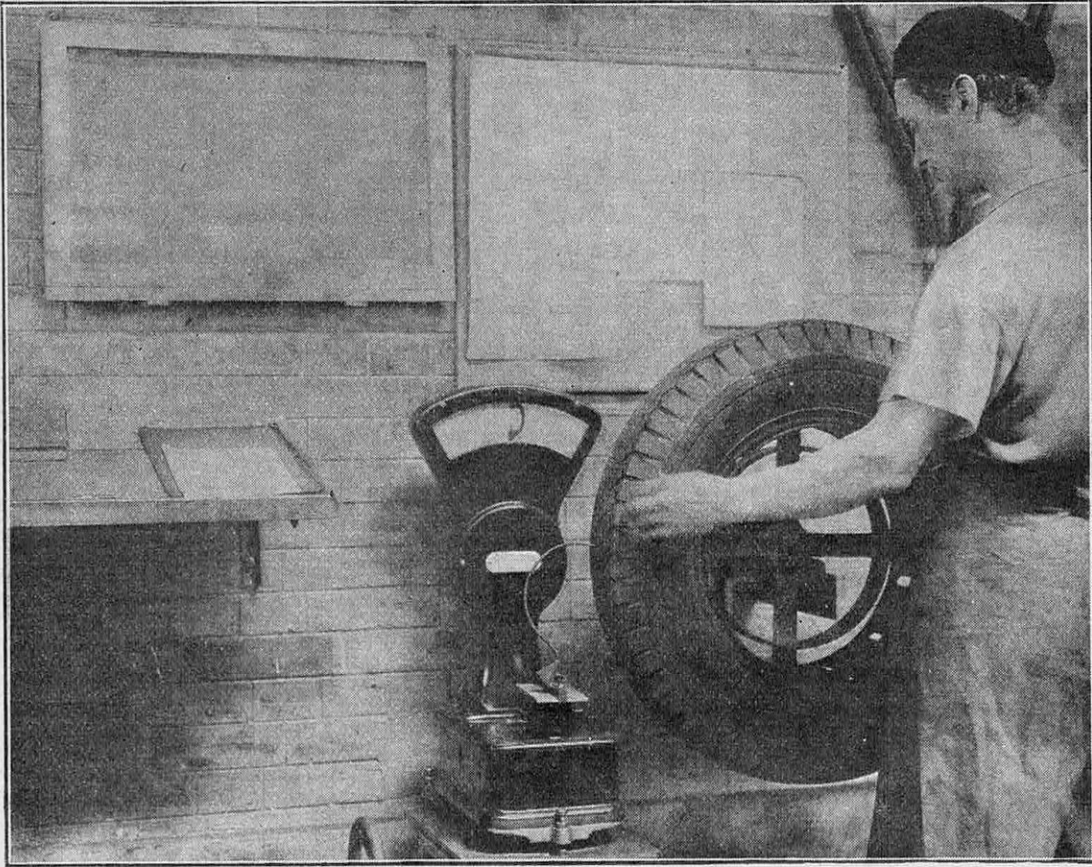
A 80 km à l'heure, la force centrifuge appliquée à ces 200 grammes atteint 35 kilogrammes ; à 100 km à l'heure, elle passe à 55 kilogrammes ; à 110 km à l'heure, à 80 kilogrammes ; à 120 km à l'heure, à 140 kilogrammes.

Les inconvénients qui résultent d'un équilibrage imparfait sautent dès lors aux yeux. Comment un poids de 80 kilogrammes, par exemple, fixé sur la bande de roulement d'un pneumatique avant, n'influerait-il pas sur le mécanisme de la voiture ?

La direction devient « flottante » et, par cela même, fatigante pour le conducteur. Elle peut même devenir dangereuse. Les roues vibreront et ces vibrations engendreront le « shimmy » si redoutable. Les organes de direction s'useront plus rapidement.

Enfin, et ce point est peut-être le plus grave de tous, il sera impossible d'effectuer un *réglage des freins parfait*.

La première au monde, la firme Goodrich-Colombes s'attaqua avec succès à ce pro-



(Photo Goodrich-Colombes.)

COMMENT S'EFFECTUE L'ÉQUILIBRAGE RIGoureux D'UN PNEUMATIQUE D'AUTOMOBILE

blème. Le balourd de toutes les chambres à air étant à peu près constant et connu en position (à la valve), la fabrication des pneus touristes a été modifiée et réglée pour que les balourds des pneus soient également à peu près constants.

Comme nous avons pu le voir au cours d'une visite effectuée dans les usines Goodrich-Colombes, la position du point lourd est alors déterminée sur chaque pneu au moyen d'une machine à équilibrer.

L'équilibrage du pneu et de sa chambre est alors parfait, mais cet équilibre parfait se trouverait automatiquement détruit si le

client montait son pneu sans précaution.

C'est pourquoi on imprime, juste à l'endroit diamétralement opposé au point lourd, une lettre V. C'est là et pas ailleurs que doit être placée la valve de la chambre à air.

Ainsi, plus de cause d'erreur dans un montage même rapide. Il est vraisemblable qu'avant peu tous les usagers, intéressés les premiers à la bonne tenue de route de la voiture, exigeront de leurs fabricants de pneus des équilibrages rigoureux.

Leur portefeuille s'en trouvera mieux ; leur confort également, sans oublier leur sécurité.

J. LE BOUCHER.

Le développement de l'électricité en France depuis la guerre est vraiment impressionnant. En 1919, la C. P. D. E. (organe de distribution à Paris) ne comptait encore que 100.000 abonnés. En 1934, elle en enregistrait environ 900.000. Dans ces conditions, on se demande pourquoi la tarification électrique n'a pas baissé davantage (1). Il est cependant un principe d'ordre économique qui s'applique à toutes les industries : le prix de revient doit baisser au fur et à mesure que la production augmente. Nous étudierons le problème en toute objectivité.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 210, page 466.



(Chantiers « Gusto ».)

CETTE GRUE FLOTTANTE, CONSTRUITE POUR UNE ENTREPRISE DE MARSEILLE, SOULÈVE, AUX ESSAIS, 540 TONNES
Une des plus puissantes du monde, cette grue à vapeur est destinée à la manipulation de gros blocs de béton pour la construction des mûles.

LE PUISSANT OUTILLAGE DES TRAVAUX MARITIMES

Par Charles LEBLANC

Au moment où les grandes nations industrielles poussent activement l'équipement national, notamment dans le domaine des grands travaux publics, il nous a paru opportun de montrer à nos lecteurs comment les appareils de levage les plus perfectionnés et les plus gigantesques sont mis en œuvre pour réaliser les magnifiques constructions maritimes modernes: ports et leurs avancées, grandes gares maritimes, môles, en un mot tout ce qui concerne l'aménagement des côtes pour le développement de la marine marchande. Nous avons rassemblé dans cet article quelques-uns des appareils mécaniques les plus récents utilisés tant en France qu'à l'étranger.

Les grands travaux maritimes, — établissement des ports, construction des jetées, des appontements, etc., — pour pouvoir être accomplis dans des conditions économiques favorables, exigent, à l'heure actuelle, un matériel énorme. Celui-ci fait, en quelque sorte, pendant aux gigantesques excavateurs (1). Mais les conditions du travail en mer ont des exigences particulières. C'est pour cela que l'on a été amené à créer des appareils de manutention flottants : grues, ponts roulants, etc., susceptibles de mettre en place des masses dépassant 500 tonnes. On conçoit facilement que le fonctionnement de ces engins exige des

précautions spéciales. Il faut, en particulier, assurer aux navires porteurs une stabilité suffisante pour qu'elle ne soit pas troublée par le lâcher de blocs de 500 tonnes.

A cet égard, de très belles réalisations ont été faites dans différents pays, en particulier en Italie et en Hollande.

Un pont roulant pouvant poser trois blocs de 450 tonnes

On a récemment établi, pour les travaux du port de Gênes, un pont roulant flottant, capable d'amener simultanément et de déposer successivement trois blocs de 450 tonnes chacun (voir la couverture du présent numéro). L'ensemble est porté par un pon-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 171, page 249.

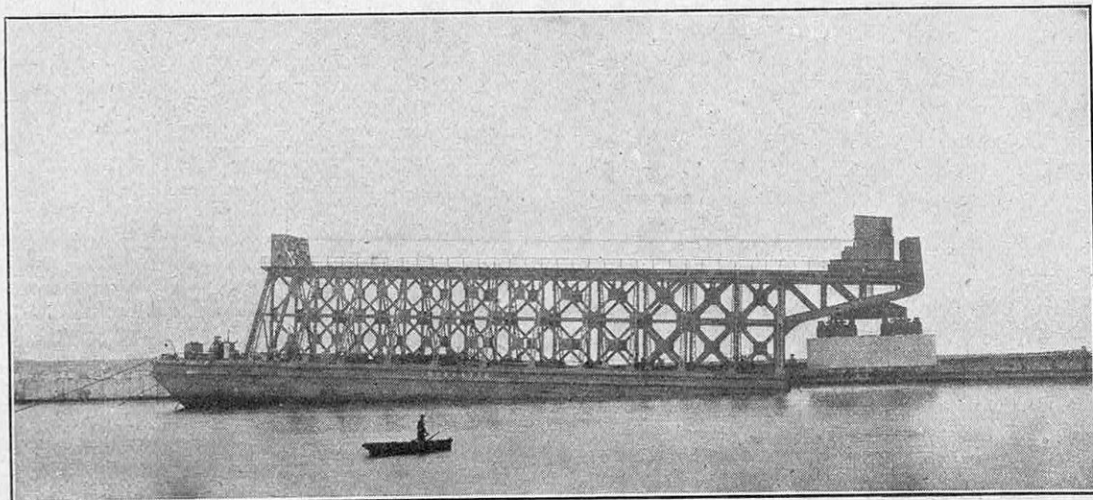


FIG. 1. — PONT ROULANT FLOTTANT, DE 63 MÈTRES DE LONG SUR 19 MÈTRES DE LARGE, ÉTABLI POUR LES TRAVAUX DU PORT DE GÈNES ET CAPABLE D'AMENER SIMULTANÉMENT ET DE METTRE EN PLACE SUCCESSIVEMENT TROIS BLOCS DE BÉTON DE 450 TONNES

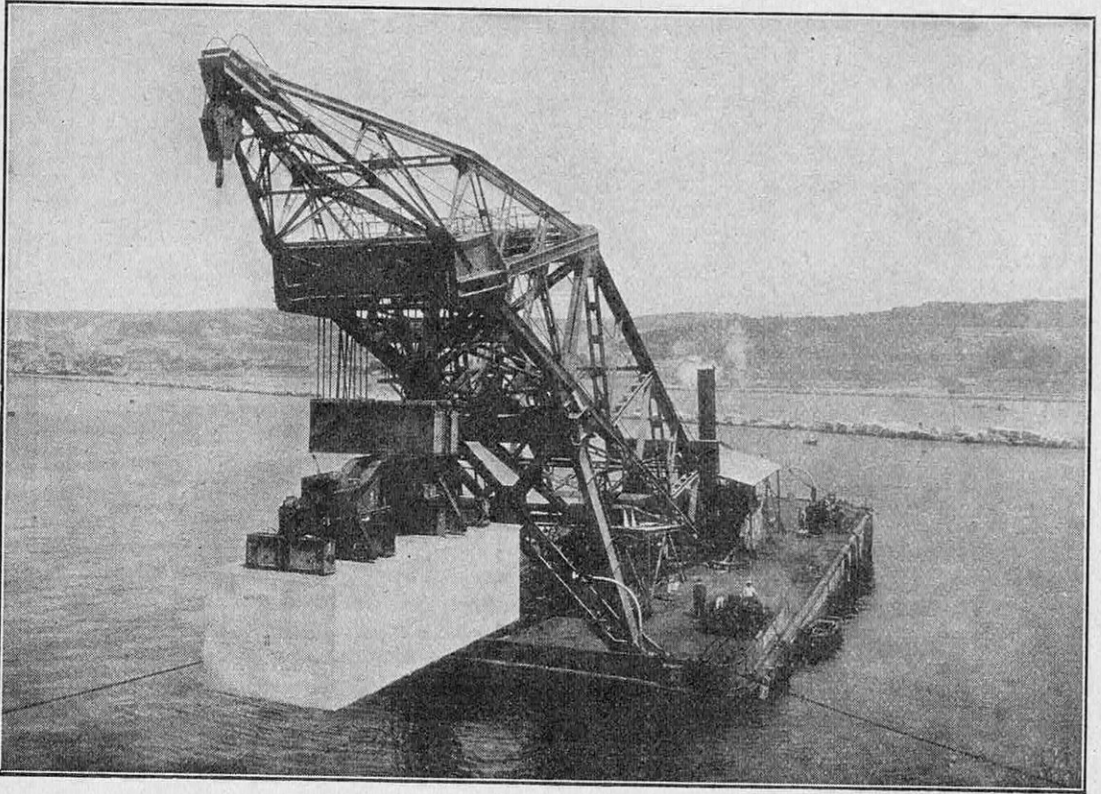


FIG. 2. — GRUE FLOTTANTE ÉTABLIE POUR UNE ENTREPRISE DE MARSEILLE, SOULEVANT UN BLOC DE 350 TONNES ACCROCHÉ AU PALONNIER. CETTE GRUE POSSÈDE, EN OUTRE, UN PALAN DE 65 TONNES DISPOSÉ A SON SOMMET

ton de 63 mètres de long sur 19 de large.

Pour la manutention des blocs, ainsi que pour tous les services auxiliaires du bord, le ponton est doté des dispositifs électromécaniques les plus modernes.

La station génératrice comprend un groupe électrogène principal, constitué par un moteur Diesel « Savoia Man » à 4 temps, à simple effet, à injection mécanique.

A ce moteur Diesel, d'une puissance normale de 215 ch, est accouplé directement un alternateur d'une puissance de 170 kW, fournissant du courant triphasé sous 220 volts. C'est ce courant qui est utilisé pour actionner tous les organes servant à la manœuvre du ponton, ainsi qu'à la manutention des blocs. En outre, une petite génératrice auxiliaire à courant continu, de 5 kilowatts, alimente tous les circuits d'éclairage.

La partie la plus intéressante de l'appareillage électrique est, évidemment, celle qui permet de réaliser le mouvement de translation horizontale, ainsi que le soulèvement et l'abaissement des blocs. Elle comporte un treuil électrique à grande

puissance, capable de soulever la masse de 500 tonnes à une vitesse de 50 centimètres à la minute et de l'abaisser à une vitesse de 2 mètres à la minute, le mouvement de translation pouvant, de son côté, atteindre une vitesse de 5 m 50 à la minute. Un système de frein électromagnétique assure, par ailleurs, l'arrêt instantané des mouvements verticaux ou horizontaux.

Les grandes grues flottantes

A côté de ces ponts roulants, où tout se fait électriquement, il existe également des grandes grues flottantes, permettant de manutentionner des blocs de dimensions analogues. Les figures ci-jointes représentent, en particulier, de grandes grues à vapeur, permettant de soulever des blocs de 500 tonnes. Ces grues sont, d'ailleurs, identiques, en ce qui concerne leur fonctionnement proprement dit, aux grues terrestres.

C'est grâce à cet appareillage moderne que les travaux des ports et des côtes peuvent être, aujourd'hui, réalisés, sans exiger une main-d'œuvre disproportionnée au résultat obtenu.

CH. LEBLANC.

LE GRAISSAGE RATIONNEL, FACTEUR DU SUCCÈS DU PAQUEBOT « NORMANDIE »

ON a répété et montré en détail que le paquebot *Normandie*, de la Compagnie Générale Transatlantique, est non seulement le plus rapide, mais encore le plus grand, le plus puissant, le plus somptueux et le plus sûr de tous les paquebots du monde (1).

Son déplacement de 67.500 tonnes, jamais réalisé, jusqu'à maintenant, sur un appareil flottant, sa vitesse dépassant 30 nœuds (plus de 55 kilomètres à l'heure) et l'ensemble de ses emménagements en font une merveille de l'art nautique, pour la réalisation de laquelle on a dû faire appel à presque toutes les branches de l'art de l'ingénieur :

— L'Ingénieur des Constructions navales, pour réaliser des formes et des dimensions de coque inconnues jusqu'à ce jour, afin d'obtenir la plus faible résistance à l'avancement et la plus grande vitesse avec le meilleur rendement économique ;

— L'Ingénieur des Constructions mécaniques, pour construire ces puissantes turbines, ces innombrables auxiliaires portant la vie dans les coins les plus reculés du navire, ces immenses appareils évaporatoires donnant la considérable quantité de vapeur nécessaire pour produire les 160.000 ch utilisés pour la propulsion du paquebot géant ;

— L'Ingénieur des Constructions électriques, pour réaliser cette puissante centrale électrique de 160.000 ch et assurer leur distribution non seulement pour leur utilisation ordinaire de lumière et d'usages domestiques, mais encore et surtout pour la commande des hélices de dimensions inusitées, qui font déplacer cette masse impressionnante de 67.500 tonnes à la vitesse non moins impressionnante de plus de 15 mètres à la seconde. Tout cela avec toutes les qualités primordiales réclamées en marine, c'est-à-dire la sécurité absolue de fonctionnement et la souplesse de manœuvre ;

— L'Ingénieur des Installations intérieures, qui a pu mettre au point toute cette immense ville flottante pouvant loger, soigner, nourrir, plus de 2.000 passagers, sans compter l'état-major, l'équipage et tout le personnel de service, avec le plus grand confort, un luxe de bon goût et le maximum de sécurité.

L'Art dans toutes ses manifestations (peinture, marbrerie, ébénisterie, décoration,

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 216, page 511.

verrerie, serrurerie, etc.) a été également mis à contribution.

En résumé, le paquebot *Normandie* est l'une des plus belles réalisations du Génie, de l'Art et du Goût français, dont tout le pays et en particulier l'Industrie française doivent être fiers.

Un détail d'importance

Si les résultats espérés ont été obtenus et même dépassés, on ne peut s'empêcher de songer que cette réussite pouvait être à la merci d'un détail négligé.

Quel pouvait être le « grain de sable » qui aurait pu détruire toutes ces espérances ?...

L'absence, par exemple, pendant de courts instants, durant la marche, d'une mince pellicule d'huile d'une épaisseur inférieure à 1/10^e de millimètre aurait eu pour conséquence immédiate le tragique échauffement réduisant à néant tous les espoirs.

On peut donc dire qu'une très mince épaisseur d'huile appropriée a fait flotter les puissantes machines de la *Normandie* et, par suite, le navire lui-même.

On conçoit très bien que les constructeurs des appareils principaux de la Société Générale des Constructions Electriques et Mécaniques Alsthom, les constructeurs du navire (la Société des Chantiers et Ateliers de Saint-Nazaire-Penhoët) et la Compagnie Générale Transatlantique se soient assurés cette sécurité primordiale et indispensable en utilisant les produits qui leur ont paru les plus convenables. Les huiles « Gargoyle D. T. E. », de la *Vacuum Oil Company S.A.F.*, ont été choisies à cet effet.

La machinerie de la « Normandie »

Rappelons brièvement le fonctionnement de la machinerie du grand paquebot :

Machines : Choix du mode de propulsion. — Pour assurer la propulsion d'un navire tel que la *Normandie*, deux types d'appareils moteurs pouvaient être envisagés : le moteur Diesel ou la turbine à vapeur.

Etant données les puissances à mettre en jeu (de l'ordre de 160.000 ch), la technique actuelle, dans la construction des moteurs Diesel, ne permettait pas de s'arrêter à ce genre d'appareil.

En ce qui concerne la turbine, qui devait donc obligatoirement être retenue, deux solutions également étaient possibles : on

sait, en effet, que les bons rendements, pour les turbines à vapeur, sont obtenus par des vitesses de rotation élevées ; par contre, c'est l'inverse qui se produit pour les hélices assurant la propulsion.

Il est donc nécessaire, lorsqu'on choisit pour appareil moteur la turbine à vapeur, de prévoir un intermédiaire permettant, pour avoir une solution économique, de réduire la vitesse entre l'arbre moteur et l'arbre porte-hélice.

Un moyen classique consiste à interposer entre les deux arbres un réducteur de vitesse à engrenages.

Un moyen plus nouveau, et qui a été adopté pour la *Normandie*, consiste à entraîner par les turbines à vapeur des alternateurs producteurs de courant, et de débiter ce courant dans des moteurs électriques directement accouplés sur les arbres porte-hélices.

Le rapport des nombres de pôles des alternateurs et des moteurs permet d'obtenir la différence de vitesse voulue entre l'arbre moteur et l'arbre porte-hélice.

Au point de vue rendement, les deux solutions sont équivalentes ; mais de nombreuses considérations militent en faveur de la propulsion électrique pour le cas d'un navire comme la *Normandie*. Parmi elles, nous retiendrons surtout les suivantes : diminution des bruits (ce qui est très important pour un navire à passagers) ; réduction de longueur des lignes d'arbre ; réversibilité de la marche des moteurs électriques (ceci permet de battre en arrière à toute puissance, ce qui n'est pas possible avec la propulsion par turbines à engrenages, où l'on est obligé de disposer de turbines de marche arrière dont la puissance est toujours considérablement inférieure à la puissance disponible en marche avant) ; enfin, lorsqu'on dispose de plusieurs lignes d'arbres, la propulsion électrique permet d'alimenter, par exemple, deux lignes d'arbres par le même alternateur, d'où une marche plus économique que si l'on est obligé de réduire l'allure des turbines actionnant deux lignes d'arbre.

Les problèmes de graissage posés

Le graissage se fait par circulation d'huile sous pression, c'est-à-dire que l'on se trouve dans les meilleures conditions pour l'obtention du graissage dit parfait ; autrement dit, il y a toujours interposition, entre les tourillons et les paliers, d'un film d'huile continu.

Il est bien évident que, pour obtenir la formation et le maintien de ce film d'huile, il faut choisir un lubrifiant ayant une adhérence et une viscosité appropriées, d'une part aux pressions dans les paliers, d'autre part aux vitesses tangentielles des tourillons, et enfin, aux dimensions et au jeu des paliers.

Pour que l'exploitation présente le maximum de sécurité et le minimum de dépenses en lubrifiant, ceci impose à ce dernier de satisfaire à un certain nombre de conditions :

a) Etant donné que l'huile en service est exposée à des rentrées d'eau douce du fait de la condensation sur les arbres de la vapeur provenant des fuites des boîtes étanches, et à des introductions d'eau de mer toujours possibles par suite de fuites accidentelles au réfrigérant d'huile, il est indispensable qu'elle présente un coefficient de *désémulsibilité* très élevé.

Cette condition est primordiale, car, dans le cas où une huile à turbine n'a pas cette qualité, elle forme, en présence de l'eau, une émulsion dangereuse pour le fonctionnement et la bonne conservation des paliers.

En outre, l'existence d'une émulsion d'huile et d'eau augmente considérablement la rapidité d'oxydation du lubrifiant. Ceci se traduit, au bout d'un temps de service relativement court, par la formation de boues, exposant à des dangers très graves, tels que l'obturation des conduites de graissage, et nécessitant des vidanges partielles onéreuses ;

b) Le lubrifiant circule dans un circuit fermé dans lequel il est appelé à être brassé avec de l'air, à être porté à des températures assez élevées et à être mis en présence de produits étrangers, tels que l'eau par exemple, ainsi que nous venons de le voir.

Ces conditions réunies sont de nature à provoquer l'usure de l'huile par oxydation ; il est donc indispensable, dans le but de maintenir le plus longtemps possible le lubrifiant en service, que ce dernier présente une résistance élevée à l'oxydation ;

c) Ainsi que nous venons de le voir, l'huile est soumise à des températures relativement élevées ; il faut donc, du point de vue graissage proprement dit, que, à ces températures, la « tenue » de l'huile soit suffisante pour assurer une lubrification efficace.

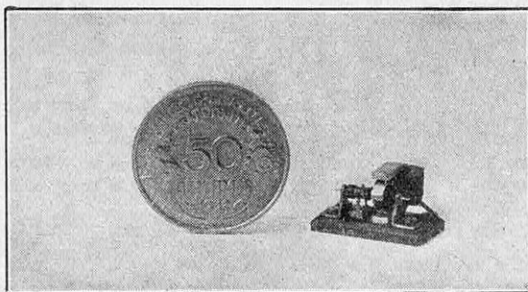
Nous retenons donc de ce qui précède qu'un lubrifiant destiné à assurer le graissage des différents matériels doit posséder les qualités suivantes : coefficient de désémulsibilité élevé ; forte résistance à l'oxydation ; haute résistance aux températures rencontrées en service.

C'est à la suite d'essais concluants, entrepris aux usines, sur les machines, avant qu'elles ne soient placées à bord du paquebot, que l'huile « Gargoyle D. T. E. Oil Heavy Medium », de la *Vacuum Oil Company S. A. F.*, a été choisie d'un commun accord par les ingénieurs de la Société Générale de Constructions Electriques et Mécaniques Alsthom, de la Société des Chantiers et Ateliers de Saint-Nazaire-Penhoët, et de la Compagnie Générale Transatlantique.

Tous les automobilistes qui utilisent l'huile « Gargoyle Mobiloil » apprendront avec plaisir que c'est la *Vacuum Oil Company S. A. F.*, productrice des huiles « Mobiloil » pour l'automobile, qui a été choisie comme fournisseur exclusif pour toutes les huiles de graissage destinées au paquebot *Normandie*.

LE PLUS PETIT MOTEUR ÉLECTRIQUE DU MONDE

On admire volontiers ce que l'homme construit de plus grand, de plus puissant, de plus rapide. Mais ne peut-on également rendre hommage à l'ingéniosité et à l'habileté de véritables artistes qui parviennent à établir, au prix d'une longue patience, des machines en miniature, fonctionnant exactement comme celles construites à l'échelle industrielle? C'est le cas de M. Stéphane Boullier, technicien-horloger, qui, dans les ateliers des usines *Lip*, à Besançon, a construit entièrement le petit moteur électrique représenté ci-contre, à côté d'une pièce de 50 centimes, en grandeur naturelle. Si l'on songe que son poids total, socle compris, ne dépasse pas 0 gr 9, on ne peut qu'admirer ce travail.



LE MOTEUR ÉLECTRIQUE EN VRAIE GRANDEUR

Voici quelques données sur ce moteur : il est monté sur un socle en ébonite de 13 millimètres de long, 7 millimètres de large, 1 mm 5 d'épaisseur. Ce moteur, du type série (c'est-à-dire que l'enroulement inducteur est en série sur l'induit), fonctionne sous une tension de 4 volts et tourne à 2.000 tours-minute. Entièrement démon-

table, il comprend vingt-sept pièces. Le stator, pièce de fer doux, de section rectangulaire, en forme d'U, comprend le bobinage maintenu par deux flasques de cuivre. Le rotor possède deux bobines diamétralement opposées ; son diamètre est de 3 mm 5. Le collecteur est constitué par deux lames seulement, isolées par deux pièces en ébonite. L'arbre en acier mesure 8 millimètres de long et porte sur deux pivots de 0 mm 3 de diamètre, dont l'un, de 2 millimètres de long, peut recevoir à son extrémité une hélice ou un pignon denté. Les lames des balais, délicates à établir pour assurer un bon contact sans freiner le mouvement, sont extrêmement minces.

Evidemment, ce moteur ne peut constituer qu'une curiosité, son faible rendement ne permettant guère une utilisation pratique par suite des frottements, des pertes magnétiques et de l'échauffement ; mais il témoigne de l'habileté du technicien-horloger, qui a réussi à le mettre au point pour qu'il tourne d'une façon parfaite

V. R.

AVIS IMPORTANT

Nous tenons à la disposition de nos abonnés et lecteurs l'emboîtement nécessaire à la reliure du tome XLVII (1^{er} semestre 1935), qui comprend les nos 211 à 216 inclus), contre la somme de 5 francs pris à nos bureaux ; 5 fr. 50 franco pour la France et les Colonies ; 7 fr. 50 pour l'étranger.

Pour se procurer en outre la table des matières du 1^{er} semestre 1935, qui vient de paraître, il y a lieu d'ajouter 1 franc aux prix ci-dessus.

Enfin, nous possédons encore quelques dizaines d'exemplaires de la table générale des matières des vingt premières années de *La Science et la Vie*, qui constitue un véritable dictionnaire scientifique. Son prix est de 20 francs pris à nos bureaux ; franco, 22 fr. 95 pour la France et les colonies ; 25 francs pour l'étranger.

CHEZ LES ÉDITEURS ⁽¹⁾

Ceux d'Alsace, par le lieutenant-colonel *Reboul*. Prix franco : France, 32 fr. 50 ; étranger, 37 francs.

Notre distingué collaborateur vient de publier un magnifique ouvrage sur l'Alsace, dont la documentation ne le dispute qu'à la présentation. L'Alsace, y affirme-t-il à juste titre, est la terre des conflits éternels. C'est sur ce thème que l'auteur a merveilleusement

(1) Les ouvrages annoncés dans cette rubrique peuvent être adressés par LA SCIENCE ET LA VIE, au regu de la somme correspondant aux prix indiqués.

situé les forces en présence et « la lutte pour la France », après avoir rappelé les caractéristiques géographiques qui ont conditionné l'histoire de l'Alsace, surtout depuis la Révolution. Cette histoire n'est, en somme, que la résultante de l'opposition des éléments français et de la germanisation, d'où l'alternance des périodes politiques qui se succèdent trop fréquemment dans ce pays trop souvent bouleversé. Ce beau livre, si vigoureusement illustré, si lumineusement écrit, du colonel *Reboul* est un hymne à l'Alsace française.

La doctrine de guerre du général Douhet, par le colonel P. Vauthier. Prix franco : France, 19 fr. 75 ; étranger, 22 fr. 50.

Lorsque la doctrine de guerre formulée par le général Douhet vit le jour, il y a quelques années, elle eut en France, comme ailleurs, un retentissement considérable. Elle modifiait, en effet, du tout au tout nos conceptions tactiques et stratégiques sur la guerre aérienne. Le colonel d'artillerie Vauthier présente la critique de cette doctrine moderne d'une façon magistrale.

Le général italien est le seul, suivant le maréchal Pétain lui-même, qui ait su établir un système qui soit à la fois solidement charpenté dans l'ensemble et poussé dans le détail. Depuis dix ans, ces travaux ont contribué à édifier nos conceptions rationnelles sur l'emploi des forces aériennes tendues vers « le rendement maximum ». Ce livre intéresse non seulement les spécialistes, mais encore tout esprit cultivé avide de comprendre l'évolution des méthodes de guerre des temps nouveaux.

Les grandes régions géologiques du sol français, par Léon Bertrand, professeur à la Sorbonne et à l'École Centrale. Prix franco : France, 16 fr. 75 ; étranger, 19 fr. 50.

L'histoire de la formation du sous-sol de la France constitue un véritable film scientifique susceptible d'intéresser même les

profanes. Le savant professeur Bertrand a su, dans cet ouvrage, présenter un exposé scientifique des résultats essentiels acquis à ce jeu, grâce aux recherches de nombreux spécialistes qui se sont préoccupés d'accroître nos connaissances géologiques pour mieux connaître la structure de notre pays.

Écrit dans un style agréable et accessible à tous, ce volume, d'environ 300 pages, complète utilement la série des livres déjà publiés dans la *Bibliothèque de Philosophie scientifique*, qui n'en est plus à compter les bons ouvrages.

Le ménage simplifié ou la vie en rose, par Paulette Bernège. Prix franco : France, 16 fr. 60 ; étranger, 19 fr. 50.

Voici un joli titre et un joli volume, rédigé par notre collaboratrice Paulette Bernège, dont la culture philosophique n'enlève rien à sa science pratique des arts ménagers.

Ouvrages reçus :

Le Bureau International des Applications de l'Aluminium vient de publier une plaquette, fort bien documentée et fort bien illustrée, sur les applications de l'aluminium dans les industries chimiques et alimentaires. On sait la place que ce métal a pris dans l'économie moderne, où il présente tant de qualités, aussi bien pour la résistance que la légèreté. Ses applications sont multiples dans l'industrie, et nous avons exposé dans *La Science et la Vie* la plupart d'entre elles.

N. D. L. R. — Dans l'article sur les textiles artificiels, paru dans notre dernier numéro (juillet 1935), page 24, deuxième paragraphe de la colonne de droite, nous avons mentionné que « la résistance mécanique des fils de viscose était à l'état humide particulièrement faible ». M. Raymond Lévy, auteur de cette étude si documentaire, nous prie de signaler que la phrase suivante : « Dans certains cas, elle (la résistance) atteint celle de l'acier si on la rapporte au millimètre carré de section », s'applique à la soie.

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 —

Pour les pays ci-après :

ÉTRANGER

Afghanistan, Australie, Bolivie, Chine, Danemark, Etats-Unis, Grande-Bretagne et Colonies, Iles Philippines, Indes Néerlandaises, Irlande, Islande, Italie et Colonies, Japon, Norvège, Nouvelle-Zélande, Palestine, Pérou, Rhodésia, Suède.

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.

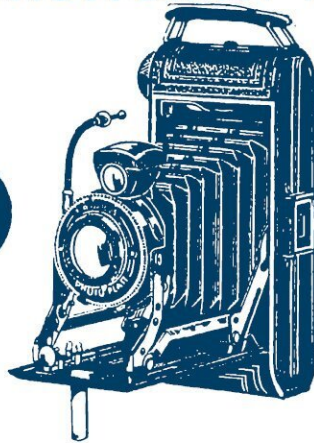
« LA SCIENCE ET LA VIE » — Rédaction et Administration : 13, rue d'Enghien, Paris-X^e
CHÈQUES POSTAUX : 91-07 PARIS

INOUI !!
LE "SPORTÈX" 1935
100 POUR 100 FRANÇAIS
ANASTIGMAT 1 : 4,5

6x9
195

FRANCS

ou 8
 Mensualités
 de 27 Fr.



6 1/2x11
240

FRANCS

ou 8
 Mensualités
 de 33 Fr.

LIVRÉ AVEC SAC EN CUIR **GRATUIT** aux Acheteurs payant comptant

Avec son obturateur à retardement vous pourrez
VOUS PHOTOGRAPHER VOUS-MÊMES.

Son **Anastigmat** super-lumineux "**SPLENDOR**" 1 : 4,5 vous
 permettra **D'OPÉRER PAR TOUS LES TEMPS !**

C'est le plus réduit des appareils automatiques.
 Se charge en plein jour avec des pellicules de
 8 poses de n'importe quelle marque.

EN VENTE (avec carte de **GARANTIE de 2 ANS**, faculté d'échange et manuel d'instructions)

EXCLUSIVEMENT PAR LES ÉTABLISSEMENTS

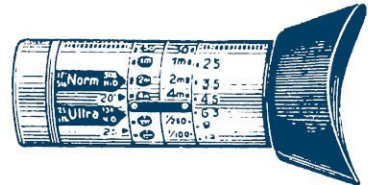
PHOTO-PLAIT

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

SUCCURSALES {
 142, Rue de Rennes - Paris (Montparnasse)
 104, Rue de Richelieu - Paris (Bourse)
 15, Galerie des Marchands (rez-de-ch.) gare St-Lazare
 6, Place de la Porte-Champerret - Paris (17°)

un magnifique **CADEAU** : valeur 50 Frs !!

A l'occasion des **FÊTES DE PARIS** et
jusqu'au 14 juillet, les Établissements **PHOTO-PLAIT** offriront à tout acheteur d'un **APPAREIL PHOTO-PLAIT** d'au moins 250 frs un superbe **PHOTOMÈTRE "LIOS-SCOP"** (modèle ci-contre) qui leur permettra de réussir tous leurs clichés.



CATALOGUE PHOTO-CINÉMA 1935

GRATIS ET FRANCO

Pol Roger

Toutes les marques en stock : **KODAK, ZEISS-IKON**
AGFA, VOIGTLANDER, LEICA, ROLLEIFLEX,
LUMIÈRE, PATHÉ-BABY, etc.

Expéditions en province à domicile
 franco de port et d'emballage

WEEK-END

cigarettes goût anglais

REGIE FRANÇAISE - CAISSE AUTONOME D'AMORTISSEMENT

