

Conditions d'utilisation des contenus du Conservatoire numérique

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

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

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

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

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

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

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

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

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

NOTICE BIBLIOGRAPHIQUE

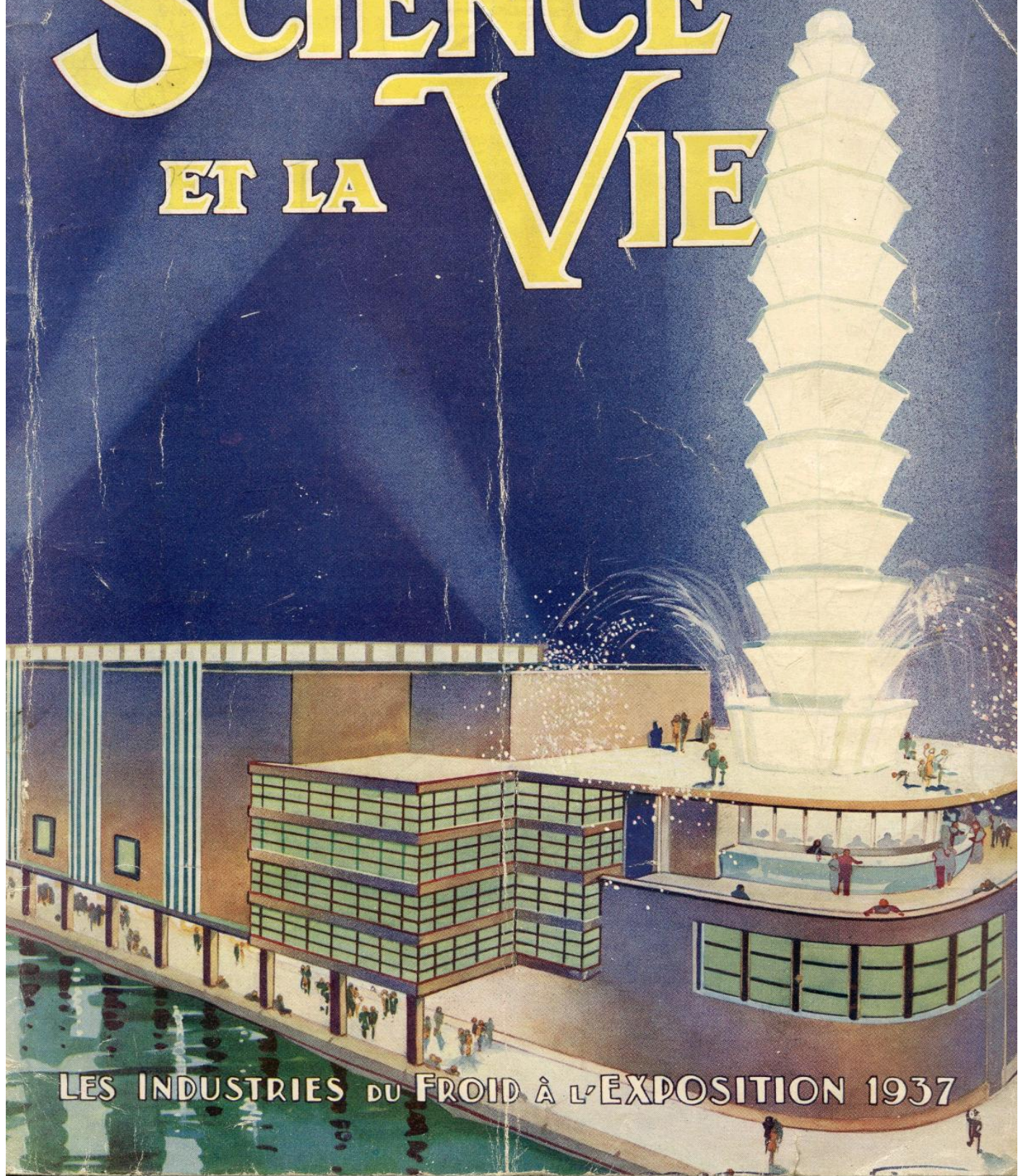
Notice de la Revue	
Auteur(s) ou collectivité(s)	La science et la vie
Auteur(s)	[s.n.]
Titre	La science et la vie
Adresse	Paris : La science et la vie, 1913-1945
Collation	339 vol. : ill. ; 24 cm
Cote	SCI.VIE
Sujet(s)	Sciences -- Vulgarisation Culture scientifique et technique Presse scientifique
Note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

Notice du Volume	
Auteur(s) volume	[s.n.]
Titre	La science et la vie
Volume	Tome 51. n. 236. Février 1937
Adresse	Paris : La Science et la Vie, 1937
Collation	1 vol. (XXXII p. - p. [85]-164) : ill., couv. ill. en coul. ; 24 cm
Cote	SCI. VIE 236
Sujet(s)	Sciences -- Vulgarisation Culture scientifique et technique Presse scientifique
Thématique(s)	Généralités scientifiques et vulgarisation
Typologie	Revue
Langue	Français
Date de mise en ligne	10/12/2019
Date de génération du PDF	05/12/2019
Permalien	http://cnum.cnam.fr/redir?SCVIE.236

France et Colonies : 4

N° 236 - Février 1937

LA SCIENCE ET LA VIE



LES INDUSTRIES DU FROID À L'EXPOSITION 1937

AYEZ TOUJOURS DANS VOTRE POCHE!!

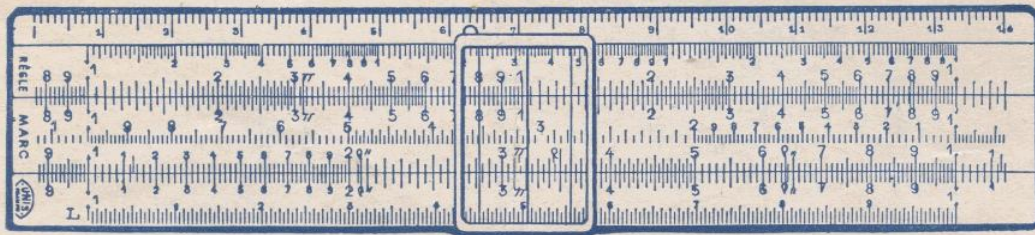
SLOG

une REGLE A CALCULS MARC

SYSTEME
RIETZ
36 FRs
grandeur
145 x 33 x 3 mm

Pour 36 Frs seulement vous aurez la plus complète des règles à calculs (système RIETZ). Vous pourrez faire avec une très grande précision les calculs les plus divers (multiplications, divisions, racines, sinus, tangentes, logarithmes, CV, KW, etc...)

La règle **MARC** est extra-plaie et absolument indérégla-ble. Elle est à rattrapage de jeu de telle sorte que sa réglette coulisse toujours convenablement. Elle peut tomber ou recevoir des coups sans aucun préjudice. La règle **MARC** est livrée, avec curseur perfectionné et mode d'emploi, sous étui peau : ce sera votre règle de poche pour la vie.



En vente dans tous les magasins de papeterie et articles de précision

Si par hasard, vous ne trouvez pas la règle **MARC** chez votre fournisseur habituel, écrivez aux fabricants :
Ets **CARBONNEL & LEGENDRE**, 24, rue de Dunkerque, Paris, qui vous donneront l'adresse du revendeur le plus proche.

UNIS
FRANCE



ÉCOLE DU GÉNIE CIVIL **ÉCOLE DE NAVIGATION**

placées sous
le haut patronage
de plusieurs Ministères

19, rue Viète, PARIS-17^e
Tél. : Wagram 27-97

Cours sur place ou par correspondance

COMMERCE ET INDUSTRIE

Obtention de Diplômes
ou Certificats
COMPTABLES
EXPERTS COMPTABLES
SECRÉTAIRES
DESSINATEURS
CONTREMAÎTRES
CHEFS DE SERVICE
INGÉNIEURS
DIRECTEURS

ARMÉE

T. S. F.
Spécialistes pour toutes les armes,
E. O. R. et **ÉCOLE D'ÉLÈVES-OFFICIERS**

P. T. T.

BREVETS D'OPÉRATEURS
DE T. S. F. de 1^{re} et 2^e classe
Préparation spéciale au Concours
de Vérificateur des Installations
électromécaniques.
Tous les autres concours :
DES ADMINISTRATIONS
DES CHEMINS DE FER, etc.
Certificats · Brevets · Baccalauréats

PROGRAMMES GRATUITS (Joindre un timbre pour toute réponse)

MARINE MILITAIRE

Préparation aux Ecoles
des **ÉLÈVES-INGÉNIEURS MÉCANICIENS** (Brest) — des **SOUS-OFFICIERS MÉCANICIENS** (Toulon) et **PONT** (Brest) — des **MÉCANICIENS : Moteurs et Machines** (Lorient) — à l'**ÉCOLE NAVALE** et à l'**ÉCOLE** des **ÉLÈVES-OFFICIERS**
BREVET DE T. S. F.

AVIATION

NAVIGATEURS AÉRIENS
AGENTS TECHNIQUES - T. S. F.
INGÉNIEURS ADJOINTS
ÉLÈVES-INGÉNIEURS
OFFICIERS MÉCANICIENS
ÉCOLES de ROCHEFORT et d'ISTRES
ÉCOLE DE L'AIR
SPÉCIALISTES ET E. O. R.

MARINE MARCHANDE

Préparation des Examens
ÉCOLES DE NAVIGATION
ÉLÈVES-OFFICIERS
LIEUTENANTS, CAPITAINES
OFFICIERS MÉCANICIENS
COMMISSAIRES, OFFICIERS T. S. F.
Les Brevets d'Officiers-Mécan. de 2^e cl. et d'Élèves-Off. peuvent être acquis sans avoir navigué.

TOUS LES INGÉNIEURS

non diplômés des Grandes Ecoles de l'Etat doivent adhérer à la

SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS PROFESSIONNELS

152, avenue de Wagram, PARIS (17^e)

Les Statuts de la Société seront envoyés gratuitement sur simple demande.

LUBRILGY

E. Paracini



- Les pralinés, ça fait tomber les dents.
- Non, ma vieille, pas avec du Dentol.

LE DENTOL

eau - pâte - poudre - savon

est un Dentifrice antiseptique, créé d'après les travaux de Pasteur, il raffermi les gencives. En peu de jours, il donne aux dents une blancheur éclatante. Il purifie l'haleine et est particulièrement recommandé aux fumeurs. Ce dentifrice laisse dans la bouche une sensation de fraîcheur délicieuse et persistante.

Maison FRÈRE, 19, rue Jacob, Paris.

Echantillon gratuit sur demande en se recommandant de La Science et la Vie.

Dentol

LE QUATRE-MINES



EN VENTE PARTOUT

un ensemble unique...

PHOTOGRAVURE
CLICHERIE
GALVANOPLASTIE
DESSINS
PHOTOS
RETOUCHES

pour
illustrer vos
Publicités

Établissements
Laureys Frères
17, rue d'Enghien, Paris



Apprenez à Dessiner



N'est-il pas amusant ce petit croquis de notre élève Mlle Germaine Fontaine ? Voyez comme l'inclinaison de la tête et la chute de l'épaule ont été bien vues et fixées avec facilité !

MÊME si vous n'avez jamais tenu un crayon, vous pouvez devenir très vite un bon dessinateur. A l'Ecole A. B. C. vous trouverez la méthode incomparable, simple et facile qui vous a manqué jusqu'à présent pour réussir, et le professeur personnel choisi parmi les meilleurs artistes parisiens, qui vous guidera pas à pas, fera de vous en peu de temps un excellent croquiste. Si vous le voulez, vous vous spécialiserez bientôt en professionnel dans la mode, l'illustration, la décoration ou la publicité.

Réclamez le bel ALBUM GRATUIT qui vous est offert.

Ecrivez tout de suite et vous recevrez le bel album créé spécialement pour tous ceux qui veulent dessiner. Il vous apportera déjà une véritable première leçon de dessin gratuite par l'exposé que vous y trouverez de la méthode A. B. C. Vous y lirez les lettres enthousiastes des élèves et vous verrez plus de cent dessins exécutés par eux, simples croquis, aquarelles, dessins à la plume, etc. Quel que soit votre genre d'activité, procurez-vous cet album que vous devez connaître et demain vous vous félicitez de votre initiative. Vous n'êtes engagé en rien. Ecrivez donc tout de suite pour recevoir votre exemplaire à l'Ecole A. B. C. de Dessin (Studio B 12), 12, rue Lincoln (Champs-Élysées), Paris. (N'oubliez pas de joindre 1 fr. 50 en timbres pour frais d'envoi de l'album.)



Éditeurs: FÉLIX ALCAN, Paris - NICOLA ZANICHELLI, Bologne - AKADEMISCHE VERLAGSGESELLSCHAFT, Leipzig - DAVID NUTT, Londres - G. E. STECHERT & Co., New York - RUIZ HERMANOS, Madrid - F. MACHADO & Cie, Porto - THE MARUZEN COMPANY, Tokyo.

"SCIENTIA"

Revue internationale de synthèse scientifique
Paraissant mensuellement (en fascicules de 100 à 120 pages chacun)
Directeurs: F. BOTTAZZI, G. BRUNI, F. ENRIQUES
Secrétaire général: PAOLO BONETTI

EST L'UNIQUE REVUE à collaboration vraiment internationale; à diffusion vraiment mondiale; de synthèse et d'unification du savoir, traitant les questions fondamentales de toutes les sciences: mathématiques, astronomie, géologie, physique, chimie, biologie, psychologie, ethnologie, linguistique; d'histoire des sciences, et de philosophie de la science; qui, par des enquêtes conduites auprès des savants et écrivains les plus éminents de tous les pays (*Sur les principes philosophiques des diverses sciences; Sur les questions astronomiques et physiques les plus fondamentales à l'ordre du jour; Sur la contribution que les divers pays ont apportée au développement des diverses branches du savoir; Sur les questions de biologie les plus importantes, etc., etc.*), étudie tous les plus grands problèmes qui agitent les milieux studieux et intellectuels du monde entier, et constitue en même temps le premier exemple d'organisation internationale du mouvement philosophique et scientifique; qui puisse se vanter de compter parmi ses collaborateurs les savants les plus illustres du monde entier.

Les articles sont publiés dans la langue de leurs auteurs, et à chaque fascicule est joint un supplément contenant la traduction française de tous les articles non français. La revue est ainsi entièrement accessible même à qui ne connaît que le français. (Demandez un fascicule d'essai gratuit au Secrétaire général de "Scientia", Milan, en envoyant trois francs en timbres-poste de votre pays, à pur titre de remboursement des frais de poste et d'envoi).

ABONNEMENT: Fr. 200. »

Il est accordé de fortes réductions à ceux qui s'abonnent pour plus d'une année.

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

531

CONFORT CERTES MAIS AUSSI **ECONOMIE**

Moins de
7 CENTIMES
DE L'HEURE
PAR RADIATEUR

A votre gré vous obtiendrez la température qui vous conviendra dans chacune des pièces de votre maison, l'eau chaude à la cuisine et à la salle de bains en abondance, avec :

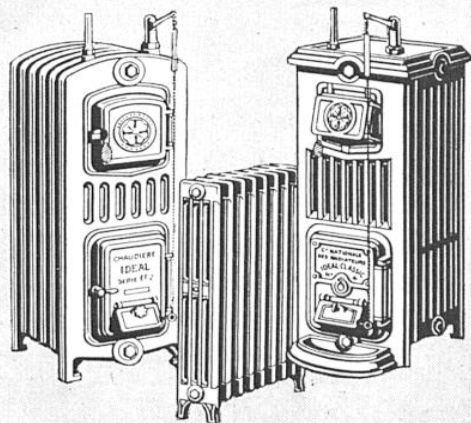
LE CHAUFFAGE CENTRAL

IDEAL CLASSIC

En outre, ce merveilleux système de chauffage vous fera réaliser chaque année d'importantes économies, et les frais d'installation, fort raisonnables, seront ainsi vite amortis.

Nom :	64
Adresse :	

Pour être complètement renseigné sur le chauffage "IDEAL CLASSIC", demandez la brochure 64 qui vous sera adressée gratuitement.



COMPAGNIE NATIONALE DES RADIATEURS

149, Boulevard Haussmann, PARIS (8^e)

USINES à : DOLE, AULNAY-sous-BOIS, DAMMARIE-les-LYS, CLICHY, SAINT-OUEN, ARGENTEUIL, BLANC-MESNIL

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 30 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° 23.102, 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° 23.105, 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° 23.111, 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° 23.116, 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° 23.120, 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° 23.126, 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° 23.132, 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° 23.139, concernant la préparation à toutes les carrières de l'**Agriculture**, des **Industries agricoles** et du **Génie rural**, dans la Métropole et aux Colonies. — **Radiesthésie**.
(Enseignement donné par des Professeurs des Grandes Ecoles, Ingénieurs agronomes, Ingénieurs du Génie rural, etc.)

BROCHURE N° 23.142, 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° 23.145, 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° 23.152, concernant la préparation aux carrières du **Cinéma** : Carrières artistiques, techniques et administratives.
(Enseignement donné par des Techniciens spécialistes.)

BROCHURE N° 23.159, concernant la préparation aux carrières du **Journalisme** : Rédacteur, Secrétaire de Rédaction, Administrateur-Directeur, etc.
(Enseignement donné par des Professeurs spécialistes.)

BROCHURE N° 23.162 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° 23.167, concernant l'étude des **Langues étrangères** : **Anglais, Espagnol, Italien, Allemand, Russe, Annamite, Portugais, Arabe, Esperanto**. — Concernant, en outre, les carrières accessibles aux polyglottes et le **Tourisme** (Interprète).
(Enseignement donné par des Professeurs ayant longuement séjourné dans les pays dont ils enseignent la langue.)

BROCHURE N° 23.173, concernant l'enseignement de tous les **Arts du Dessin** : Cours universel de dessin, Dessin usuel, Illustration, Caricature, Composition décorative, Décoration, Aquarelle, Peinture, Pastel, Fusain, Gravure, Décoration publicitaire — concernant également la préparation à tous les **Métiers d'art** et aux divers **Professorats**, E. P. S., Lycées, Ecoles pratiques.
(Enseignement donné par des Artistes réputés, Lauréats des Salons officiels, Professeurs diplômés, etc.)

BROCHURE N° 23.175, 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° 23.183, 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° 23.187, concernant l'**Art d'écrire** (Rédaction littéraire, Versification) et l'**Art de parler en public** (Eloquence usuelle, Diction).

BROCHURE N° 23.191, enseignement pour les **enfants débiles ou retardés**.

BROCHURE N° 23.195 concernant les **carrières féminines** dans tous les ordres d'activité.

BROCHURE N° 23.199, **Coiffure, Manucure, Pédicure, Massage, Soins de beauté**.

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)

SOURDS

Seule, la marque AUDIOS

grâce à ses ingénieurs spécialisés
poursuit sa marche en avant et
reste en tête du progrès

Sa nouvelle création

LE CONDUCTOS

est une petite merveille de la technique moderne

Demandez le tableau-diagnostic du Docteur RAJAU à
DESGRAIS, 140, rue du Temple, Paris-3^e

SITUATION

lucrative, indépendante, immédiate

JEUNES OU VIEUX DES DEUX SEXES
demandez-la à l'

**ÉCOLE TECHNIQUE SUPÉRIEURE DE
REPRÉSENTATION ET DE COMMERCE**

fondée par les industriels de
L'UNION NATIONALE DU COMMERCE EXTÉRIEUR,
seuls qualifiés pour vous donner
diplôme et situation de représentant,
directeur ou ingénieur commercial.

ON PEUT GAGNER EN ÉTUDIANT

Cours oraux et par correspondance
Quelques mois d'études suffisent

Les élèves sont attendus pour des situations

« SI J'AVAIS SU, quand j'étais jeune ! mais j'ai dû
apprendre seul pendant 30 ou 40 ans à mes dépens »,
disent les hommes d'affaires, les agents commerciaux
qui ont végété longtemps ou toujours et même ceux
qui ont eu des dons suffisants pour se former seuls.
Ne perdez pas vos meilleures années. Plusieurs milliers
de représentants incapables sont à remplacer.

Demandez la brochure gratuite N° 66 à l'Ecole T. S. R. C.
3 bis, rue d'Athènes, PARIS

CONSERVATION parfaite des ŒUFS

PAR LES

COMBINÉS BARRAL

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

**5 COMBINÉS BARRAL
pour conserver 500 œufs
13 francs**

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



SPORTS D'HIVER 1936-1937

ALPES

**SUR NOS CHAMPS
DE
NEIGE**

**CUEILLEZ
DE LA
SANTÉ**

JURA

150 STATIONS vous ATTENDENT

CETTE ANNÉE

Un train WEEK-END quitte PARIS
le Samedi à 13 heures
et arrive en Savoie le soir même

CETTE ANNÉE

Les grands trains du soir
circuleront de Décembre à fin Mars
ou début d'Avril

CETTE ANNÉE

TROIS TRAINS DE NEIGE A 60 o/o
de PARIS vers les ALPES
15 Janvier - 29 Janvier - 26 Février

CETTE ANNÉE

BILLETS DE WEEK-END délivrés dès
maintenant jusqu'au 2 Mai

CARTES D'ABONNEMENT P.L.M.
SPORTS D'HIVER saison ou 1/2 saison

CONSIGNE DES SKIS en gare de Lyon
etc...

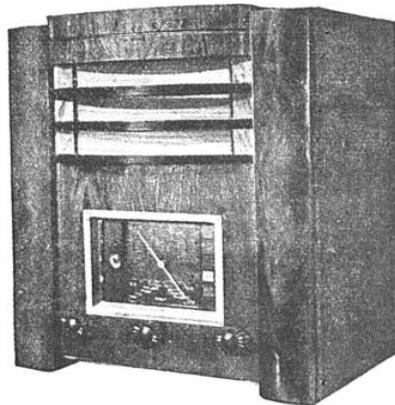
Pour tous renseignements, s'adresser à Paris :
Gare de Lyon, au P. L. M., 88, Rue St-Lazare,
127, Champs-Élysées, à la Maison de Savoie,
aux Agences de voyages.

PARTEZ PLM

Le POSTE de 1937...

NOUVEAU POSTE superhétérodyne 8 lampes

- ŒIL MAGIQUE.
- 18 A 2.000 MÈTRES.
- ONDES COURTES ; PETITES ONDES ; GRANDES ONDES.
- ANTIFADING total sur 2 étages.
- LAMPES transcontinentales (série ROUGE).
- BOBINAGES fer « 465 kc. » montés sur isolants spéciaux permettant la gamme 18 à 50 mètres sans aucun trou.
- MUSICALITÉ : haute fidélité.
- SENSIBILITÉ : 5 microvolts.
- CADRAN grand modèle spécial, verre gravé, éclairage par tranche, 4 signalisations (œil magique).
- SECTEUR 110/130, 220/250 volts (ou tous courants).
- LUXUEUSE ÉBÉNISTERIE.
- GARANTIE UN AN.



Dernière technique des lampes transcontinentales série ROUGE
LAMPES : EK2 - EF5 - EB4 - EBC3 - EL2 - EZ3 - 501 - 4678

Toutes EXPÉDITIONS SERVICE RAPIDE à la demande.
Expéditions à réception des mandats.
Magasins ouv. sans inter. de 9 h. à 20 h. ; Dimanches et Fêtes de 9 h. à midi.

SV 235 BON à joindre à toute commande ou correspondance.

"LA MAISON DES PRIX DE GROS"
6, boulev. Richard-Lenoir, PARIS-XI^e
Téléphone : Voltaire 04-09 — Métro : Bastille
Compte chèque postal 566-25

Le CÉLESTA-8

Valeur réelle exacte : 2.250 fr.

◆ **1.132 fr.**

PARIS-PROVINCE-RADIO

LOTÉRIE NATIONALE

1 SEUL BILLET

VOUS DONNE LA CHANCE D'ÊTRE PARMİ LES

147.171 HEUREUX GAGNANTS

QUI ONT À SE PARTAGER

72 MILLIONS DE FRANCS



CONCOURS DU 3 MAI 1937

ouvert aux hommes et aux femmes ayant plus de 26 ans et moins de 35 ans au 1^{er} Janvier. — Cinq catégories de candidats dont une sans diplôme. — Renseignements complémentaires gratuits par l'Ecole Spéciale d'Administration, 28, boulevard des Invalides, Paris - 7^e.

LA CARRIÈRE D'INSPECTEUR ET CELLE D'INSPECTRICE DU TRAVAIL

LA FONCTION

L'Inspection du travail est un service de contrôle des principales dispositions de la législation ouvrière dans les établissements industriels et commerciaux. Ce service est institué auprès du Ministère du Travail et il relève directement et exclusivement de ce ministère.

Les Inspecteurs du Travail sont donc tout à fait indépendants des autorités locales : préfets et maires ; ils jouissent de cette même indépendance vis-à-vis des autorités politiques.

Ils sont chargés de veiller à l'application de toutes les lois qui ont pour objet la protection des travailleurs : apprentissage, réglementation des salaires, des congés payés, durée du travail, repos hebdomadaire, travail des enfants et des femmes, emploi de la main-d'œuvre étrangère, accidents du travail, hygiène et sécurité, etc.

Autrefois désignés dans les départements par les conseils généraux et les préfets (d'où leur nom d'Inspecteurs départementaux), leur activité ne s'exerce plus maintenant d'une façon uniforme dans le cadre du département. Ils sont placés à la tête d'une « section » dont l'étendue varie avec l'importance, la densité industrielle de la région. Cette section peut comprendre une partie d'un ou deux départements ou un seul département.

Les Inspecteurs du Travail sont devenus, en conséquence, des fonctionnaires de l'Etat. Ils sont exclusivement recrutés par voie de concours.

Le concours est organisé dans des conditions d'équité et de loyauté remarquables. La valeur personnelle des candidats, leurs connaissances entrent seules en ligne de compte. Les recommandations d'où qu'elles viennent, le « piston » quelle que soit sa forme, sont rigoureusement bannis.

Si certains diplômes sont exigés, la carrière n'en reste pas moins accessible à ceux qui, à défaut de ces diplômes, justifient de dix années de pratique professionnelle dans les établissements industriels comportant un outillage mécanique. Il est absolument indiscutable que tout candidat, **même ne possédant qu'une instruction primaire**, peut parfaitement, avec du travail assidu et réfléchi, assimiler tout le programme du concours et aspirer à la réussite.

La carrière d'Inspecteur du Travail est donc ouverte à tous ceux qui, par leurs études antérieures, ou par leurs connaissances techniques, ou par leur simple volonté de parvenir au but, sont capables d'assimiler les connaissances d'un programme, qui, nous insistons, n'exige, pour son étude, aucune disposition ni formation particulières.

LES AVANTAGES DE LA CARRIÈRE

I. Hiérarchie — L'Inspection du Travail comporte deux grades : celui d'Inspecteur départemental et celui d'Inspecteur divisionnaire. Les Inspecteurs divisionnaires sont choisis exclusivement parmi les Inspecteurs départementaux. Et ce fait est particulièrement à souligner, car, dans de nombreuses carrières, le concours d'entrée n'ouvre pas toujours la possibilité d'accéder aux degrés supérieurs de la hiérarchie qui sont réservés aux fonctionnaires d'une origine différente.

Les Inspecteurs divisionnaires sont répartis comme les Inspecteurs départementaux sur l'ensemble du territoire. Placés à la tête d'une circonscription qui comprend un nombre plus ou moins grand de départements, ils sont chargés de coordonner l'action des Inspecteurs départementaux dont ils sont les chefs directs. Depuis quelques mois, les Inspecteurs divisionnaires sont, en outre, chargés du service de la main-d'œuvre étrangère et du contrôle des fonds de chômage. Ils ont actuellement le titre d'Inspecteurs divisionnaires du travail et de la main-d'œuvre.

Ce sont, dans chaque région de la France, des chefs qui sont à la tête d'un très important service comprenant non seulement les Inspecteurs départementaux, mais encore les contrôleurs de la main-d'œuvre.

Ils disposent, pour accomplir leur tâche, d'un bureau important, avec un personnel relativement nombreux.

Les services de contrôle de la main-d'œuvre et des fonds de chômage doivent être à brève échéance intégrés totalement dans les services de l'Inspection du Travail. L'évolution des lois sociales donne, d'autre part, de plus en plus d'importance et d'autorité au service de l'Inspecteur du Travail, et il n'est pas douteux que, avant peu, les Inspecteurs départementaux eux-mêmes seront à la tête d'un service comportant un personnel de bureau et des auxiliaires divers, tels que des inspecteurs adjoints.

II. Rôle des Inspecteurs du Travail. — Le rôle essentiel des Inspecteurs départementaux consiste dans la visite des établissements industriels et commerciaux assujettis à la réglementation du travail.

Pour procéder à leur contrôle, les Inspecteurs ont le droit de pénétrer à toute heure de la journée et de la nuit dans ces établissements, à condition qu'un travail y soit effectué.

Ils vérifient les conditions d'installation des locaux et leurs dépendances au point de vue de l'hygiène des ouvriers, la protection des parties dangereuses des machines et mécanismes, ils contrôlent l'emploi des enfants, la durée du travail, les congés prévus par la loi, le repos hebdomadaire, etc.

Ils jouissent dans ce but de prérogatives spéciales et peuvent exiger la présentation de certains documents : carnets ou registres de contrôle. Ils formulent leurs observations par écrit (sans avoir à fournir pour chaque visite un rapport à l'administration), ils peuvent imposer des mesures d'hygiène et de sécurité qui ne sont pas observées, et, dans le cas où il n'est pas donné suite à leurs observations, ils peuvent dresser des procès-verbaux.

Là se borne la mission légale des Inspecteurs.

En fait, à l'heure actuelle, cette mission est infiniment plus vaste, et les Inspecteurs du Travail ont joué un rôle essentiel dans l'apaisement des conflits sociaux que nous avons connus. Ils ont été les conciliateurs par excellence.

A l'heure actuelle, dans tous les départements ont été créées des commissions de conciliation. Les Inspecteurs du Travail en font partie, et même parfois, assument les fonctions de président.

Ils représentent le plus souvent le ministre du Travail au cours des discussions relatives à l'élaboration des conventions collectives.

Ils font partie de la plupart des commissions départementales, et, comme ils sont les seuls fonctionnaires qui aient le droit absolu de pénétrer dans les établissements industriels et commerciaux, ils sont appelés à collaborer avec toutes les branches de l'administration.

Signalons enfin que ce rôle social de premier plan ne peut que s'étendre, et qu'étant donné les importants résultats obtenus par les Inspecteurs du Travail au cours des récents événements, leur autorité et leur prestige ne feront que s'accroître dans l'avenir.

Soulignons également que les Inspecteurs du Travail n'ont à recevoir des ordres que de l'Inspecteur divisionnaire, et qu'ils jouissent de ce fait d'une indépendance réelle.

Ils organisent leurs tournées à leur gré. A condition de ne pas dépasser le maximum des frais de tournées qui leur sont alloués annuellement, ils se déplacent comme bon leur semble dans l'intérieur de leur section. Ils ne sont pas tenus de commencer leur travail à une heure déterminée. Ils disposent du temps nécessaire pour l'exécution de leur travail de bureau : réponse aux lettres qui leur sont adressées, établissement des statistiques, rédaction des rapports demandés par l'administration, etc. Ils sont seulement tenus de fournir chaque mois un état des visites qu'ils ont effectuées et des établissements visités.

Leur bureau est à leur domicile même. Ils reçoivent à cet effet une indemnité annuelle. Tous les imprimés dont ils ont besoin leur sont fournis par l'administration.

Chaque inspecteur dispose **aujourd'hui du téléphone**, dont l'installation et l'abonnement sont payés par l'administration.

III. Intérêt particulier de la carrière. — Ce que nous venons d'exposer montre que l'Inspecteur bénéficie d'une **liberté d'action** très grande, et particulièrement appréciable. Il évolue à sa guise aux mieux des intérêts et des convenances de son service.

Il n'est pas un employé de bureau. Il est assuré d'une **vie active, agréable, exempte de monotonie**, dans laquelle le séjour au bureau assure, de temps en temps, le repos nécessaire après une période de déplacements, dont la durée et l'importance peuvent être très variables. L'usage de plus en plus répandu de l'automobile assure d'ailleurs à ces déplacements un attrait particulier.

L'un des principaux agréments de cette fonction consiste, d'autre part, dans la visite d'établissements industriels de caractère fort différent. Le droit qu'a l'Inspecteur de pénétrer partout l'amène à faire une foule de constatations des plus instructives et des plus intéressantes, si bien, qu'intellectuellement, l'Inspecteur du Travail augmente sans cesse ses connaissances, et accroît continuellement sa valeur professionnelle.

Nous croyons devoir insister encore sur l'influence que peut exercer autour de lui l'Inspecteur du Travail : par une interprétation intelligente des textes qu'il fait appliquer, par sa compréhension des hommes et des événements, par ses initiatives, il peut accomplir une œuvre immense d'éducateur, il peut arriver à créer, autour de lui une atmosphère de confiance et de bon vouloir, il peut persuader sans avoir à sévir et créer chez les employeurs comme chez les salariés, une mentalité en quelque sorte supérieure, et ce sera pour lui une satisfaction qui n'est certainement pas à dédaigner.

IV. Avantages accessoires (1).

V. Congés (1).

VI. Emoluments (1).

VII. Retraite (1).

(1) Tous renseignements détaillés concernant la carrière de l'Inspection du Travail ainsi que les conditions d'admission à ce concours seront envoyés gratuitement, sur simple demande, par l'Ecole Spéciale d'Administration, 28, boulevard des Invalides, Paris-7.



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

1re Partie : SYSTÈME NERVEUX.

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

2me Partie : ORGANES SEXUELS ET APPAREIL URINAIRE.

Impuissance totale ou partielle, 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, Sclérotique, Arthritisme, Artério-Sclérose, Troubles de la nutrition, Lithiase, Diminution du degré de résistance organique.

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

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

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

C'EST GRATUIT

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



SUPERBE INSTRUMENT
pour les Amateurs de Microscopie

Le type n° 5 de microscope est tout indiqué pour l'étude comme pour le laboratoire. Son prix réduit le met à la portée de toutes les bourses, et pourtant il est muni d'un objectif achromatique, grossissements : 200 à 300 fois. Livré dans un coffret acajou verni, au prix de VULGARISATION de :

195 francs

Franco de port et d'emballage.

NOTICE S.V. DESCRIPTIVE ENVOYÉE GRACIEUSEMENT

E. VION, 38, rue de Turenne, 38, PARIS (3^e)

PENDANT LES FÊTES

LE
Super-Excelsior 637

(Décrit dans le n° 232 de La Science et la Vie, page 336)

dont le prix de détail est de 1.650 fr.

sera **1.150** fr.
vendu

De plus, il sera offert
un **SUPERBE CADEAU** à tout acheteur

Ce superhétérodyne, auquel tous les perfectionnements de la technique moderne ont été appliqués, comporte :

TOUTES ONDES à partir de 16 mètres
(2 gammes ondes courtes) - **4 GAMMES**

Sélectivité variable - Réglage visuel
NOUVELLES LAMPES ROUGES

Demandez le **Recueil Sélectionné des dernières Nouveautés**. (Joindre 0.75 pour frais)

S. A. R. R. E.

70, Avenue de la République
PARIS (11^e)

GÉNÉRAL RADIO

1, Boulevard Sébastopol
PARIS (1^{er})

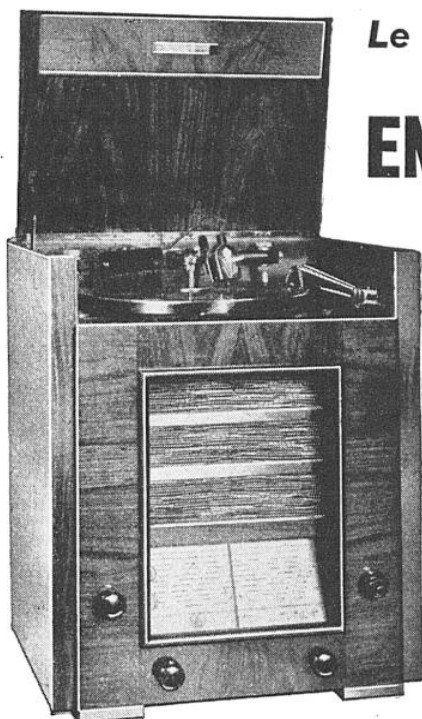
Recherches des Sources, Filons d'eau
Minerais, Métaux, Souterrains, etc.

par les
DÉTECTEURS ÉLECTRO-MAGNÉTIQUES

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

Vente des Livres et des Appareils
permettant les contrôles.

POMPES - RÉSERVOIRS
ÉLECTRICITÉ - CHAUFFAGE



Enregistreur Voxia équipé avec Moduladyne 737

Le **SUMMUM** de la **PERFECTION** :1^o Le Combiné**ENREGISTREUR "VOXIA"**enregistre **RADIO** et **MICRO**

- ◀ Vient d'être adopté par le Conservatoire nat^l de Musique.
- ◀ C'est un grand succès français.
- ◀ Indispensable aux Artistes, Orateurs, Ecoles de Musique, Chefs d'Orchestres, Théâtres, Industriels, Médecins, Familles, etc.

• •

2^o **LES RÉCEPTEURS DE T. S. F.**
MODULADYNE et **SECTADYNE**
 (de 1.175 à 3.600 francs)

PRODUCTIONS

Horace HURM & DUPRATPremiers Constructeurs-Vulgarisateurs, de la T. S. F. (28^e année)**14, rue J.-J. Rousseau, PARIS (1^{er})**Agent pour le Sud-Est : **CHEVALLIER, 11, Cours Berriat, GRENOBLE**

Etude sur les possibilités de l'enregistreur sonore et notices sur demande

Encore une lampe claquée !

et c'est la faute du courant.
 Supprimez ces dépenses une fois
 pour toutes en régularisant le vol-
 tage. Achetez à votre électricien un

**SURVOLTEUR-
 DÉVOLTEUR
 "FERRIX"**

Se branche instantanément, se
 règle d'un coup de pouce, assure
 un rendement excellent et éco-
 nomique de votre installation
 électrique.

*Les fabrications FERRIX comportent aussi
 une grande diversité d'appareils : trans-
 formateurs, chargeurs d'accus, sonneries,
 etc... Demandez documentation complète
 N° 66 sur nos principaux modèles.*

k.-l. Dupuy

FERRIX - 98, Av. St-Lambert, NICE - 172, Rue Legendre, PARIS



Encore 1 million de cadeaux !

POUR LES ABONNÉS DU

MIROIR DU MONDE

HEBDOMADAIRE ILLUSTRÉ PARAISSANT LE SAMEDI

Les abonnés d'un an dont les bulletins parviendront à partir de maintenant, et jusqu'à nouvel ordre, au MIROIR DU MONDE, recevront un magnifique cadeau qu'ils n'auront qu'à choisir dans la liste ci-après et qui leur sera envoyé, franco de port, dans toute la France. Il ne s'agit pas là d'une prime de faible valeur, mais d'un important cadeau dont le prix suffit à compenser largement le débours consenti par les abonnés. Bien que la quantité d'objets ou de produits dont nous disposons soit très grande, nous vous conseillons de vous hâter de nous envoyer votre souscription pour ne pas arriver trop tard.

1. Un vaporisateur de luxe rempli d'eau de Cologne Chypre 90° Sauzé (un véritable parfum).
2. Un thermomètre à cadran à aiguille « Milbar », pour le bureau (breveté).
3. Une paire de boutons de manchettes, plaqué or, de grande marque.
4. Un portefeuille en phoque.
5. Un porte-cartes breveté d'identité, « Vos papiers », en phoque.
6. Un portefeuille R'Métic en porc (portecarte).
7. Une serrure de sûreté F. O. incrochetable et infracturable, système monobloc interne, boîte intérieure chromée, deux clés spéciales, coulisseau de sûreté et cylindre chromé (avec service spécial de sécurité).
8. Un coffret de tous les produits d'entretien de la grande marque « Noyama », 17 objets.
9. Un réchaud « Campingo Baby », breveté, en laiton avec clé de réglage, trois curettes de nettoyage (durée de marche : 1 heure ; poids, 600 gr.) ; plus 12 boîtes « Brillo » pour l'aluminium.
10. Un réchaud Tito-Landi à un feu. Récipient et bec tout cuivre, support émaillé.
11. Un écrin contenant un « Ensemble Mallat » : un porte-plume réservoir « intégral Mallat » et un porte-mine automatique « Mallat », en matière colorée.
12. Deux litres grand Morgon, la grande liqueur des Alpes, au genepy aux merveilleuses qualités digestives et stimulantes.
13. Un porte-mine de la célèbre marque « Eversharp », en pyralin incassable muni de bague agrafe en doublé avec réservoir pour mines calibrées, et gomme sous le capuchon.
14. Six bouteilles Bourgogne « Geisweiler », (Grand vin 1926) blanc ou rouge.
15. Deux litres de Rhum brun goût français, un litre de Rhum blanc pour punch martiniquais, de la grande marque du « Rhum Saint-Esprit ».
16. « Epuisé ».
17. « Epuisé ».
18. Une paire de pendants d'oreilles, plaqué or, de grande marque.
19. Un flacon cristal décoré, en écrin vert et or, des parfums « Lanselle », série bridge.
20. Une chaîne, plaqué or, de grande marque.
21. Un colis de 7 boîtes de thé « Eléphant d'or », thé des Indes, thé de Chine, tilleul, menthe, verveine, camomille, de la grande marque française « Le thé de l'Eléphant » ; sa devise : Force et Bonté.
22. Une cafetière « Selecta » luxe, 4 tasses, haut cuivre extra-fort chromé, bas porcelaine.
23. Une broche, plaqué or, de grande marque.
24. Une trousse manucure, grain anglais.
25. Une trousse couture, maroquin.
26. Une trousse manucure, box-calf.
27. Une trousse manucure, maroquin.
28. Un écrin d'orfèvrerie 3 pièces, service à découper et manche à gigot, métal argenté 1^{er} titre, 84 grammes.
29. Un grand flacon parfum « Chypre », de 1^{re} marque.
30. Un coffret de luxe en bakélite incrustée, contenant une parure bretelles et jarretelles élastiques de 1^{re} grande marque. (Objet livrable premiers jours de janvier.)
31. Aquarium verre de Bohême des magasins « La Pisciculture Moderne ». Longueur 22,5, largeur 20,5, hauteur 28, monté sur socle cuivre chromé, rampe lumineuse chromée, garniture cristaux couleur.

BULLETIN D'ABONNEMENT

Nom et prénoms.....

Lecteur d.....

Adresse.....

Durée un an : du (1)..... au.....

Ci-joint mon versement de cent francs (2) pour la France seulement.

Veuillez m'envoyer franco (3) SIGNATURE:.....

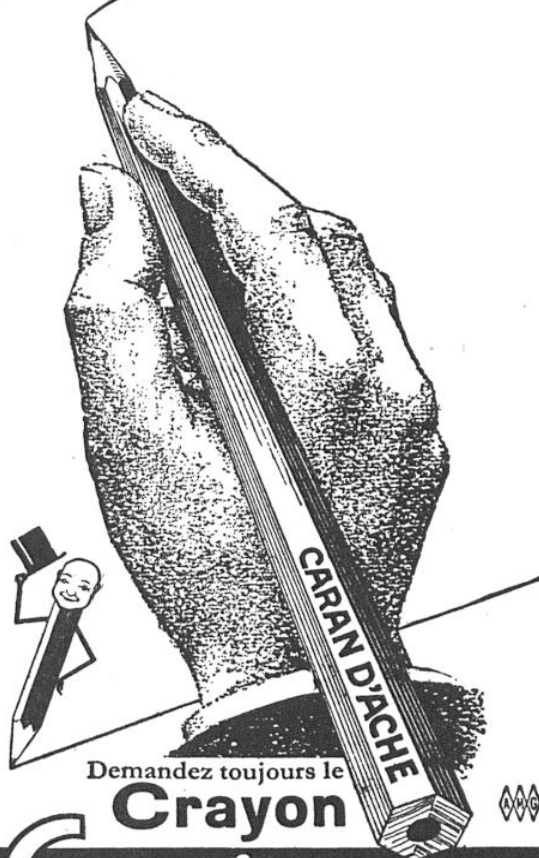
.....ou, à défaut,.....

← DÉCOUPEZ CE BULLETIN
et envoyez-le à MIROIR DU MONDE,
18, rue d'Enghien, Paris-10^e.

(1) Les abonnements partent du 1^{er} ou du 15 de chaque mois. — (2) En mandat-poste, chèque postal compte n° 1417-90 Paris, ou chèque sur Paris. — (3) Indiquez l'objet choisi ou, à défaut, un second objet au cas où le premier serait épuisé.

Miroir du Monde décline toute responsabilité
en cas d'épuisement de l'objet choisi.

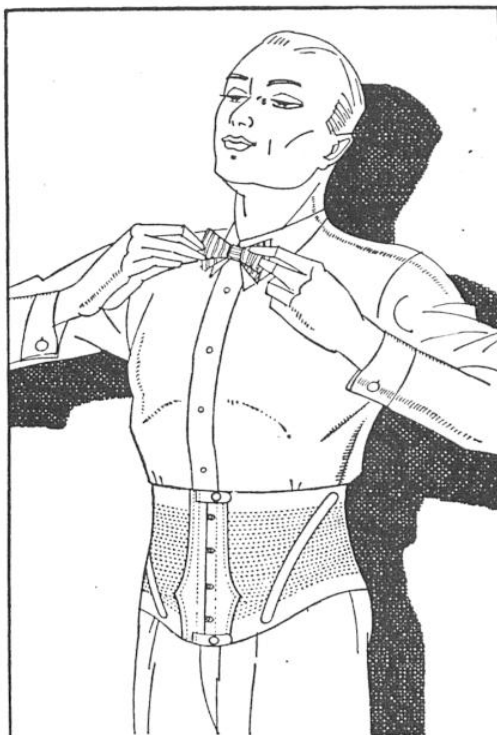
Ne dites plus
un crayon dites:
un Caran d'Ache



Demandez toujours le

CRAYON
CARAN
D'ACHE

CATALOGUE FRANCO SUR DEMANDE
VICTOR SERVET
53, RUE DE SEINE — PARIS (6*)



Pour sa Santé !
Pour sa Ligne !

L'HOMME MODERNE

doit porter la

Nouvelle Ceinture

Anatomic

INDISPENSABLE à tous les hommes
qui "fatiguent" dont les organes
doivent être soutenus et maintenus.

OBLIGATOIRE aux "sédentaires"
qui éviteront "l'empatement abdo-
minal" et une infirmité dangereuse :
l'obésité.

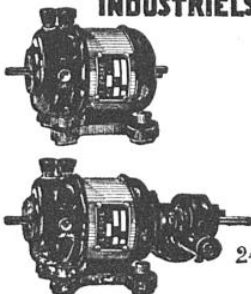
N°	TISSU ÉLASTIQUE — BUSC CUIR —	Haut devant	COTE forte	COTE souple
101	Non réglable.	20 c/m	69F.	79F.
102	Réglable . . .	20 c/m	89F.	99F.
103	Non réglable	24 c/m	99F.	109F.
104	Réglable . . .	24 c/m	119F.	129F.

Recommandé : 102 et 104 (se serrant à volonté).
Commande : Indiquer votre tour exact d'abdomen.
Echange : par retour si la taille ne convient pas.
Envoi : rapide, discret, par poste, recommandé.
Port : France et Colonies : 5 fr. • Étranger : 20 fr.
Paiement : mandat ou rembours (sauf Étranger).
Catalogue : échantill. tissus et feuil. mesur. Eco

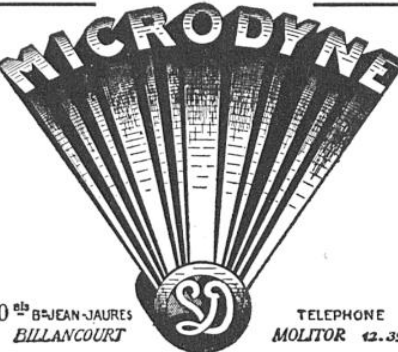
BELLARD - V. THILLIEZ
SPÉCIALISTES

22, Faub. Montmartre - PARIS-9*

**PETITS MOTEURS
INDUSTRIELS**

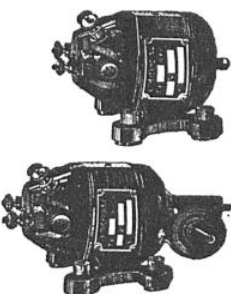


240^{es} B^{is} JEAN-JAURES
BILLANCOURT



TELEPHONE
MOLITOR 42.39

L. DRAKE CONSTRUCTEUR



AUX INVENTEURS

“ La Science et la Vie ”

CRÉE

UN SERVICE SPÉCIAL DES NOUVELLES INVENTIONS

Dépôt des Brevets, Marques de Fabrique, Poursuite des Contrefacteurs

La Science et la Vie, qui compte parmi ses fidèles lecteurs de très nombreux inventeurs, vient de créer à leur usage un *Service Spécial* pour la protection et la défense de leurs inventions. Ce service, qui fonctionnera dans les meilleures conditions possibles, leur fournira gratuitement tous renseignements sur la manière dont ils doivent procéder pour s'assurer la propriété de leur invention et en tirer profit par la cession de leurs brevets ou la concession de licences.

Le Service Spécial de *La Science et la Vie* sera à la disposition de nos lecteurs pour

- 1^o Etudier et déposer leurs demandes de brevets en France et à l'étranger;
- 2^o Déposer leurs marques de fabrique et leurs modèles;
- 3^o Rédiger les actes de cession de leurs brevets ou les contrats de licences;
- 4^o Les conseiller pour la poursuite des contrefacteurs.

Faire une invention et la protéger par un brevet valable est, à l'heure actuelle, un moyen certain d'améliorer sa situation, et quelquefois, d'en trouver une. Tous ceux qui ont une idée se doivent d'essayer d'en tirer parti. Le moment est actuellement favorable, car tous les industriels cherchent à exploiter une invention pratique et nouvelle, un article plus ou moins sensationnel qu'ils seront seuls à vendre. Ce monopole exclusif ne peut exister que grâce au brevet d'invention.

La nécessité et l'observation sont les sources de l'invention, et il est possible de perfectionner, par conséquent d'inventer, dans tous les domaines. Chaque praticien, dans sa branche, qu'il soit ingénieur, ouvrier ou employé, peut trouver quelque chose d'intéressant et d'utile, et tenter d'en tirer profit, tout en rendant aussi service à ses semblables.

Si donc vous avez imaginé un perfectionnement utile, trouvé un nouvel appareil, un produit original ou un procédé de fabrication, n'hésitez pas à vous en assurer immédiatement la propriété par un dépôt de brevet. Tout retard peut être préjudiciable à vos intérêts.

Parmi les inventions particulièrement recherchées actuellement, signalons les appareils ménagers, outils et machines agricoles, moteurs et modèles d'avions; les jeux à prépalement, les appareils automatiques épargnant la main-d'œuvre, les articles de sport et d'hygiène, les jouets, accessoires d'automobiles. Les inventions relatives à la T. S. F. sont aussi très appréciées, ainsi que tout ce qui touche au luminaire et à la cinématographie.

Une invention, si simple soit-elle (épingles de sûreté, ferret du lacet, diabolos), peut faire la fortune de son inventeur, à condition que celui-ci soit bien garanti et ne commette pas d'imprudences dès le début de son affaire.

C'est dans ce but qu'a été créé le Service Spécial des Nouvelles Inventions de *La Science et la Vie*.

Pour tous renseignements complémentaires, voir ou écrire : **Service Spécial des Nouvelles Inventions de “ La Science et la Vie ”**, 23, rue La Boétie, Paris (8^e).

INVENTEURS

POUR VOS
BREVETS

WINTHER-HANSEN
L. DENES Ing. Cons.
35, Rue de la Lune, PARIS 2^e

DEMANDEZ LA BROCHURE GRATUITE “S”.

LA SCIENCE ET LA VIE

est le seul Magazine de Vulgarisation
Scientifique et Industrielle

ÉVITEZ LES EPIDÉMIES

◀ FILTRE ▶

DANS TOUTES BONNES MAISONS
et 155, faubourg Poissonnière, Paris

MALLIÉ

L'OUTILERVÉ

Que de travaux attrayants et utiles n'exécuterait-on pas si l'on possédait l'outillage nécessaire. Mais on recule devant les frais d'une installation coûteuse et toujours encombrante.

L'OUTILERVÉ
remplace tout un atelier.

Robuste et précis, il est susceptible d'exécuter les travaux les plus divers, grâce à la disposition judicieuse de tous ses accessoires. Son maniement est simple et commode. Pas d'installation; il se branche sur n'importe quelle prise de courant.

L'OUTILERVÉ
est un collaborateur précieux
et un ami sûr et dévoué.

Son prix, extrêmement bas, le met à la portée de toutes les bourses. Il est livré en un élégant coffret, avec tous ses accessoires, au prix de

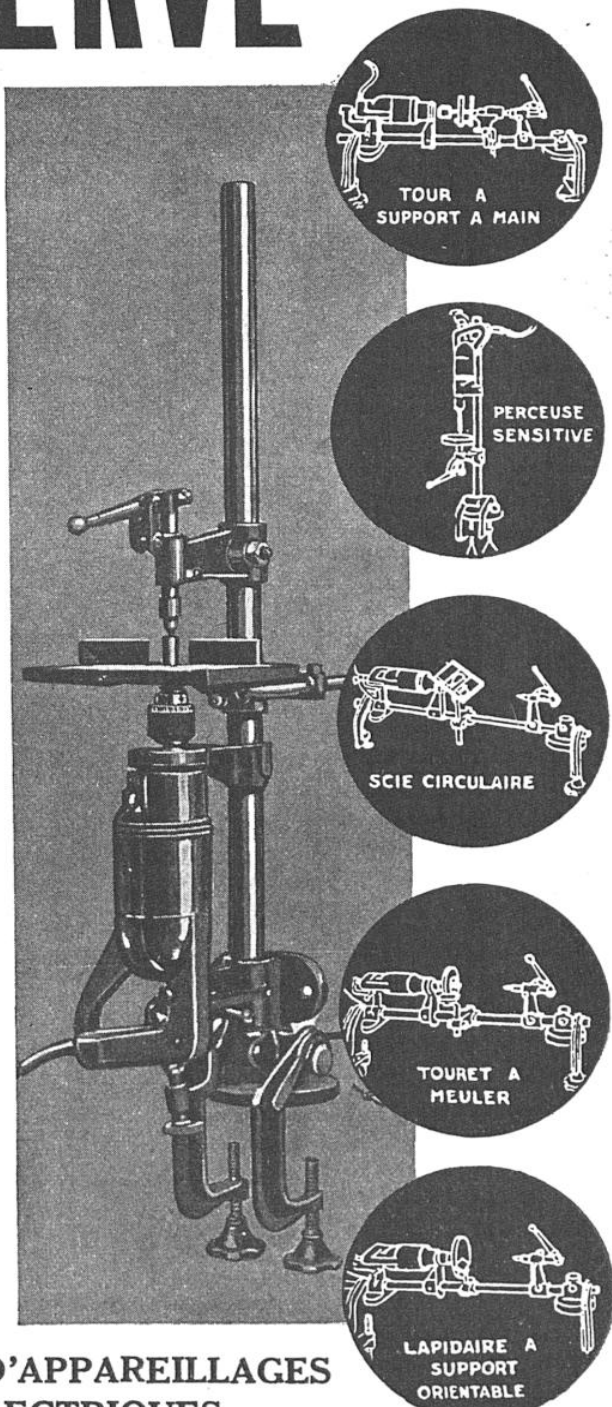
950 francs

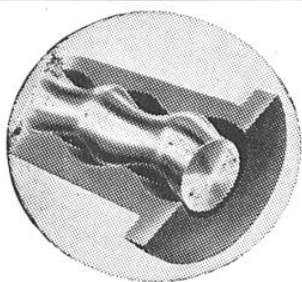


Succ^{rs} de la S. A. RENÉ VOLET

Demander notices et tous renseignements à la
SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE D'APPAREILLAGES
MÉCANIQUES ET ÉLECTRIQUES

74, rue Saint-Maur, PARIS-XI^e — Téléphone : Roquette 96-50 (2 lignes groupées)



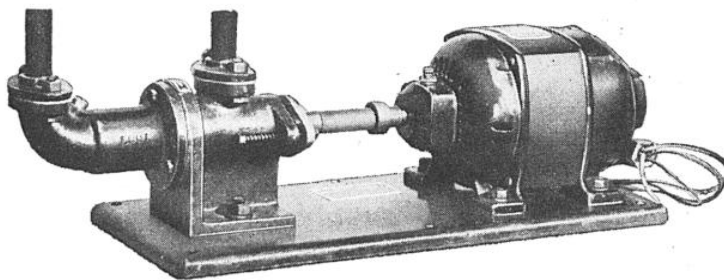


POMPES EN CAOUTCHOUC

LICENCE R. MOINEAU, BREVETÉE FRANCE ET ÉTRANGER

AVANTAGES

TOUS FLUIDES
LIQUIDES OU GAZEUX
EAU — VIN — PURIN
MAZOUT — ESSENCE
LIQUIDES ÉPAIS ET ABRASIFS
LIQUIDES ALIMENTAIRES
CRAIGNANT L'ÉMULSION
SILENCIEUSES
AUTO-AMORÇAGE
SIMPLICITÉ - ROBUSTESSE
USURE NULLE - ÉCONOMIE
— TOUTS DÉBITS —
— TOUTES PRESSIONS —
FACILITÉ D'ENTRETIEN



POMPES • COMPRESSEURS • MÉCANIQUE
63, 65 RUE DE LA MAIRIE VANVES (SEINE) TÉL MICHELET 3748

APPRENEZ L'ANGLAIS

en lisant des romans

Avec la méthode PSYKOS, ni leçons ni devoirs. Vous lisez simplement des romans choisis selon vos goûts et vous savez l'anglais (sinon, nous vous rembourserions intégralement). — Ne dites pas : c'est impossible. Renseignez-vous, et vous verrez pourquoi la méthode PSYKOS bouleverse l'enseignement des langues. — Bien qu'elle coûte moins, elle est plus agréable et plus sûre. Elle convient aussi bien à ceux qui savent quelques mots d'anglais qu'à ceux qui ne savent rien.

DEMANDEZ NOTRE BROCHURE
OU VENEZ VOUS RENDRE COMPTE

PSYKOS (V. S. B.), 6, rue de l'Isly
PARIS (8^e)



*J'y tiens
comme à la prunelle
de mes yeux !*

s'écrient
ceux qui portent

une Lunette HORIZON

Dans ses divers modèles, cette forme moderne, brevetée S. G. D. G.,

**ajoute au visage
une grande distinction.**

Elle fait retrouver tout l'agrément d'une bonne vue si elle est montée de verres scientifiques de la **Société des Lunetiers :**

**STIGMAL, DIACHROM
DISCOPAL ou DIKENTRAL**

(les uns ou les autres selon le cas
que détermine votre opticien.)

Verres et Lunettes portent la marque de la Société.
De plus, le nom HORIZON est gravé sur les lunettes.

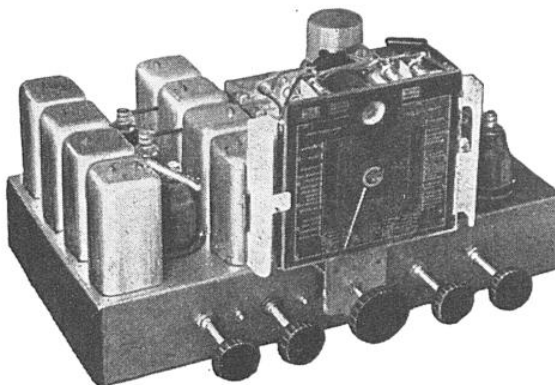
EN VENTE
CHEZ TOUS LES OPTICIENS SPÉCIALISTES
La Société des Lunetiers ne vend pas aux particuliers

LE F 1050 S

10 lampes « Dario rouges » : EF 5, EK 2, EF 5, EB 4, EBC 3, EL 2, EL 3, EL 3, EZ 4, EM 1. — 5 gammes : son télévision 7 à 15 mèt., 15-50, 45-100, 190-550, 700-2.000. — Bobinages à fer. Tous les circuits comportent des noyaux de fer, accord moyenne fréquence 457 kc. — Sélectivité variable (7 et 14 kc). — Antifading différé amplifié par EB 4. — Grand cadran en verre gravé lettres lumineuses. — Push-pull EL 3 monté en classe AB. — Dynamique « Véga » 25 cm. — Réglage silencieux par trèfle magique. — Et tous les perfectionnements actuellement réalisables.

RÉCEPTION FACILE DES ÉMETTEURS
MONDIAUX SUR PETITE ANTENNE

présente les mêmes qualités de sensibilité que le « F 850 » (décrit dans le numéro de septembre) et bénéficie des dernières recherches concernant la vérité de reproduction.



Demandez les notices complètes
et le tarif au constructeur

ÉTABLISSEMENTS GAILLARD 5, rue Charles-Lecocq, PARIS (15^e)
Tél. : LECOURBE 87-25

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

LA
**POLYCHROME
DUBUIT**



NOMBREUSES RÉFÉRENCES DANS
TOUTES LES BRANCHES DE L'INDUSTRIE

imprime en une, deux ou trois
couleurs sur tous objets.

PRÉSENTATION MODERNE
4 fois moins chère que l'étiquette

(VOIR ARTICLE DANS LE N° 227, PAGE 429)

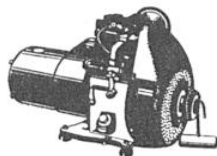
MACHINES DUBUIT
62 bis, rue Saint-Blaise

PARIS
Rég. : 19-31

Partout où manque ^{R.L.D.}
le courant

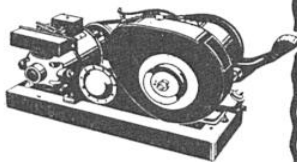
Bungalow
Bateau
Péniche
Camping
Refuge
Hôtel isolé
Voiture foraine
Voiture publicitaire

faites "confort"
votre "confort"
en faisant
"votre courant"
et pour cela utilisez un de
nos trois appareils :



Groupes électro-
gènes RAGONOT-
PIONEER
110 volts-250 watts
ou 12 volts-20 Amp.

Groupe Alterna-
gène RAGONOT-
PIONEER
alternatif 110 volts-
300 watts et conti-
nu 6 volts-50 watts



Eoliennes
RAGONOT-
PIONEER
6 V. - 15 ou 25 A.
fonctionnant même
par vent très faible

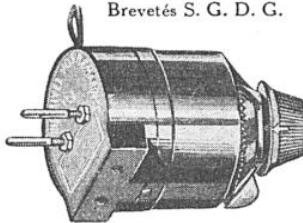
RAGONOT

15, Rue de Milan - PARIS
Tél. Trinité 17-60 et la suite

Economie de courant - Sécurité
grâce aux

COUPE-COURANT AUTOMATIQUES
COUPATAN

Brevetés S. G. D. G.



Le Coupatan est un interrupteur à rupture brusque combiné avec mouvement d'horlogerie, permettant d'obtenir automatiquement la coupure d'un circuit électrique, après un nombre de minutes que l'usager fixe lui-même aisément au moment de chaque opération. — Ses applications sont nombreuses ; il est indispensable pour tous les appareils électriques chauffants à usages ménagers ou industriels (bouilloire, chauffe-plats, etc., appareils de coiffeurs, petits fours électriques), ainsi que pour les appareils médicaux, et de façon générale partout où il est utile de couper un circuit au bout d'un temps déterminé.

Prix à partir de (suivant modèles) **99 francs**

Voir article dans le prochain numéro de La Science et la Vie.

Demandez tous les renseignements complémentaires aux

ATELIERS COUPATAN

15 bis, rue du Commandant-Rivière, PARIS-COLOMBES

Tél. : CHARLEBOURG 27-31

ASSUREZ-VOUS
CONTRE LES CONTRAVENTIONS
POUR DÉFAUT D'ÉCLAIRAGE
EN STATIONNEMENT

Par an : 29.000 pour Paris et la Seine, 1.000 pour Lyon, 1.100 pour Strasbourg, 300 pour Moissac, 250 pour Reims, 2.000 pour Bordeaux, 755 pour Lille, 250 pour Bergerac, 1.500 pour Marseille, etc., etc.



Aucun mécanisme à remonter.
Automaticité complète

Quand la nuit tombe
"TUBEST" allume
automatiquement
votre feu de position



Garantie d'un an

Quand le jour se lève
"TUBEST" éteint
automatiquement
votre feu de position



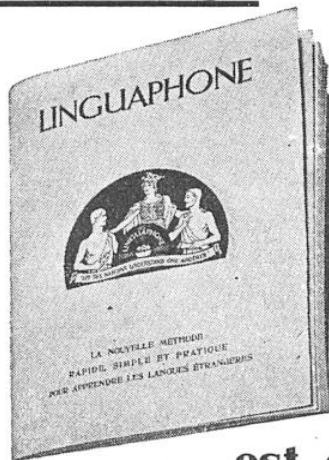
TUBEST

"Cerveau du feu de position"

8, Rue Euler - PARIS — Tél. : Balzac 09-92

OCERP

Cet ouvrage



est offert GRATUITEMENT à tous ceux qui veulent comprendre et parler une LANGUE ÉTRANGÈRE

Voulez-vous bientôt être capable de vous entretenir, dans sa langue, avec un étranger, de lire facilement livres et journaux, de comprendre les émissions radiophoniques? Cela vous est facile maintenant.

Il existe une méthode qui a révolutionné l'enseignement des langues. Avec cette méthode il est extraordinairement facile et économique d'apprendre. On reçoit les leçons des meilleurs professeurs du monde. Tout de suite on comprend le sens des mots entendus, de membres de phrases, de phrases entières. Quelques semaines suffisent et vous posséderez une connaissance pratique de la langue que vous aurez choisie.

UN ESSAI DE 8 JOURS vous est offert

Réclamez au moyen du bon ci-dessous l'ouvrage de 32 pages qui vous montrera en détail ce qu'est la méthode Linguaphone, la description des leçons, le programme des cours et les résultats obtenus par les élèves.

Dans cet ouvrage si intéressant vous trouverez l'offre qui vous est faite d'essayer chez vous, pendant 8 jours, un cours complet Linguaphone dans la langue que vous choisirez.

Puisque la question des langues vous intéresse, complétez donc et envoyez tout de suite le bon ci-dessous et vous recevrez votre exemplaire par retour sans frais et sans engagement.

**INSTITUT LINGUAPHONE (Annexe B 11)
12, rue Lincoln (Champs-Élysées), Paris (8^e)**

Veuillez m'envoyer gratuitement et sans engagement pour moi l'ouvrage m'apportant tous les renseignements sur la méthode Linguaphone.

La langue qui m'intéresse est

NOM

ADRESSE

FAITES DU CINÉMA



C'est dans l'une des nombreuses activités du cinéma que vous avez le plus de chances de faire valoir votre personnalité. Vous pouvez devenir technicien : opérateur de prises de vues, technicien du son, projectionniste. Vous pouvez faire une carrière d'artiste (acteur, actrice), de metteur en scène, de scénariste. Préparez l'un de ces passionnants métiers sans quitter votre domicile en devenant élève de l'Ecole de Cinématographie de Paris. Dès votre inscription, vous pénétrerez dans l'ambiance si particulière du cinéma et les heures que vous consacrerez à vos études seront vos moments les plus heureux.

**Hier le film parlant,
aujourd'hui le cinéma en couleurs,
demain le relief...**

Des progrès incessants contraignent le cinéma à moderniser sans cesse son personnel. Ses techniciens s'adjoignent de nouveaux spécialistes et, parallèlement, de nouveaux artistes sont nécessaires dont la formation tienne compte des progrès de la technique. Des perspectives insoupçonnées s'ouvriront devant vous en lisant la brochure que l'Ecole envoie sans engagement à tous ceux qu'intéresse une méthode réellement efficace. Vous vous initierez aux principes les plus modernes de l'enseignement professionnel par correspondance. Vous vous expliquerez comment, grâce à un ingénieux système d'études et d'exercices individuels, les élèves de l'Ecole de Cinématographie de Paris acquièrent une solide formation de technicien ou d'artiste entièrement dirigée vers l'application pratique.

Pour recevoir cette documentation contenant également le programme des études, il vous suffit d'adresser le coupon ci-après, accompagné de 1 fr. 50 en timbres, à l'

**ÉCOLE DE CINÉMATOGRAPHIE DE PARIS
56, rue Galilée, 56 (Champs-Élysées)**

Veuillez m'envoyer sans aucun engagement pour moi votre brochure n° 7.

NOM (M., Mme ou Mlle)

ADRESSE



Vogue mondiale des 302 et des 402

Peugeot

Deux voitures sans concurrence à
prix équivalents



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 — Téléph. : Provence 15-21

RÉDACTION, ADMINISTRATION et PUBLICITÉ : 13, rue d'Enghien, PARIS-X°

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

Copyright by La Science et la Vie, Février 1937 - R. C. Seine 116.544

Tome LI

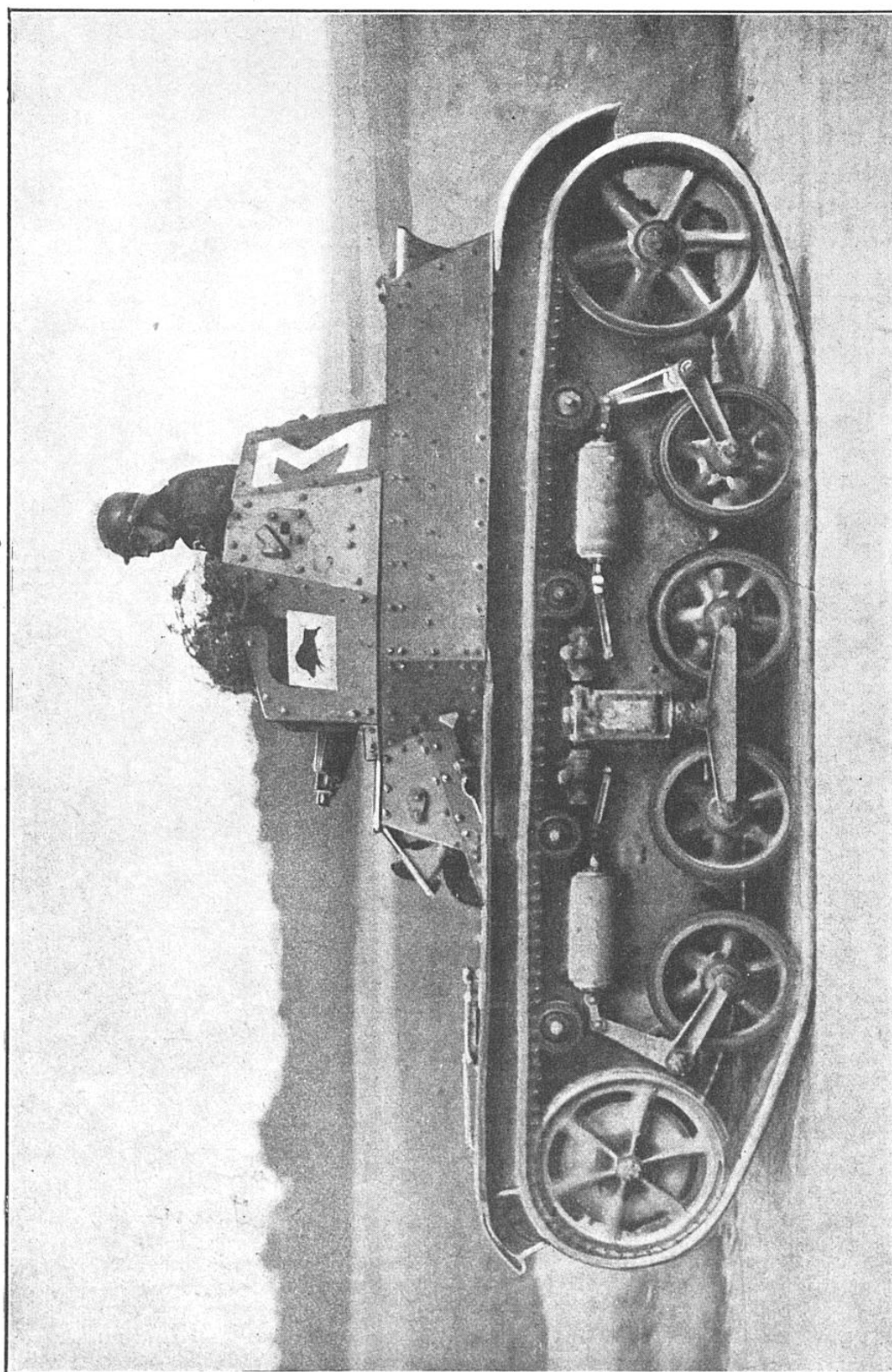
Février 1937

Numéro 236

SOMMAIRE

Voici les divisions légères mécaniques de l'armée française	Général XX.	87
La motorisation et la mécanisation constituent l'un des problèmes nouveaux que pose la structure des armées modernes.		
La France va-t-elle enfin posséder un observatoire vraiment moderne?..	L. Houllévigie	97
Les recherches de l'astrophysique l'exigent impérativement.	Professeur à la Faculté des Sciences de Marseille.	
L'âge des produits organiques de synthèse.. . . .	Jean Labadié	103
Les verres organiques concurrencent maintenant les verres minéraux.		
Automatisme, télécommande, facteurs de progrès dans l'exploitation ferroviaire.. . . .	Pierre Devaux.	111
Sous l'impulsion de dirigeants plus jeunes et plus ouverts aux transformations, voici des perfectionnements sur nos réseaux.	Ancien élève de l'Ecole Polytechnique.	
Des additions « homéopathiques » modifient les qualités des fers et des aciers.. . . .	J. Seigle	116
La sidérurgie, au fur à mesure que la technique du chimiste permettait au métallurgiste de se rendre compte de l'influence d'éléments étrangers (en doses plus ou moins importantes), a pu, de ce fait, livrer à la construction mécanique des produits ferreux (fers, aciers) possédant des propriétés telles qu'auparavant cette industrie n'aurait pu réaliser les progrès accomplis — en moins d'un quart de siècle — dans la résistance des matériaux.	Professeur à l'Ecole de la Métallurgie et des Mines de Nancy.	
Notre poste d'écoute	S. et V.	123
Pas de route moderne sans éclairage rationnel.. . . .	L.-D. Fourcault.. . . .	131
La sécurité — comme aussi la rapidité — de la circulation nocturne de plus en plus intense, avec les véhicules industriels de plus en plus rapides, exige l'éclairage des grands itinéraires routiers.		
Taxe l'essence, mais frappez juste.. . . .	J. M.	137
Comment l'essence, comme produit de grande consommation, est plus ou moins taxée par les Etats en mal d'alimenter leur trésor.		
Le Palais du Froid de l'Exposition de 1937, synthèse scientifique et industrielle des basses températures.. . . .	Charles Brachet.. . . .	141
Depuis Charles Tellier, 1876, le froid a conquis droit de cité dans le domaine industriel pour l'alimentation, pour les fabrications chimiques, pour le conditionnement de l'air, etc. La recherche scientifique lui doit aussi de magnifiques découvertes en physique, ne fût-ce que les remarquables travaux effectués au voisinage du zéro absolu. L'Exposition de 1937 a voulu marquer la place que tient une technique récente dans notre civilisation contemporaine.		
L'avenir du sous-marin dans le combat naval.. . . .	H. Pelle des Forges .. .	149
Contrairement à ce que pourraient penser les profanes, c'est là une question actuellement controversée. On verra ici pourquoi.	Capitaine de frégate (R).	
Pour la défense passive : masques d'abord.. . . .	J. Marchand	151
Voici une mise au point du problème des masques préventifs contre la guerre aéro-chimique.		
Nouvelles applications de la glace carbonique.. . . .	S. et V. Jean	158
A travers notre courrier.. . . .	S. et V.	162

Dans la vie moderne, la production de la frigorifique joue un rôle comparable à celle de la calorifique. Voici le Palais du Froid de l'Exposition 1937, dont la couverture de ce numéro représente la « Tour de neige ». On y verra une véritable synthèse des applications, aussi nombreuses que variées, résultant de la conquête des basses températures dans le domaine de l'industrie, comme dans celui de la recherche scientifique. (Voir l'article page 141 de ce numéro.)



AUTOMITRAILLEUSE DE RECONNAISSANCE A CHENILLES INTÉGRALES, ARMÉE D'UNE MITRAILLEUSE DE 13,2 MM SUR ROUTE, CET ENGIN ATTEINT 35 KM/H, ET A TRAVERS TOUS TERRAINS 17 HM/H. L'ÉQUIPAGE COMPREND DEUX HOMMES ET LE RAYON D'ACTION EST D'ENVIRON 150 KM

LA MOTORISATION ET LA MÉCANISATION DES ARMÉES MODERNES

VOICI LES DIVISIONS LÉGÈRES MÉCANIQUES DE L'ARMÉE FRANÇAISE

Par le général **

Lors de la mobilisation, le 2 août 1914, sur un total de 90 000 véhicules automobiles en service en France, l'armée n'en possédait en propre que 170 ! Pour couvrir ses besoins immédiats, elle fit appel à la réquisition, qui fournit environ 8 000 voitures de tourisme, autobus et camions. Mais, dès les premiers mois de la guerre, étant donné l'étendue des fronts, l'importance des effectifs, l'énorme consommation de munitions pour l'infanterie et l'artillerie et aussi de matériaux pour l'aménagement du terrain, le moteur à essence prit une place de plus en plus importante dans le service des transports, aussi bien pour le matériel que pour le personnel. Le camion en particulier, devenu un instrument tactique et stratégique de premier ordre, assurant non seulement le ravitaillement des troupes, mais encore — et par divisions entières — le mouvement des réserves, se multiplia si bien, grâce à la mobilisation industrielle, que le parc automobile du haut commandement comprenait, fin 1918, 92 000 unités pour le seul front français. Il faut encore ajouter à ce chiffre le matériel spécialisé de nombreuses unités d'artillerie portées ou tractées, un certain nombre d'automitrailleuses de cavalerie, et surtout les chars de combat — alors dénommés « tanks » — qui réalisaient, d'une manière plus ou moins heureuse suivant les modèles, l'alliance entre la mobilité tactique, la protection par le blindage et la puissance du feu, alliance nécessaire pour rompre les défenses organisées de l'adversaire. Depuis dix-huit ans, cette tendance générale vers l'utilisation du moteur à des fins militaires est allée encore en s'accroissant. Il est devenu, en effet, indispensable non seulement pour accélérer les mouvements de troupes et déplacer les matériels lourds actuels, mais aussi pour transporter les combattants sous un blindage qui permette d'affronter l'armement moderne. Son emploi s'étend aujourd'hui à toutes les armes, et l'on peut dire que la motorisation, dans l'acception la plus générale de ce terme, constitue l'un des problèmes principaux de la structure des armées modernes. Dès l'abord, une distinction fondamentale s'impose entre la motorisation proprement dite et la mécanisation. La première qualifie exclusivement l'emploi des véhicules à moteur pour des opérations de transport ; la deuxième, leur utilisation pour des opérations tactiques, de combat. Pour reprendre une formule du général Debeney, les engins motorisés se classent en deux grandes catégories : dans les uns, on s'installe pour combattre, on descend des autres pour utiliser les armes ; ceux-ci sont des engins de manœuvre, ceux-là sont des outils de combat. Les voitures de transport, catégorie de beaucoup la plus importante numériquement, sont devenues indispensables pour le ravitaillement des grandes unités modernes pesamment armées et équipées et pour l'exécution des manœuvres stratégiques. Déjà la motorisation des « services » organiques, en allégeant les trains régimentaires, grâce à l'augmentation de la charge utile et de la vitesse du camion par rapport au fourgon, accroît notablement les qualités manœuvrières des diverses formations du type normal. Ces possibilités stratégiques se trouvent portées à un degré de beaucoup supérieur encore avec les divisions motorisées modernes, équipées de voitures de transport en nombre suffisant pour pouvoir se déplacer d'un seul bloc, avec tous leurs éléments organiques : infanterie (transportée par sections de camions), artillerie, génie, train, etc. En vingt-quatre heures, elles sont ainsi capables de parcourir 100 ou 200 km et d'entrer immédiatement en action, dès que les combattants sont descendus des véhicules. Pour ces divisions motorisées, la route — qui, seule, permet des moyennes horaires élevées — demeure une servitude comme le rail pour les chemins de fer. Au contraire, la possibilité de quitter les voies existantes pour s'engager à travers champs, en franchissant les obstacles, est une nécessité pour la voiture de combat, ou plutôt l'engin blindé de combat qui doit aller sur le champ de bataille à la recherche des engins de feu ennemis qui arrêtent la progression. Les deux types principaux de ces véhicules mécanisés sont l'auto-

mitrailleuse et le char de combat. Les missions classiques confiées aux automitrailleuses sont la reconnaissance et la sûreté, qui reviennent aujourd'hui comme par le passé à la cavalerie. Mais ces engins peuvent également être rassemblés en grand nombre pour constituer des divisions légères mécaniques, qui joignent à une extrême mobilité stratégique et tactique une puissance de feu déjà considérable. Ces divisions légères, outre leur emploi normal pour éclairer et couvrir les grandes unités motorisées pendant leurs déplacements, seraient particulièrement aptes à la défensive. Elles pourraient, de plus, se voir confier des missions d'urgence : renforcement de points faibles du front, actions rapides sur les flancs ou les arrières de l'ennemi, etc. Telles que l'on s'efforce actuellement de les constituer en France au nombre de deux, elles diffèrent sensiblement des « Panzer-Divisionen » (1) allemandes, divisions lourdes mécaniques qui font, dans une large mesure, appel aux chars de combat (d'ailleurs à protection relativement faible), sacrifiant ainsi au bénéfice du facteur force le facteur vitesse, qui caractérise au contraire nos divisions légères. Nous n'avons en France, actuellement, aucune formation de valeur offensive comparable à ces divisions lourdes mécaniques. Il sera cependant possible, le cas échéant, de renforcer puissamment nos divisions légères en leur adjoignant des chars de combat et même de l'artillerie à grande puissance. Parmi toutes les armes, c'est la cavalerie mécanique moderne qui a le plus largement fait appel à la machine pour élargir son rayon d'action et accroître sa mobilité stratégique et tactique en même temps que sa puissance de feu. Dans l'étude qui suit, nous mettons en évidence les problèmes nouveaux que pose la réalisation des engins de combat destinés à équiper les formations de cavalerie et, en particulier, les divisions légères mécaniques. Cette question du matériel, dont le prix est toujours très élevé, et que le progrès mécanique risque de démontrer rapidement (sans parler des difficultés du ravitaillement en carburants), limite aujourd'hui — du moins provisoirement, pour des raisons budgétaires — la généralisation de la motorisation et de la mécanisation — (qui pourrait aussi, d'ailleurs, ne pas convenir à tous les terrains d'opérations). Il est vrai que, parmi toute la gamme de véhicules auxquels font appel les armées modernes, quelques types de modèles courants pourront être fournis par les réquisitions. Mais leur nombre restera très limité par suite des nécessités de la mobilisation industrielle à l'intérieur même du pays. Un gros effort reste, en outre, à faire pour approvisionner dès maintenant les tracteurs, voitures tous terrains, matériels spéciaux motorisés et mécanisés qu'exigera, au nombre de plusieurs dizaines de milliers, la mise sur le pied de guerre de nos différentes unités. Plus que jamais, il convient de rappeler à ce propos la parole du maréchal Foch : « Le matériel est la condition première du rendement du combattant. »

DEVANT la puissance de destruction des armes modernes à tir rapide, la cavalerie a dû, pendant la dernière guerre, renoncer à l'action à cheval pour s'armer, elle aussi, d'engins de feu et combattre à pied comme l'infanterie. A cette époque, on a pu croire que son rôle devait diminuer singulièrement d'importance dans l'avenir. Ne perdait-elle pas ainsi la *mobilité* qui était, depuis toujours, la plus précieuse de ses caractéristiques ?

Plus tard, lorsque commencèrent à se développer les nouvelles unités motorisées, la vitesse de déplacement de la cavalerie sous sa forme classique devint, par comparaison, chaque jour plus faible. Dans ces conditions, il semblait naturel que certaines des missions qui lui avaient été dévolues de tout temps passassent à des armes nouvelles ou à des unités motorisées, ou même à l'aviation.

Mais, aujourd'hui, ce même progrès mécanique, qui paraissait ainsi la condamner, lui apporte des moyens nouveaux pour remplir son ancienne mission.

La machine s'impose au cavalier moderne

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 231, page 204.

non seulement comme *moyen de transport*, mais aussi comme *moyen de combat*. Elle a changé la constitution des unités, comme elle transforme radicalement sur le champ de bataille l'allure même du combat. Elle permet d'assurer plus facilement et plus rapidement les liaisons, d'amener plus rapidement les soutiens d'infanterie et les renforts d'artillerie, et surtout de pousser plus vite et plus loin les organes de reconnaissance et de sûreté. Grâce aux engins blindés, il est possible, désormais, de prendre contact avec l'ennemi sans courir de trop grands risques ; de briser même parfois le redoutable barrage qu'engendre le feu des armes automatiques.

La machine, moyen de transport

Le premier engin mécanique utilisé par la cavalerie fut, vers 1900, la bicyclette. Elle fut confiée soit à des estafettes isolées, soit à des unités constituées appelées à venir renforcer rapidement les combattants à cheval.

On avait, d'autre part, dès avant la guerre, fait appel aux véhicules motorisés : moto-

cyclettes, automobiles, autobus et camions des modèles courants, pour accélérer les liaisons et pour assurer le transport rapide des troupes et du matériel de toutes sortes d'un point à un autre.

Pendant la guerre, les avantages de l'automobile s'affirmèrent, et, lors de l'Armistice, les divisions de cavalerie étaient dotées chacune d'une centaine d'engins automobiles de transport.

Tous ces matériels, que l'on utilise encore aujourd'hui, possèdent d'incontestables qualités de vitesse, de rendement et de solidité.

d'examiner ces solutions plus en détails, il convient de dire quelques mots de l'emploi des motocyclettes par la cavalerie.

Les unités motocyclistes

Les unités motocyclistes d'aujourd'hui utilisent soit des motos montées par un seul homme (quelquefois par deux), soit des motos avec sidecar. Elles peuvent ainsi atteindre et soutenir, sur bonnes routes, des vitesses moyennes de 55 et même de 60 km/h; elles sont donc susceptibles de rendre de précieux services toutes les fois que la rapi-

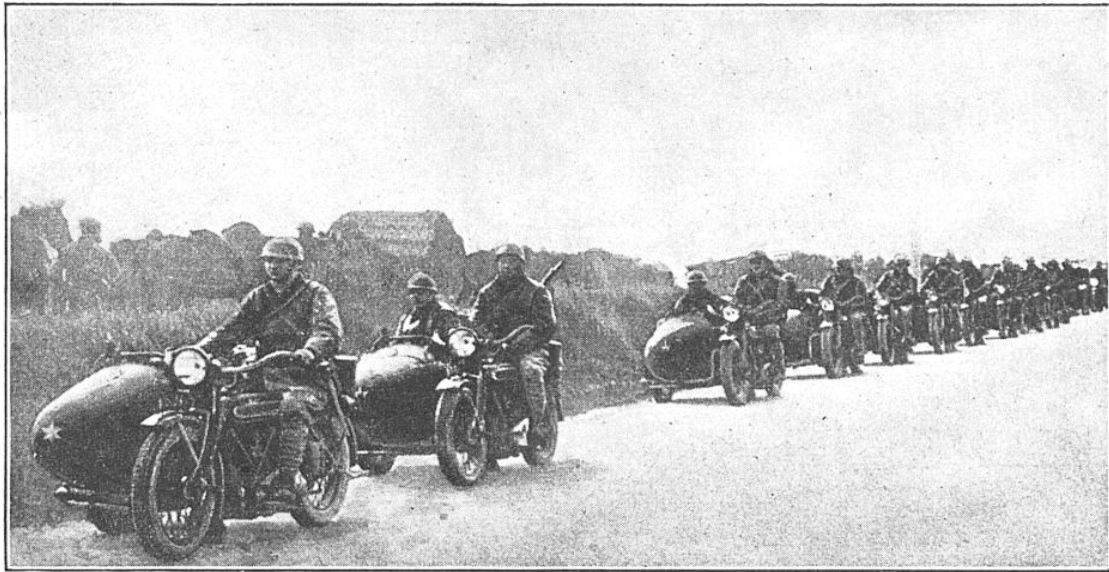


FIG. 1. — LES UNITÉS MOTOCYCLISTES COMPTENT PARMI LES PLUS RAPIDES FORMATIONS DE LA CAVALERIE MODERNE. CES MOTOCYCLETTES-SIDECARS PEUVENT EMPORTER DEUX HOMMES AVEC LEUR ÉQUIPEMENT ET UN FUSIL-MITRAILLEUR A UNE VITESSE DE 55 KM/H SUR ROUTE

Malheureusement, ils ont le grave défaut de dépendre exclusivement du réseau routier, ce qui limite d'une manière très sensible leurs conditions d'emploi et contribue à augmenter d'autre part leur vulnérabilité.

C'est pourquoi on s'est efforcé de réaliser des véhicules capables de circuler à travers champs, non seulement sur des terrains résistants, mais aussi sur des terrains marécageux et sans consistance. Il est évident que la solution la plus simple qui s'impose à l'esprit est d'augmenter la surface d'appui (largeur des roues) — et aussi la puissance du moteur. Mais si l'on exige, de plus, un matériel capable d'escalader ou de franchir des obstacles contre lesquels viennent buter les voitures ordinaires à roues, il faut recourir soit à la chenille, soit à la voiture à roues motrices multiples et indépendantes. Avant

dité est la première condition du succès.

Les « motos-sidecars » du type « René Gillet » pèsent 190 kg et ont une puissance de 6 ch. Elles consomment environ 9 litres aux 100 km. Elles peuvent transporter deux hommes équipés et armés, et un fusil-mitrailleur avec ses munitions.

Cependant la motocyclette ordinaire est loin d'être un véhicule tous terrains, encore qu'elle puisse circuler à vitesse réduite sur des chemins médiocres ou même à travers champs, lorsque le terrain n'est pas trop meuble ou trop défoncé. Jusqu'à présent, les recherches poursuivies pour la doter d'une « chenille » n'ont donné que des résultats médiocres. On en obtient, au contraire, de bien meilleurs en utilisant tout simplement des motocyclettes de grande puissance (8 ou 10 ch), munies de très gros pneus antidéra-

pants et dont le cadre est renforcé ; le carter et le moteur, placés aussi haut que possible, peuvent être encore protégés des heurts contre le sol en terrain accidenté par deux petites roues latérales. Ainsi équipés, ces engins — malheureusement coûteux et d'un maniement délicat — peuvent circuler dans presque tous les terrains et constituent un précieux moyen de liaison pour le commandement.

Les voitures à chenilles

Dans le cas de l'automobile, la réalisation d'un véhicule tous terrains, capable de circuler non seulement sur des terrains résistants, mais aussi sur des terrains marécageux et sans consistance, d'escalader ou de franchir des obstacles divers, constitue un problème encore plus complexe. Il peut recevoir actuellement deux solutions : la *chenille* et la voiture à *roues motrices multiples et indépendantes*.

La première est séduisante a priori, car elle a l'avantage de placer l'ensemble du véhicule sur un large chemin de roulement qui épouse

les inégalités du sol. Dans un système un peu différent, le *chaîne-rail*, le véhicule roule sur le rail, qui est entraîné dans la progression, tandis que, dans le système classique, le moteur agit directement sur la chenille.

Les chenilles métalloplastiques généralement adoptées aujourd'hui réalisent une combinaison heureuse du métal et du caoutchouc : à la fois résistantes et élastiques, elles permettent d'atteindre sur route des vitesses de 40 et même 50 km/h. Mais elles restent fragiles et s'usent vite, le réglage de leur tension est délicat, la boue bloque parfois leurs organes d'entraînement, et, enfin, les changements de direction, surtout aux allures vives, sont malaisés à effectuer (un dispositif différentiel spécial installé entre les chenilles peut faciliter les évolutions en évitant les dérapages).

Les voitures « tous terrains » à roues motrices multiples et indépendantes

A cette solution de la chenille s'oppose actuellement celle de la voiture à *roues motrices multiples et indépendantes* (six ou

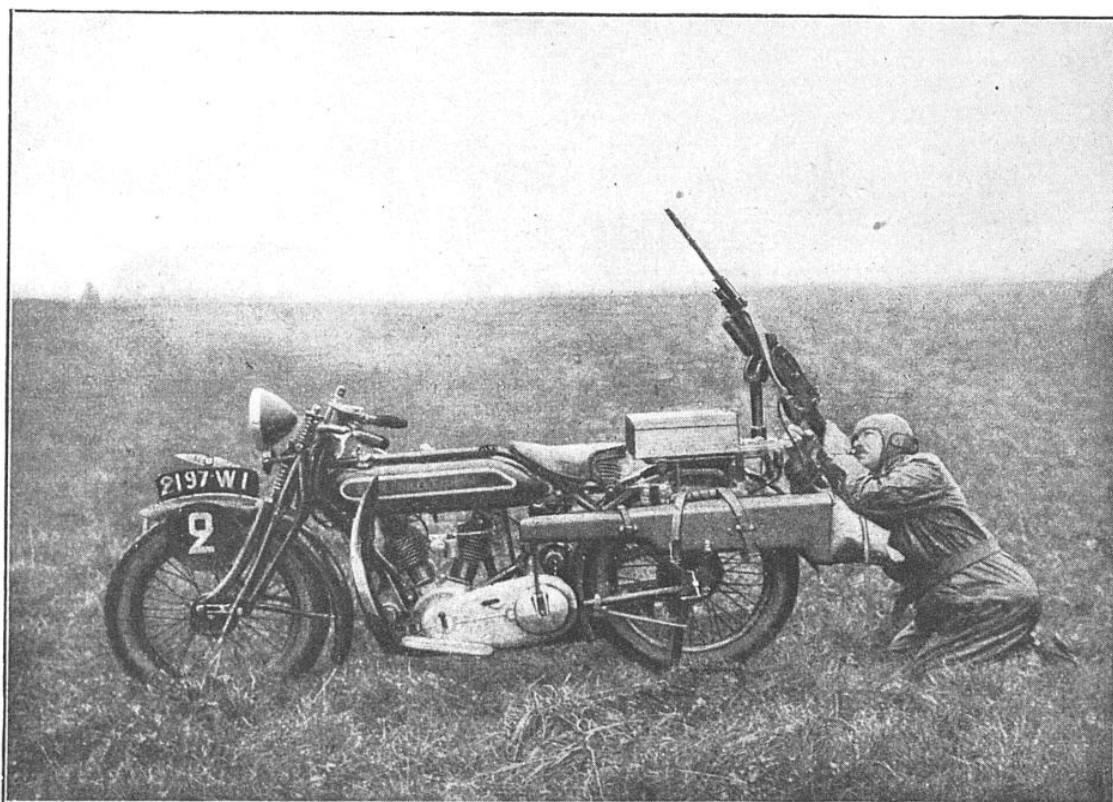


FIG. 2. — UNE MITRAILLEUSE TRANSPORTÉE SUR UNE MOTOCYCLETTE EST INSTALLÉE SUR SON SUPPORT SPÉCIAL A L'ARRIÈRE ET ENTRE EN ACTION CONTRE L'AVIATION ENNEMIE



(Cliche Laffly.)

FIG. 3. — AUTOMITRAILLEUSE BLINDÉE A ADHÉRENCE TOTALE (SIX ROUES MOTRICES)

Les débattements des roues arrière permettent de franchir les dos d'âne les plus volumineux. Sur ce modèle, les roues avant sont directrices et non motrices normalement. En cas de besoin, elles peuvent à volonté transmettre l'effort d'un seul côté, pour faciliter les virages, ou des deux côtés.

huit, suivant les cas). L'indépendance des roues leur permet de s'adapter, pour ainsi dire, aux inégalités du sol et régularise la progression de la voiture, la puissance du moteur s'exerçant simultanément sur toutes les roues. Sur route, ces véhicules sont aussi mobiles que les automobiles ordinaires. Leur organisation mécanique, toutefois, est plus compliquée et leur conduite exige certaines précautions.

De plus, la nécessité de surélever le châssis, pour augmenter l'indépendance relative des roues en terrain varié, diminue leur stabilité, et surtout accroît leur visibilité.

Les possibilités de franchissement d'une coupure à bords francs varient, pour les véhicules automobiles « tous terrains », avec la longueur de leur châssis et la position de leur centre de gravité; elle est pour la moyenne des véhicules en service en France de 1 m 50 à 2 m.

Les possibilités de franchissement d'une coupure large, profonde, mais aux berges inclinées, dépend du sol et du degré d'inclinaison des berges; les véhicules à chenilles peuvent descendre et remonter plus facilement que les véhicules à roues motrices multiples, lorsque les angles de pente atteignent et dépassent 45°.

La chenille permet, en effet, l'attaque oblique de la rampe contre laquelle viennent buter les roues ordinaires; on a pu remédier,

dans une certaine mesure, à cet inconvénient en dotant l'avant des véhicules « tous terrains » de roues supplémentaires de petit diamètre, dont l'axe est fixé à l'avant de la voiture, qu'elles empêchent ainsi de venir buter et qu'elles soulèvent même, le cas échéant.

Les voitures de dragons portés

En France, les divisions de cavalerie sont renforcées de bataillons de *dragons portés*, équipés de voitures « tous terrains » (à chenille) du type « Citroën-Kégresse ». Le châssis de ces voitures est supporté sur toute la partie arrière par un train propulseur à chenilles métalloplastiques avec, à l'avant, deux roues du type normal; un large rouleau fixé devant le châssis facilite le passage des obstacles pour la circulation en terrain accidenté. En principe, une telle voiture porte sept hommes et un ou deux fusils-mitrailleurs; certaines sont aménagées pour le transport de mitrailleuses ou de canons d'infanterie. Leur rayon d'action est de 150 km au moins. Sur route, les unités ainsi équipées peuvent se déplacer à une vitesse de 25 à 30 km/h; à travers champs, leur mobilité est comparable à celle des unités à cheval.

La cavalerie n'est, d'ailleurs, pas la seule à utiliser ces engins. L'artillerie en a besoin pour ses voitures de reconnaissance, de liaison, de T. S. F. L'infanterie en réclame pour

transporter, sur le champ de bataille, le colonel près de ses chefs de bataillons, pour pousser jusqu'en première ligne ses ravitaillements en munitions, sans avoir à s'occuper du réseau routier, en ne s'inquiétant que des couverts. Les « services » en ont également un besoin urgent. C'est un moyen dont notre armée est encore insuffisamment dotée.

La machine, moyen de combat

Les engins blindés de cavalerie sont d'une réalisation infiniment plus difficile que le matériel de transport « tous terrains ». Leur construction, en effet, est dominée par quatre grands problèmes qui impliquent des

armement exige un personnel important, donc un volume de l'engin et, par suite, un poids assez élevés.

Le compromis auquel il faut savoir se résoudre ne peut, d'ailleurs, être que temporaire. Chaque jour, les données du problème sont modifiées par des progrès dans l'armement qui rendent nécessaires des épaisseurs de blindage plus fortes (compte tenu des aciers nouveaux et plus résistants que peut livrer la métallurgie), dans la construction des moteurs, qui permettent des vitesses plus grandes, dans les caractéristiques des matériaux ou les procédés de construction.

En dehors de ces grands problèmes de

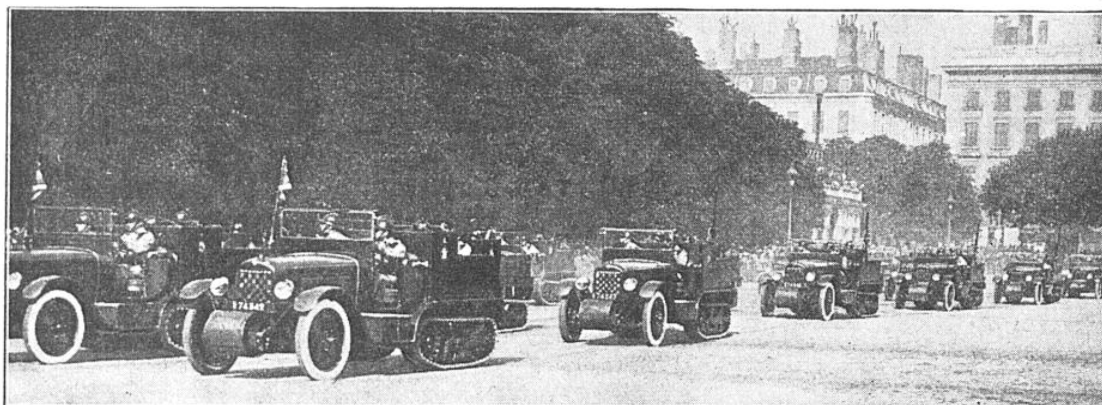


FIG. 4. — BATAILLON DE DRAGONS PORTÉS ÉQUIPÉ DE VOITURES TOUTS TERRAINS A CHENILLES MUNIES, A L'AVANT, D'UN LARGE ROULEAU POUR FACILITER LE PASSAGE DES OBSTACLES

solutions le plus souvent opposées. Ce sont : le *blindage*, le *poids*, la *vitesse* et l'*armement*.

En effet, il y a tout d'abord un intérêt évident à construire des engins blindés aussi invulnérables que possible, donc à augmenter l'épaisseur de leur revêtement protecteur. Mais il y a un intérêt non moins évident à les faire aussi légers que possible, pour qu'ils circulent facilement et rapidement à travers tous les terrains, en utilisant sans risque tous les ouvrages d'art. Or, si on augmente le blindage, on accroît inévitablement le poids. Par ailleurs, la vitesse, qualité primordiale de tous ces engins, diminue aussi la vulnérabilité ; mais une grande vitesse exige des moteurs puissants appliqués à des véhicules de poids réduit. Blindage, poids, vitesse constituent donc des facteurs opposés.

Reste enfin la question de l'armement, qui doit être approprié à la mission à remplir. Pour combattre le personnel, il faut, en principe, une mitrailleuse, et pour démolir les obstacles ou attaquer les engins blindés adverses, un canon de petit calibre. Cet

principe, la réalisation des engins blindés en pose une multitude d'autres, moins importants en apparence, mais qui peuvent avoir une influence capitale sur les possibilités d'emploi. C'est ainsi que le personnel doit pouvoir y vivre commodément, protégé contre les gaz et les risques d'incendie, car le rendement de ces engins dépend, au premier chef, du bon état physique et moral du personnel. Cela nécessite qu'on puisse faire régner à l'intérieur du véhicule une légère surpression et qu'on dispose d'extincteurs efficaces.

La visibilité doit être aussi suffisante pour diriger le véhicule, surveiller le terrain, se servir de l'armement, mais sans, pour cela, que l'équipage soit dans l'obligation de s'exposer aux coups directs de l'adversaire. Ce problème n'a malheureusement pu recevoir — du moins quant à présent — que des solutions peu satisfaisantes.

D'autre part, les automitrailleuses doivent être capables de traverser certains espaces inondés ; elles le peuvent lorsque la hauteur

atteinte par l'eau n'est pas suffisante pour compromettre le fonctionnement du moteur et de l'appareillage électrique. Certaines voitures blindées spécialement aménagées peuvent ainsi franchir des bancs d'eau de 0 m 90 et même de 1 mètre de profondeur. Pour la traversée des cours d'eau, deux solutions sont à envisager : d'une part, assurer l'étanchéité de la voiture, qui peut alors rouler sur l'eau ou même sous l'eau, à condition de disposer d'une réserve d'air suffisante pour l'équipage et le moteur ; d'autre part, munir la voiture de flotteurs, la propulsion étant assurée par les roues elles-mêmes, pourvues d'aubes ou par une hélice indépendante. La première solution n'a donné lieu à aucune réalisation sérieuse. Au contraire, la seconde a abouti ; chez Vickers (Angleterre), à une voiture blindée amphibie, capable de traverser la Tamise. Les Russes ont également en service de nombreuses voitures amphibies. La descente ou la remontée des berges peu consistantes, la circulation dans les terrains marécageux au voisinage des rivières, où la hauteur d'eau est insuffisante pour permettre au véhicule de flotter, constituent autant de problèmes non encore résolus.

Les automitrailleuses de découverte, de reconnaissance et de combat

Les engins blindés de cavalerie doivent être capables de remplir des missions de trois sortes : recherche lointaine et rapide de renseignements, reconnaissance rapprochée et prise de contact, et enfin combat.

Pour la première mission, il faut des voitures rapides, bien armées, ayant un grand rayon d'action et des moyens de liaison puissants, circulant normalement sur les routes,

mais aussi capables d'en sortir en cas de nécessité.

Les automitrailleuses de découverte (A.M.D.) actuellement en service, appartiennent à l'ancien matériel « White », mis en service à la fin de la guerre, mais muni d'un moteur plus puissant et doté, pour certaines voitures, d'un poste de radio. Ces engins se composent d'un châssis robuste, protégé par un blindage et surmonté d'une tourelle mobile armée d'un canon de 37 mm et d'une mitrailleuse : l'équipage compte quatre hommes dont un chef de voiture. Sur de bonnes routes, avec des pneumatiques incroyables Veil-Picard (1), la vitesse peut atteindre 50 km/h. La voiture est munie d'un démultiplicateur, pour lui permettre de suivre, sans fatiguer le moteur, la marche lente de l'infanterie sur route, et d'un inverseur, grâce auquel elle peut revenir rapidement en arrière sans perdre de temps à des manœuvres



FIG. 5. — AUTOMITRAILLEUSE DE COMBAT, DU POIDS DE 6,2 T, ARMÉE D'UN CANON DE 37 MM ET D'UNE MITRAILLEUSE DE 7,5 MM

Cet engin blindé (protection : 9 à 11 mm) atteint sur route une vitesse de 30 km/h, et, en terrain varié, de 15 km/h. Son équipage normal est de trois hommes et son rayon d'action de 150 km.

compliquées de demi-tour. Un modèle plus perfectionné, capable au besoin de sortir des routes, va remplacer ce matériel.

Le type de l'automitrailleuse de combat (A. M. C.) est le matériel « Schneider-Kégresse ». Ce matériel comprend un châssis dont la partie arrière est supportée par un train à chenilles et l'avant par deux roues directrices ; l'ensemble du châssis est protégé par un blindage et est surmonté d'une tourelle armée d'une mitrailleuse et d'un canon de 37 jumelés ; un moteur sans soupapes « Panhard » de 16 ch assure sa propulsion à une vitesse qui peut atteindre 60 km/h. La voiture est munie d'un démultiplicateur et d'un inverseur ; l'équipage comprend

(1) La chambre à air incroyable « Veil-Picard », logée dans une enveloppe ordinaire, consiste en un boudin de caoutchouc renfermant des alvéoles gonflées d'air comprimé lors de la fabrication.

MATÉRIEL	PROPULSION	PROTECTION	ARMEMENT	ÉQUIPAGE	VITESSE		RAYON D'ACTION	POIDS
					SUR ROUTE	TOUS TERRAINS		
A. M. D. (White Laffly)	Roues	5 à 8 mm (invulnérable à balle perforante au delà de 400 m)	1 canon 37 mm 1 mitr. 7,5 mm	4 hommes	38 km/h	»	200 km	6,5 t
A. M. R. (Renault) ..	Chenilles intégrales	5 à 13 mm (invulnérable à balle perforante au delà de 50 m)	1 mitr. 7,5 mm ou de 13,2 mm	2 hommes	35 km/h	17 km/h	150 km	5 t
A. M. C. (Schneider-Panhard)	Chenilles et roues	9 à 11 mm	1 canon 37 mm 1 mitr. 7,5 mm	3 hommes	30 km/h	15 km/h	150 km	6,2 t
A. M. C. (Renault) ..	Chenilles	10 à 25 mm	1 canon 47 mm ou de 25 mm 1 mitr. 7,5 mm	3 hommes	30 km/h	15 km/h	»	9,7 t

LES PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES DES AUTOMITRAILLEUSES DE CAVALERIE ACTUELLEMENT EN SERVICE EN FRANCE

trois hommes, y compris le chef de voiture. En ordre de marche, ce véhicule pèse plus de 6 tonnes.

Il existe aussi, en cours de fabrication aux usines Renault, un autre type d'automitrailleuse de combat, pesant près de 10 tonnes et actionnée par un moteur de 32 ch. Cet engin est monté sur chenilles et peut franchir un fossé de 1 m 20 de large. Il est armé d'une mitrailleuse et d'un canon de 47 mm, ou de 25 mm, et sa protection est notablement renforcée (blindages de 25 mm).

Ajoutons que la cavalerie française disposera prochainement d'un matériel nouveau, l'*autocanon de cavalerie* (A. C. C.). Cet engin est du même type que l'automitrailleuse de combat précédente, avec laquelle il doit normalement collaborer en lui apportant l'appui de son feu dans la lutte contre les armes antichars et les engins blindés adverses. A cet effet, il serait armé d'un canon de 75 mm à projectile spécial, efficace seulement aux petites et moyennes distances, puisque la portée utile serait seulement de 3 à 5 km. L'approvisionnement en munitions serait nécessairement assez faible et ne dépasserait pas 100 coups par pièce environ.

Enfin, il faut encore mentionner un nouveau matériel plus réduit comme dimensions, mais très maniable, susceptible de circuler à travers tous terrains, monté par un équipage de deux hommes, qui a été établi pour remplir les missions dites de *reconnaissance* à faible distance (voir page 86).

Deux types de ce matériel furent mis en essai : l'un construit par les usines Renault, à chenilles intégrales ; l'autre, construit par la Société Citroën, à propulsion par chenilles, mais à direction assurée par les roues avant.

Ajoutons que ce matériel à chenilles intégrales se montre plus souple et plus rapide en terrains difficiles ; le matériel à roues avant directrices se montre, par contre, supérieur au premier sur route, au point de vue maniabilité et vitesse. Ces deux matériels, qui pèsent environ 4 tonnes et qui sont propulsés par des moteurs développant au frein une puissance moyenne de 20 ch, sont munis d'une arme automatique et peuvent atteindre sur route des vitesses de 35 à 40 km à l'heure.

Les divisions légères mécaniques

L'évolution nécessaire et justifiée de la cavalerie vers la machine peut se réaliser pratiquement sous deux formes différentes, selon que l'on associe le cheval et le moteur dans les mêmes formations, ou que l'on crée des unités totalement mécaniques.

Les formations mixtes, qui ont déjà des

qualités de mobilité et de puissance nettement supérieures à celles des unités hippomobiles, ont l'avantage d'être rapidement réalisables moyennant une dépense limitée. Elles présentent, dans une certaine mesure, l'inconvénient d'associer des éléments très dissemblables, tels que des motocyclistes susceptibles de se déplacer à 50 ou même 60 km/h et des cavaliers à cheval qui ne peuvent guère dépasser une moyenne de 12 à 15 km/h. Les formations hippomobiles et motorisées reçoivent cependant des missions différentes et, par conséquent, ne peuvent se gêner mutuellement.

Pour exploiter intégralement les possibilités de la machine, les formations totalement mécaniques s'imposent. Elles sont cependant difficiles à réaliser pratiquement, en raison du prix élevé du matériel et du temps nécessaire à sa fabrication ; elles risquent d'être rapidement périmées du fait du progrès lui-même ; elles sont étroitement dépendantes de leurs servitudes de ravitaillement et d'entretien ; elles sont plus étroitement dépendantes encore du terrain, dont les obstacles suffisent parfois à les paralyser.

L'Angleterre, depuis plusieurs années, s'est orientée vers l'organisation de brigades mécanisées à base d'engins blindés. L'Allemagne, de son côté, a décidé la création d'un certain nombre de *Panzer-Divisionen*, qui sont de véritables divisions mécaniques.

En France, écartant les décisions de caractère absolu, on s'est efforcé d'améliorer, d'une part, ce qui existait déjà en organisant des formations mixtes ; de créer, d'autre part, des formations entièrement mécanisées.

Ces dernières, en cours de constitution, seront au nombre de deux.

Les divisions de cavalerie entièrement mécaniques sont capables de se déplacer à une vitesse moyenne de 18 à 20 km/h et de parcourir, dans la même journée, 150 et même 200 km. Renforcées d'une artillerie elle-même motorisée et d'un nombre important d'engins blindés, ces grandes unités pourront, désormais, conférer aux opérations normalement dévolues à la cavalerie un caractère de rapidité et de puissance tel qu'on n'aurait jamais pu espérer l'atteindre dans le passé.

La division légère motorisée et mécanisée pourra ainsi, par exemple, tenter, dès le début des opérations, de troubler la mobilisation de l'adversaire par une attaque brusquée. Au cours même des opérations, elle servira, en cas d'urgence, à renforcer un point faible, à colmater une brèche du front, à éclairer et à couvrir le déplacement des grandes unités motorisées. Mais son emploi normal se trouve dans la manœuvre stratégique de grande envergure où, dans certaines conditions favorables, grâce à son rayon d'action, sa vitesse et la puissance de son armement blindé, son intervention peut être décisive.

A l'heure actuelle, c'est, parmi toutes les armes, la cavalerie qui fait le plus largement appel à la machine. Condamnée en apparence, il y a vingt ans, par le progrès mécanique, elle retrouve ainsi, par ce progrès lui-même, une importance prépondérante dans la guerre moderne.

GÉNÉRAL **.

Lorsqu'on lit les comptes rendus des assemblées départementales ou communales, on trouve parfois des statistiques très suggestives que le public ignore la plupart du temps. Tout récemment, le préfet de la Seine vient, à ce propos, de justifier cette manière de voir. Le nombre total de chômeurs de Paris et du département de la Seine s'élevait au 1^{er} septembre 1936 à 201 843, dont 183 088 Français et 18 755 étrangers (90,71 % pour les premiers, et 9,29 % pour les seconds).

Veut-on savoir ce que coûte l'allocation versée à leur intention ? En sept mois, pour l'année 1936, la somme a atteint 416 millions de francs, — non compris les suppléments spéciaux constitués par les majorations départementales et, en ce qui concerne Paris, par la majoration commerciale dont tous les étrangers bénéficient également. Le préfet de la Seine estime que l'année 1937 verra cette dépense s'élever à près de 625 millions, dont près de 60 millions pour les étrangers.

Conclusion : 200 000 travailleurs inoccupés absorbent donc chaque jour 2 millions de francs sur les budgets d'une ville et d'un département.

LE PONT SUSPENDU GÉANT DE SAN FRANCISCO EST LIVRÉ A LA CIRCULATION



Les travaux gigantesques effectués de 1932 à 1936, à San Francisco, pour le franchissement du Golden Gate au moyen d'un pont suspendu de 1 380 m, ont été achevés l'été dernier, et le pont mis en service le 12 novembre 1936. Cette œuvre d'art complète le premier pont George Washington (mis en service en 1935), qui mesure 1 150 m et relie San Francisco à Oakland. (Voir à ce sujet le n° 215 de La Science et la Vie, page 353.) Plus de 77 millions de dollars (1 milliard et demi de francs 1936) ont été consacrés à l'ensemble de cet aménagement de l'une des baies les plus spécifiquement représentatives de l'activité américaine sur le Pacifique. Voici, sur cette photo, la circulation des six files d'automobiles sur la chaussée du tablier supérieur (18 m de large). Sur le tablier inférieur, deux voies ferrées sont aménagées de façon à laisser néanmoins la place suffisante pour le passage de trois véhicules industriels de front. Quatre mille mètres de lampes à vapeur de sodium illuminent cet ensemble dont le pittoresque est encore plus frappant la nuit. Il est opportun de rappeler que, dans les grands pays du monde, les ponts et travaux d'art se multiplient, en investissant des sommes considérables que jamais on aurait osé envisager avant la Grande Guerre de 1914. Ceci résulte évidemment de la politique d'assistance, qui consiste à créer des travaux pour réduire le chômage.

LA FRANCE VA-T-ELLE ENFIN POSSEDER UN OBSERVATOIRE VRAIMENT MODERNE ?

Par Louis HOULLEVIGUE

PROFESSEUR A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MARSEILLE

Le perfectionnement — de plus en plus poussé — de l'outillage des observatoires (1) conditionne le développement même de la science astronomique dans ses deux branches principales : la mécanique céleste, l'astrophysique (2). Pour accroître la netteté et la finesse des images qu'aujourd'hui l'on ne se contente plus seulement d'observer, mais que l'on doit photographier avec des poses longues parfois de plusieurs heures, des télescopes sans cesse plus puissants et plus précis, donc de plus grande ouverture, s'imposent. Le fameux télescope de 2 m 54 du mont Wilson (Californie) détient, dans ce domaine, le record du pouvoir séparateur. Mais, entre le sol terrestre et le vide interplanétaire et intersidéral, l'atmosphère s'interpose. C'est elle qui, en premier lieu, arrête toutes les radiations inférieures à 3 000 angströms (3), ne laissant plus parvenir aux astrophysiciens que des messages tronqués en provenance des étoiles et des nébuleuses lointaines. En outre, l'humidité qui se condense dans l'atmosphère : brumes, brouillards (4), nuages ; les irrégularités de ses mouvements : vents et rafales ; les tourbillons qui s'élèvent, après avoir pris naissance au contact du sol à une température différente de l'air ambiant, sont autant de facteurs de troubles qui réduisent la netteté des images, quand ils ne rendent pas toute observation impossible. C'est ainsi que le grand télescope du mont Wilson ne peut « travailler » à pleine ouverture que pendant quelques jours par an ! On comprend alors qu'il soit indispensable de s'entourer des plus grandes garanties avant d'entreprendre l'édification d'un nouvel observatoire. Il convient, en particulier, de s'assurer par des études météorologiques comparées que l'emplacement choisi répond bien aux conditions de plus en plus sévères qu'exige la précision sans cesse accrue des mesures astronomiques. En France, sous l'impulsion éclairée de notre éminent collaborateur M. Esclançon, directeur de l'Observatoire de Paris, les recherches à ce sujet se sont orientées vers la Moyenne Provence, au climat méditerranéen privilégié, où un télescope de 80 cm d'ouverture est actuellement installé à Forcalquier (Basses-Alpes), dans un petit observatoire provisoire. D'autre part, le programme national de modernisation de l'outillage scientifique des laboratoires français (Caisse nationale de la Recherche Scientifique) prévoit la construction prochaine, à Saint-Michel, près de Forcalquier, d'un autre observatoire vraiment moderne, équipé d'un télescope puissant, dont l'ouverture atteindrait 2 m 70. Mais on ne saurait trop s'entourer de précautions, d'investigations, s'armer de patience avant d'édifier ces temples de la recherche, si on ne veut pas investir des sommes énormes pour des résultats minimes.

Montagne ou plateau ?

LES premiers observatoires furent établis dans les villes, ou au moins dans leur voisinage immédiat, pour des raisons à la fois psychologiques et utilitaires : au temps où les « honnêtes gens » commençaient à s'intéresser aux curiosités du ciel, on ne pouvait songer à les priver du moyen de les observer ; de plus, les difficultés d'accès, la longueur des parcours, la médiocrité des ressources eussent rendu difficile l'établissement de savants dans une bourgade lointaine ou, pis encore, dans une

région isolée. D'ailleurs, la précision des mesures n'était pas, alors, suffisante pour exiger des conditions atmosphériques particulières.

C'est aux Etats-Unis que l'essor prodigieux de l'astronomie se manifesta par l'établissement d'observatoires dans les régions élevées où, pensait-on, l'air serait dépouillé de la « vase atmosphérique » qui souille ses parties basses, et spécialement les régions urbaines et industrielles ; d'ailleurs, plus on s'élèverait, moins les rayons lumineux auraient à traverser de cette atmosphère qui, même pure, trouble les images par les inégalités de la réfraction.

Et on monta de plus en plus haut ; l'Amérique vit se dresser des coupôles sur le

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 221, page 347.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 156, page 459.

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

(4) Voir *La Science et la Vie*, n° 230, page 98.

porte de distinguer : le vent qui consiste en un déplacement général de l'air n'est pas le plus nuisible, au moins lorsque sa vitesse est modérée et qu'il ne prend pas la forme de rafales successives. Mais il arrive que, durant les belles nuits calmes qui paraissent les plus favorables aux observations astronomiques, la netteté des images est troublée par des tourbillons qui s'élèvent au contact du sol, plus chaud ou plus froid que l'air ambiant ;

qui en souligne l'importance : jadis, lorsque l'observation était uniquement visuelle, la persistance des conditions favorables n'était pas indispensable ; quelques minutes de tranquillité pouvaient suffire pour obtenir un résultat intéressant. Mais les observatoires modernes, surtout ceux qui se vouent à l'étude des mondes lointains, ont remplacé l'examen visuel par l'enregistrement photographique qui, accumulant la lumière,

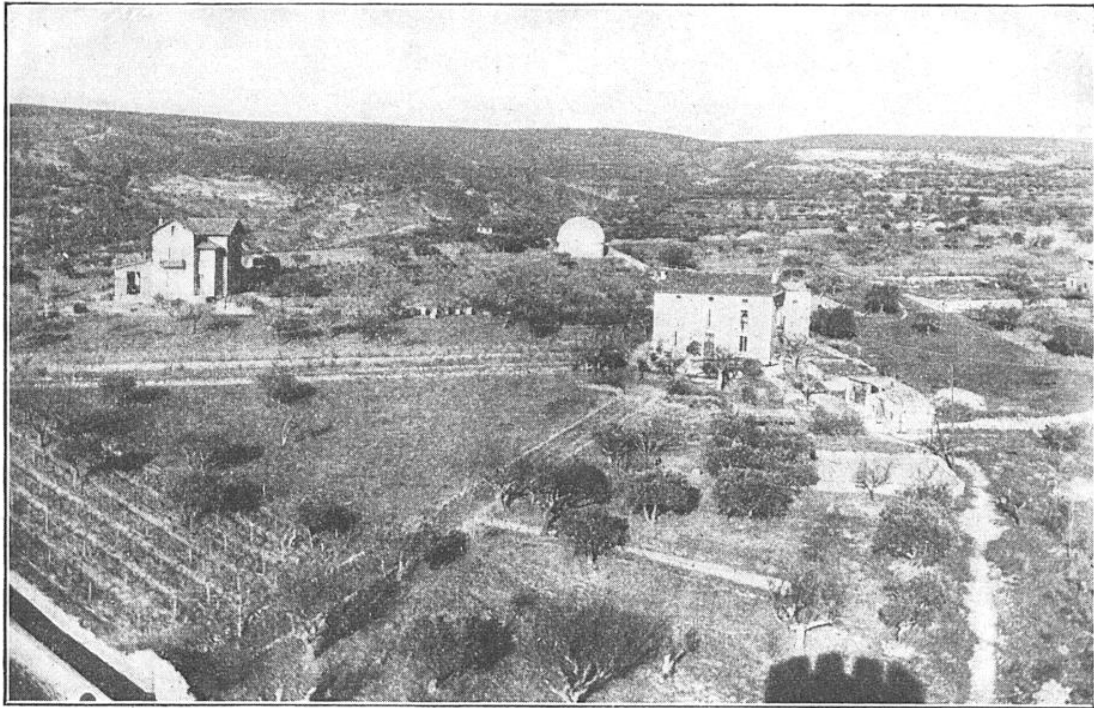


FIG. 2. — VUE PANORAMIQUE DE LA RÉGION DE FORCALQUIER OU DOIT ÊTRE ÉDIFIÉ LE GRAND OBSERVATOIRE NATIONAL ACTUELLEMENT EN PROJET

On aperçoit au centre la coupole qui abrite le télescope de 0 m 80 (voir page 100), grâce auquel M. de Kéroyr a obtenu la photographie de nébuleuse reproduite à la page 101.

ces tourbillons, une fois formés, se conservent et se transportent comme des individualités distinctes, en s'accompagnant de troubles de réfraction, dont chacun de nous a pu prendre une idée en voyant danser l'image des objets lointains aperçus à travers l'air surchauffé par un brasier ou par le sol. Pour se garantir, dans la mesure du possible, contre ces troubles, il faut rechercher une région peu accidentée, et dont la surface soit à peu près dépourvue de bouquets d'arbres, ou même de cultures, car ces inégalités servent d'amorce aux tourbillons.

A ces considérations topographiques, il n'est pas inutile d'ajouter une remarque

rend perceptibles des détails qui échappent à l'œil ; il faut alors réaliser, en une ou plusieurs séances, des poses dont la durée totale atteint parfois une dizaine d'heures, et ces conditions nouvelles exigent la persistance des conditions atmosphériques favorables ; par compensation, cet enregistrement photographique n'exigeant qu'un personnel et un matériel instrumental réduits, on pourra simplifier d'autant l'installation des observatoires, qu'ils soient de montagne ou de plateau ; les clichés obtenus dans ces établissements pourront être, ensuite, étudiés à loisir dans des observatoires urbains spécialement outillés à cet effet.

Un climat privilégié

Ces considérations n'avaient pas échappé à M. Esclangon, directeur de l'Observatoire de Paris, qui cherchait depuis longtemps à instituer, dans des conditions favorables à l'observation astrophysique, une succursale de notre grand établissement scientifique, aussi mal placé qu'il se peut être pour ce genre d'opérations.

S'il est en France une région privilégiée au point de vue du climat, c'est assurément celle du sud-est ; on y trouve déjà l'observatoire de Nice, fondé par Bischoffsheim et rattaché à Paris ; mais Nice, en dépit de remarquables travaux (on cite en particulier ceux de son ancien directeur Perrotin sur la vitesse de la lumière), ne satisfait pas aux exigences actuelles de l'astrophysique ; le voisinage de la mer et le rapprochement des montagnes y sont de grandes causes de troubles atmosphériques. La solution n'est pas là, et il faut chercher ailleurs, mais toujours en Provence, un site plus favorable ; c'est à quoi s'est efforcé, depuis douze ans, M. Esclangon, par une étude méthodique du climat provençal ; c'est d'après lui que nous résumerons ici les indications données par la météorologie.

La *région climatique méditerranéenne* comprend une zone, en bordure de la Méditerranée, dont la profondeur est comprise entre 150 et 200 km ; sa limite supérieure part de Briançon, passe par le col de Lus-la-Croix-Haute, à 60 km au-dessous de Grenoble, traverse le Rhône vers Valence, longe la chaîne des Cévennes et se prolonge ensuite en une bande étroite, par Montpellier, Narbonne et Carcassonne, jusqu'aux frontières espagnoles. Mais il s'en faut de beaucoup que toutes les parties de cette aire très étendue soient équivalentes au point de vue

que nous envisageons ici spécialement.

Il faut d'abord en supprimer toute la bande orientale, en bordure des Alpes, et qui participe aux anomalies des régions montagneuses ; puis toute la vallée du Rhône et la plaine du Languedoc, où le mistral règne en maître ; enfin, toute la région côtière, où le voisinage de la mer produit, surtout à l'entrée de la nuit, des condensations de

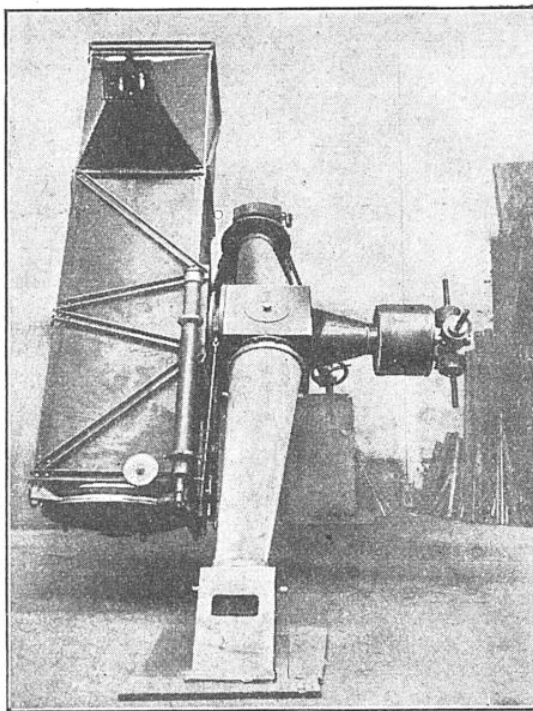
brume fort préjudiciables à la transparence de l'air.

Après ces amputations successives, la région intéressante se trouve limitée approximativement à un rectangle long de 80 km dans le sens nord-sud, et large de 60 d'est en ouest ; c'est celui que représente la carte page 98 (1). Cette région, qui contient les villes de Sisteron, Forcalquier, Manosque, est très nettement délimitée, au nord, par le col de Lus-la-Croix-Haute qui, à 1 167 m d'altitude, marque avec une netteté impressionnante la limite de la région alpine grenobloise et de la Haute Provence : « Au nord, écrit M. Esclangon, brumes voilant les lointains ou brouillards épais, surtout en automne et en hiver ; puis, brusquement, en franchissant le col,

l'horizon s'éclaire sans voiles, le ciel se dégage et se purifie entre les nuages aux contours nets, nuages flottant dans une atmosphère transparente et sèche. C'est un changement de décor complet s'opérant sur quelques kilomètres, et qui marque l'entrée brusque dans le domaine climatique de la Haute Provence. »

Mais cette région se trouve elle-même divisée en deux parties, où les climats présentent des différences sensibles ; la ligne de démarcation est tracée par la chaîne de Lure, prolongation orientale du Ventoux,

(1) D'après un article de M. Esclangon, paru dans *L'Astronomie*, n° de janvier 1936.



(Georges Prin, constructeur.)

FIG. 3. — VOICI LE TÉLESCOPE DE 80 CM D'OUVERTURE ACTUELLEMENT INSTALLÉ A LA STATION D'ASTROPHYSIQUE DE FORCALQUIER (BASSES-ALPES) DE L'OBSERVATOIRE DE PARIS. IL EST UTILISÉ PRINCIPALEMENT POUR LA PHOTOGRAPHIE DES NÉBULEUSES

qui, avec 1 200 ou 1 500 m d'altitude, et continuée elle-même sur l'autre rive de la Durance par la montagne du Rupt, forme d'ouest en est une barrière presque continue. D'autres chaînes parallèles, situées plus au nord, achèvent d'encadrer et d'isoler cette région de Haute Provence, dont Sisteron est la modeste capitale ; au sud du Lure, autour de Forcalquier et de Manosque s'allonge, en plaines fertiles et ondulées découpées par

leuse, en l'absence du vent arrêté par les montagnes du nord et du sud.

La Moyenne Provence présente des caractéristiques plus adoucies, mais peut-être un peu moins favorables ; autour d'Apt, de Forcalquier, d'Oraison, de Valensole, de Riez, on retrouve déjà quelque chose de la zone côtière ; l'atmosphère est plus souvent troublée ; en automne et en hiver, le brouillard n'y est pas extrêmement rare ; mais



FIG. 4. — PHOTOGRAPHIE DE LA NÉBULEUSE D'ANDROMÈDE OBTENUE PAR M. DE KÉROLYR A L'OBSERVATOIRE D'ASTROPHYSIQUE DE FORCALQUIER (BASSES-ALPES)

de petites chaînes, la Moyenne Provence.

Entre ces deux régions limitrophes, il existe des différences appréciables de climat ; le mûrissement du blé est décalé de plus d'une semaine en faveur de la seconde ; l'olivier ne monte pas, au nord, plus haut que Sisteron ; c'est dans la Haute Provence que s'est localisée la production de la « graine de vers à soie », qui exige une atmosphère particulièrement sèche, même la nuit. La Haute Provence est donc une région relativement froide, et surtout particulièrement sèche ; les nuits d'hiver, qui sont les plus intéressantes pour l'astronome, y sont fréquemment d'une pureté merveil-

surtout le mistral (qui est alors un vent d'ouest) y souffle, bien qu'avec moins de brutalité que dans la vallée du Rhône ; il se glisse au-dessous de la chaîne du Lure, jusqu'à la vallée de la Durance, où il suffit de regarder les rangées d'ifs protecteurs pour saisir sa fréquence relative.

Pourtant, il s'agit là de nuances climatiques qu'on est forcé d'exagérer pour les mieux définir ; en réalité, qu'il s'agisse de Haute ou de Moyenne Provence, la région reste, dans son ensemble, favorable à l'observation astronomique. Mais il convient encore de faire un choix dans cette étendue, et ce choix pourra être fixé d'après des considéra-

tions économiques, et aussi d'après le relief et la nature du sol ; un terrain peu accidenté, pauvre en cultures et en bois, devra être choisi de préférence ; la carte jointe à cet article indique les principales régions localisées sur lesquelles s'était portée l'attention des astronomes.

Réalisation et projets

Le projet longuement mûri par M. Esclan-gon put recevoir un commencement de réalisation grâce à la générosité de M. Dina, qui s'était proposé de doter l'Europe d'un observatoire astronomique capable de faire concurrence aux plus parfaits établissements d'Amérique ; sur les conseils qui lui avaient été donnés, M. Dina avait fait choix du mont Salève qui, du haut de ses 1 380 m., domine Genève et le lac Léman. Les travaux étaient commencés, lorsque la mort de M. Dina interrompit ces beaux projets ; il en subsiste, du moins, un télescope de 80 cm d'ouverture, construit par Couder, qui devint la propriété de l'Observatoire de Paris. Ce télescope est le fruit d'une nouvelle technique soigneusement étudiée au Laboratoire d'Optique de l'Observatoire de Paris. Il est plus maniable que les télescopes construits d'après les anciennes méthodes ; sa longueur réduite permet de diminuer en proportion les dimensions de la coupole qui le protège ; les trépidations transmises par le sol ou par le vent y sont moins sensibles, comme aussi les inégalités de température qui dérèglent les grands télescopes au cours de poses photographiques prolongées. Mais le « pouvoir de définition », c'est-à-dire la netteté des images, reste toujours proportionnelle à l'ouverture ; on ne saurait donc attendre d'un télescope de 0 m 80 qu'il puisse lutter avec celui du mont Wilson, dont l'ouverture atteint 2 m 54 ; dans la pensée de ses créateurs, il n'était qu'un modèle d'essai pouvant être aisément déplacé pour permettre des comparaisons précises, au point de vue de la qualité des images astronomiques entre divers emplacements envisagés.

En attendant mieux, le télescope fut transporté à Forcalquier, où fut édifié un petit observatoire, surmonté par une coupole de 5 m 50. M. de Kérolly, auquel fut confié l'instrument, a pu l'utiliser pour obtenir de magnifiques photographies de

nébuleuses, ainsi que des clichés suggestifs de la belle étoile nouvelle apparue en décembre 1934 dans la constellation d'Hercule. Cet appareil, d'une puissance limitée, montrait ainsi tout ce qu'on pourrait attendre d'instruments plus puissants établis sous ce climat privilégié.

Après un essai aussi concluant, M. Esclan-gon espérait aboutir à des réalisations définitives ; il avait obtenu, en 1931, de la Chambre des Députés, un crédit exceptionnel de 5 millions, qui fut repoussé par le Sénat pour des raisons de pure forme ; entre temps, une commission, nommée pour étudier la modernisation de l'astronomie française, avait adopté unanimement le principe d'une allocation globale de 50 millions, dont une part devait être attribuée à l'observatoire provençal... mais trop d'exigences indispensables, trop de convoitises aussi, rôdent autour de notre Ministère des Finances.

Heureusement, la désignation de M. Jean Perrin pour le sous-secrétariat d'Etat consacré aux recherches scientifiques permet un renouveau d'espoir ; M. Perrin a repris en main la question ; il est bien placé pour la faire aboutir ; on ne peut, dans l'intérêt supérieur de la science, que lui souhaiter un prompt succès. Pour répondre aux vœux de M. Esclan-gon, point n'est besoin de surclasser l'Amérique ; ce serait d'ailleurs difficile ; il suffirait d'approcher de son niveau. Actuellement, les possibilités de coulées des grandes verreries de Saint-Gobain, qui sont les seules outillées en France pour les pièces de grande optique, ne permettent pas de dépasser 2 m 70 pour les miroirs de télescope ; il est vrai qu'en utilisant le système cellulaire de G.-W. Ritchey (1), on pourrait pousser plus loin encore, bien que l'application aux grands miroirs ait révélé quelques surprises. Mais le savant directeur de notre observatoire parisien n'en demande pas tant : qu'on lui donne seulement quelques appareils de 200 cm d'ouverture, et, surtout, qu'on laisse les astronomes travailler en paix suivant un plan mûrement délibéré ; on verra alors de quel redressement la science française est capable. Il ne nous reste plus qu'à le souhaiter avec lui.

L. HOULLEVIGUE.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 164, page 89.

Pour la première fois aux Etats-Unis, les stocks d'or représentaient, en octobre dernier, approximativement la moitié des stocks de métal jaune existant dans le monde entier, soit 11 milliards de dollars sur près de 23 répartis dans l'univers.

L'ÂGE DES PRODUITS ORGANIQUES DE SYNTHÈSE

Par Jean LABADIÉ

Les produits organiques, qui se sont multipliés avec les progrès de la synthèse chimique, ont reçu, au cours de ces dernières années, de très nombreuses applications dans les différents domaines de l'industrie. Ces « ersatz », qui, très souvent, jouissent à certains égards de qualités même supérieures à celles des produits obtenus par les anciennes méthodes, ne sauraient cependant prétendre à les remplacer dans tous leurs emplois sans subir, au préalable, l'épreuve du laboratoire scientifique et du contrôle technique. Il en est ainsi pour les « verres organiques » (1), par exemple, maintenant fabriqués couramment par certaines firmes sous des noms divers et d'après des formules variées. Ces composés, qui sont à base notamment de cellulose, de phénol ou de vinyle — (2) dérivé de l'éthylène, — présentent sur le verre ordinaire, à base de silice (silicates), la supériorité d'être incassables (verres de sécurité) et d'une transparence parfois plus grande que celle du cristal de roche. Mais ces verres organiques ne présentent pas que des avantages. En effet, pour certaines applications, on leur reproche notamment d'être aisément rayés, — même à l'ongle, — de ne pas présenter une résistance suffisante à l'écrasement, enfin de subir d'une façon dangereuse les écarts de température. Voici les intéressantes applications d'une de ces résines synthétiques des plus remarquables, dont la formule et les détails de fabrication nous sont venus récemment d'Allemagne. Les échantillons qui nous ont été présentés offrent des surfaces sensiblement planes. Dans le domaine de l'optique, il serait, par contre, prématuré de considérer comme vérifiée leur aptitude à la fabrication de tous les instruments dioptriques. C'est ainsi que ce verre organique pourrait être utilisé dans les industries d'optique sous une faible épaisseur et ne plus convenir sous une épaisseur plus forte, par suite de l'insuffisance d'homogénéité qui constitue le plus souvent, chez les résines synthétiques ordinaires, l'écueil auquel se heurtent les applications de cet ordre. A ce point de vue, il serait bon que les fabricants de produits synthétiques les soumissent à des établissements qualifiés spécialisés pour les examiner scientifiquement. L'Institut d'Optique, organisation unique en France, serait, dans le cas qui nous intéresse, particulièrement désigné pour ces recherches. Il aurait, en conséquence, à fournir des chiffres contrôlés, obtenus par comparaison d'échantillons fabriqués à des dates très différentes, et portant précisément sur l'homogénéité, les indices de réfraction pour différentes longueurs d'ondes, etc. Quand on pénètre dans le domaine encore incomplètement exploré des corps organiques, on ne saurait s'entourer de trop de garanties. Une longue mise au point sera toujours nécessaire avant l'introduction d'un produit sur le marché. Il en est ainsi pour les verres « organiques » avant qu'ils puissent prétendre rivaliser avec les verres « minéraux ».

LE MÉTAL dut apparaître dans l'industrie humaine de la même façon que le verre, par hasard. La légende veut que des navigateurs phéniciens, transportant du natron (soude), se soient servis, un jour, de deux blocs de ce minéral pour construire un foyer de fortune, sur une plage de sable. Le feu opéra la combinaison magique : le verre était inventé.

On peut imaginer que l'étain et le cuivre naquirent dans des conditions analogues, déclenchant *ipso facto* le début de cette ère capitale dans l'évolution de l'humanité :

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 192, page 72.

(2) Radical obtenu en enlevant un atome d'hydrogène au radical éthylénique.

l'âge de bronze, suivi de l'âge de fer, dont le développement se poursuit jusqu'à nos jours. Avec les aciers spéciaux et les alliages légers, notre siècle semble devoir épuiser les ressources de la métallurgie, tout entière appliquée aux efforts des machines, notamment aux plus prestigieuses de ces machines : les autos et les avions. Ce sont elles, d'ailleurs, qui ont exigé la métallurgie la plus raffinée. Or, ces machines appellent également l'emploi du verre. Et le verre antique (celui des Phéniciens et de Venise, comme celui des meilleures glaces de Saint-Gobain) s'est avéré incapable de répondre, d'une façon pleinement satisfaisante, à certaines de leurs nécessités, de plus en plus impérieuses.

Le problème du verre dans les engins rapides

C'est ainsi que les usages de l'automobile ont d'abord réclamé des vitres dont les éclats, en cas d'accident, ne rivalisent pas avec des lames de rasoir ou de poignard (1). On a donc fabriqué des vitres spéciales en feuillets minces accolés en « sandwich » par une mince couche résineuse (jouant le rôle d'armature) et qui se brisent en se fendillant, sans « éclater ». On a encore imaginé de *tremper* le verre de manière à ce qu'il vole, sous le choc, en débris pulvérisés, inoffensifs. D'autres ont pensé à « armer » le verre par un treillis métallique noyé dans sa masse. Tout cela semblait suffire à l'automobile. L'avion ne peut s'en contenter.

Les « vitres » planes, pour fenêtres ou hublots, lui sont insupportables.

Il faut à l'avion des surfaces transparentes capables d'épouser tous les profils que la science aérodynamique lui impose. Le pare-brise d'un simple avion de tourisme ne saurait être plan, comme ceux des autos. Même agencé en « dièdre », la résistance qu'il offre à l'avancement devient tellement grande, au minimum de vitesse aérienne (200 km/h), qu'il faut le réduire à l'extrême, faute de pouvoir le galber suivant un profil réellement aérodynamique. Mais, réduit à une visière, le pare-brise exige que l'aviateur s'enfonce dans la carlingue et n'en laisse dépasser que sa calotte crânienne.

L'avion à conduite intérieure ne simplifie pas le problème. La zone de transparence qu'il faut réserver au pilote s'étend : elle ne peut être polyédrique.

Et s'il s'agit d'un avion de combat comportant une tourelle, cette tourelle doit être tout entière transparente, de la manière la plus parfaite, de même que son champ de tir doit embrasser l'angle le plus vaste. De l'homogénéité de cette transparence dépend la valeur guerrière de l'appareil : il ne s'agit pas de piloter, mais de surveiller le ciel et la terre et, le moment venu, de viser juste.

C'est ainsi que, de proche en proche, les exigences de l'avion nous ont conduits à envisager une tourelle « de verre » — analogue aux tourelles en acier spécial des navires.

Et je n'ai parlé que des « exigences », c'est-à-dire des problèmes inéluctables, à résoudre tout de suite, sous peine de suspendre le progrès. Car si la question du

pare-brise, des glaces latérales et de la lunette arrière intervient déjà dans l'aérodynamique de l'automobile, vous me concéderez que « l'aérodynamique de l'aéroplane » — si j'ose énoncer ce pléonasme — est autrement urgente à satisfaire.

Si nous envisagions maintenant non plus le minimum de visibilité, indispensable, mais la visibilité « de luxe », celle que désire tout passager d'avion (l'autre jour nous étions douze dans un *Potez* à organiser entre nous un continuél chassé-croisé de babord à tribord afin de jouir pleinement de la vue des Pyrénées que nous survolions), nous aboutirions à cette conclusion audacieuse que toute la carlingue devrait être en verre, ou tout au moins avec des « regards » dans le plancher, qui devient la face la plus intéressante à contempler, puisqu'elle regarde la terre. Le passager aérien devrait être assis dans un wagon du type « serre chaude ». Or, il voyage dans une cave.

Ce n'est donc plus seulement jusqu'à la tourelle de combat, mais jusqu'à la coque « tout-acier » des navires que ce dernier point de vue nous permet de pousser l'analogie posée au début de cet article : la construction des engins rapides modernes doit entrer résolument dans l'« âge du verre ».

Le verre « organique » est une excellente matière transparente industrielle

Le verre classique est incapable de satisfaire à cette analogie avec le métal. Mouler le verre « silicate » n'est, certes, pas impossible, à chaud. Le tailler, le découper, non plus. Mais quand vous aurez terminé le chef-d'œuvre demandé, ce sera un objet de vitrine, fragile et cassant « comme verre ».

La matière transparente qu'il s'agit d'obtenir doit être, au contraire, souple à froid ; malléable à température modérée et non, comme les silicates, à haute température ; comporter une grande résistance à la rupture et supporter les travaux auxquels se plie le métal : tournage, fraisage, polissage. Ajoutez à ces qualités la légèreté, que ne possède pas le silicate (c'est une pierre), une conductibilité thermique peu élevée, capable d'assurer l'isolement d'une cabine naviguant en altitude, c'est-à-dire dans le froid (— 50° C), et vous aurez à peu près défini la matière réclamée par l'« âge du verre ».

Cette matière tâche depuis déjà fort longtemps d'atteindre une mise au point convenable. On m'en signale cinq cent quarante formules chimiques différentes éta-

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

blies dans un même laboratoire. On la désigne sous le nom générique de « verre organique ».

Qu'est-ce à dire ?

Le verre ordinaire est un composé minéral, d'une grande dureté aux températures courantes. Et pourtant, un morceau de verre n'est pas un « solide ». En effet, vous pouvez le chauffer, il deviendra pâteux, de plus en plus fluide, mais à aucun moment vous n'obtiendrez, comme avec les métaux par exemple, un « point de fusion » précis. Le verre est un corps qui persiste dans son état « liquide », dans les conditions de tempé-

des produits « cellulositiques » — souverainement inflammables. Tandis que les verres en question sont des « résines » synthétiques pouvant être rendues pratiquement inflammables.

Comme les films et les vernis organiques, leur structure est « colloïdale », — c'est-à-dire à l'opposé de la structure cristalline.

Les propriétés des colloïdes ont été esquissées dans cette revue. On sait qu'une masse colloïdale « coagulée » se présente à la façon d'un bloc de gélatine. Le caoutchouc, proche parent des résines, est aussi un

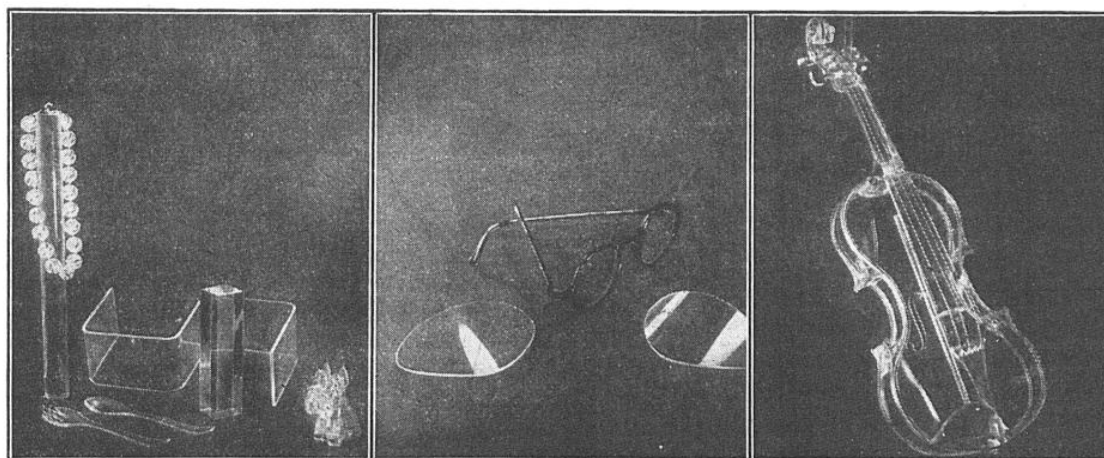


FIG. 1. — VOICI CERTAINS OBJETS QUE PERMET DE RÉALISER AUJOURD'HUI UN VERRE ORGANIQUE RÉCEMMENT FABRIQUÉ D'APRÈS UN BREVET ALLEMAND (« PLEXIGLAS »)

A gauche, un collier de perles, des couverts, un bibelot sculpté; puis, au centre, des lunettes répondant aux conditions exigées par l'optique (verres à foyer et verres pour lunettes d'aviation); à droite, un violon en verre organique galbé et collé, non moins d'accord avec les lois de l'acoustique.

rature et de pression de son utilisation courante. Mieux : si le verre vient à « cristalliser », c'est-à-dire à se *solidifier* dans sa masse, il se brise ou, tout au moins, devient opalin — à demi-opaque ; il s'irise. Il perd sa qualité essentielle qui est la transparence.

Dans ces conditions, — qui suggèrent que la transparence est loin, malgré la terminologie vulgaire, d'être l'apanage du « cristal », — il était naturel que les chimistes cherchassent à réaliser avec des corps organiques la matière transparente répondant aux exigences de l'industrie. C'est ainsi que sont nés ces verres « souples » dont s'équipent, de plus en plus, les avions ; dont sont faites notamment leurs tourelles de combat. Contrairement à ce que pourrait penser, dès l'abord, le profane, ces plaques souples et transparentes n'ont rien de commun avec les films utilisés en photographie, ni avec la cellophane. Ces matières organiques sont

colloïde. Le jeu d'orientation des molécules à l'intérieur de ces matières est encore assez obscur pour les savants. Mais on commence à comprendre que, loin d'être désordonné (quoique dépourvu de l'ordre rigide propre aux réseaux cristallins), l'assemblage des molécules à l'intérieur d'une masse colloïdale est soumis à des lois très précises. Il faut qu'il en soit ainsi pour que s'explique un phénomène aussi étonnant que celui-ci : une lame faite de certaine résine s'allonge, par étirage, de 20 fois sa longueur. Puis, abandonnée à elle-même, elle se contracte *en 20 minutes* pour aboutir à une longueur *plus petite* que la longueur primitive. Puis, elle met 20 autres minutes à revenir à cette forme — qui représente son état d'équilibre.

Que cet exemple nous suffise à mesurer l'immensité du mystère qui règne encore sur la matière colloïdale et, par conséquent, les possibilités infinies de son utilisation

industrielle dont l'avenir dépend du dévoilement progressif de ce mystère (1).

A quoi peuvent servir les verres organiques ?

L'immense variété des formules chimiques « essayées » pour réaliser le verre organique indique précisément combien le problème était neuf. Ce problème n'a pas dix ans d'existence.

Dans ces réalisations obtenues, tantôt c'était la dureté qui était en défaut (la matière se rayait si aisément qu'elle finissait par se dépolir), tantôt c'était sa résistance, et tantôt... sa transparence et par-dessus tout son homogénéité. Le verre organique suffisamment dur, homogène, souple, résistant (pratiquement incassable), parfaitement blanc, est longtemps resté un idéal quasi inaccessible. Le dernier Salon de l'Aviation nous a apporté, à ce sujet, une véritable révélation. Une formule importée d'Allemagne — où, comme chacun sait, les moyens ne sont jamais mesurés aux chercheurs — a permis à une grande firme française d'aborder, avec le nouveau matériau, des applications inespérées.

Et d'abord, une qualité essentielle, la transparence, du nouveau verre organique permet d'ores et déjà de l'utiliser pour les fabrications de l'optique. Des lunettes médicales sont en fabrication... Contrairement à ce que l'on craignait, le nouveau verre n'offre aucune « biréfringence », — il ne polarise pas la lumière. Quant à sa transparence, elle est, en effet, supérieure à celle du cristal de roche. On a pris des photographies au vingt-millième de seconde à travers une épaisseur de 17 centimètres. Des lentilles de précision obtenues dès maintenant par taillage, et probablement plus tard par moulage, coup de presse, voilà qui n'est pas banal.

On pense même à des lentilles « accommodables », analogues au cristallin : deux lames circulaires, et d'un profil épais savamment calculé, sont accolées autour d'un milieu liquide réfringent. On presse plus ou moins la périphérie circulaire de ce montage, et l'on obtient une lentille à foyer variable.

Nos lecteurs connaissent les problèmes que soulève la construction d'un très grand

(1) Nous sortirions de notre sujet si nous passions en revue les problèmes que pose la structure colloïdale. Disons cependant qu'aujourd'hui l'on tend à effacer la différence qui sépare en apparence l'état cristallin de l'état colloïdal. L'existence des « cristaux liquides » de Lehman, les surfaces monomoléculaires mises en évidence, par Lecomte du Nouy, dans certains liquides colloïdaux apportent la notion de structure géométrique jusque dans l'état fluide de la matière.

miroir télescopique (1). L'échec des tentatives de M. Ritchey pour établir un miroir de 5 m de diamètre qui montrerait les étoiles, du moins les plus voisines, sous un diamètre apparent, provient, somme toute, de la lourdeur du matériau de base, le verre. Un grand miroir, mis en place, se déforme par les seules variations du champ de sa propre pesanteur, dès qu'on change son orientation. Or, le verre organique est au moins deux fois plus léger que le verre silicate (verre minéral). Il donnera sans doute les moyens d'établir le fameux miroir, — et peut-être son indice de réfraction (1,491), joint à sa pureté remarquable, permettra-t-il de construire des lunettes (réfractomètres) deux ou trois fois plus puissantes que celle de l'observatoire d'Yerkes, dont l'objectif possède un diamètre à peine supérieur au mètre. Le télescope devra peut-être compter avec cette concurrence.

On obtient ce polissage avec un abrasif spécial et des précautions bien étudiées ; l'on opère avec une telle aisance que les rayures d'une glace de véhicule sont effacées d'un simple coup de « sueding » appliquant cet abrasif.

Ceci nous conduit à l'utilisation de ce verre dans la carrosserie automobile. Les glaces de résine synthétique étaient, jusqu'ici, trop fragiles à la rayure et, une fois marquée, la rayure était malaisée à effacer. Les nouveaux échantillons atteignent une dureté supérieure.

Léger, le verre organique réduit le poids de la carrosserie, ce qui est loin d'être négligeable pour les effets d'accélération devenus si nécessaires. Et comme l'allègement porte sur les hauts, la tenue de route n'est pas affectée.

On peut courber le pare-brise au-dessus de la tête du conducteur ; le prolonger par une bande transparente dans l'axe du toit, à l'usage des passagers. Les montants du pare-brise peuvent être établis en verre organique, de manière à assurer la visibilité totale au conducteur.

La faible conductibilité thermique de la nouvelle résine synthétique n'est pas à dédaigner, si l'on prétend conserver la température intérieure d'une carrosserie largement éclairée, et des cabines d'avion, par une froide journée d'hiver.

Souple, le verre organique ne vibre pas, comme le verre, aux fréquences musicales. Il s'ensuit qu'il est « insonore », et voilà qui n'est pas moins précieux pour l'automobile que pour l'avion.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 221, page 353.

Imaginons l'accident. La tête du conducteur vient heurter le pare-brise. Ou bien celui-ci éclate et les blessures s'ensuivent. Ou bien il résiste, comme y prétendent les verres « de sécurité » ; mais alors, c'est le crâne du chauffeur qui se fracture. Le verre organique résiste et n'éclate pas ; il fléchit. Le choc est amorti. Si la vitre en verre organique vient à casser, malgré tout, les arêtes de la cassure ne sont pas plus coupantes qu'une tranche de carton.

Anticipons, comme nous l'avons déjà fait

vosre pare-brise est en verre de sécurité. Mais le rétroviseur est en verre dur et épais. Cela suffit à vous blesser en cas de choc.

Et si nous admettons que le prix de revient de cette matière étonnante tombe dans les mêmes proportions qu'a connues, par exemple, le prix de revient de l'aluminium, nous imaginons aisément qu'aucun immeuble prétendant au « confort moderne » ne pourra se dispenser d'avoir — un jour — des vitres insonores et imperméables au froid — et perméables, par contre, aux

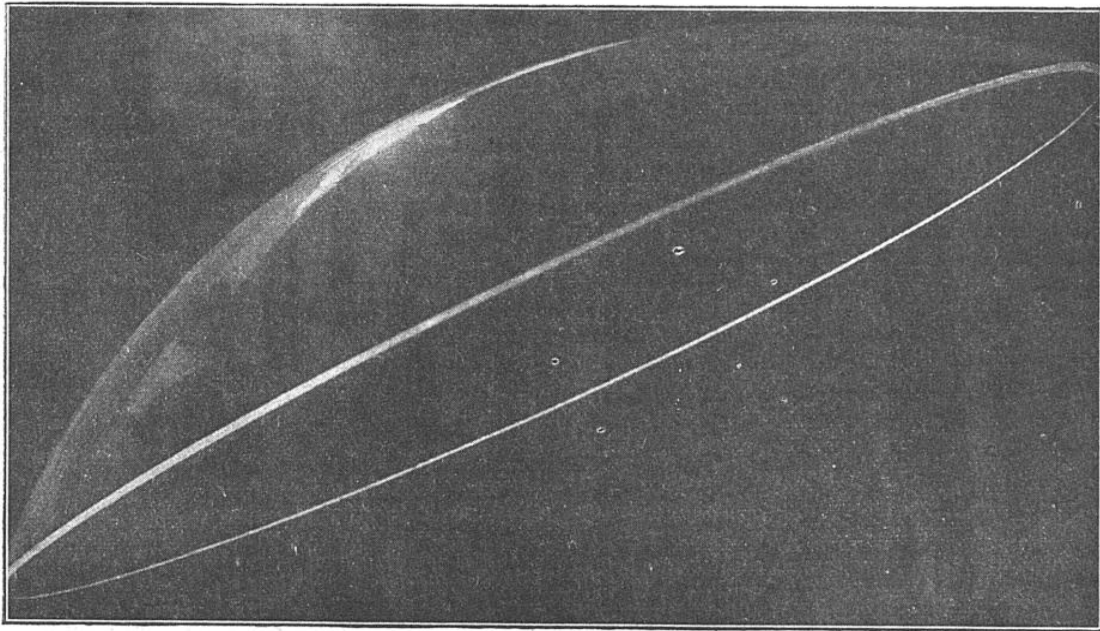


FIG. 2. — VOICI UNE CALOTTE SPHÉRIQUE DE 60 CM DE DIAMÈTRE OBTENUE PAR MOULAGE A UNE TEMPÉRATURE DE 90° C D'UNE FEUILLE DE VERRE ORGANIQUE (« PLEXIGLAS »)

en ce qui concerne l'avion. Imaginons une carlingue presque entièrement établie en verre organique, armée par des longerons métalliques. En cas de « coup dur », cet ensemble encaisse le choc ; il absorbe, par déformation, l'énergie cinétique. La carlingue se met « en accordéon », c'est inévitable, — mais à la façon d'un amortisseur, ce qui est le meilleur comportement que puissent espérer les passagers, dans leur malheur.

Les vitres organiques contribuent, en outre, à parfaire l'insonorisation de la cabine aérienne.

Il n'est pas jusqu'au verre protecteur des cadrans et des appareils de mesure qui ne trouve un avantage à être établi en résines synthétiques. Tenez, un détail : en auto,

bienfaisants rayons ultraviolets, c'est-à-dire en verre organique.

Une curiosité : violon en verre parfaitement musical

Mais voici le « chef-d'œuvre » en fait d'artisanat esthétique : un violon en verre, copiant entièrement un violon de grande marque.

Une « table d'harmonie » établie en verre silicate constitue un paradoxe, dont le seul énoncé ferait grincer des dents l'apprenti luthier le moins instruit des lois de l'acoustique. Un violon en fer-blanc sonnerait mieux qu'un violon de cristal. Pourquoi ? Parce que la matière d'un instrument de lutherie ne doit pas avoir de résonance propre. Si l'on veut que la table d'harmonie

— qui n'est tout de même, d'ailleurs, qu'un diaphragme phonographique — s'adapte instantanément à la production de tous les sons « harmoniques » que lui soumet la corde vibrante, il faut que cette table soit « neutre » du point de vue acoustique. Or, le cristal, rigide, « tinte » comme vous savez et rend un son bien défini par la masse, les dimensions et la forme de la matière ébranlée. Le mica du phonographe, de par sa nature même, rend fidèlement tous les sons,

d'hui (fig. 1) le premier de ces violons construit pour l'un de nos artistes les plus connus. Après l'avoir essayé, il a déclaré ne pas refuser de présenter l'instrument, sous son archet, à un public de musiciens.

Dans cet instrument, tout, sauf les cordes, est en verre organique. Et chaque pièce est la copie rigoureuse de la pièce correspondante d'un violon de grande réputation. L'assemblage est effectué à la colle, tout comme dans l'original.

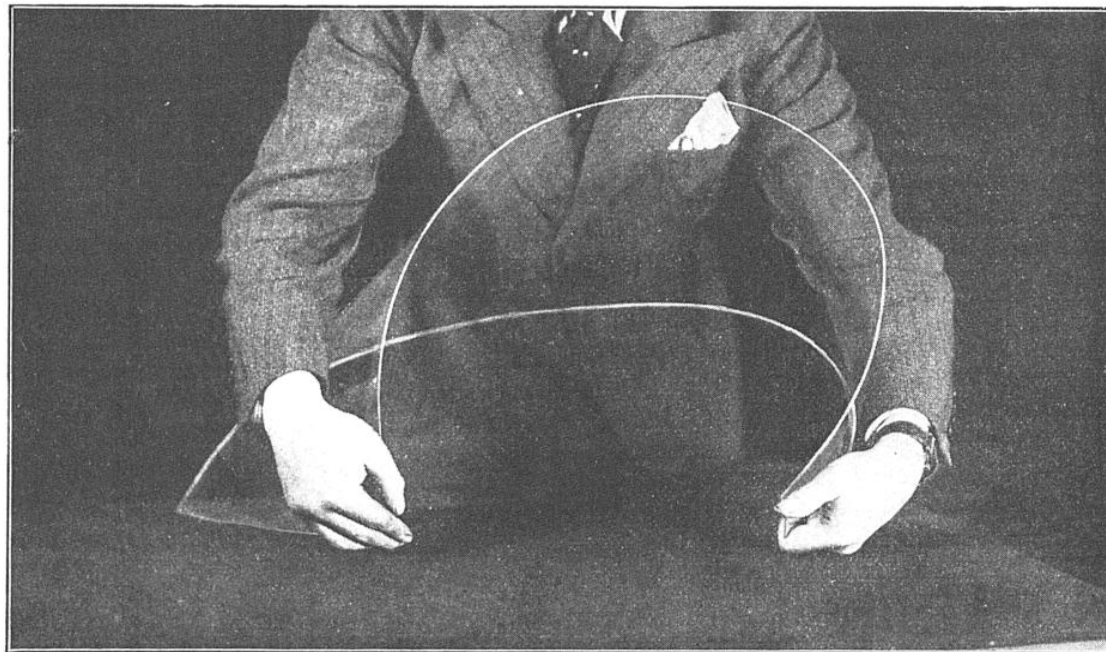


FIG. 3. — CETTE PHOTOGRAPHIE A POUR BUT DE METTRE EN ÉVIDENCE LA GRANDE FLEXIBILITÉ D'UNE FEUILLE DE VERRE ORGANIQUE (« PLEXIGLAS »)

parce qu'il n'a de préférence pour aucun.

Vous avez deviné que, dans ce sens de l'indifférence acoustique, le verre organique présente des qualités encore supérieures à celles du mica, parce qu'il ne possède aucune direction interne privilégiée. Tandis que le mica est un cristal.

Puisque le verre organique se découpe, se rabote, se perce, se fraise, et se colle exactement comme le bois, pourquoi n'en fabriquerait-on pas des violons ? On peut même espérer que bien des « secrets » de la réussite entièrement empirique des fameux luthiers d'autrefois pourraient être rationalisés après l'étude méthodique et scientifique d'une longue série de violons établis en verre organique.

Quoi qu'il en soit, nous présentons aujour-

La résistance de « frottement » des avions combattue par l'électrisation d'ailes en verre organique..., c'est une hypothèse

Mais revenons à l'avion. Nous allons, cette fois, envisager des ailes en verre organique.

Quel intérêt aurait-on à les fabriquer en cette matière ?

Rappelons d'abord les progrès que la construction aéronautique a réalisés en fonction de la science aérodynamique. Actuellement, les avions les plus « fins », et qui sont, croyons-nous, les chefs-d'œuvre de l'ingénieur Riffard, doués d'une finesse égale à 20 ou 21, ne semblent plus devoir progresser dans cette voie par le perfectionnement du profil des ailes, — toutes réserves faites au sujet du fuselage. Les ailes

de l'avion de la Coupe Deutsch (1) sont tellement bien profilées que leur résistance aérodynamique (leur résistance à l'avancement) se trouve à peu près du même ordre de grandeur que la résistance « de frottement » sur l'air. Le frottement de l'air le long des surfaces portantes atteignant la même importance que leur résistance aérodynamique proprement dite, il y aurait autant d'intérêt immédiat à réduire ce frottement qu'à perfectionner le profil des ailes — en vue d'accroître la vitesse maximum de l'avion.

Les effets de frottement de l'air sur les surfaces ont été réduits par toutes sortes de précautions. Les moindres aspérités ont été effacées ; les têtes de rivets ont été arasées ; les vernis employés (ou le polissage du métal) pour recouvrir l'avion sont choisis pour leur donner un poli extérieur à peu près parfait. Que peut-on faire encore ? On a pensé à dériver une partie des gaz d'échappement sur le front des ailes afin que ces filets de gaz très chauds jouent un rôle de lubrifiant entre le plan porteur et l'air. Irréalizable et d'efficacité douteuse.

L'ingénieur qui importa d'Allemagne en France la formule du verre organique, dont nous traitons en ce moment, eut une intuition dont l'expérience (les essais préliminaires sont en cours) dira ce qu'elle vaut pratiquement. Théoriquement, elle est très séduisante. On pense qu'en *électrisant* les surfaces frottantes, le frottement se trouverait atténué. En voici les raisons.

Aux très grandes vitesses des avions modernes, les molécules d'air *s'ionisent* — s'électrisent par le frottement de l'appareil lancé à plus de 300 km/h. Mais l'avion, également, se charge d'électricité. On a vu des avions, arrivés à l'aéroport, donner des étincelles à l'approche d'un corps conducteur relié à la terre : l'avion, isolé par les pneumatiques de son train avant et la roulette caoutchoutée de la béquille, avait conservé la charge électrique accumulée durant le voyage. Plusieurs fois, le phénomène, s'étant produit au débouchage du réservoir d'essence, a provoqué l'incendie !

Si l'on considère que le frottement des filets d'air se réduit toujours, à l'analyse, en tourbillons, et que l'état électrique des molécules ne saurait être indifférent à la formation ou à la déformation de ces tourbillons élémentaires, on estime qu'il y a lieu d'étudier systématiquement le comportement des surfaces électrisées dans les courants d'air et la modification de leur résistance à l'avancement en fonction de leur

charge électrique. Plusieurs compétences ayant approuvé ces vues théoriques, des maquettes et l'appareillage nécessaires sont à l'étude pour servir à ces expériences. Les maquettes seront en verre organique, c'est-à-dire en résine synthétique.

Qui ne se souvient de l'électricité « résineuse » — négative — opposée à l'électricité « vitreuse » — positive — dans les anciens traités de physique ? Il est certain que la charge électrique qui s'accumulerait sur une aile en verre organique ne manquerait pas d'être élevée au cours d'un voyage à grande vitesse. Et c'est peut-être là que gît l'un des progrès les plus inattendus et les plus grands dont puisse bénéficier l'aéronautique présente : atténuer le frottement des surfaces en mouvement par influence électrostatique.

L'idée est tellement séduisante que nous avons voulu la signaler, ne serait-ce que pour prendre date.

De la stratosphère à la navigation de plaisance

Nous ne dirons que quelques mots des propriétés chimiques du verre organique. Celui-ci ne subit aucune altération par l'influence de l'ultraviolet, ni par celle de l'ozone, ni par celle des très basses températures. Toutes ces qualités doivent être signalées si l'on envisage les voyages stratosphériques. Aux très hautes altitudes, la lumière ultraviolette règne en maîtresse, ainsi que les basses températures.

Le dernier ballon stratosphérique à grande capacité construit par le professeur Piccard (1) était en cellophane. Il ne lui manquait plus qu'une nacelle sphérique en verre organique. Si l'on attaquant le problème de la construction d'une telle nacelle, il serait assez aisément résolu. Le prix de l'opération serait élevé, car il faudrait établir les matrices de grande taille et l'étuve au sein de laquelle s'effectuerait le moulage — à 100° C environ — des deux calottes hémisphériques. Suffisamment épaisses, boulonnées et jointoyées à la colle sur leur équateur, la sphère transparente idéale serait réalisée pour le plus merveilleux des voyages aériens. La question du chauffage serait résolue par le rayonnement solaire qu'un écran (un miroir ardent même) pourrait retenir à l'intérieur. Le trou d'entrée des passagers recevrait un couvercle directement ajusté sur la paroi. Les sondes « électrostatiques » seraient installées à travers un simple trou ajusté, pratiqué dans la paroi. Celle-ci étant isolante, aucun diaphragme de cristal n'aurait à

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 233, page 346.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 170, page 89.

être posé, comme celui dont la brisure au départ faillit coûter la vie aux aéronautes, lors de la première ascension stratosphérique de Bruxelles.

Et, pour redescendre à un niveau plus familier, disons que l'on pense aussi à « mouler » des coques de cancs en verre organique. Vous connaissez l'effet merveilleux d'une glace transparente posée sur le fond d'un canot ; on voit se dérouler le fond de la rivière et passer les poissons comme sur un film. Les biologistes des laboratoires marins utilisent ce procédé pour leurs obser-

vations de la faune et de la flore sous-marines. En outre, le cancé de verre organique défie les chocs. Il sera « monobloc ». D'autre part, les casques de plonge, chers à MM. Jean Painlevé et Le Prieur, deviendraient singulièrement pratiques, estampés eux aussi en deux pièces. Le promeneur sous-marin oublierait qu'il avance dans l'eau.

Aviez-vous jamais envisagé toutes les incidences qu'apporte la synthèse chimique qui a permis de trouver une matière analogue au bois, et, de plus, transparente ?

JEAN LABADIÉ.

L'Italie, l'Allemagne et même l'Autriche possèdent des centaines de km d'auto-
routes (1). Le Reich, en particulier, a établi un vaste programme de construction
qui prévoit 7 000 km d'« autostrades », ce qui, au prix d'un demi-million de marks
le km, représente une dépense de 3 à 4 milliards (en R. M.). En France, rien n'a
encore été même tenté dans ce sens. Le ministère des Travaux publics estime, en
effet, que le coût très élevé des autoroutes (évalué de 3 à 4 millions de fr par km)
n'est pas — paraît-il — en rapport avec les avantages que peut présenter un tel
réseau routier pour les besoins de la circulation mécanique. Les crédits affectés à
nos routes nationales seront donc utilisés exclusivement pour l'amélioration de
l'ensemble du réseau routier actuellement existant. Du point de vue économique,
le gouvernement estime que la cause est entendue, mais il n'en est pas de même si
l'on envisage la question sous l'angle de la Défense nationale. Jetons les yeux sur
une carte des autostrades allemandes : nous y discernons le rôle primordial qu'elles
doivent jouer en cas de conflit. Elles apparaissent, en effet, comme le complément
indispensable du plan de motorisation des grandes unités de combat (2). En France,
la constitution de nos divisions motorisées et la création de nos divisions légères
mécaniques (3) exige — elles aussi — une étude appropriée pour résoudre le problème
posé et, par suite, une révision de notre réseau routier. Une division motorisée
déployée sur route couvre environ 100 km ! Cette longueur est réduite à 50 km si,
comme le conçoit aujourd'hui le haut Commandement, on la fait se déplacer sur
deux routes parallèles. Encore faut-il que, dans les régions où ces grandes unités
seront appelées à opérer, ce double réseau existe... Le ministère de la Guerre s'en
est rendu compte, mais il prétend que le ministère des Travaux publics n'a pas
voulu entrer dans ses vues... La question mérite d'être discutée à nouveau et pro-
chainement.

* * *

Le récent Congrès des Transports aériens a émis notamment le vœu que, lors du
futur aménagement de l'infrastructure, Paris soit pourvu d'un aéroport — comme
celui en construction à New-York — offrant aux lignes transocéaniques un poste
d'atterrissage par avions et un plan d'eau d'amerrissage pour hydravions.

(1) Voir *La Science et la Vie*, nos 202, page 293 et 222, page 491. — (2) Voir dans ce numéro,
page 87. — (3) Voir dans ce numéro, page 94.

AUTOMATISME, TÉLÉCOMMANDE, FACTEURS DE PROGRÈS DANS L'EXPLOITATION FERROVIAIRE

Par Pierre DEVAUX

ANCIEN ÉLÈVE DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE

L'exploitation ferroviaire, sur les lignes à grand trafic comme dans les gares importantes, pose de nombreux problèmes d'organisation et de contrôle à la fois très complexes et très délicats. La Science et la Vie (1) a montré récemment comment le « dispatching », gardien de la sécurité de nos voies ferrées, rationalise la circulation des trains dans des secteurs donnés en mettant sans cesse sous les yeux du « dispatcher » la répartition des convois sur la ligne. Le trafic marchandises d'une très grande gare de triage — qui reçoit quotidiennement plus de 2 000 wagons (Trappes, par exemple) appelés à des destinations diverses, qu'il faut débrancher un à un, puis regrouper pour constituer de nouveaux trains — ne peut être, lui aussi, assuré avec sécurité, rapidité et régularité qu'en mettant en œuvre les dernières acquisitions de l'automatisme électromécanique (2). Sous la surveillance et le contrôle du « chef de butte », les wagons, lancés à 25 km/h, sont aujourd'hui répartis automatiquement, par des successions d'aiguillages commandés électriquement à distance, entre les longues voies parallèles du triage, freinés par des freins de voie hydrauliques, et enfin méthodiquement arrêtés et attelés pour former les nouveaux convois. Un « robot » électromécanique d'une extrême ingéniosité assure, infaillible, rapide et infatigable, les verrouillages et les temporisations indispensables à la sécurité des manœuvres, tout en laissant au chef de butte la possibilité d'intervenir en cas d'imprévu. Ainsi l'automatisme, minutieusement contrôlé par l'initiative humaine dont il accroît considérablement le rendement, prend-il une place chaque jour plus importante dans la technique ferroviaire, qui s'efforce d'être à la fois plus moderne (rapidité) et plus économique (rationalisation).

PARMI les problèmes variés que posent aux ingénieurs les exigences du trafic ferroviaire, celui des gares de triage pour les wagons de marchandises (fig. 1 et 2) est l'un des plus curieux et l'un de ceux qui avaient relativement peu évolué jusqu'à ces dernières années.

L'introduction de l'automatisme électromécanique, avec ses innombrables combinaisons de servo-commandes, de temporisations et de verrouillages, est venue transformer de fond en comble l'exploitation de ces gares spéciales. L'automatisme, on le sait, permet d'établir de véritables cerveaux artificiels, doués d'une intelligence limitée mais, dans son domaine, infaillible, rapide et infatigable ; ainsi ont pris naissance les *aiguilleurs automatiques* et ce précieux *robot à billes* qui permet de trier à une cadence accélérée, et avec une sécurité absolue, des centaines de wagons envoyés en dérive sur des successions d'aiguilles électriquement commandées.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 218, page 117.

(2) Voir *La Science et la Vie* n° 230, page 149.

Un problème géographique

En quoi consiste le problème du triage ?

Pour en saisir toute l'importance, il faut nous représenter le trafic marchandises d'une très grande gare située à un nœud de communications, telle que Bordeaux, Lyon, Dijon, ou de telle gare de débranchement de la région parisienne.

En ce point précis du réseau arrivent journellement des dizaines de convois qui ont été formés de wagons réunis provisoirement, mais appelés à des destinations différentes. Quand la gare de Bordeaux, par exemple, reçoit un train de marchandises arrivant de Bayonne, une partie des wagons doit continuer vers Paris, tandis que les autres bifurquent sur les lignes du Médoc, de Toulouse, de Saintes, ou seront dirigés vers le port et les bassins à flot. Les wagons doivent donc être débranchés, puis regroupés pour former de nouveaux trains.

Une telle opération peut être exécutée, très classiquement, à l'aide d'une locomotive ou d'un tracteur qui va prendre les

wagons un à un pour les amener sur les différentes voies d'un large épi desservi par un éventail d'aiguilles ; ainsi se forment progressivement les trains nouveaux qui seront emmenés par autant de locomotives attelées à l'autre extrémité.

Pour une petite station qui trie 30 ou 40 wagons par jour, cette méthode simpliste, malgré sa lenteur, peut suffire. Elle devient totalement inopérante pour un grand triage qui doit pouvoir répartir quotidiennement plus de 2 000 wagons et trier en dix minutes un convoi de 50 wagons !

Une solution toute différente s'impose, qui a été adoptée dans tous les pays et qui consiste à rendre provisoirement chaque wagon « automoteur », en mettant à profit cette accumulation gratuite d'énergie que constitue la pesanteur.

Qu'est-ce que le triage « à la butte » ?

Sur quelques triages du réseau du Nord, le terrain présente une déclivité faible qui permet de travailler en « dérive » naturelle. Dans le cas général, le terrain est horizontal et il faut édifier une « butte » artificielle (fig. 1).

La voie unique, formant le tronc commun qui va se diviser pour former l'épi de triage, monte la butte par une rampe douce, puis redescend par une pente brusque pouvant atteindre 50 pour 1 000. Cette pente, plus modérée, se continue bien au-delà des premières aiguilles afin d'entretenir le mouvement du wagon.

L'opération du triage s'effectue de la façon suivante. Sur une voie préparatoire, dite de *réception*, une machine refoule le train que l'on arrête en compression, le dernier wagon étant bloqué tandis que la locomotive pousse encore ; les agents, profitant de ce que les attelages pendent, passent sous les tampons et décrochent les barres et les chaînes. Simultanément, le chef de débranchement circule le long du train et, en se gui-

dant sur les affiches collées sur les portes, inscrit au-dessus des tampons de chaque wagon un large chiffre à la craie indiquant la voie sur laquelle ce wagon (ou ce groupe de wagons si plusieurs unités cheminent ensemble) devra être aiguillé.

Il suffit alors de pousser lentement le train à la butte pour qu'il se coupe de lui-même, chaque wagon se détachant dès qu'il a franchi le sommet. Un agent spécialisé, le *chef de butte*, installé dans une tour vitrée, surveille toute la manœuvre et commande le fonctionnement des aiguilles d'après le numéro inscrit sur les wagons.

Nous voyons ainsi se dessiner la physiologie d'un grand triage moderne. Du côté « arrivée », un premier faisceau de *voies de réception* où l'on peut garer les trains au fur et à mesure de leur arrivée et défaire les attelages ; ensuite la *butte*, flanquée de la cabine vitrée surélevée du chef de butte, puis l'immense épanouisse-



FIG. 1. — VOICI LA « BUTTE » DE TRAPPES-TRIAGE, AVEC LES VOIES DESCENDANTES ET LES PREMIÈRES AIGUILLES. A gauche, la cabine vitrée du chef de butte, surmontée de quatre haut-parleurs. La butte de triage est au fond à droite.

ment des aiguilles aboutissant aux *voies de formation* parallèles, dont le nombre peut dépasser la trentaine (fig. 2) ; à leur extrémité, ces voies se réunissent de nouveau pour aboutir à un *faisceau de départ* où l'on peut garer les nouveaux trains formés, en attendant de les faire partir.

Un faisceau auxiliaire, généralement peu étendu, mérite une mention ; c'est le *faisceau géographique*, sur lequel, à l'aide de locomotives, on modifie la composition de ces trains partants, de telle façon que l'ordre des wagons dans le train soit le même que celui de leurs gares destinataires sur la carte du réseau. Ainsi, il suffira de détacher un ou plusieurs wagons, sans manœuvres compliquées, dans chaque gare.

Principe des « verrouillages »

Le travail du triage serait écrasant et dangereux sans l'emploi d'*aiguilles électriques* permettant aux aiguilleurs d'opérer à dis-

tance, sans effort musculaire, et avec une sécurité absolue due à des *verrouillages électriques*.

Ces verrouillages sont obtenus en faisant intervenir, dans la commande des moteurs d'aiguilles, des *relais* contrôlés par des *circuits de voie*. A cet effet, les rails sont électriquement interrompus, de part et d'autre de chaque aiguille, par des éclisses isolantes ; tant qu'un wagon se trouve encore dans la zone dangereuse, il est impossible que l'aiguille « se fasse » : on évite ainsi que les coupons mobiles se déplacent sous un wagon, ce qui provoquerait un déraillement.

Grâce à ces « contrôles d'enclenchement », analogues à ceux du classique *block-system* des signaux de voie, la tâche du chef de butte se trouve sensiblement allégée. Son rôle effectif consiste à manœuvrer les manettes de commande des aiguilles d'après les chiffres qu'il aperçoit sur les wagons ; cette manœuvre elle-même a pu être rendue instinctive en disposant ces manettes *topographiquement* sur un large panneau reproduisant avec exactitude le plan de la voie.

Toutefois, ce serait méconnaître la responsabilité ininterrompue de cet agent qui, s'il est délivré par les enclenchements électriques de la crainte d'une catastrophe, n'en reste pas moins tendu pendant des heures sous cette pensée lancinante : faire vite à tout prix, gagner des centièmes de seconde... Ici, nous arrivons au cœur du problème du triage.

La chasse aux centièmes de seconde

Pour faire débiter le maximum aux aiguilles, il faut que, dès qu'un wagon a dégagé la zone isolée de protection, le wagon suivant se présente à son tour. Si ce second wagon arrive avec deux secondes seulement de retard, ce seront deux secondes entièrement perdues ; au bout d'une journée où l'on aura trié 2 000 wagons, le retard dépassera une heure, c'est-à-dire que toute une région du réseau se trouvera embouteillée. Inversement, si le chef de butte ordonne au mécanicien, par ses signaux ou ses haut-

parleurs, de « pousser » trop vite, il arrivera fatalement qu'un wagon pénétrera sur une zone non dégagée et que, par conséquent, *l'aiguille ne se fera pas* ; le déraillement, évidemment, sera évité, mais il faudra perdre un temps considérable pour couper le nouveau train, en extraire le wagon « dévoyé » et le remorquer sur la voie correcte.

La question se complique si l'on songe que ces wagons abandonnés à la déclivité, provisoirement soustraits à tout contrôle de vitesse, possèdent des qualités mécaniques très différentes ; les *bons rouleurs* filent allègrement, conservant toute leur vitesse et risquent de rattraper dangereusement des *mauvais rouleurs* dont la vitesse s'amortit plus rapidement,

On est ainsi conduit à la notion d'une certaine *distance de sécurité* qui doit normalement exister entre les wagons pour que les aiguilles aient le temps de se faire.

Freins de voie hydrauliques

La première aiguille, qui est du reste la plus chargée, puisque tous les wagons sans exception la franchissent, doit être placée suffisamment bas au-dessous du sommet pour que les wagons successifs se présentent largement séparés, avec une bonne vitesse. Par contre, on ne peut tolérer qu'une vitesse résiduelle modeste sur les dernières aiguilles ; car il ne faut pas oublier que les wagons devront être finalement arrêtés, et cela dans des conditions pénibles, par des *caleurs* qui courent au-devant du wagon afin de placer un sabot-cale sous la roue ; le wagon pousse ce sabot, qui le freine, et doit venir en mourant jusqu'aux tampons du wagon précédent auquel il sera attelé.

Un organe très particulier, le *frein de voie*, permet de concilier ces nécessités contraires : il est constitué par deux rails mobiles, horizontaux, placés de part et d'autre du rail de roulement, mais à quelques centimètres au-dessus. Quand un wagon se présente, un mécanisme provoque le serrage des rails mobiles qui viennent pincer énergiquement les roues du véhicule.

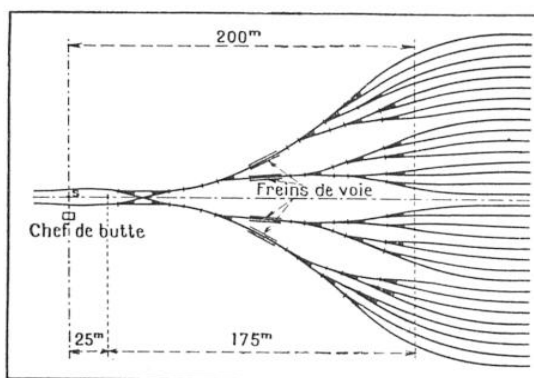


FIG. 2. — ÉPANOUISSEMENT DE L'ÉPI DE VOIES A LA TÊTE D'UN FAISCEAU DE TRENTE-DEUX VOIES D'UNE GARE DE TRIAGE

La butte, à gauche, comporte deux voies avec des aiguilles en « bretelles », ce qui permet de faire se succéder les trains sans délai. Au centre, les freins de voie qui assurent le ralentissement.

Au triage de Trappes, près de Saint-Cyr, qui est l'un des plus modernes existant actuellement, quatre freins de voie système « Fröhlich » ont été installés après les deuxièmes aiguilles (fig. 2). L'effort de serrage, à la fois puissant et réglable, est obtenu hydrauliquement et présente cette particularité d'être automatiquement proportionnel au poids du wagon ; celui-ci subit donc une « décélération », autrement dit un *ralentissement* bien défini quel que soit son poids.

Comment fonctionne le « robot à billes »

Pourvu d'une butte haute et raide et doté de freins de voie, le triage est à même de travailler dans d'excellentes conditions ; toutefois, la « chasse aux temps perdus » doit s'exercer dans tous les détails et notamment pour le fonctionnement des moteurs d'aiguilles.

Des progrès remarquables ont été accomplis dans ce domaine. Le moteur, fonctionnant sur courant continu ou alternatif, est logé dans un carter placé sur le ballast à distance des traverses (ceci afin de le soustraire aux secousses de la voie) et attaque la barre d'aiguille par vis ou engrenages. Le temps de fonctionnement a pu être abaissé de 2,5 secondes, délai très suffisant pour le service courant des chemins de fer, au chiffre record de 0,3 seconde.

L'automate à billes, qui a été installé à la butte de Trappes, apporte le couronnement

à tout cet ensemble de perfectionnements de détail, dont il permet de tirer le rendement maximum (fig. 4).

Le principe est des plus curieux. Il consiste à repérer chaque wagon par une bille, qui descend dans un tube vertical en franchissant des « trébuchets » qui s'ouvrent auto-

matiquement, grâce à des électroaimants, au fur et à mesure que le wagon franchit les zones isolées successives ; ainsi, le wagon commande la bille, mais celle-ci, réciproquement, agit au passage sur des ressorts de contact qui commandent les moteurs des aiguilles (fig. 3).

Transportons-nous dans la cabine vitrée du chef de butte et observons le fonctionnement du « meuble à billes ». Supposons qu'un wagon arrivant au sommet nous présente le n° 28 ; le chef de butte appuie sur un bouton numéroté 28, ce qui provoque la chute d'une bille dans le tube également

numéroté 28 ; cette bille se trouve tout d'abord arrêtée par une série de *barres encochées*, commandées par des électroaimants reliés aux rails isolés et qui ne lui rendront sa liberté que lorsque le wagon précédent aura pris une avance suffisante.

Ainsi libérée, la bille aborde successivement des « trébuchets », ou petits berceaux basculants, correspondant aux différentes aiguilles (fig. 3, position I). Dès que le wagon aborde la zone isolée qui protège une aiguille, le trébuchet correspondant exécute une pré-

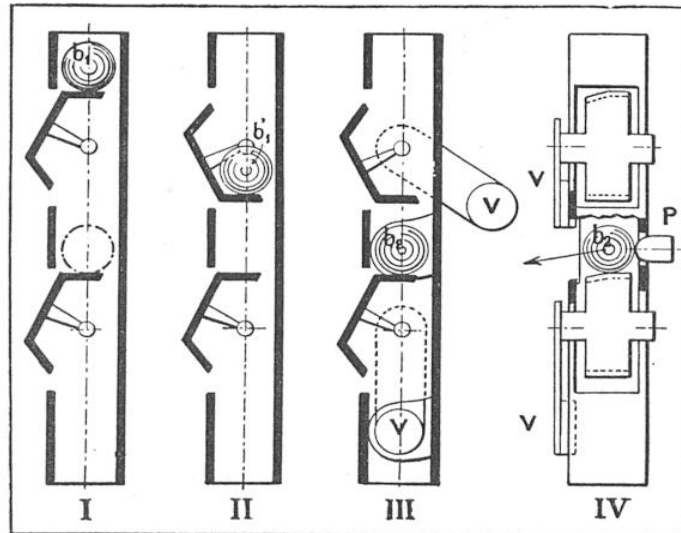


FIG. 3. — CES « TRÉBUCHETS » BASCULANTS SONT L'ÂME DU « MEUBLE À BILLES » (FIG. 4) QUI COMMANDE LES AIGUILLES DU TRIAGE DE TRAPPES

Chaque wagon est représenté par une bille qui descend dans un tuyau vertical, où elle est retenue de distance en distance par les trébuchets en forme de berceaux. Ces trébuchets sont commandés par des électroaimants reliés aux rails isolés formant la protection de chaque aiguille. — En I, la bille b_1 se trouve arrêtée sur le trébuchet, le wagon précédent n'ayant pas encore dégagé la zone isolée ; dès que la zone est dégagée, le trébuchet bascule (II) et la bille tombe en b'_1 ; dans cette position, elle agit sur un ressort de contact qui fait fonctionner les relais commandant le moteur de l'aiguille. — Le croquis III correspond à un cas exceptionnel ; le wagon représenté par la bille s'étant trop rapproché du précédent, la zone isolée n'a été dégagée à aucun moment et, par suite, le trébuchet ne bascule pas ; le wagon est « dévoyé » ; la bille b_2 reste prisonnière, mais sera expulsée par un poussoir P (croquis IV) quand le volet V, solidaire du trébuchet supérieur, démasquera une ouverture latérale.

mière oscillation permettant à la bille de descendre à l'intérieur du berceau (position II). Si la zone isolée est déjà dégagée par le wagon précédent, une oscillation inverse se produit immédiatement, permettant à la bille de descendre à nouveau, en agissant sur les ressorts de contact qui commandent l'aiguille (position III) ; par contre, si la zone n'est pas dégagée, le trébuchet ne fonctionne pas : l'aiguille restera immobile et le wagon suivra le même trajet que le précédent, c'est-à-dire qu'il sera dévoyé.

Pour que ces dévoiements ne passent pas inaperçus, on a prévu un dispositif ingénieux d'évacuation des billes fautives. Arrêtée sur un trébuchet, la bille se trouve poussée latéralement par un ressort vers une ouverture que ferme un volet solide du trébuchet supérieur. Quand un troisième wagon se présente, ce volet s'efface et la bille est projetée au dehors.

Le « meuble à billes » de Trappes, véritable robot électromécanique, commande trente-deux itinéraires ; il possède quatre étages de préparation (barres encochées) et dix étages d'espacement (trébuchets). Ses dimensions sont modestes : 2 m 12 × 1 m 53.

Et voici des records

Voici quelques « temps » records, chiffrés en centièmes de seconde, qui attestent les résultats atteints à la gare de Trappes. Il s'agit du cas, le plus défavorable, où un wagon « mauvais rouleur » est suivi par un « bon rouleur ».

Temps d'occupation par le mauvais rouleur de la zone isolée protégeant la première aiguille : 3,47 s ; fonctionnement de l'aiguille : 0,2 s ; « différence de marche », c'est-à-dire temps à soustraire pour tenir compte du

rattrapage par le wagon suivant : 0,27 s. Le total, soit 4,04 s, représente l'intervalle de temps minimum qu'il faut respecter à la butte ; ceci correspond à une cadence de 14 wagons par minute.

En réalité, il conviendra de reprendre le calcul pour toutes les aiguilles successivement et de s'en tenir au chiffre le plus défavorable. Ainsi, on trouve pour la troisième aiguille :

Temps d'occupation par le mauvais rouleur : 5,56 s ; fonctionnement de l'aiguille : 0,3 s ; différence de marche zéro, car la trop

grande vitesse du bon rouleur qui suit est absorbée par le frein de voie.

Total pour le temps à respecter à la butte en vue de sauvegarder la sécurité jusqu'à la troisième aiguille : 5,86 s, soit 10,2 wagons par minute.

Dix wagons par minute filant librement à 25 km/h du haut de la butte, répartis d'aiguilles en aiguilles, ralentissant aux

freins de voie, méthodiquement arrêtés et attelés sur les longues voies parallèles du triage, sous les rayons des projecteurs, au milieu des commandements amplifiés que se renvoient les haut-parleurs fixés sur des pylônes, certes, c'est là un des grands spectacles de la technique ferroviaire. Une telle réussite est le fruit d'une juste répartition des fonctions ; au robot électromécanique incombent les contrôles de sécurité, les manœuvres quasi instantanées, les verrouillages ; au chef de butte, l'appréciation des rendements et des vitesses, la surveillance d'un immense périmètre, l'initiative en cas d'imprévu, en un mot la responsabilité et le jugement, qui resteront toujours les éminentes prérogatives de l'homme.

PIERRE DEVAUX.

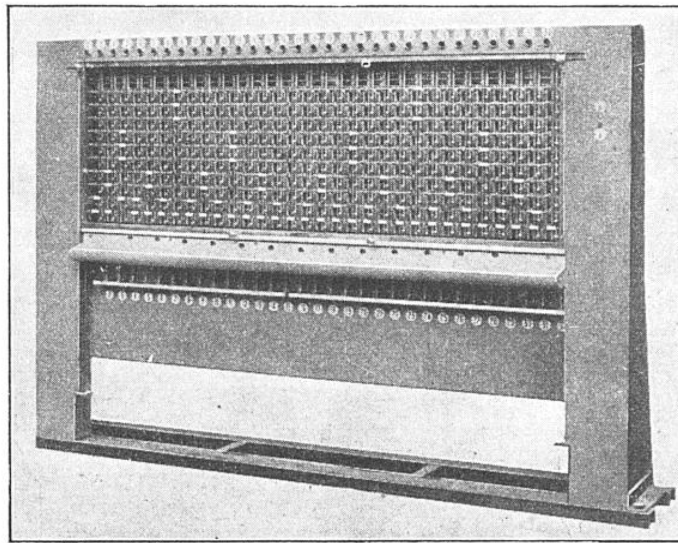


FIG. 4. — VUE EXTÉRIEURE DU « MEUBLE A BILLES » COMMANDANT LES AIGUILLAGES DE TRAPPES-TRIAGE

DES ADDITIONS « HOMÉOPATHIQUES » MODIFIENT LES QUALITÉS DE NOS FERS ET DE NOS ACIERS

Par J. SEIGLE

PROFESSEUR DE MÉTALLURGIE A L'ÉCOLE DE LA MÉTALLURGIE ET DES MINES DE NANCY
ANCIEN DIRECTEUR DES USINES D'IMPHY ET DE DECAZEVILLE

Pour le chimiste, le fer est un élément ou corps simple qui occupe le vingt-sixième rang de la classification générale de Mendelejeff (1). Pour le profane, dans la langue courante, le fer est un métal malléable à froid, qui s'oppose à l'acier, dur à la lime, et dont on fait des outils. Pour le métallurgiste, au contraire, le fer pur du chimiste n'existe pratiquement pas, même au laboratoire (le fer électrolytique ne dépasse pas 99,967 %) ; pour lui, d'autre part, depuis la disparition presque complète du « puddlage », il n'y a que de l'acier, produit à l'état fondu, dont il distingue les nuances d'après leurs propriétés mécaniques : extra-doux, doux, demi-dur, dur, extra-dur, dur pour outils. Si l'on met à part les aciers spéciaux (qui comportent des additions parfois considérables d'autres métaux, tels que chrome, nickel, tungstène), les divers aciers ordinaires se différencient tout d'abord par leurs teneurs respectives — toujours très faibles — en carbone, manganèse, soufre, phosphore et silicium, dont le total ne varie qu'entre 0,5 % pour les aciers doux et 1,5 % pour les aciers durs pour outils. L'accumulation des observations de laboratoire et des essais pratiques a permis d'attribuer à chaque élément étranger au fer une influence spéciale sur les qualités de l'acier considéré, qu'il s'agisse de ses propriétés mécaniques à froid et de son aptitude à durcir à la trempe (carbone), de sa malléabilité au rouge (manganèse, soufre), de sa fragilité au choc (phosphore), ou de son aptitude à la coulée (silicium). C'est en proportions presque infinitésimales, à doses « homéopathiques », — pour employer une expression imagée, — que ces différents corps interviennent dans la sidérurgie moderne, nécessitant à tous les stades de la fabrication un contrôle chimique rigoureux. De la précision de ce contrôle dépend au premier chef l'élimination des impuretés (telles que le soufre et le phosphore), ainsi que le dosage approprié des autres éléments qui confèrent à chaque coulée les qualités exigées.

POUR mieux faire comprendre la question des matières étrangères qui accompagnent, ou peuvent accompagner, le corps simple « fer » dans les produits industriels appelés *fers* et *aciers*, je prendrai d'abord quelques cas types ; après quoi, j'indiquerai la nature des matières autres que le fer et l'influence de chacune d'elles.

Le fer au point de vue des chimistes

Le mot « fer », pour les chimistes, désigne l'un des éléments ou corps simples. Dans la classification générale de l'ensemble des corps simples, le fer occupe le 26^e rang ; son « nombre atomique » est représenté par ce même nombre 26 ; chaque atome de fer comporte 26 électrons négatifs gravitant autour d'un noyau central positif.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 176, page 104.

N. D. L. R. — Nous avons demandé à l'un des plus éminents représentants de la sidérurgie française de rédiger l'article ci-dessus, qui servira, en quelque sorte, d'initiation pour bien comprendre les études ultérieures que nous serons amenés à publier sur l'évolution de la métallurgie qui conditionne les propriétés de la construction métallique.

Le « poids atomique » du fer actuellement admis est de 55,84 (on arrondit souvent à 56). Les études les plus récentes ont montré qu'il y a plusieurs isotopes du fer, c'est-à-dire plusieurs éléments de même nombre atomique 26, mais de poids atomiques respectifs différents, et égaux aux nombres entiers 54, 56, 57 et 58. Le fer habituel serait un mélange de ces isotopes, l'isotope 56 étant de beaucoup le plus abondant. Mais ajoutons que, jusqu'ici, les métallurgistes n'ont pas eu à se préoccuper de cette question des isotopes.

Le fer électrolytique

Il est difficile de savoir si on a jamais fait, même au laboratoire, du fer chimiquement pur, rigoureusement à 100 % de fer, mais cela paraît peu probable.

Si nous restons dans le domaine industriel actuel de la fabrication du fer, ce que l'on prépare couramment de plus pur c'est du *fer électrolytique*, c'est-à-dire du fer résultant de la décomposition, par un courant électrique continu, d'un sel de fer — le chlorure, par exemple — en solution dans l'eau ; le fer se dépose au pôle négatif ou cathode. Cette cathode peut notamment être constituée par un « rond » en acier recouvert d'une très légère couche de plomb, de sorte que le dépôt électrolytique du fer se produit sous la forme d'un tube.

Ce fer électrolytique tel qu'il est ainsi déposé est extrêmement fragile, ce qui est dû à la présence d'hydrogène produit aussi par l'électrolyse et retenu par le fer ; cela ne représente, en poids, que 0,01 % environ. Cet hydrogène est chassé par un chauffage au rouge, et le fer est, après cela, extrêmement malléable.

Voici une analyse de fer électrolytique recuit :

Carbone	0,008 %
Manganèse . . .	0,009 %
Silicium	0,014 %
Phosphore . . .	0,002 %
Soufre	traces.

Le total de ces éléments est égal à 0,033 % ; cela fait donc, comme fer *réel* : $100 - 0,033 = 99,967$ %.

Le fer électrolytique, à cause de sa grande malléabilité et de sa pureté, a quelques emplois industriels intéressants ; mais son prix de revient est élevé, et le tonnage produit annuellement est infime par rapport aux tonnages d'acier produit à l'état fondu.

Le fer « Armco »

Le fer « Armco », d'invention américaine assez récente, fabriqué en France par la Compagnie de Châtillon-Commentry et Neuves-Maisons, contient environ 99,93 % de fer ; il se rapproche du fer électrolytique par plusieurs de ses propriétés ; il est d'un prix de revient moins élevé.

Ce métal est produit au four Martin basique, à l'état liquide, par un affinage spécialement poussé ; on le coule en lingots qu'on soumet ensuite à des laminages successifs pour les transformer soit en barres, soit en tôles.

Les aciers ordinaires extra-doux et doux

Ces produits contiennent environ 99,3 à 99,5 de fer ; on les obtient à l'état liquide, au four Martin, au convertisseur Thomas ou au four électrique ; on coule des lingots qu'on lamine ensuite comme il vient d'être dit pour le fer « Armco ».

La nuance dite « acier doux » est celle dont on fabrique la plus grande quantité ; on l'utilise, sous forme de barres de toutes sortes de profils et de tôles, dans les constructions métalliques modernes.

La figure 1 montre les proportions de fer dans le fer électrolytique, dans le fer « Armco » et dans un acier extra-doux.

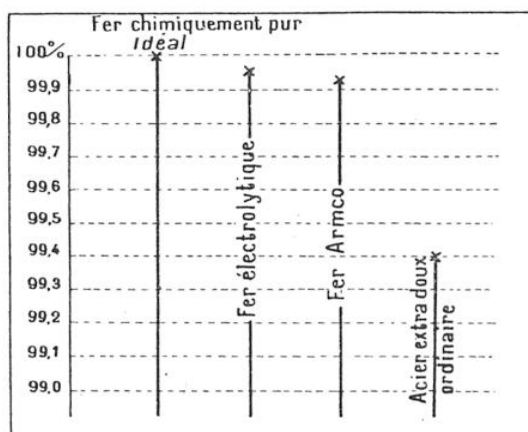


FIG. 1. — VOICI LES POURCENTAGES DE FER « PUR » DANS DU FER ÉLECTROLYTIQUE, DU FER « ARMCO » ET DE L'ACIER EXTRA-DOUX

Les mots

« fer » et « acier »

Pourquoi employer parfois le mot *fer*, et parfois le mot *acier*, comme dans ce qui précède ? Il est assez singulier de constater que ces deux mots n'ont pas la même signification pour le grand public et pour les métallurgistes.

POUR LE PUBLIC, DANS LA LANGUE COURANTE, le mot *fer* désigne un certain métal industriel dont

le fer des chimistes est l'élément dominant, mais qui a une certaine malléabilité à froid ; le fil de fer, c'est-à-dire le fer sous forme de fil de 1 à 2 mm de diamètre, est facile à plier sur lui-même ; le mot *acier* est réservé pour les qualités qui sont dures à la lime, qui ont de la raideur, que l'on utilise pour faire des lames de couteaux et de rasoirs, des ressorts, des épées, des outils pour percer, tourner et raboter les métaux, etc.

Mais, POUR LES MÉTALLURGISTES, le mot *acier* s'applique à tout métal industriel dans lequel le fer est l'élément dominant, et qui a été *produit à l'état liquide*. (Et à cause de cela, il serait plus logique de dire *acier « Armco »* au lieu de *fer « Armco »*, pour la nuance de métal dont il a été question plus haut.)

Les métallurgistes appellent *fer puddlé* le produit ferreux très voisin de l'acier extra-doux comme composition chimique, mais qui a été produit seulement à l'état

pâteux, fondu, dans un appareil appelé *four à puddler*.

Cette méthode de production du fer, dite *puddlage*, a presque complètement disparu, depuis l'invention des méthodes qui permettent d'obtenir, à un prix de revient bien moindre, du métal à l'état liquide, ou acier pour les métallurgistes, à savoir :

Emploi du four Martin (1865) ;

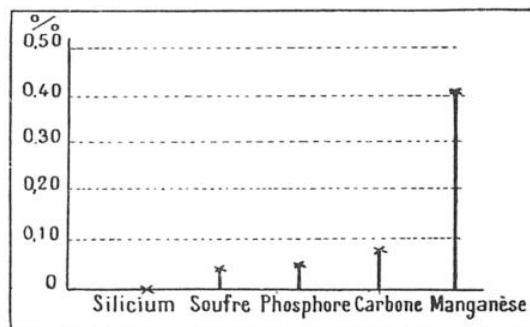
Emploi de la cornue Bessemer (1855) ;

Emploi de la cornue Thomas (1878).

Les métallurgistes précisent, d'ailleurs, par des qualificatifs, la nuance des aciers qu'ils savent produire, tels que : *extra-doux*, *doux*, *demi-dur*, *dur*, *extra-dur*, *dur pour outils*.

Les laminés en barres et en tôles pour les constructions courantes sont donc, pour les métallurgistes, en acier doux.

Les aciers extra-doux et doux ne durcissent pas sensiblement par la trempe à l'eau,



éléments chimiques qui sont : le carbone, le manganèse, le soufre, le phosphore et le silicium.

Chaque coulée de l'appareil producteur — four Martin, cornue Bessemer, cornue Thomas, four électrique ou creuset — est analysée.

Voici, par exemple, une analyse d'acier *doux* pour barres et tôles ordinaires :

Carbone	0,08 %
Manganèse	0,41 %
Soufre	0,04 %
Phosphore	0,05 %
Silicium	néant

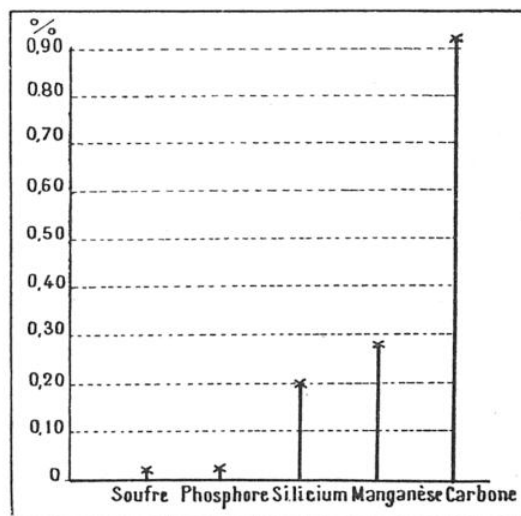


FIG. 2 ET 3. — VOICI LES PROPORTIONS DE SILICIUM, SOUFRE, PHOSPHORE, CARBONE ET MANGANESE : A GAUCHE, DANS UN ACIER EXTRA-DOUX ; A DROITE, DANS UN ACIER DUR POUR OUTILS

qui consiste, on le sait, en un chauffage au rouge suivi d'une plongée dans l'eau.

Les aciers des autres nuances sont, au contraire, rendus encore plus durs et plus résistants à l'usure par frottement ; mais, en même temps, ils deviennent fragiles.

Nous verrons que c'est surtout la teneur de l'acier en carbone qui change ses propriétés.

Un autre qualificatif est encore ajouté, quand on estime que c'est nécessaire : on dit *acier spécial* quand l'acier comporte des additions de chrome, de nickel, de tungstène, — et l'on dit *acier ordinaire* quand on veut bien marquer qu'il ne s'agit pas d'un acier spécial.

Les éléments qui accompagnent le fer dans les aciers ordinaires

Les laboratoires d'usines métallurgiques dosent régulièrement, dans les aciers, cinq

La figure 2 représente ces proportions, rangées par ordre croissant.

Le total de ces éléments est égal à 0,58 %.

En admettant que certains autres éléments étrangers, dont nous dirons quelques mots, soient en quantité négligeable, nous voyons que la proportion du fer réel sera voisine de : $100 - 0,58 = 99,42$ %.

Dans un *acier dur pour outils*, on aura par exemple (fig. 3) :

Carbone	0,92 %
Manganèse	0,28 %
Soufre	0,02 %
Phosphore	0,02 %
Silicium	0,20 %

Le total des éléments étrangers est ici égal à 1,44 %, et la proportion du fer n'est plus que : $100 - 1,44 = 98,56$ %.

C'est la teneur en carbone, faible dans le premier exemple (0,08 %) et forte dans le second (0,92 %), qui est la cause principale

des différences de qualité, ou plutôt de « nuance » selon le mot consacré.

Ce qui intéresse le métallurgiste, ce n'est pas la proportion de fer, mais bien le pourcentage de chacun des éléments autres que le fer entrant dans l'acier.

Pourquoi cela ? C'est parce que chacun des cinq éléments étrangers dont nous avons parlé exerce une influence particulière ; chacun d'eux doit rester dans des limites convenables. Il faut, d'autre part, ne pas perdre de vue la question si importante du prix de revient des aciers, qui intervient comme nous aurons l'occasion de le signaler.

La précision des analyses industrielles

Dans les analyses ci-dessus, où tout est rapporté, en poids, à 100 d'acier analysé, le laboratoire a donc précisé tous les deuxièmes chiffres après la virgule.

Ainsi, une teneur en manganèse de 0,41 %, comme dans le premier exemple, équivaut à 4,1 kg de manganèse dans 1 000 kg de l'acier analysé. Pour le métallurgiste, ce n'est pas du tout la même chose que 0,31 %, ou 3,1 kg dans 1 000 kg d'acier ; la différence, égale à 1 kg sur 1 000 kg d'acier, paraît bien faible au profane ; mais le métallurgiste sait que, toutes autres choses restant les mêmes, un acier à 0,41 % de manganèse se comportera beaucoup mieux au forgeage ou au laminage qu'un acier à 0,31 %. J'y reviendrai dans un instant.

Ainsi encore pour le soufre ou le phosphore ; un acier contenant 0,04 % de soufre (soit 0,4 kg sur 1 000 kg d'acier) offrira, pour certaines applications, moins de garantie qu'un acier n'en contenant que 0,02 % par exemple (soit 0,2 kg sur 1 000 kg d'acier).

C'est l'accumulation d'une série d'observations et d'essais qui a permis d'attribuer à chaque élément étranger au fer son influence spéciale sur ce métal. Mais il y a encore bien à chercher, là comme ailleurs : certaines coulées d'acier se montrent, pour tel emploi, soit moins bonnes, soit meilleures que la moyenne des coulées de même analyse ; cela peut être attribué soit à l'influence de certains éléments non dosés, soit à des différences fortuites dans les conditions de coulée (température de l'acier liquide au

moment de la coulée, etc.), dans les conditions de refroidissement des lingots, de réchauffage ultérieur pour laminier ou forger, etc.

Voici les influences exercées sur le fer par chacun des cinq éléments : carbone, manganèse, soufre, phosphore et silicium

Le carbone

Cet élément a deux influences principales : l'une sur les propriétés mécaniques des aciers à froid ; l'autre sur l'aptitude à durcir plus ou moins par la trempe à l'eau.

Résultats des essais mécaniques à froid. — Bornons-nous au cas de l'essai de traction ; le carbone augmente la résistance à la traction, mais il diminue le pourcentage d'allongement.

Un petit « rond » en acier doux de 5 mm de diamètre est facile à courber entre les deux mains ; un « rond » de même grosseur en acier dur est très raide.

Effet de la trempe. — Un acier extra-doux ou doux chauffé au rouge cerise (900°) et plongé dans l'eau garde à peu près la même déformabilité qu'avant la trempe ; ainsi, un petit « rond » de 5 mm à 10 mm, dans ces nuances d'acier, peut être plié à bloc, comme on dit (fig. 4),

sans aucune déchirure ; la lime mord aussi bien sur cet acier qu'avant la trempe.

Au contraire, un acier carburé, par exemple à 0,35 et plus de carbone, « prend » énergiquement la trempe. Un petit « rond » de 5 à 10 mm étant soumis à la trempe, comme ci-dessus, casse net au moindre coup de marteau et sans aucune déformation. Les deux morceaux peuvent être mis, après rupture, dans le prolongement exact l'un de l'autre. La cassure présente un aspect à grains très fins, appelé « cassure porcelanique ». La lime ne mord plus sur cet acier dur trempé ; un tel acier sera résistant à l'usure par frottement.

Le manganèse

Cet élément a une influence durcissante analogue à celle du carbone, mais à un degré moindre. Son intérêt capital pour l'aciériste vient de son influence très favorable sur la malléabilité au rouge. Tous les

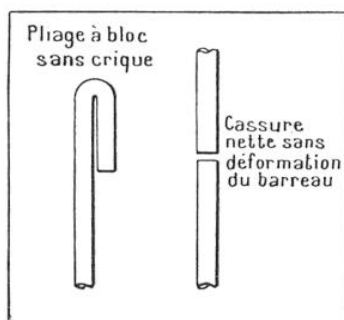


FIG. 4. — LES EFFETS DE LA TREMPÉ A L'EAU SUR DEUX « ROUNDS » DE 5 MM DE DIAMÈTRE, L'UN EN ACIER DOUX (A GAUCHE), L'AUTRE EN ACIER DUR (A DROITE)

Le premier peut être plié à bloc sans déchirure ; le deuxième se rompt sans aucune déformation.

lingots d'acier doivent être forgés ou laminés au rouge pour être amenés à la forme voulue de pièces de forge ou de barres, tôles, etc. ; les déformations au marteau-pilon, à la presse hydraulique ou au laminoir, produiraient des déchirures, ou « criques », si l'acier ne contenait pas une certaine proportion de manganèse. Une bonne teneur courante dans les aciers ordinaires est celle de 0,40 à 0,45 %.

Notons, en passant, que le minerai de manganèse revient, dans nos pays, à un prix élevé ; on l'exploite surtout dans le sud de l'U. R. S. S., au Brésil, aux Indes et, depuis peu, au Maroc. L'incorporation du manganèse dans une fonte ou dans un acier est donc coûteuse, et on évite, bien entendu, d'en mettre plus qu'il n'est nécessaire, afin de ne pas augmenter le prix de revient.

Le soufre

Le soufre est un des éléments les plus redoutés du métallurgiste, exerçant à des doses très faibles une mauvaise influence au rouge, et également à froid.

Au rouge, c'est-à-dire aux températures de laminage et de forgeage des aciers, il augmente les risques de déchirures, ou criques. Cela intéresse les aciers de toutes nuances, tous coulés en lingots qu'il faut amener aux dimensions voulues par un laminage ou par un forgeage au rouge.

A froid, l'influence néfaste du soufre est surtout sensible quand les barreaux d'essai sont prélevés dans le sens perpendiculaire au sens dans lequel le lingot a été allongé par laminage ou par forgeage ; de tels barreaux sont dits « prélevés en travers », et c'est dans ces conditions qu'on procède aux essais des tôles, des tubes pour canons, etc. Le soufre diminue le pourcentage d'allongement aux essais de traction, sans changer la charge de rupture ; il augmente beaucoup la fragilité au choc dans ces barreaux « en travers », alors qu'il influe peu sur les résultats des essais « en long ».

Ajoutons que cet élément — qui s'introduit dans les aciers par les matières premières (fonte et riblons) — est d'une élimination difficile, et parfois même impossible.

D'autre part, en ce qui concerne le prix de revient, on peut dire, en gros, que les aciers les moins sulfureux auront toujours un prix de revient plus élevé.

Quelles seront alors les teneurs en soufre admissibles dans les aciers ? Cela dépendra de l'emploi envisagé, et voici quelques chiffres moyens :

Aciers pour outils, obus, canons	Pas plus de 0,02 %
Acier pour pièces de forge, pour tôles de chaudières.	— 0,04 %
Aciers pour barres laminées et tôles d'emploi ordinaire	— 0,08 %

On voit par là combien l'élimination du soufre est importante, même dans des aciers les plus communs, ceux dont le prix de vente est le plus faible.

En ce qui concerne la malléabilité au rouge, les possibilités de forger et laminar sans qu'il se produise des criques, on voit, par ce qui précède, que le manganèse et le

soufre exercent des influences inverses, favorables en ce qui concerne le manganèse, défavorables en ce qui concerne le soufre. Il en résulte qu'on peut, mais seulement dans une certaine mesure, contrebalancer la mauvaise

influence due au soufre en recherchant une teneur plus élevée en manganèse.

Aciers	Carbone	Essai de traction	
		Résistance	Allongement
		kg/mm ²	
Doux	0,10 %	40	32 %
Demi-dur..	0,40 %	60	22 %

CARACTÉRISTIQUES PRÉSENTÉES PAR UN ACIER DOUX ET DEMI-DUR A L'ESSAI DE TRACTION

Le phosphore

C'est le second élément dangereux dans les aciers, à cause de la fragilité au choc qui accompagne sa présence à dose trop élevée.

Les teneurs admissibles dépendront, comme pour le soufre, de l'emploi envisagé pour chaque coulée, et elles sont du même ordre de grandeur que celles indiquées pour le soufre, dans quelques cas types d'emploi des aciers.

L'élimination du phosphore amené par les matières premières est relativement facile, au moins dans de certaines limites, par les procédés dits « Martin basique », « four électrique basique » et « Thomas » ; elle n'a pas lieu dans les procédés dits « Martin acide », « four électrique acide » ou « creuset acide » et « Bessemer ».

En gros, on peut dire, comme pour le soufre, que les aciers à très faible phosphore sont d'un prix de revient plus élevé.

Le silicium

Cet élément a un rôle très important dans la production des aciers coulés en lingots destinés surtout au forgeage, ou des

aciers coulés directement dans des moules en sable pour obtenir immédiatement des pièces dites « moulages d'acier », aux formes désirées ; il empêche la formation de petites cavités, dites « soufflures », disséminées dans l'acier solidifié et dues à un dégagement de gaz au moment de la solidification.

L'acier à l'état liquide peut, en effet, dissoudre des gaz tels que l'hydrogène, l'azote, l'oxyde de carbone, le gaz carbonique, etc. Ces gaz ne restent pas solubles dans l'acier solidifié, à moins qu'on n'ajoute à l'acier liquide, juste avant sa coulée, une certaine proportion de silicium, qui peut varier de 0,10 à 0,40 % ; voilà encore des doses homéopathiques.

Beaucoup de lingots d'acier doux et extra-doux, destinés au laminage, ne reçoivent aucune addition de silicium ; on dit qu'ils sont en acier *souffleux*, ou *non calmé*. Les lingots d'acier dont l'acier a reçu une addition de silicium sont dits en acier *non souffleux* ou *calmé*.

On voit donc, d'après ces explications, que parmi les cinq éléments régulièrement dosés dans les aciers : carbone, manganèse, soufre, silicium, phosphore, le mot « impureté » ne convient qu'au soufre et au phosphore ; les éléments carbone, manganèse et silicium ont un rôle utile, et chacun a le sien.

Ces indications sont suffisantes pour faire comprendre l'intérêt de la connaissance, pour chaque coulée que l'on vient de produire, de son analyse ; on jugera bien, d'après cela, du meilleur emploi de chaque coulée, et l'on verra à chaque moment si la fabrication reste dans la bonne voie.

Les autres éléments existant dans les aciers ordinaires

Avec des moyens d'analyse convenables, plus soignés que ceux des travaux courants des laboratoires industriels, on peut déceler dans les aciers, en plus des cinq éléments étrangers habituels, de nombreux autres corps, métalloïdes ou métaux, tels que les suivants : oxygène, hydrogène, azote, arsenic, cuivre, zinc, étain, plomb, titane, etc.

Certains minerais renferment, en effet, des

proportions appréciables d'arsenic ou de cuivre, ou de zinc, ou de plomb, ou de titane ; d'autre part, la refusion au four Martin des vieilles ferrailles, et notamment des vieilles tôles, peut amener du zinc (vieilles tôles galvanisées), de l'étain (vieux fers-blancs), du plomb, etc.

Les gaz : oxygène, hydrogène et azote, s'introduisent dans les aciers lors de leur fusion.

Voici quelques indications générales sur ces impuretés et leur influence.

L'oxygène

On attribue depuis très longtemps à l'oxygène une influence néfaste analogue à

celle du soufre. La difficulté est de préciser cette mauvaise influence — de dire comme pour le soufre et le phosphore : telle teneur sera très acceptable, telle autre sera passable, telle autre sera mauvaise. Cette difficulté tient d'abord à la petitesse des teneurs probables, puis à la difficulté des analyses exactes, puis à notre peu de connaissance des états probables de l'oxygène dans l'acier : dissolution simple,

dissolution à l'état d'oxyde de fer, d'oxyde de manganèse, etc., état d'inclusions oxydées, etc.

Les études les plus récentes indiquent, dans un acier doux fabriqué au four Martin, des teneurs en oxygène de l'ordre de 0,01 à 0,03 % en poids.

L'hydrogène

Je signalerai un seul cas où l'on a à se préoccuper industriellement de l'hydrogène : celui des fils fins et des tôles minces, soumis préalablement à un décapage par plongée dans un acide dilué, en vue de faire ensuite quelque autre opération telle que : tréfilage des fils, étamage ou galvanisation des tôles, etc. Le séjour dans le bain de décapage amène la production d'hydrogène ; or, cet hydrogène à l'état naissant peut pénétrer dans l'acier, et si le séjour dans le bain est trop prolongé, l'hydrogène rend l'acier fragile ; un léger chauffage (à 100° par exemple) ou le séjour à l'air de quelques jours suffisent pour ramener l'acier à son état normal.

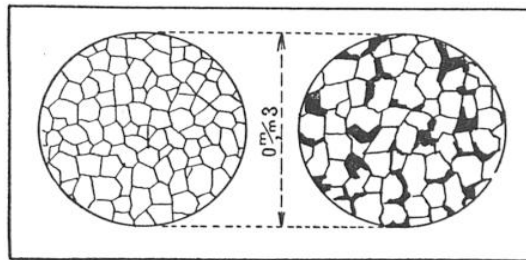


FIG. 5 ET 6. — EXEMPLES D'ASPECTS MICROGRAPHIQUES D'UN ACIER EXTRA-DOUX A MOINS DE 0,08 % DE CARBONE (A GAUCHE) ET D'UN ACIER DEMI-DOUX A 0,22 % DE CARBONE (A DROITE)

Le premier est formé uniquement de grains de ferrite. Le deuxième comporte des grains clairs de ferrite et de petits amas teintés de perlite.

J'avais déjà signalé plus haut cet effet de l'hydrogène au sujet du fer électrolytique.

L'azote

Jusqu'à ces dernières années, on ne s'était guère préoccupé de l'azote dans les aciers, où il paraît exister dans la proportion de 0,01 à 0,04 % en poids. Cependant, vers 1860-1865, de très vives discussions s'étaient élevées entre les chimistes français Frémy, Caron et Marguerite sur les rôles respectifs du carbone et de l'azote dans la cémentation des aciers.

Assez récemment, en 1923, le chimiste allemand Fry, du laboratoire des usines Krupp, constatait la très grande dureté superficielle produite sur un acier quand on le chauffe pendant plusieurs heures à 500° dans du gaz ammoniac ; l'azote du gaz ammoniac s'incorpore aux couches superficielles de l'acier. La mise au point industrielle de cette méthode et la recherche des aciers dont la composition convient le mieux pour donner des surfaces très dures et non fragiles, font que la *nitruration* devient de plus en plus employée ; on l'applique à des organes de machines entièrement usinés, dont on veut durcir la surface pour empêcher l'usure par frottement.

L'étain, le zinc, le plomb

Ces éléments étrangers qui s'introduisent dans la fabrication de l'acier Martin par la refusion de ferrailles étamées, zinguées ou plombées, sont nuisibles à chaud et à froid ; on évite donc le plus possible les vieilles matières en question. Le dosage exact de ces éléments ne se fait pour ainsi dire jamais.

Le cuivre

Certains minerais de fer contiennent un peu de cuivre et, pendant longtemps, on redoutait sa présence, même à la dose de 0,10 %. Depuis quelques années, on fabrique exprès des aciers contenant 0,30 à 0,40 % de cuivre, notamment pour en faire des tôles ; la présence du cuivre atténue la

production de la rouille sous l'influence de l'air ou des vapeurs un peu acides.

Nos connaissances sur la cause de l'influence des divers éléments sont encore peu étendues

Les changements de teneur en carbone des aciers, depuis des traces jusqu'à 1% et un peu plus, se manifestent à l'examen au microscope sur des sections polies attaquées par un acide faible ; certaines plages restent sensiblement inattaquées : elles correspondent à ce qu'on appelle de la *ferrite* ; d'autres sont teintées : elles correspondent à ce qu'on appelle de la *perlite*. La figure 5 représente un acier extra-doux formé uniquement de ferrite en petits grains qui se limitent les uns les autres ; la figure 6 représente un acier légèrement carburé (0,22 %), avec ferrite claire et perlite teintée.

Un acier à 0,80-0,90 % de carbone est formé entièrement de perlite. Pour des teneurs supérieures, on constate la présence d'un autre constituant, la *cémentite*, ou carbure de fer Fe^3C .

La ferrite est le constituant doux ; la cémentite, le constituant dur des aciers.

La présence à doses variées des autres éléments : manganèse, soufre, phosphore et silicium, du moins dans les limites qu'on rencontre dans les aciers ordinaires, n'a pas d'effet micrographique connu ; on admet que ces éléments sont *dissous dans le fer*.

La notion qui nous est si familière de *solution liquide* (sel marin, sucre, etc., dissous dans l'eau) a été en effet étendue à certains états solides, dits *solutions solides*. Par exemple, dans certains laitons, les deux métaux constituants, cuivre et zinc, forment une solution solide d'aspect parfaitement homogène quand on l'examine au microscope.

Pour ce qui concerne les aciers, nous sommes donc tout à fait ignorants des raisons qui font que tel élément a un effet favorable ou défavorable, lorsqu'il est présent à telle et telle teneur.

J. SEIGLE.

Depuis deux ans, les industriels allemands ont particulièrement développé l'application de la coque entièrement soudée électriquement dans la construction de leurs Diesel-Motorship. Nous serions heureux de savoir ce que les constructeurs français en pensent, car, jusqu'ici, nous n'avons pas constaté des applications de ce genre ni dans la marine marchande, ni dans la marine militaire.

PRENONS L'ÉCOUTE

A PROPOS DU LANCEMENT DU CUIRASSÉ « STRASBOURG »

Le lancement, le 12 décembre dernier, du cuirassé de 26 500 t *Strasbourg* (1) — de la même série que le *Dunkerque*, lancé en octobre 1935 et qui entrera en service en 1937 — a appelé à nouveau l'attention sur la lenteur (2) de nos constructions navales par rapport à l'Allemagne et à l'Angleterre. En effet, le *Strasbourg* a été commencé en novembre 1934 et il n'entrera en service qu'en 1939 au plus tôt. Quant au *Dunkerque*, il lui aura fallu également cinq ans (1932-1937) avant de faire son entrée en escadre, parce que l'exécution ne suit jamais immédiatement, chez nous, la décision. Non seulement cette lenteur est préjudiciable au point de vue de nos forces navales disponibles, mais encore elle risque, à une époque où l'évolution des techniques est si rapide, de ne nous livrer que des unités plus ou moins démodées.

Ainsi, pour des bâtiments de même tonnage, les chantiers anglais comme ceux du III^e Reich mettent presque la moitié moins de temps (trois ans sur cale contre 16 mois). Or, voici les 35 000 t qui vont d'ici peu constituer le corps de bataille des grandes puissances navales. Il nous faut donc accélérer nos constructions neuves, si nous ne voulons pas arriver les derniers. A ce propos, rappelons que les grands navires — autorisés à nouveau par les accords internationaux — présentent de réels avantages sur les moyens et petits, au point de vue de leurs qualités militaires et même nautiques : vitesse, rayon d'action, artillerie, protection. On sait, en effet, que le poids d'une coque constitue une fraction du poids total du bâtiment d'autant plus faible que ce bâtiment possède un plus grand déplacement. Il en résulte un poids plus important à consacrer à l'armement, aux blindages, etc. Ce raisonnement pourrait laisser supposer que si l'on construisait des vaisseaux de ligne toujours plus grands (40 000 ou 50 000 t), on améliorerait encore ces disponibilités. C'est

(1) Rappelons ici les caractéristiques du nouveau cuirassé. L'artillerie principale, pour combattre l'adversaire en surface, comprend 8 pièces de 330 mm en deux tourelles quadruples ; leur vitesse à la bouche atteint 1 000 m/s ; le projectile de rupture pèse environ 530 kg, le poids de la bordée est de 10 t ; la portée maximum est voisine de 30 km. Pour l'artillerie secondaire, le cuirassé *Strasbourg* compte : 16 pièces de 130 mm (à tir rapide), pour la D. C. A. ; 12 canons semi-automatiques de 100 mm et 16 canons de 37 mm automatiques (de l'ordre de 150 coups/minute) ; pour les armes automatiques, — en dehors des canons, — on a adopté la mitrailleuse du calibre de 13 mm. Six tubes lance-torpilles complètent cet armement. Enfin, le cuirassé embarque 4 hydravions pouvant être catapultés. Pour la protection, la cuirasse qui « ceinture » le bâtiment est en acier spécial, aussi nouveau de par sa composition sidérurgique que par le traitement thermique destiné au durcissement superficiel du métal. Elle offre une épaisseur voisine de 300 mm. Le compartimentage, conçu suivant les dernières données des expériences de l'artillerie navale, a été établi pour résister à la torpille et à la mine. Quant au pont horizontal, il a été conçu à l'épreuve de la bombe d'avion (dans l'état actuel de la balistique de ces projectiles), de façon à sauvegarder le mieux possible les organes essentiels du navire ainsi protégé verticalement et horizontalement. Aussi un tel cuirassement représente-t-il au total 11 000 t sur 26 500 t de déplacement (total). Pour propulser le bâtiment de cette importance, animé d'une grande vitesse (31 nœuds), la puissance sera de 125-130 000 ch, développée par quatre turbines à vapeur actionnant quatre hélices. Avec son prédécesseur dans la série (*Dunkerque*), il formera une division de bâtiments de ligne des plus redoutables.

(2) Il faut espérer que les nouvelles dispositions prises pour accélérer nos constructions navales seront couronnées de succès. On a également procédé le 12 décembre à la première soudure de coque du cuirassé *Jean-Bart*, dans la cale-bassin de Saint-Nazaire tout nouvellement aménagée ; dans un an, le *Jean-Bart* ne sera pas lancé, mais flottera et sera conduit à la cale d'achèvement ; un nouveau 35 000 t pourra alors être mis en chantier. C'est, nous a-t-on dit, le début de la construction en série des 35 000 t.

exact. Mais, à ce moment, quel serait le port qui pourrait accueillir de tels cuirassés et comment pourraient-ils franchir le canal de Suez ou celui de Panama, dont les dimensions n'ont pas été prévues pour de tels « mastodontes ». C'est du reste pourquoi les Américains ont adopté le 35 000 t en se disant : « On verra plus tard. »

A PROPOS DE LA PROCHAINE CONSTRUCTION DE DEUX PORTE-AVIONS FRANÇAIS

Dans le futur combat naval, l'importance de l'armée aérienne sera déterminante. On ne conçoit plus, affirmait récemment M. Delage, une flotte puissante et efficace sans une aviation qui en fasse intégralement partie, au même titre que le canon ou la torpille. D'ores et déjà, la mission dévolue à ces forces aériennes consiste à éclairer les escadres sur des grandes distances (mission stratégique) ; à éclairer aussi et à protéger, dans des limites plus rapprochées, la flotte (mission tactique) ; à attaquer l'adversaire (navires ou avions) au moyen de la bombe, de la mitrailleuse, du canon, de la torpille ; à régler le tir de l'artillerie navale ; à défendre la flotte (en évolution ou au mouillage) contre l'assaillant par voie aérienne. Ainsi, l'aviation embarquée (navires de combat ou porte-avions) prend chaque jour plus d'ampleur. Le conseil général de la Marine vient de demander les crédits nécessaires pour la construction de deux porte-avions. Notre éminent collaborateur, l'ingénieur en chef du génie maritime Rougeron, est d'avis d'utiliser pour ces bâtiments le maximum de tonnage (23 000 t) autorisé par les derniers accords de Londres. Pour lui, le porte-avions est un bâtiment de guerre comme les autres, soumis aux mêmes lois qu'il est impossible de transgresser sans aboutir à ces engins qui sont l'honneur d'une marine... en temps de paix. L'avion du navire porte-avions se substitue simplement à l'élément de puissance offensive qu'est le canon du navire de combat. Or, le navire subordonne beaucoup plus qu'il ne paraît l'installation de son artillerie aux nécessités de la *vitesse* et de la *protection* ; le porte-avions n'échappera pas, lui aussi, à ces sujétions et doit être également un bâtiment de combat armé d'avions (et non plus, comme notre lent *Béarn*, un atelier flottant) possédant une artillerie (10 pièces de 155 mm par exemple) et propulsé à grande vitesse (*sans protection*) pour dépasser 40 nœuds. Une autre thèse opposée à la précédente (grande vitesse des porte-avions) consiste au contraire, pour le même tonnage (23 000 t), à revêtir d'un pont blindé (75 cm) le porte-avions et à ne lui donner qu'une vitesse de 18 nœuds (1). C'est à ces deux éléments — vitesse et protection — que le porte-avions consacrerait la presque totalité de son déplacement. C'est la formule qui semble avoir été retenue par le Reich (2) : déplacement, 18 500 t ; 14 canons du calibre unitaire de 150 mm (3) (aussi bien pour la défense contre avions que contre les objectifs flottants). Voilà une solution beaucoup plus pratique mais plus onéreuse que celle de la D. C. A. adoptée en France.

SCIENCES MÉCANIQUES, ÉCONOMIQUES, SOCIOLOGIQUES

En 1937, si l'on considère les événements sous l'angle de la prospérité économique en France, il importe que, pour son rétablissement rapide, les solutions soient exposées et discutées en toute objectivité, qu'elles émanent soit d'un patronat groupé (Confédération Générale de la Production française ou du Patronat français), soit d'un salariat syndiqué (Confédération Générale du Travail). Dans les transformations sociales auxquelles nous assistons, le rôle de la science — de par ses applications — ne constitue pas le facteur le moins important dans cette évolution. N'est-ce pas la science qui — par ses progrès rapides et les bouleversements profonds qu'elle

(1) On a aussi proposé l'*avion-projectile* lancé par catapulte, dans le cas où le pont d'envol serait détérioré par l'ennemi et, par suite, inutilisable par les avions non catapultés.

(2) Le futur porte-avions allemand est en outre fortement protégé (*avions compris*). Ceux-ci ne doivent donc pas sans doute dépasser le nombre de 25.

(3) On sait que les Allemands ont été les premiers à adopter contre les avions des pièces à grande vitesse initiale et à gros calibre permettant la conservation de cette vitesse.

engendre — a donné naissance à la « machinofacture » (1), dans laquelle certains — bien à tort, du reste — ont voulu voir l'origine de tous nos maux. C'est donc sous le signe de cette science appliquée à la vie que nous avons jusqu'ici pénétré dans les domaines de la sociologie et de l'économie politique : c'est sous son égide que nous continuerons à approfondir et à méditer les vastes et angoissants problèmes qui se posent, dans le monde, pour obtenir l'équilibre qui doit un jour ou l'autre s'établir entre la production et la consommation et dont dépend, en particulier, la paix sociale. A l'heure présente — qu'on le veuille ou non — une nouvelle charte économique s'élabore (2) : il faut que tous y apportent leur concours pour en faire un édifice organisé (au sens biologique du terme) et durable. Les hommes de science comme les techniciens doivent prendre part à cette tâche constructive, au même titre que les syndicalistes industriels et ouvriers, le rôle de l'Etat consistant à susciter, à coordonner les initiatives et à codifier les accords. Malheureusement, l'ignorance et la confusion — de part et d'autre — sont toujours génératrices de conflits et de troubles qui peuvent compromettre la civilisation elle-même dans son perpétuel devenir... si elle ne sait pas assimiler ces progrès scientifiques incessants qui en conditionnent l'économie même.

LE FUTUR GÉANT DES MERS SERA ANGLAIS

Le paquebot *Queen Mary*, détenteur du ruban bleu, va avoir prochainement un grand frère. C'est le *King George V*, commandé au milieu de 1936, et dont les travaux de construction ont commencé en décembre dernier chez le fameux constructeur John Brown, qui étend son royaume sur la Clyde, précisément à l'endroit même où était établie la cale du paquebot *Queen Mary*. Il va de soi que les ingénieurs et les architectes navals n'ont pas manqué de profiter des enseignements que leur ont offerts le paquebot anglais comme le liner français *Normandie*. Toutes les dispositions sont déjà minutieusement prises pour assurer au *King George V* cette suprématie — tant enviée — de la vitesse sur les océans. Si ce liner doit être le plus rapide du monde (il dépassera, dit-on, 33 nœuds), il deviendra le plus grand, puisque le chiffre de 90 000 t est déjà prononcé sous le manteau. Il sera, par suite, le plus long sur les mers du globe, puisqu'il atteindra 1 030 pieds (soit près de 315 m). Quant à la puissance envisagée, elle est d'ores et déjà de l'ordre de 250 000 ch. Le rendement des appareils moteurs serait, dit-on, sans précédent, grâce à un nouveau dispositif adopté récemment pour la vaporisation (3).

On sait que, sur mer comme dans les airs, l'aérodynamique impose maintenant ses formules. Aussi de nombreux essais de modèles ont été poursuivis au cours de ces six derniers mois, pour déterminer, en vue de leur application aux ateliers Clydebank, les meilleures formes de coque à adopter comme les meilleurs profils de superstructure à édifier pour réaliser la moindre résistance à l'avancement.

Le budget de dépense (traduit en francs de 1936) est de l'ordre du milliard ! Les célèbres constructeurs du pays de Old Scotland comptent aussi battre tous les records de durée de construction en gagnant quelques mois sur celle des travaux nécessités précédemment par le paquebot *Queen Mary*.

Rappelons qu'à ce point de vue, les Anglais, les Allemands et les Italiens — pour la marine marchande comme pour la marine de guerre — vont beaucoup plus vite

(1) N'est-ce pas le travail mécanique qui a non seulement permis d'abaisser les prix de revient (Taylorisme, Fordisme) et de rendre accessible aux masses l'achat de la plupart des objets fabriqués mais encore d'abaisser la durée de travail ? Les Américains, qui, en ce domaine, ont été des initiateurs, ne viennent-ils pas, pour certaines industries, d'envisager la semaine de 30 heures ? En France, la semaine de 40 heures entre seulement en application. On jugera l'œuvre à ses résultats (rendement horaire, etc.).

(2) La rationalisation scientifique, la concentration, la nationalisation des industries, la durée du travail (semaine de 30, 40, 60 heures), la sélection professionnelle, etc., en constitueront des chapitres dont l'importance et les répercussions ne doivent échapper à personne.

(3) Dans les paquebots modernes, les pressions de vapeur dépassant 30 kg/cm² sont maintenant utilisées, et dans les chaufferies les plus récentes, la température de cette vapeur atteint 380° et même plus.

qu'en France pour leurs constructions navales. Nous parlerons bientôt du *King George V*, comme nous avons déjà entretenu longuement nos lecteurs des trans-océaniques *Queen Mary* (1) et *Normandie* (2).

POURQUOI L'ESSENCE D'HYDROGÉNATION COUTE ENCORE SI CHER

La préparation de l'hydrogène en vue de la fabrication synthétique de l'essence (3) constitue l'un des problèmes essentiels et délicats pour l'obtention industrielle des carburants liquides. En 1937, on estime que les différentes exploitations actuellement en service en France (4) — procédés dérivés des principes appliqués par Bergius ou par Fischer — fournirait au total près de 200 t d'essence synthétique par jour. Ceci nécessite, par contre, un très gros volume de gaz hydrogène, évalué (pour l'ensemble de la production des deux procédés indiqués) à 900 000 m³. Or, pour le procédé Fischer, le mélange gazeux (oxyde de carbone + hydrogène) renferme presque les deux tiers d'hydrogène (30 %). Celui-ci est extrait soit du gaz à l'eau, soit des gaz naturels, soit encore de la carbonisation de la houille, etc. Il va de soi que le prix de l'hydrogène varie ainsi dans de fortes proportions (de 1 à 3), suivant l'origine. Si on se base sur une consommation allant de 1 500 à 3 000 m³ (suivant le procédé employé) par tonne d'essence synthétique, on voit pourquoi ce prix de l'hydrogène constitue un facteur primordial dans l'établissement du prix de revient du carburant lui-même. On estime actuellement le prix de l'hydrogène au mètre cube à 0 f 10 au minimum et à 0 f 40 (au maximum), suivant la nature des procédés qui le produisent. Le plus économique est évidemment la carbonisation de la houille, surtout pour les pays qui — comme l'Allemagne — en sont abondamment pourvus. Ce n'est pas, hélas ! le cas de la France. On peut aussi obtenir cet hydrogène à partir des gaz résiduaires des cokeries. Actuellement, les recherches des techniciens se poursuivent pour trouver des moyens pratiques et aussi économiques que possible afin d'extraire l'hydrogène comme sous-produit gazeux (méthane, etc.) sans lui faire subir des traitements épuratoires trop coûteux (traitements préalables nécessaires à la bonne conservation des catalyseurs). Quoi qu'il en soit, dans l'état actuel des procédés de synthèse, l'hydrogène constitue l'élément onéreux de la fabrication, à cause de son prix de revient et à cause des grosses quantités mises en œuvre au cours de la fabrication.

L'ÉCONOMIE MONDIALE EN 1937

L'indice de la production industrielle mondiale est en hausse de 60 % (fin 1936) par rapport à son point le plus bas (1932). Les nations qui se trouvent à un niveau d'activité économique supérieur à celui de 1929, sont notamment : la Grande-Bretagne, les Pays Scandinaves, l'Italie et l'Allemagne, sans oublier le Japon et l'U. R. S. S. Quant aux Etats-Unis, l'indice n'atteint pas encore la valeur de 1929, mais il est supérieur à celui des années 1926-1928. Parmi les pays qui, au contraire, accusent une activité économique inférieure de plus de 25 % à l'indice de 1929, il faut citer : la France, la Hollande, la Pologne, la Suisse. En général, les douze principales matières premières des grands marchés du globe sont en hausse, par suite de l'épuisement des stocks, surtout depuis 1935. C'est un indice indiscutable de reprise économique.

POUR ASSURER LE DÉVELOPPEMENT DU TÉLÉPHONE AUTOMATIQUE EN FRANCE

D'après les statistiques officielles, les nations d'Europe dont le réseau téléphonique est exploité « automatiquement » se classent ainsi : au premier rang, l'Italie (83,7 abonnés desservis par l'automatique sur 100) ; puis l'Allemagne, avec 81,2 % ; l'Autriche, 75,5 % ; la Suisse, 69,3 %, etc. Quant à l'Angleterre, elle n'arrive qu'au

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 210, page 445. — (2) Voir *La Science et la Vie*, n° 198, page 452. — (3) Voir *La Science et la Vie*, n° 231, page 218. — (4) Voir *La Science et la Vie*, n° 230, page 143.

14^e rang (avec 44,9 %), et la France au 16^e rang, avec 41 % seulement. Notre pays ne compte encore que 3,4 postes pour 100 habitants (postes automatiques ou manuels), alors qu'aux États-Unis cette proportion atteint 13,4. C'est au Danemark et en Suisse que le nombre des postes est le plus élevé pour les nations européennes : 10 % (1). La transformation en automatique s'est révélée l'un des moyens les plus efficaces de propagande pour développer le téléphone. Or, à ce point de vue, notre politique des P. T. T. paraît opposée à cette constatation, car elle consiste — pour le programme en cours — à ne transformer les réseaux urbains qu'à la condition qu'ils comptent au moins 2 000 abonnés manuels. Quant au téléphone automatique rural, l'État s'en remet — du moins pour l'instant — aux départements du soin de « financer » la transformation...

LA MARINE MARCHANDE DOIT ÊTRE RAPIDE

Il est pénible de constater qu'en 1937 les cargos français qui desservent nos colonies ont une vitesse inférieure à 10 nœuds, alors que les bâtiments des flottes de charge étrangères atteignent 15 nœuds ! Sur certaines de nos lignes assurant la liaison de la métropole avec notre empire d'outre-mer, les *paquebots* de certaines de nos compagnies de navigation sont moins rapides que les cargos modernes des autres nations ! Aussi se préoccupe-t-on de moderniser notre marine marchande pour le trafic franco-colonial. Le navire qui effectuera six voyages en trois cents jours (c'est-à-dire six recettes) éliminera évidemment le navire qui ne pourra effectuer que quatre voyages seulement (pour une même dépense de salaires notamment). De plus, pour un même tonnage à transporter, l'armateur qui va le plus vite aura besoin d'un nombre moindre de cargos : c'est une constatation élémentaire qui découle — là comme ailleurs — du rendement.

L'ESSOR DES CONSTRUCTIONS NAVALES POUR LA MARINE MARCHANDE EN 1936

Une reprise indéniable se manifeste dans les industries de la construction navale : il y a en effet, actuellement, dans les chantiers du monde (en cours de travaux) 2 111 435 tonnes de bâtiments, dont 44 % rien que pour le compte des sociétés anglaises. Le Reich vient ensuite avec près de 425 000 t, puis le Japon avec près de 176 000 t, les Pays-Bas avec un peu plus de 140 000 t ; la Suède avec environ 112 000 t et les États-Unis avec 91 000 t à peine. C'est l'Allemagne qui, à ce point de vue, s'est développée le plus rapidement au cours de ces dernières années, puisqu'elle concurrence maintenant sérieusement la Grande-Bretagne, d'autant plus qu'elle pratique à ce point de vue, vis-à-vis des nations créditrices (Angleterre comprise), le système du troc. Néanmoins, les chantiers navals britanniques (aussi bien dans la Clyde, où fut construit la *Queen Mary*, qu'à Liverpool, New Castle, Sunderland, Hartlepool, Parrow) virent leur activité se poursuivre et même se développer, puisque, à la fin de 1936, ils avaient en construction plus de 1 million de tonnes (2). Quant à la France, handicapée pour bien des raisons, elle ne saurait prétendre à se comparer, sous cet angle, à aucun des pays énumérés ci-dessus, en dépit des minimes « secours » accordés récemment par le gouvernement. Par contre, au point de vue du « shipping » (armement), l'Angleterre se plaint, une fois de plus, par la bouche du président de la *Peninsular and Oriental Line* parlant récemment à l'Institut des Ingénieurs de la Marine, de la concurrence des compagnies étrangères subventionnées qui ont construit des navires hors de proportion (vitesse, tonnage, luxe) avec

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 234, page 466.

(2) La longévité des navires de commerce ne dépasse guère quinze à vingt ans, suivant le tonnage, du fait de l'usure en service. Mais le progrès technique si rapide exige le plus souvent que ces bâtiments non usés soient remplacés par des navires plus modernes, pour conserver fret et passagers en appliquant cette formule : « Aller vite le plus économiquement possible. »

les services auxquels ils sont destinés. Elles se livrent par suite, dit-il, à une concurrence « antiéconomique », et il reproche même à son gouvernement de n'avoir rien fait pour remédier à cet état de choses par une politique de soutien bien comprise. C'est à cette carence qu'il attribue notamment la diminution des lignes maritimes britanniques sur les mers du globe : en 1914, le shipping anglais représentait, en effet, à peu près la moitié du tonnage mondial ; en 1936, il atteint à peine le quart !

LES ETATS-UNIS FOURNISSENT A EUX SEULS LES DEUX TIERS DU PÉTROLE CONSOMMÉ DANS LE MONDE

Les Etats-Unis d'Amérique occupent parmi les pays producteurs de pétrole une situation prépondérante. En effet, depuis l'origine jusqu'en 1934, on a extrait environ 26 milliards et demi de barils (1) sur lesquels les deux tiers, soit 17 milliards de barils, ont été fournis par les Etats-Unis. De 1859 (début de l'industrie pétrolière américaine avec une production de 2 000 barils seulement par an) à 1900, l'extraction dépassa à peine le milliard de barils (172 045 puits forés) ; elle atteignit 4 milliards de barils pour la période allant de 1901 à 1910 (349 586 puits forés) et 11 milliards de barils entre 1920 et 1934 (302 504 puits forés). En 1935, la production américaine de pétrole brut a atteint le chiffre record de plus de 1 milliard de barils, soit 135 millions de tonnes.

Les ressources pétrolières des Etats-Unis sont réparties sur le territoire de vingt de ces Etats, dont trois seulement : la Californie, l'Oklahoma et le Texas, fournissent, à eux seuls, 83 % de la production totale. Le Texas — seul — produit 40 % des besoins courants des Etats-Unis ; il possède, de plus, près de 50 % des réserves de pétrole actuellement reconnues et qui s'élèvent à 12 milliards de barils pour les Etats-Unis, contre 25 milliards environ pour le monde entier. En supposant que la consommation de pétrole se poursuive au même rythme qu'actuellement, soit à raison de 1,5 milliard de barils par an, on voit que les réserves reconnues seraient épuisées dans un délai assez rapide de seize ans, en 1953 ! Il faut compter, cependant, avec les nouvelles découvertes possibles, car la surface des continents est loin d'avoir été prospectée ou explorée tout entière. Un expert américain a donné les chiffres, évidemment incontrôlables, de 39 milliards de barils pour la contenance totale des réserves connues et inconnues des Etats-Unis et de 62 milliards de barils pour le monde entier. En prenant le même chiffre annuel de consommation, on voit que le ravitaillement du monde en pétrole naturel pourrait au contraire être assuré jusqu'en 1978.

SÉCURITÉ D'ABORD

Le Conseil supérieur des Chemins de Fer a approuvé le budget total des dépenses à engager pour nos grands réseaux au cours de l'année 1937. En ce qui concerne les travaux complémentaires prévus pour l'électrification, la sécurité, la réduction des frais d'exploitation, les dépenses dépassent 525 millions. Sans entrer dans l'examen du programme d'outillage national ferroviaire, nous mentionnerons néanmoins, au point de vue de la sécurité, la commande de près de 300 voitures métalliques afin que tous les express et rapides (réguliers) soit composés de voitures de ce genre. On sait que ces véhicules coûtent actuellement 600 000 francs. Voilà une sage mesure pour ménager la vie des voyageurs. A ce propos, nous appelons à nouveau (2) l'attention des autorités qualifiées sur le danger qu'offre encore pour le voyageur de 3^e classe le maintien des anciennes voitures (sleeping) en bois de la Compagnie des Wagons-lits, aujourd'hui transformées en couchettes, qui continuent à circuler sur nos réseaux. Nous avons montré les graves conséquences qui pourraient en résulter, en cas d'accident, pour ces voitures en bois qui, incorporées dans des trains formés de voitures métalliques, seraient littéralement écrasées en cas de tamponnement par exemple.

(1) Le poids du baril d'huile brute est de 135 kg environ.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 212, page 160.

LA POLITIQUE DES PRODUITS ARTIFICIELS DU REICH

L'autarchie économique de l'Allemagne poursuivie par le Führer-chancelier a, comme nous l'avons vu (1), abouti déjà à libérer l'Empire d'une grande partie des importations étrangères, surtout pour les produits fabriqués (2). En 1937 doit être activement poussée la réalisation du plan quadriennal sous la vigoureuse impulsion du général Gœring et de son adjoint, M. Keppler. C'est ce dernier qui, en 1934, a institué le remplacement des matières textiles provenant de l'étranger par les produits artificiels préparés dans les fabriques du territoire national. Aujourd'hui la laine artificielle (3) est ainsi couramment fournie par les usines du Reich, qui pourront bientôt produire 100 millions de kg, grâce aux trois procédés actuellement en exploitation. La célèbre « I. G. Farben Industrie » en produit, à elle seule, le tiers. Ce textile de remplacement — comme la plupart des produits de synthèse — est d'au moins 50 % supérieur comme prix au produit naturel. Cependant, M. Keppler se propose de fournir également à son pays — vers 1940 — la moitié du coton nécessaire importé actuellement, grâce à l'emploi généralisé des fibres artificielles. A la même époque, il escompte que pour la laine, l'Allemagne aura réduit alors ses importations d'au moins 20 %. Cette extension considérable de l'industrie textile par voie de synthèse nécessitera un budget de 170 millions de RM (le Reichsmark « libre » vaut actuellement un peu plus de 8 f 50).

LA DÉFENSE CONTRE LA GUERRE AÉROCHIMIQUE EN ANGLETERRE

Dans cet ordre d'idées, la ville de Watford située à 30 km au nord de Londres a fait construire une voiture spéciale, qui peut remplir les trois fonctions : poste d'incendie, laveuse de rue, nettoyage des résidus de gaz. A cet effet, elle peut émettre une nappe d'eau sur une largeur horizontale de 30 m ; elle peut aussi projeter, en hauteur, de chaque côté, une nappe d'eau qui atteindrait le toit d'une maison à deux étages. Ainsi s'opérerait un premier nettoyage d'une rue contaminée par les gaz. Ensuite, le sol serait lavé par arrosage à basse pression ; enfin, les balais de caoutchouc (dont cette voiture est munie) achèveraient le nettoyage et réaliseraient le séchage de la chaussée et des trottoirs.

Ce véhicule opérerait de même pour l'évacuation et le nettoyage des ruisseaux, caniveaux souillés par les gaz, par chasse d'eau. Il comporte également quatre projecteurs d'eau en « queue de poisson » susceptibles d'être orientés en tous sens : un véritable éventail d'eau, atteignant 10 m de haut et 25 m de large, est ainsi réalisé par cette voiture spéciale établie pour la défense passive contre le péril aérochimique.

LES MÉTAUX LÉGERS ET LES INDUSTRIES DE GUERRE

L'Allemagne, qui ne possède pas dans son sous-sol toutes les matières premières dénommées « stratégiques » (4), se préoccupe de constituer, pour le temps de guerre, des stocks de métaux indispensables aux fabrications militaires tels que l'aluminium, le magnésium entre autres. Pour le premier de ces métaux, elle a constitué des réserves imposantes en transformant le minerai d'importation étrangère (France notamment) en métal dans de telles proportions qu'elle est maintenant la première nation productrice d'aluminium (métal) de l'Europe. Quant au magnésium, elle a également intensifié ses achats de minerai à l'étranger (Grèce, etc.) pour préparer ce métal, qui, comme le précédent, est de plus en plus utilisé dans l'aviation. En vue d'accroître ses disponibilités en magnésium dès le temps de paix, elle a prescrit l'emploi de ce métal pour constituer les roues des véhicules industriels, comme c'est le cas actuellement pour les autobus de Berlin. On sait que certains appareils de l'aéro-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 229, page 49. — (2) Voir *La Science et la Vie*, n° 226, page 297. — (3) Voir *La Science et la Vie*, n° 232, page 293. — (4) Voir *La Science et la Vie*, n° 234, page 486.

nautique civile et militaire sont équipés avec des roues en magnésium (magnésium — 90 % — aluminium, zinc, manganèse). Pourquoi la S. T. C. R. P. ne suivrait-elle pas l'exemple de l'Allemagne? La France n'est pas si riche en minerai de magnésium, puisqu'elle achète la giobertite à l'étranger (Grèce, etc.). Quant à la dolomie — autre minerai de magnésium — de nos Pyrénées, elle est beaucoup moins riche et d'un traitement « extractif » beaucoup plus onéreux. De plus, le magnésium étant indispensable pour la signalisation lumineuse des troupes en campagne (on sait la consommation considérable de fusées colorées, avec ou sans parachutes, qui a été faite pendant la guerre) et autres applications chimiques, il y a là des approvisionnements assez importants à prévoir en cas de mobilisation industrielle.

Les Etats-Unis utilisent depuis quelque temps un nouvel alliage léger de magnésium, le « Dow Metal », comprenant 12 % d'aluminium, 1,5 % de manganèse et un peu de zinc. Sa densité est inférieure d'un tiers à celle de l'aluminium et sa résistance permet de l'employer pour certains organes, comme les nacelles des sphériques. Le magnésium est préparé par électrolyse des chlorures de magnésium contenus dans les gisements salins du sous-sol du Michigan. Le bas prix du minerai et du traitement rendent ce procédé économique.

LONDRES ENREGISTRE SON MILLIONIÈME ABONNÉ AU TÉLÉPHONE

Le 16 octobre 1936 a été mis en service le millionième téléphone londonien.

Bien que le téléphone soit introduit à Londres depuis soixante ans, les P. T. T. britanniques ne sont chargés de son exploitation que depuis vingt-cinq ans. Ils assurent aujourd'hui le fonctionnement de 244 centraux à Londres, dont 102 sont « sur automatiques » (1). Il y a actuellement 33 centraux en construction. En dix ans, le nombre des centraux téléphoniques s'est accru de 142 ; le nombre des cabines publiques (accessibles de la rue) est passé de 413 à 4 700. Au cours de cette période, le tarif des conversations a été constamment abaissé, et n'est plus aujourd'hui que le cinquième de ce qu'il était à l'origine de cette période.

A Londres, la longueur des fils téléphoniques (aériens ou souterrains) atteint 6 400 000 km ; le nombre d'appels téléphoniques s'élève, par semaine, à 20 000 000 environ. Le budget dépasse 1 milliard 200 millions.

LE CHOMAGE ET L'ARMEMENT DU III^e REICH

Quand le Führer-chancelier prit le pouvoir le 30 janvier 1933, il y avait en Allemagne 6 millions de chômeurs (chiffre rond) ; fin 1936, il n'y en a plus que 1 million. La politique du Reich a, en effet, consisté, au cours des cinq dernières années, — et consiste toujours, — à utiliser les sans-travail, suivant leur capacité professionnelle, à construire des autostrades nombreuses, à édifier des stades gigantesques pour les sports, et surtout à développer l'armement pour équiper ses forces militaires, navales et aériennes. La construction navale a pris notamment un essor que même l'Angleterre, en dépit de ses accords avec le Reich, ne soupçonnait pas au début de l'année 1936. Quant à la motorisation et à la mécanisation des armées allemandes, nous avons exposé ici (2) comment elle avait été réalisée en faisant appel à un matériel moderne aussi puissant que varié. L'aviation militaire, en voie — rapide — de reconstitution, a fait, de son côté, appel aux spécialistes et à des ouvriers plus ou moins qualifiés dans les différentes professions qui touchent aux industries aéronautiques. Mais il serait, cependant, puéril de considérer cette prospérité des industries de guerre comme encourageante pour l'économie nationale. Non seulement ces « travaux » ne sont pas rentables, mais encore ce réarmement — impressionnant par la qualité comme par la quantité et la rapidité d'exécution — ne peut se poursuivre indéfiniment...

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 234, page 466. — (2) Voir *La Science et la Vie*, n° 231, page 204.

PAS DE ROUTE MODERNE SANS ÉCLAIRAGE RATIONNEL

Par L.-D. FOURCAULT

L'augmentation de la circulation routière, tant du point de vue du nombre des véhicules que de leur tonnage et de leur vitesse, fait apparaître de plus en plus nécessaire la suppression des projecteurs automobiles et leur remplacement par des appareils d'éclairage disposés sur la route elle-même. Les statistiques dressées notamment en France, en Angleterre et aux Etats-Unis ont mis, en effet, en évidence l'influence de l'éclairage sur le nombre et la gravité des accidents qui résultent tant d'une insuffisance de visibilité que de l'éblouissement mutuel lors des croisements, éblouissement que l'emploi des phares-codes, de la lumière jaune ou même de la lumière polarisée ne pourra jamais supprimer totalement. A l'étranger, de nombreuses grandes routes sont déjà éclairées d'une manière continue, aux Pays-Bas, en Belgique, en Angleterre, aux Etats-Unis, en Italie (autostrades de Milan et de Rome à Ostie). En France, il faut signaler notamment la route de Paris à Versailles, celle de la corniche de Cannes à la frontière italienne, celle d'Aix à Marseille et le tronçon de la « Route Bleue », entre Pougues et Nevers, pour ne citer que les plus connues. Sur ce dernier parcours ont été effectués des essais de visibilité scientifiquement contrôlés pour comparer, grâce à des mesures d'éclairements, des photographies d'ensemble et de « tests » de détails, la valeur de trente-six installations réalisées suivant des principes différents. Actuellement, tandis que les éclairagistes britanniques semblent préférer des sources lumineuses basses augmentant la brillance de la route par des rayons rasants, nos ingénieurs utilisent plutôt des lampadaires élevés donnant un éclairage moins modifié par l'effet de la pluie. Les recherches se poursuivent pour faire, en outre, un choix judicieux entre l'éclairage par incandescence et celui par la vapeur de sodium, dont les avantages respectifs (du point de vue visibilité des obstacles, rendement et prix de revient) semblent s'équilibrer sensiblement. L'équipement des quelque 10 000 km de nos routes à grand trafic représenterait, certes, une dépense de l'ordre de plusieurs milliards. Mais les accidents qu'entraîne l'intensité toujours plus grande du trafic routier nocturne, en pertes tant matérielles qu'humaines, méritent que l'on étudie ce problème. On peut se demander, à ce point de vue, si les compagnies d'assurances — dont les réserves financières sont immenses — n'auraient pas intérêt à participer pécuniairement à cette œuvre d'équipement national, qui, en augmentant la sécurité, permettrait de réduire les charges des compagnies et, par contre-coup, les primes d'assurance si lourdes pour l'usager.

IL y a déjà quelques années que l'on poursuit des essais méthodiques d'éclairage de routes, sur des tronçons d'ailleurs limités et situés aux abords des villes où la circulation automobile est très intense. Il y a, en dehors d'une question financière importante, mais non insoluble, une série de difficultés techniques dont les éléments sont encore aussi instables que mal déterminés. Nous allons donc examiner en premier lieu les conditions physiques et physiologiques d'un problème qui intéresse au plus haut point la sécurité publique.

L'éclairage des routes s'impose

Les piétons pourraient penser qu'il serait plus utile de perfectionner d'abord l'éclairage des agglomérations et faubourgs, souvent fort rudimentaire. Les phares paraissent

déjà plus que suffisants pour éclairer la route devant les véhicules, avec l'avantage d'un faisceau lumineux donnant une clarté toujours égale, accusant les moindres trous de la chaussée. Le Code de la route prescrit chez nous que les phares doivent éclairer d'une façon suffisante pour distinguer un obstacle à 100 m en avant, et, en fait, les automobilistes possèdent maintenant des phares très puissants, portant au delà des prescriptions réglementaires.

Trop puissants même, car l'éblouissement causé par des sources lumineuses si intenses est devenu le grand péril de la circulation nocturne.

Les phares « Code » doivent éclairer en bas, sur la route, et ne peuvent, en principe, éblouir d'autres conducteurs. Mais ces conditions théoriques sont assez souvent

faussées par un mauvais réglage, ou bien par un chargement de l'arrière du véhicule qui relève l'axe du faisceau lumineux, lequel redevient alors éblouissant.

L'adaptation d'ampoules à lumière jaune vient d'être décrétée en France pour tous les phares d'autos, mais l'intensité nécessairement accrue pour réaliser un éclairage suffisant ne permet pas d'en espérer la suppression *totale* du si dangereux éblouissement. Nous ne pouvons encore citer que

routes de la région parisienne se sont trouvées équipées d'appareils d'éclairage à peu près semblables à ceux des faubourgs. De même, certains tronçons de routes très fréquentées, comme celles Roubaix-Tourcoing et d'Aix à Marseille, sont depuis longtemps éclairées à l'électricité, surtout dans le but de développer la construction d'habitations sur ces parties de routes, qui deviennent ainsi peu à peu des extensions urbaines.

Tout autre est le problème de l'éclairage

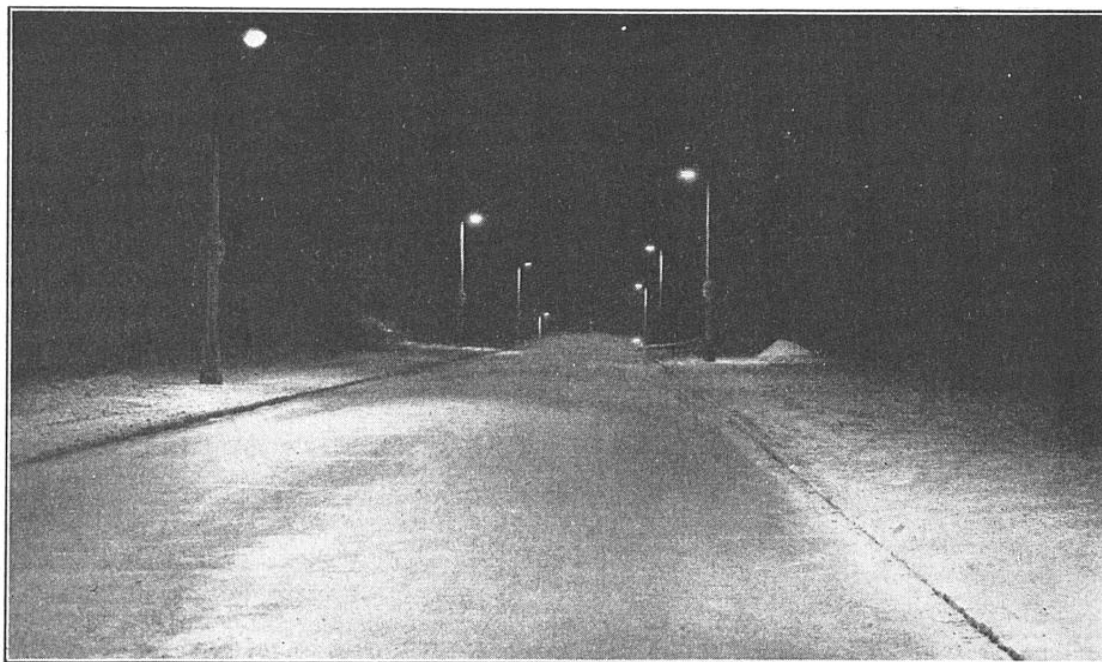


FIG. 1. — LE PREMIER ÉCLAIRAGE DE ROUTE (ÉCLAIRAGE BILATÉRAL) RÉALISÉ EN FRANCE, ENTRE SAINT-CLOUD ET VERSAILLES, EST DÉJÀ EN SERVICE DEPUIS CINQ ANS

Pour cet éclairage on utilise sur la moitié du parcours des lampes à incandescence ordinaires et, sur la partie représentée ci-dessus, des tubes à vapeur de sodium donnant une lumière orange (1).

comme une curiosité les phares à *lumière polarisée*, qui nécessitent de part et d'autre des jeux d'écrans fort coûteux, qui ne pourraient être imposés pratiquement à tous les usagers de la route.

Les dangers de l'éblouissement mutuel, déjà important en pleine route où se font quatre ou cinq croisements au kilomètre, deviennent trop considérables aux abords des villes où le nombre de ces croisements est double ou quadruple. Comme il faut aussi assurer la sécurité des piétons traversant les chaussées, les municipalités des banlieues ont dû étendre peu à peu l'éclairage urbain jusqu'aux extrêmes limites des faubourgs. C'est ainsi que la plupart des

de la route en pleine campagne, là où il n'y a plus l'appoint des magasins et façades, mais au contraire un « rideau noir » de chaque côté du grand ruban qu'il s'agit de mettre en lumière. Alors que l'éclairage moyen d'une route dans les faubourgs est maintenu à environ 5 lux, ce qui nécessite une puissance installée de 15 à 20 kW par kilomètre, on doit descendre pour la pleine route au minimum de dépenses, qui paraît, avec les meilleurs procédés modernes, avoisiner l'éclairage de 1 lux pour une puissance de 2 kW au kilomètre.

Pour fixer les idées, rappelons que le soleil donne un éclairage de 80 000 lux ;

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 193, page 100.

la lumière du jour ordinaire, 7 000 lux ; celle du clair de lune, 1/2 lux, et que notre œil peut saisir un éclairage de 1 milliardième de lux, soit l'infime lueur d'une simple bougie située à 33 kilomètres. Peu d'instruments ont une échelle d'utilisation aussi étendue que l'œil humain, mais il ne faut pas oublier que notre organe visuel est pour cela soumis à un travail constant d'adaptation. En quelques minutes, le diamètre de la pupille croît de 2 à 8 mm et la sensibilité de l'œil est multipliée par 100 000. Ce travail n'ayant pas le temps de s'effectuer entre

ment sous certains angles. Heureusement, la technique des Ponts et Chaussées tend à généraliser des « revêtements antidérapants » en éclats de silex donnant une surface blanche ou rose, non réfléchissante et plus facile à éclairer, la pluie n'en modifiant que peu la brillance normale.

La « route-laboratoire » entre Pougues et Nevers

De nombreuses expériences sont faites dans tous les pays pour dégager, d'après les données variables de la visibilité humaine

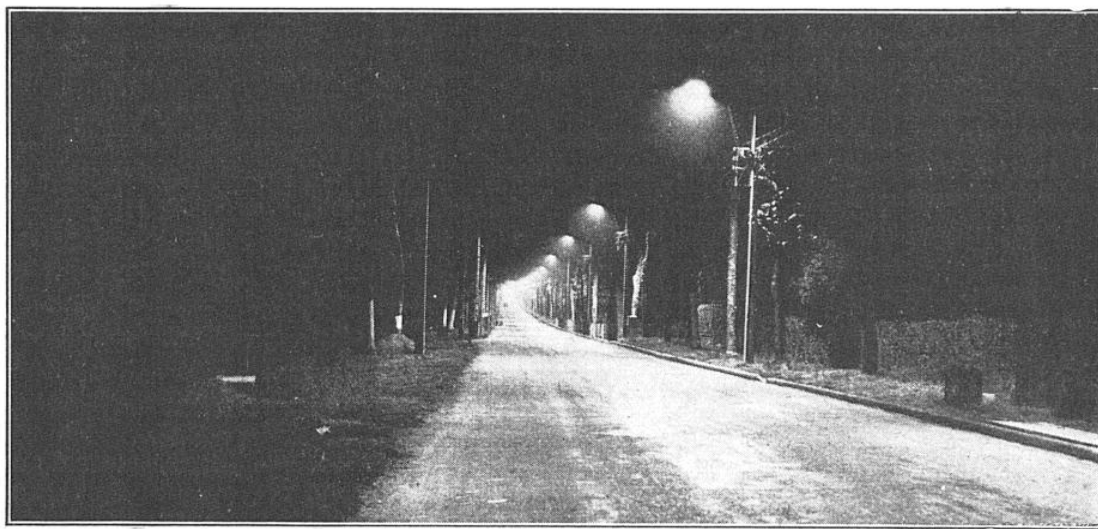


FIG. 2. — VOICI UN TRONÇON DE LA « ROUTE BLEUE », ENTRE POGUES ET NEVERS

Pour permettre des essais comparatifs, les lampadaires ont été disposés en quinconce de chaque côté de la route. D'un côté de la route, ils portaient des lampes à incandescence, de l'autre des tubes à vapeur de sodium et ils étaient mis alternativement en fonctionnement. Pour le piéton, la lampe à incandescence paraît donner un éclairage plus intense, tandis qu'au contraire l'automobiliste semble apprécier davantage le tube au sodium qui fait mieux ressortir les obstacles en accroissant les contrastes.

les passages rapides de l'ombre à la pleine lumière de phares ou lampadaires, on comprend qu'il en résulte de fréquentes périodes d'éblouissement, ou d'aveuglement, pour l'automobiliste roulant à des vitesses allant de 500 jusqu'à 2 000 m à la minute.

Le revêtement de la route joue, d'autre part, un rôle important dans la question d'éclairage. On sait que les anciennes routes, simplement empierrées, présentent la nuit un ruban blanc dont la clarté dessine bien la direction. Mais le goudronnage qu'a nécessité l'intense circulation moderne fait, dans la nuit, une route noire, à moins que des rayons lumineux viennent s'y réfléchir comme sur une glace. De même, une chute de pluie rend cette surface encore plus réfléchissante, jusqu'à provoquer l'éblouisse-

ment et de la brillance des surfaces, dont nous venons de parler, les meilleures conditions pratiques d'éclairage. C'est ainsi que sur le tronçon de la « Route Bleue », entre Pougues et Nevers, équipé en 1934, il a été exécuté 3 600 mesures d'éclairements, tandis que quarante et une photographies d'ensemble et soixante photographies de « tests » de détails permettaient la comparaison, au calme du bureau d'études, des conditions de visibilité des trente-six installations étudiées comparativement sur 1 300 m d'une route moderne de grand tourisme.

Ces essais méthodiquement contrôlés ont amené une compétition heureuse, non seulement entre les différentes sources d'éclairage, mais aussi sur la façon de les utiliser. Ne pouvant nous étendre ici sur les détails



FIG. 3. — LA ROUTE NATIONALE N° 3 A LA SORTIE DE PARIS, ENTRE BOBIGNY ET NOISY-LE-SEC, EST ÉQUIPÉE DE LAMPADAIRES PORTANT DES LAMPES A VAPEUR DE SODIUM



FIG. 4. — VOICI CETTE MÊME ROUTE NATIONALE N° 3 PHOTOGRAPHIÉE DE NUIT AVEC LES TUBES A VAPEUR DE SODIUM EN FONCTIONNEMENT PROTÉGÉS PAR DES RÉFLECTEURS

si curieux de ces expériences extrêmement intéressantes, nous nous bornerons à résumer les tendances qui s'en dégagent actuellement. C'est ainsi que les éclairagistes anglais cherchent à utiliser plutôt la réflexion spéculaire, c'est-à-dire la brillance de la route obtenue par les rayons rasants de lampadaires peu hauts et largement ouverts. On sait combien les rayons des phares d'autos, entièrement rasants, font bien ressortir les moindres obstacles de la route.

lampadaires. Le meilleur résultat dans cet ordre d'idées a été obtenu par l'emploi de réflecteurs à visières réglables, dont le réglage est effectué sur place, pour masquer les lampes à la vue sans intercepter trop des rayons obliques, si utiles pour l'éclairage.

Lampes à incandescence ou à vapeur de sodium ?

La compétition ouverte entre les appareils quant à la hauteur des lampadaires et l'ou-

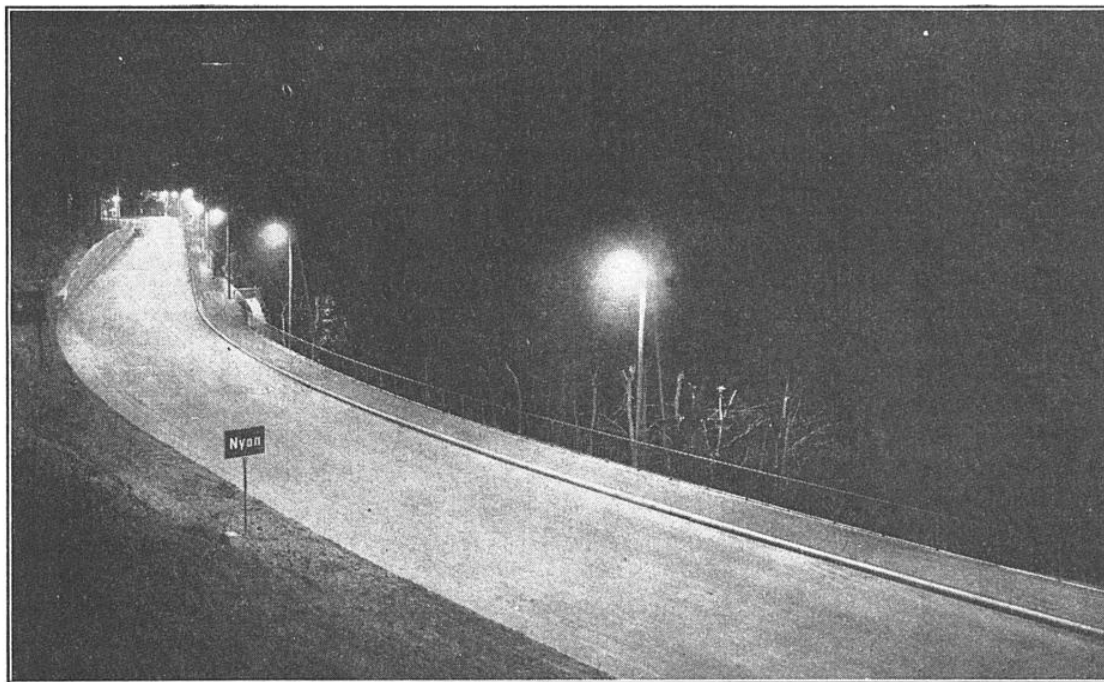


FIG. 5. — VOICI UNE RÉCENTE RÉALISATION D'ÉCLAIRAGE ROUTIER ENTRE GENÈVE ET LAUSANNE, EN SUISSE, TRONÇON D'UNE VOIE TOURISTIQUE TRÈS FRÉQUENTÉE. ON A UTILISÉ POUR CET ÉCLAIRAGE DES LAMPES À INCANDESCENCE MUNIES DE DIFFUSEURS « HOLOPHANE »

De notre côté, les ingénieurs ont plutôt réalisé des éclairages par lumière tombant d'en haut, avec lampadaires assez élevés (9 m 50) et lanternes moins ouvertes (70° au lieu de 85° du système anglais). Ce procédé permet mieux les installations d'un seul côté de la route, et l'éclairage paraît moins sujet aux variations résultant de la pluie, qui est aussi bien l'ennemi de l'éclairage que de la vitesse pour l'automobiliste.

De patientes recherches ont été faites pour arriver à supprimer la fatigue qui résulte pour les conducteurs de l'apparition successive de points lumineux, forcément éblouissants par suite de leur position dans les « trous d'ombre » inévitables entre deux

vertures des réflecteurs, se développe encore plus activement pour le choix des lampes qui pourront équiper le nouvel éclairage des routes. Les premières installations, comme celle de la route nationale numéro 1, entre Paris et Saint-Denis faite en 1925, puis la route de la Défense à Puteaux, furent équipées par des lampes à incandescence de forte puissance, 750 ou 1 000 watts. Mais, au moment où les possibilités ainsi reconnues conduisirent, vers 1932, à procéder à des installations d'essais comparatifs, quant à la technique et l'économie de dépenses, on assistait justement à l'apparition d'une nouvelle source d'éclairage. Nous voulons parler des lampes à vapeur de sodium, dont

les principes ont été déjà publiés ici (1).

Ces nouvelles lampes ont un rendement de 40 lumens par watt, bien supérieur à celui des lampes à incandescence, qui est de 17 lumens par watt dans les types usuels. D'autre part, les « tubes » au sodium sont moins éblouissants, puisque leur brillance n'est que de 12 bougies au cm^2 , tandis que celle-ci atteint 500 bougies avec le filament incandescent. Toutefois, le sodium nécessite une installation plus coûteuse, avec transformateurs, et l'on reproche à sa lumière jaune de donner une teinte fâcheuse au visage

comparer le coût des diverses méthodes d'éclairage et aussi leur efficacité relative.

Les statistiques relevées, notamment aux environs de Paris, ont montré une nette décroissance du nombre d'accidents, et surtout leur gravité moins grande sur les tronçons éclairés. La dépense serait évidemment de l'ordre de plusieurs milliards pour éclairer les quelque 10 000 kilomètres de nos routes à grand trafic, mais cela ne représente environ que 500 f par an, pour chaque voiture actuellement en circulation, soit à peu près 25 % de la prime d'assu-

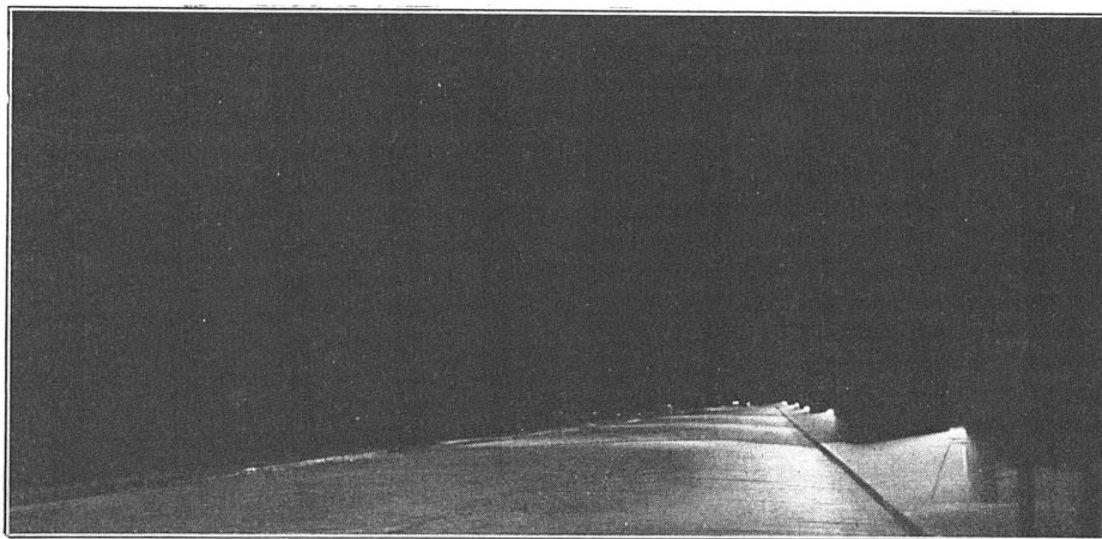


FIG. 6. — PROCÉDÉ TOUT A FAIT MODERNE D'ÉCLAIRAGE ROUTIER PAR « PHOTOSTRADES », BORNES ÉCLAIRANTES QUI PROJettent DES FAISCEAUX DE LUMIÈRE RASANTE FAISANT RESSORTIR AU MIEUX LES MOINDRES OBSTACLES, SANS JAMAIS ÉBLOUIR LES CONDUCTEURS

humain. Un humoriste a répondu, à ce sujet, qu'il vaut mieux avoir l'air d'un cadavre que de risquer de le devenir par défaut d'éclairage... Les fabricants de lampes à incandescence ont, par ailleurs, soutenu la concurrence par l'adaptation de lampes à 12 volts, qui ont un rendement meilleur et sont d'un prix de revient très faible.

Enfin, l'apparition encore plus récente de tubes à vapeur de mercure à haute pression, puis des nouvelles lampes à incandescence au krypton, en améliorant le rendement lumineux de ces deux familles de sources lumineuses, a prouvé que le progrès n'avait pas encore dit son dernier mot dans cette voie. Les essais se poursuivent sur les autostrades de Hollande, d'Allemagne, aussi bien que sur les tronçons de grandes routes de France, d'Italie et d'Angleterre, afin de

rance, qui pourrait sans doute être diminuée d'autant. On voit que la question financière sera loin d'être insoluble lorsque le progrès technique aura permis de déterminer le meilleur système à adopter.

De nouvelles solutions seront sans doute encore proposées, car le système de gros points lumineux placés très haut ne satisfait que peu la logique, surtout si l'on pense aux brouillards d'hiver qui absorberont les rayons lumineux avant leur arrivée sur la route. C'est ainsi que de récents essais fort intéressants, tels ceux des « bornes éclairantes », puis ceux des « photostrades » (fig. 6), nous paraissent des jalons posés dans la vraie direction de la route lumineuse. Celle-ci deviendra aussi le guide de l'aviation dans la nuit, le progrès augmentant ainsi la sécurité générale.

L.-D. FOURCAULT.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 193, page 10.

TAXEZ L'ESSENCE, MAIS FRAPPEZ JUSTE

Combien coûte un litre d'essence dans les principaux pays d'Europe et d'Amérique

C'est en France, dit-on, que l'automobiliste paie son carburant-essence le plus cher. L'Etat, en effet, le frappe de taxes de plus en plus lourdes ; elles sont les plus élevées du monde (elles atteignent 148 f par hectolitre, soit 70 % du prix de vente de 225 f, sans compter l'octroi). Bien entendu, l'Etat est partiellement responsable de cette situation si préjudiciable, non seulement à l'essor de la locomotion routière, mais aussi à la production des usines automobiles qui font vivre en France 780 000 ouvriers et consomment, à elles seules, 200 000 t d'acier, 25 000 t de fonte, 3 millions de m² de drap, 2 millions de m² de toile, 6 500 t de glaces, 5 000 t de peintures et vernis, 45 000 t de caoutchouc, coton et produits chimiques divers au total (statistique de 1934). On voit que l'industrie automobile proprement dite constitue, en effet, l'un des meilleurs clients des grosses industries, des métallurgiques entre autres. Actuellement, la campagne pour détaxer les carburants se poursuit activement (1), mais sans résultats, précisément au moment où les finances françaises sont soumises à de rudes épreuves. Dans les circonstances actuelles, l'attitude du gouvernement se justifie donc, car aucun gouvernement, quel qu'il soit, ne consentirait à se priver des 3 milliards 100 millions représentant les impôts et taxes variés acquittés par le carburant consommé en France. Où trouver les ressources de remplacement nécessaires, si l'on donne satisfaction à l'usager en le détaxant?... L'essence, au même titre que le tabac, les allumettes, l'alcool de bouche, le café, est un produit de grande consommation ; à ce titre, elle doit contribuer à alimenter copieusement et solidairement le lourd budget des Etats modernes, et cela quel que soit le régime politique en honneur. Seulement, il y a la manière dans le dosage des impôts... Il nous a paru opportun et même intéressant de nous rendre compte — du moins approximativement — des taxes et prix de vente dans vingt nations sélectionnées parmi celles où la circulation automobile est la plus intense. On pourra ainsi comparer les prix pratiqués à la fin de 1936 dans le commerce international de l'essence, produit essentiel dans la civilisation mécanique moderne, — aux consommateurs innombrables, — mais dont la source demeure l'apanage de quelques-uns.

DANS le budget d'un usager de la route, — automobile utilitaire ou véhicule industriel, — le chapitre de la dépense en carburant apparaît comme l'un des plus lourds, encore plus lourd que celui des assurances contre les accidents, le vol, l'incendie, etc. Une voiture consommant, par exemple, 10 litres d'essence ne dépense-t-elle pas — en 1937 — environ 23 f aux 100 km (si le carburant est acheté à Paris) ; les 70 % de cette somme, soit 16 f, représentent les impôts et taxes dont nous avons donné le détail (2) pour la France. A ce point de vue, les pays étrangers sont moins maltraités que le nôtre même parmi ceux qui sont le plus éloignés des gisements pétrolifères. Si on indique sur un planisphère le prix que paye pour 1 litre d'essence un habitant des principales capitales, en mentionnant à

côté la part d'impôts et de taxes qui le frappent, on se fera une idée à peu près exacte des variations qui apparaissent d'un Etat à l'autre : France 70 % ; Italie, 71 % ; Allemagne, 57 %. Par contre, voici les taxes en Grande-Bretagne, 44 % ; Suède, 44 % ; Pologne, 28 % ; Etats-Unis (New York), 21,5 % ; Japon, 20 %.

Si on considère, d'autre part, une carte où sont répartis les principaux centres de production pétrolière, on conçoit aisément le rôle que joue le facteur transport dans l'établissement des prix. L'Amérique paie, évidemment, moins cher son carburant naturel que la France, toujours tributaire de l'importation. La Roumanie, la Tchécoslovaquie trouvent aussi, dans leur sous-sol, plus que les ressources pétrolifères nécessaires et sont, par suite, également exportatrices. Le Japon — pour l'instant — semble suffire à lui-même. A Tokio, 1 litre d'essence ne coûte que 0,96 f dont 0,20 f pour les taxes et impôts.

(1) Il est encore question, paraît-il, de dégrever l'essence au cours de 1937. Dans l'état actuel de l'économie nationale, nous nous demandons quel est le ministre des Finances qui oserait s'engager dans cette voie.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 235, page 81.

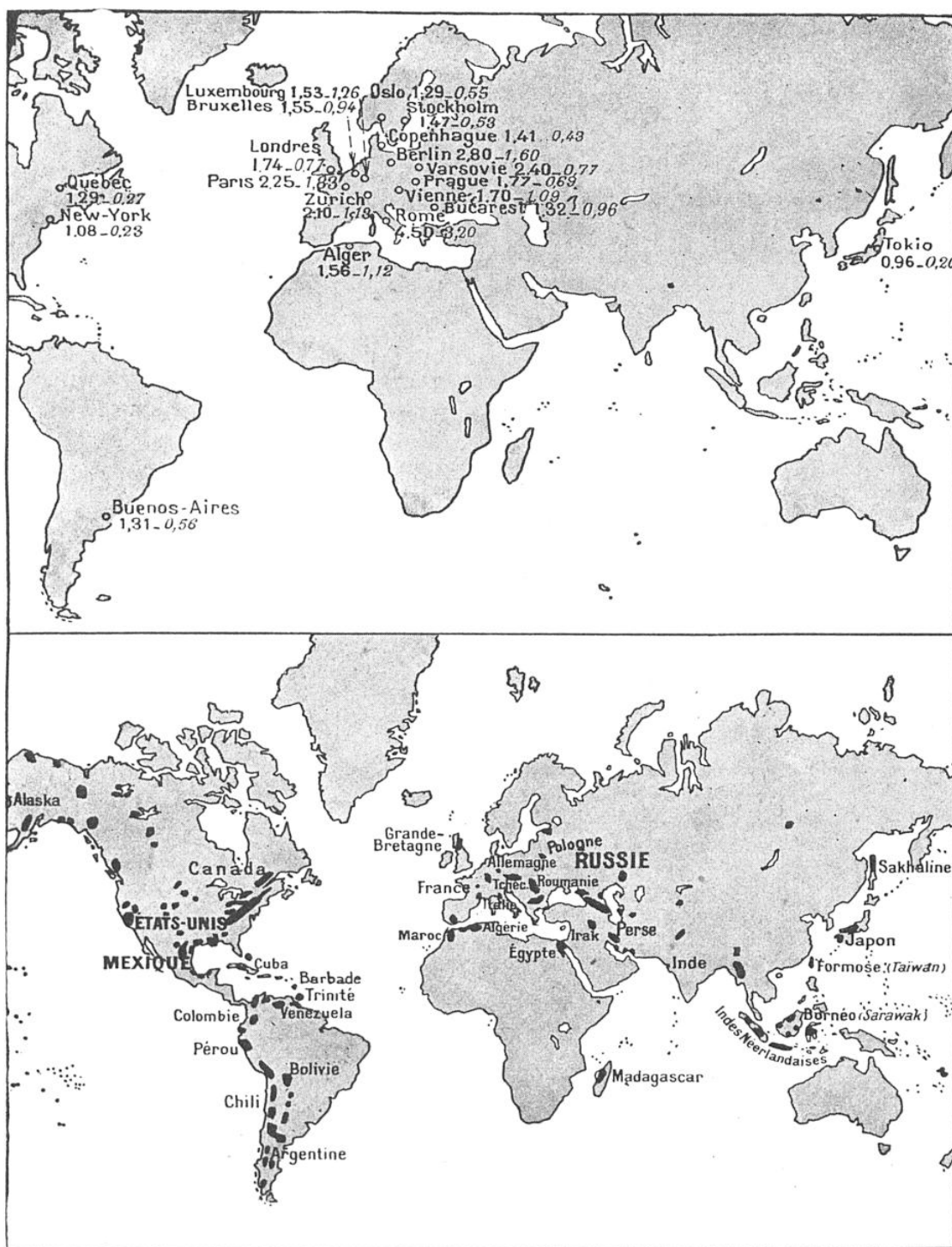


FIG. 1 ET 2. — CES DEUX PLANISPÈRES MONTRENT, D'UNE PART, LES INDICATIONS CONCERNANT LE PRIX ET LE MONTANT DES IMPÔTS ET TAXES POUR UN LITRE D'ESSENCE D'AUTOMOBILE DE TOURISME DANS LES PRINCIPALES VILLES D'EUROPE ET D'AMÉRIQUE, ET, D'AUTRE PART, LA RÉPARTITION DES GISEMENTS PÉTROLIFÈRES DANS LE MONDE

Rappelons que la production mondiale de pétrole brut et la consommation des produits dérivés se traduisent comme suit, en milliers de tonnes :

En 1931, production, 189 146 ; consommation, 187 823 ; puis un fléchissement en 1932, 179 632 et 178 267 milliers de tonnes. Enfin apparaît un accroissement continu qui aboutit, en 1935, à 227 000 milliers de tonnes pour la production et à 212 364 milliers de tonnes pour la consommation.

Si nous passons en revue les principaux pays d'Europe, voici comment la consommation d'essence se présente en 1935 :

Autriche, 118 000 t ; Belgique, 307 817 t ; Tchécoslovaquie, 180 000 t ; Danemark, 217 095 t ; France, 1 910 000 t ; Allemagne, 1 650 000 t ; Grande-Bretagne, 4 137 000 t ; Hollande, 382 395 t ; Italie, 496 356 t ; Norvège, 115 932 t ; Suède, 356 104 t ; Suisse, 218 547 t ; Turquie, 20 933 t ; Yougoslavie, 33 177 t.

Il faut remarquer que les pays où l'on consomme le plus sont ceux où les prix de l'essence sont les plus bas. Ainsi, en Angleterre, le prix n'est que de 1,74 f le litre (Londres) : 4 137 000 t d'essence sont con-

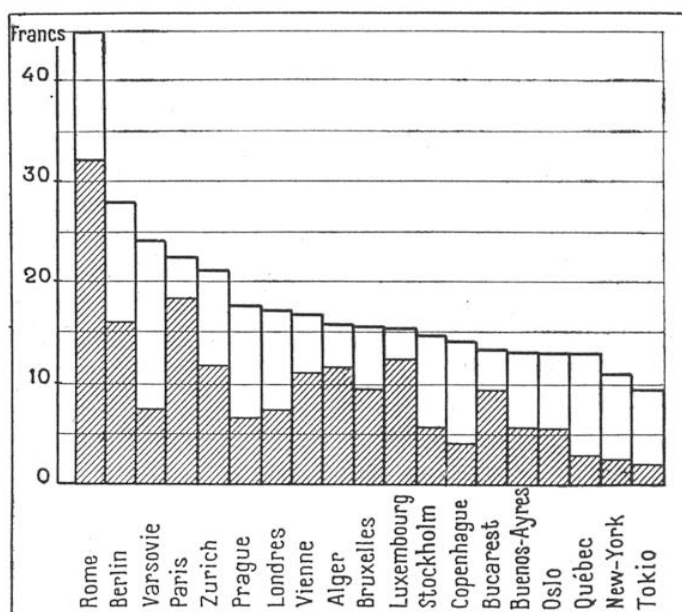


FIG. 3. — GRAPHIQUE MONTRANT LE PRIX D'UN LITRE D'ESSENCE DANS LES PRINCIPALES VILLES DU MONDE

En grisé, la part des taxes et impôts sur le prix total.

sommées ; en France, cette consommation n'est que de 1 910 000 t, au prix minimum de 2,25 f le litre. Dans ces conditions, l'Etat anglais touche 3 milliards 200 millions de francs et l'Etat français seulement un peu plus de 3 milliards malgré la plus grande importance des impôts et taxes.

Il serait fastidieux de citer d'autres chiffres et de les comparer pour tenter d'en tirer des conclusions générales. Du reste, les interprétations des statistiques dans ce domaine seraient quelque peu fallacieuses. Il faudrait, par exemple, faire entrer en ligne de compte la valeur de la monnaie quant à sa capacité d'achat dans chaque pays envisagé, tenir compte également du « standard » de vie dans les dits pays, etc. Ce que nous avons voulu montrer dans l'exposé précédent, c'est la complexité du problème, qui consiste à approvisionner économiquement l'usager tout en alimentant le Trésor public. Ce problème soulèvera — éternellement — les mêmes critiques et trouvera les mêmes défenseurs. Et puis, il n'y a pas que l'Etat — en ce qui concerne les carburants — qui frappe lourdement la consommation, il y a aussi les trusts de production — si puissants et si peu nombreux — et de distribution, qui possèdent un véritable monopole de fait pour le produit naturel, monopole qui s'étend sur le monde entier...

J. M.

VILLES	Prix de l'hectol. d'essence	
	Global	Impôts-taxes
Paris.....	23,00	16,00
Londres.....	17,40	7,70
Bruxelles.....	15,50	9,40
Berlin.....	28,00	16,00
Rome.....	45,00	32,00
Vienne.....	17,00	10,90
Varsovie.....	24,00	7,70
Copenhague.....	14,10	4,30
Oslo.....	12,90	5,50
Stockholm.....	14,70	5,30
Luxembourg.....	15,30	12,60
Roumanie.....	13,20	9,60
Tchécoslovaquie.....	17,70	6,90
Alger.....	15,60	11,20
New York.....	10,80	2,30
Québec.....	12,90	2,70
Buenos-Ayres.....	13,20	5,60
Tokio.....	9,00	2,00

POUR UN PARCOURS IDENTIQUE DE 100 KM, VOICI CE QUE PAIE EN FRANCS UNE VOITURE CONSOMMANT 10 LITRES D'ESSENCE ACHETÉE DANS LES VILLES CI-DESSUS



LE PALAIS DU FROID TEL QU'IL SERA RÉALISÉ A L'EXPOSITION DES TECHNIQUES DE 1937

Le Palais du Froid, surmonté de sa « Tour de neige », haute de 32 m, sera édifié sur le Cours la Reine, en bordure de la Seine. Sur une série de vasques cannelées, en alliage d'aluminium, de 5 m de diamètre, refroidies par la circulation d'un liquide à bas point de congélation, l'humidité atmosphérique va se condenser en une épaisse couche de neige. La station frigorifique installée à cet effet sous la base de la Tour aura une puissance de 400 ch et fournira 600 000 frigories par heure, soit l'équivalent d'une fabrication de 5 000 kg de glace à l'heure. Au cours des fêtes de nuit de l'Exposition (voir La Science et La Vie, n° 234, page 429), des projections de vrais flocons de neige — attraction unique au cours des mois d'été — illuminées par des projecteurs électriques animeront cette symphonie de blanc.

1937 : ANNÉE DE L'EXPOSITION DES TECHNIQUES, A PARIS

LE PALAIS DU FROID, SYNTHÈSE SCIENTIFIQUE ET INDUSTRIELLE DES BASSES TEMPÉRATURES

Par Charles BRACHET

Rien ne saurait mieux mettre en évidence la rapidité du développement de l'industrie frigorifique que la simple comparaison entre la première machine cryogène, construite vers 1900 par Ferdinand Carré, et les devis ultra-modernes établis par les sociétés américaines pour la distribution du froid, à tout un quartier d'une grande ville, par un réseau de canalisations alimentées par une « centrale » du froid sur le modèle des centrales de chauffage urbain (1). Il n'est pas exagéré de prétendre que les applications industrielles et domestiques du froid ont profondément modifié les conditions mêmes de la vie moderne. Au premier plan apparaît, en effet, la conservation et le transport, à des distances parfois considérables, des denrées périssables, sans que leurs qualités de fraîcheur et de saveur en soient altérées, et cela grâce aux wagons et camions isothermes, aux bateaux et entrepôts frigorifiques des collectivités et groupements corporatifs qui complètent, à domicile, les appareils de réfrigération ménagers. Mais les applications industrielles du froid sont encore plus vastes : elles s'étendent en effet aujourd'hui à un domaine encore beaucoup plus étendu qui intéresse non seulement les industries de la brasserie, de la laiterie, de la fromagerie, mais encore ces fabrications variées, conquêtes relativement récentes de la chimie moderne : soie artificielle, colorants, parfums, produits pharmaceutiques, extraction des gaz rares de l'air (lampes au néon, argon, krypton) et aussi le conditionnement de l'air dans les salles de spectacles ou dans les trains (2) sans oublier les pistes artificielles de patinage et de ski, etc. L'Exposition des Techniques de 1937, en édifiant le Palais du Froid, a ainsi marqué pour la première fois en France, dans une grande manifestation internationale, la place qu'occupe dans l'économie contemporaine la synthèse si suggestive des découvertes effectuées dans le domaine des basses températures, découvertes qui ont engendré d'innombrables applications relevant de la recherche scientifique (notamment propriétés des corps au voisinage du zéro absolu, c'est-à-dire — 273° C) comme de l'activité industrielle.

QUAND, au fort de l'été, l'Exposition battra son plein, sur les bords de la Seine, les visiteurs goûteront particulièrement un colossal sorbet à la neige, une tour de 32 mètres, rayonnant sa froide blancheur sous le soleil de midi. Non pas un iceberg aux parois glissantes, mais une tour de neige duvillée. Des souffleries pulvériseront cette neige dans l'espace environnant. Sa fraîcheur bienfaisante s'étendra sur un large rayon et procurera aux promeneurs du Cours la Reine les mêmes délices que les amateurs de croisières nordiques vont rechercher, en juillet, aux abords du cercle polaire.

Ce chef-d'œuvre de la technique cryogénique les invitera à pénétrer dans le Palais

consacré à l'industrie du Froid dont cette tour sera le donjon.

Les Français pourront alors constater, *de visu*, quels progrès leur restent à accomplir dans cette industrie pour égaler ce qui se fait aux Etats-Unis, en Argentine, et dans les colonies néerlandaises.

La Tour « de neige » sera tout autre chose qu'un frigidaire géant

Avant de pénétrer nous-mêmes, par anticipation, dans ce Palais du Froid, dont les plans s'élaborent au moment où nous écrivons, disons quelques mots de son extérieur spectaculaire.

Certes, avec les moyens techniques dont les ingénieurs disposent aujourd'hui, il n'eût été guère malaisé d'établir, à une échelle géante, la réplique de l'un de ces blocs de

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 226, page 284.

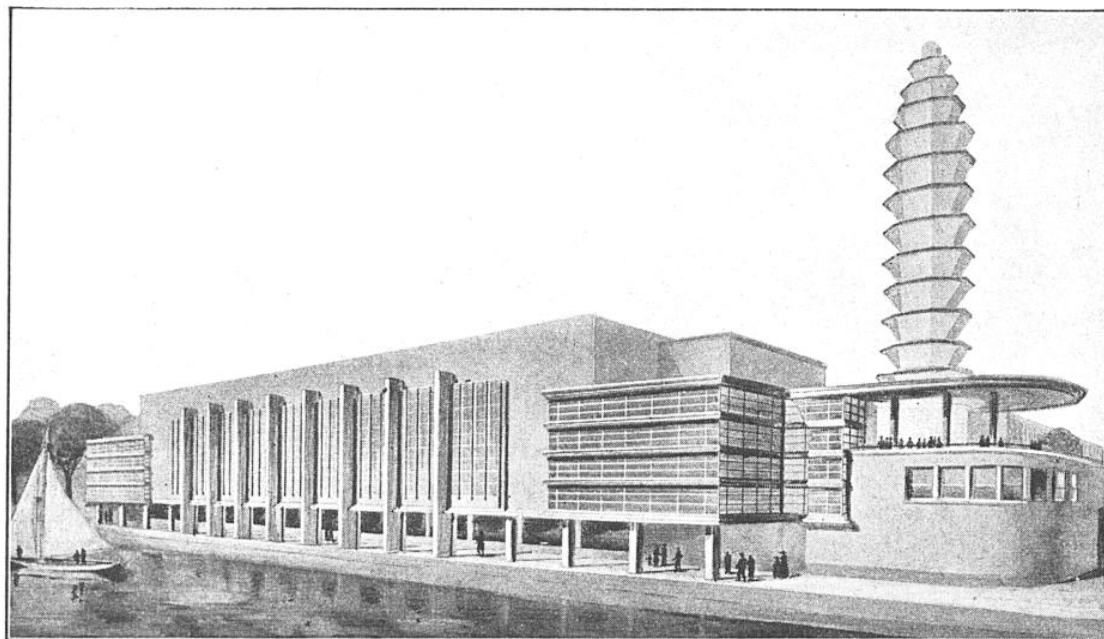
(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 218, page 89.

glace permanents que l'on peut apercevoir dans les vitrines où sont exposés des appareils de réfrigération domestiques. Il n'est que de laisser la vapeur atmosphérique se condenser et se congeler sur un radiateur de froid alimenté par l'un de ces appareils pour former un bloc de glace dont la grosseur ne dépend que de celle du radiateur de froid et de la puissance consacrée à son entretien. Cette glace, mate, évoque déjà la « boule de neige ». Cependant, le bloc est dur comme

presque à saturation dans l'atmosphère au voisinage immédiat du fleuve fournira la matière, mais il faudra la guider par des souffleries d'air très froid. Dirigées vers l'extérieur, ces souffleries provoqueront réellement, aux quatre angles du monument, une chute artificielle de vraie neige.

La nuit, sous l'effet de puissants projecteurs, les flocons dispersés ajouteront la féerie lumineuse à celle de la « neige d'été ».

Nous décrirons le montage, appliqué à



(Maurice Fournier, architecte.)

FIG. 1. — LE PALAIS DU FROID, EN BORDURE DE LA SEINE, OU SERA PRÉSENTÉE LA SYNTHÈSE DES APPLICATIONS DES BASSES TEMPÉRATURES TANT DANS LE DOMAINE DE L'ACTIVITÉ INDUSTRIELLE QUE DANS CELUI DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Pierre. Ce n'est pas de la neige. On conçoit donc que le projet mis à l'étude pour réaliser la Tour de neige de l'Exposition devait apporter quelques variantes au simple devis d'un frigidaire.

La neige naturelle est constituée par des cristaux de glace qui « tombent », tout formés, des hautes régions atmosphériques où le froid règne à un degré plus élevé qu'au ras du sol. Le verglas, au contraire, se forme au contact des corps solides : c'est une pluie « surfondue » qui se congèle brusquement. Les blocs glacés formés autour d'un simple radiateur à froid s'apparentent au verglas plutôt qu'à la neige. Les radiateurs établis dans les vasques formant les étages de la tour sont disposés de telle façon qu'ils formeront de vrais flocons neigeux. La vapeur contenue

cette réalisation quand il sera prêt à fonctionner. Aussi bien, ses derniers détails ne sont pas encore tout à fait arrêtés au moment où nous écrivons. Notons seulement que la puissance prévue pour l'entretien permanent de la couche neigeuse, durant toute la durée de l'Exposition, n'est pas supérieure à 400 ch.

Un des problèmes, très spéciaux, que comporte cette réalisation, est celui de la lutte contre le rayonnement solaire. La nuit, la question ne se pose pas. Mais, le jour, l'édifice sera en butte au rayonnement solaire, qui fera tout pour le démanteler. Il faut donc le munir de moyens de défense contre des différences de température qui pourront atteindre 60° C d'une face à l'autre.

Un premier moyen consiste dans le dis-

positif architectural. Au contraire de la neige que nous voyons, sur les toits en pente, dirigée de haut en bas, celle de la Tour blanche s'appliquera à des surfaces inclinées tournées vers le sol. Etagées par degrés, comme des vases emboîtés les uns dans les autres par leur pointe, les parois porte-neige seront constituées par douze troncs de pyramides renversés. Du sol, la perspective ne différera pas beaucoup de celle d'un prisme massif. Les rayons solaires ne frapperont donc jamais sous grande incidence les couches superposées de cette neige « suspendue » à ces plafonds inclinés.

Ceci ne suffit pas encore. La réfrigération devra *varier d'intensité*, sur les diverses faces du prisme, en synchronisme avec la révolution diurne du soleil. Cadran solaire d'un nouveau genre, une horloge spéciale sera chargée de régler en fonction de l'heure les différents circuits de réfrigération groupés verticalement suivant la rose des vents.

La centrale frigorifique de la Tour aura

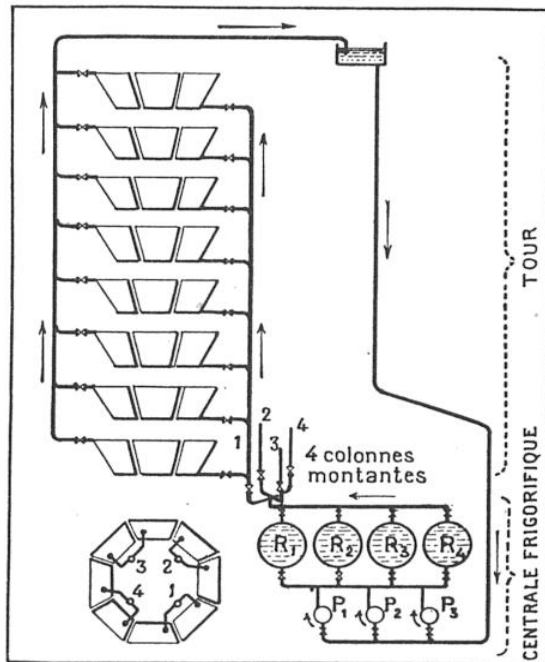


FIG. 2. — SCHÉMA INDICANT LA DISTRIBUTION DU FROID AUX QUATRE POINTS CARDINAUX, REPRÉSENTÉS CHACUN PAR DEUX FACES DE LA TOUR DE NEIGE

Quatre colonnes montantes desservent chacune deux faces du système octogonal constitué par les plans inclinés élémentaires. En R_1, R_2, R_3, R_4 , les réfrigérants appliqués au circuit de saumure. En P_1, P_2, P_3, P_4 , les pompes assurant la circulation continue suivant les débits ordonnés par le tableau général de commande.

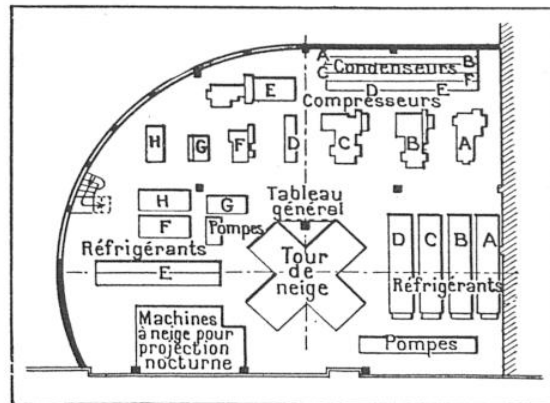


FIG. 3. — LA CENTRALE FRIGORIGÈNE DE LA TOUR DE NEIGE DU PALAIS DU FROID

La puissance mise en jeu par cette centrale est de 400 ch. Les réfrigérants A, B, C, D alimentent en saumure les canalisations frigorifiques dont le réseau s'étend, par quatre colonnes montantes, sur les surfaces de la Tour. Les pompes assurent la circulation à raison de 130 000 litres à l'heure, correspondant à un débit de 600 000 frigories. Un tableau général permet de distribuer le froid à des intensités différentes aux quatre coins cardinaux de la Tour, suivant l'heure de la journée. Un appareil spécial travaillant à un degré de froid particulièrement élevé fournit la neige de projection en flocons.

400 ch de puissance, ce qui permet de réaliser 600 000 frigories à l'heure — de quoi fabriquer 5 tonnes de glace dans le même temps. Le liquide utilisé pour la réfrigération circulera à raison de 130 000 litres à l'heure.

Le froid, élément de confort et facteur de progrès industriel

L'« attraction » épuisée, visitons l'industrie qui se pare d'un tel panneau-réclame.

A l'intérieur, la « démonstration au public » ne sera pas moins attirante. Il fera chaud dehors. Chacun pourra donc éprouver combien il serait aisé de trouver, en rentrant chez soi, le confort d'une atmosphère conditionnée et combien, par exemple, seraient précieux des radiateurs qui, après avoir servi, tout l'hiver, au chauffage du home, se mueraient, l'été venu, en radiateurs de fraîcheur. On ne comprendra plus qu'il puisse encore exister dans une capitale des salles de théâtre, de cinéma, ou de réunion publique dont l'air ne soit pas scientifiquement dosé en vapeur d'eau, à la température optimum la plus agréable.

Ceux qui n'auront pas perdu le souvenir de leur dernier séjour en montagne regretteront que les seules pistes de ski existant à

Paris soient recouvertes d'acide borique, alors que — grâce aux mêmes procédés qui servirent à habiller la Tour — des pistes ouatées de vraie neige se dérouleront à leurs yeux, tout en dévoilant le secret de leur structure. Les pistes à glace, de patinage, voisineront, il va sans dire, avec ces chemins de neige : le progrès et la simplification de leur établissement, déjà très connus, constitueront, ici, l'intérêt principal.

Plus loin, les visiteurs assisteront au fonctionnement d'un chantier de construction obligé d'établir ses fondations en terrains aquifères. On congèle le terrain afin de pouvoir creuser les puits destinés à contenir les piliers de béton armé, afin de niveler en surface les radiers de béton sur lesquels on doit bâtir. Depuis longtemps, les mines utilisent la congélation permanente des eaux d'infiltration pour étancher les parois verticales de leurs exploitations. La glace, dans ce cas, tient le rôle d'un ciment de crépissage.

Le public qui aura passé deux heures dans le Palais du Froid en sortira renseigné sur l'immensité d'une industrie qui est en passe de prendre une importance capitale, du même ordre que l'industrie de la chaleur.

Du reste, l'industrie du froid n'est-elle pas l'extension naturelle de l'industrie thermique ? Les machines à « frigories » et celles à « calories » travaillent sur les mêmes principes. Elles sont rigoureusement de la même famille, puisqu'elles mettent en œuvre, les unes et les autres, le principe de Carnot. Seulement, tandis que les machines qui accaparent jusqu'ici, assez indûment, le titre de machines « thermiques » sont, avant tout, des « moteurs » qui transforment une

chute de température en travail, les machines « frigorifiques » opèrent en sens inverse. Elles transforment un travail en « chute de température ».

De la machine de Carré aux centrales de froid

Nous ne passerons que très rapidement en revue la technique dont le Palais du Froid exposera les plus récents progrès.

De même qu'il existe une immense variété

de moteurs thermiques, adaptés chacun à l'usage déterminé pour lequel il a été inventé et construit, — et grâce auquel il se perfectionne sans cesse, — de même les machines frigorifiques sont établies sur une gamme qui se développe tous les jours, à mesure qu'apparaît une nouvelle demande industrielle du froid pour un but strictement défini.

Un revenant du siècle dernier, qui parcourrait une industrie moderne utilisant

le froid, n'en pourrait pas croire ses yeux.

Vers 1900, il aurait connu, cela va sans dire, la machine de cet inventeur de génie, Ferdinand Carré, qui est le père des machines à frigories, comme Watt est celui des moteurs thermiques. Il était déjà émerveillé, à cette époque, de ce qu'en accélérant l'évaporation d'un liquide par le pompage énergétique de sa vapeur (en l'espèce l'ammoniac), on pût abaisser la température du récipient exactement comme, autrefois, en mélangeant de la glace avec du sel marin. Il comprendrait également que la « saumure » incongelable à des températures pouvant atteindre -50°C est capable de véhiculer les frigories ainsi fabriquées. Mais que dirait-il en prenant connaissance des devis

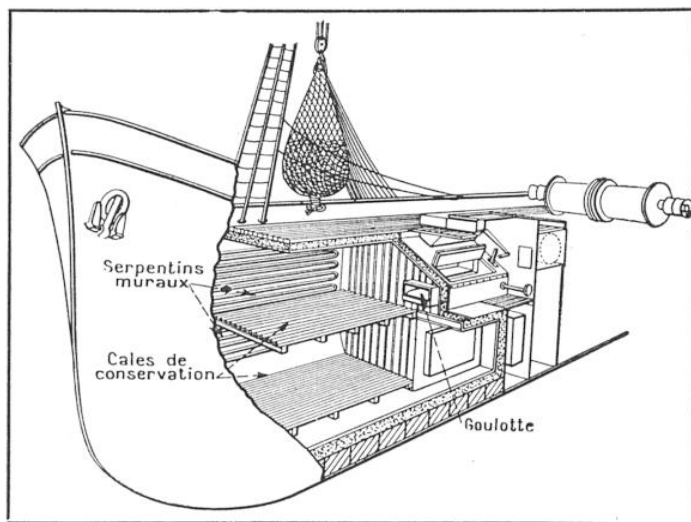


FIG. 4. — COUPE LONGITUDINALE D'UN CHALUTIER CONGÉLATEUR « S. A. C. I. P. », VÉRITABLE USINE FRIGORIFIQUE FLOTTANTE POUR LE TRAITEMENT RATIONNEL DU POISSON DÈS QU'IL A ÉTÉ PÊCHÉ

Ce schéma montre le trajet suivi par le poisson dans la saumure, à partir du filet que l'on vide dans la bouche de l'appareil, ouverte à droite sur le pont. Le poisson s'écoule par la goulotte jusqu'aux cales de conservation refroidies par les serpentins qui en tapissent les parois. Ceux-ci sont alimentés par l'appareil réfrigérant installé dans la salle des machines.

américains de la distribution du froid à tout un quartier de grande ville, par un réseau de canalisations branchées sur une « centrale » du froid ? Notre homme connaissait le plaisir du foyer en hiver ; lettré, il avait peut-être médité le mot de Pascal que « l'on désire le froid pour avoir le plaisir de se chauffer » ; mais dans l'état de la technique d'alors, il ne pouvait croire que l'inverse fût réalisable.

Transporté par la documentation technique dans la torride Insulinde hollandaise, il eût compris que le froid installé dans les bungalows des planteurs est un coefficient d'enrichissement inestimable, puisqu'il rend confortablement habitable un pays où, jusqu'ici, l'Européen se trouve diminué. Grâce au froid artificiel, le colon se trouve « repaysé » dans le cabinet de travail d'où il dirige ses affaires tropicales. Cuba, le Brésil, notre Afrique Occidentale, les Indes, l'Indochine seront vivifiés par les radiateurs à froid comme la vaste Russie par ses poêles à bois — sans lesquels l'isba serait inhabitable l'hiver.

Ainsi, le froid n'est pas seulement un luxe adopté par les raffinés amateurs « d'air conditionné » : il est, en l'espèce, un levier de la civilisation. Et l'on comprend que, pour l'exploitation de ses centrales côtières d'énergie thermique marine, — notamment celle qu'il envisageait pour Cuba, — M. Georges Claude ait attaché plus d'importance pratique au froid puisé dans les bas-fonds marins qu'au courant électrique que devait produire l'installation. La ville de La Havane ruisselant d'eau à 8° dans ses rues devenait,

dans ce projet, une capitale « tempérée ».

En attendant la venue de ces anticipations, les modèles d'appareils réfrigérants pour immeubles qui traitent l'air directement, par *compression et détente*, deviennent de plus en plus communs — très éloignés, en conséquence, de la technique de Carré, qui, on le sait, est basée sur « l'absorption » de la chaleur par évaporation d'un liquide.

Il est vrai que la vaporisation *dans le*

vide, réalisée à travers une cascade d'évaporateurs, remet en honneur cette technique première. Le grand ingénieur Maurice Leblanc déroulait sous nos yeux, quelques mois avant sa mort, les plans d'une machine coloniale — « pouvant être conduite par une vieille négresse », nous disait-il — et qui fonctionnait par évaporation *de la glace* ! Songer à refroidir la glace elle-même à — 30° C, quelle audace ! Cependant, la grande chaleur spécifique de l'eau justifiait l'idée. Il ne

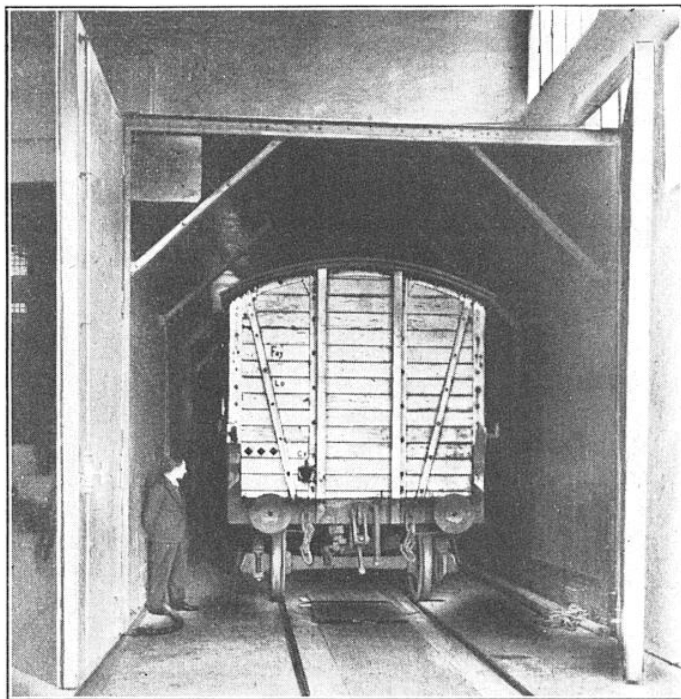


FIG. 5. — VOICI LA CHAMBRE D'ESSAIS POUR WAGONS FRIGORIFIQUES, AMÉNAGÉE RÉCEMMENT AU LABORATOIRE CRYOGÈNE DE L'OFFICE NATIONAL DES RECHERCHES SCIENTIFIQUES ET INDUSTRIELLES ET DES INVENTIONS. CES WAGONS SERVENT SURTOUT POUR L'ALIMENTATION

s'agit pas, en effet, de produire seulement des basses températures. Il faut encore les emmagasiner. Comme accumulateur et transporteur de froid, la glace demeure l'idéal — la saumure n'étant utilisable qu'en un circuit fermé.

La neige carbonique, porteuse du froid de haute « qualité »

Pourtant la machine de l'ingénieur virtuose, congelant et réfrigérant l'eau par sa propre évaporation, seulement intéressante par l'inutilité de tout produit auxiliaire, n'aurait pas grand intérêt hors du bled colonial. Son rendement est très faible,

Le principe de Carnot, appliqué à la production du froid, démontre, en effet, qu'ici encore le rendement dépend de la différence de température réalisée entre le bouilleur (évaporateur) et le condenseur.

En sorte qu'il est indiqué de réchauffer, par exemple, le bouilleur à ammoniacque dans l'appareil de Carré ! Pour une machine frigorifique, voilà du paradoxe.

C'est pourtant ainsi. Aussi bien, l'on utilise dans ce but, quand on le peut, la chaleur perdue des cheminées industrielles, les gaz d'échappement des moteurs industriels... Le « rendement » en frigories du travail dépensé se trouve accru. C'est même cette technique qui a rendu la vie aux machines à froid primitives, montées d'autre part à double expansion — capables, par conséquent, de fournir simultanément deux sources de froid différentes, l'une à -12°C par exemple, et l'autre à -60°C . Je vous l'ai bien dit que Michel Carré était le Watt de la machine thermique « renversée ». On reconnaît le génie à ceci que ses créations refusent de disparaître.

Que faire d'un froid de -60°C , dans l'application industrielle ?

De la neige carbonique, par exemple, en envoyant le gaz carbonique pur dans des moules refroidis au-dessous de -54°C , température du point triple (1) de l'anhydride carbonique. A la pression atmosphérique, cet anhydride ne saurait exister qu'à l'état solide ou gazeux. C'est donc en se vaporisant que la « glace sèche » restitue les frigories qu'elle contient et non en se liquéfiant. Si, à poids égal, la glace carbonique libère sensiblement deux fois plus de frigories que la glace d'eau, la « qualité » de ce froid est supérieure, puisque sa température est plus basse (-79°C).

C'est le raffinement de l'industrie du froid d'avoir fait entrer dans l'usage courant le froid de qualité.

L'Amérique connaît l'usage de la neige carbonique depuis plusieurs années, et on en consomme 55 000 t chaque année aux Etats-Unis. L'Europe l'a imitée. En France, les usines de Toulouse sont actuellement équipées pour la fabrication de cette glace, et le gaz carbonique pur dont elles disposent permettrait d'en produire 50 000 t par an (2).

Vous verrez fabriquer sous vos yeux de la neige carbonique au Palais du Froid 1937.

(1) Ce point est défini par une température et une pression telles, que le corps considéré peut indifféremment exister sous ses trois états : gazeux, solide et liquide. La pression du point triple de l'anhydride carbonique est de $5,28\text{ kg/cm}^2$.

(2) Voir dans ce numéro, page 158.

Ce que l'industrie doit aux très basses températures

La neige carbonique émerveillerait notre revenant de 1900. Mais que serait cet émerveillement en présence des machines de Georges Claude qui débiteront à flot, dans un stand important, cet air liquéfié qui ne coulait encore que goutte à goutte au début du siècle.

Georges Claude est le prospecteur qui, sans quitter son laboratoire et en fondant ses usines n'importe où, a découvert et mis en exploitation une « mine » insoupçonnée avant lui : l'atmosphère. Il n'a découvert ni l'oxygène, ni l'azote, ni l'hélium, ni l'argon, ni le xénon, ni le krypton qui la composent. Il a seulement décidé d'exploiter à force tous ces « minerais » gazeux dans lesquels nous baignons. Et, pour cela, il a créé de toutes pièces les machines nécessaires à cette exploitation. Ce sont des machines à froid.

Si Carré est le Watt de la machine frigorifique, son créateur empirique, Claude, est le réalisateur du « cycle » le plus parfait qui se puisse obtenir dans la fabrication des frigories par le travail mécanique. Comprimer l'air et le détendre brusquement, cela suffit pour le liquéfier au compte-goutte. Mais accroître le rendement de la détente en l'obligeant à « travailler » et utiliser ce travail pour préparer un second étage de détente, voilà le procédé qui pouvait, seul, réaliser la liquéfaction industrielle de l'air. Ce ne fut pas une mince affaire : à -160°C , les pistons et les cylindres se « graissent » à l'acide sulfurique. Les « échangeurs » de Georges Claude ont donc fourni sans compter l'air liquide comme matière première.

Il ne restait qu'à la traiter.

La distillation devint le second temps de l'opération. Après l'oxygène qui vivifie tant d'industries, après l'azote utilisé pour les synthèses connues, les « gaz rares » furent attaqués. Le néon fut capté le premier. Le xénon et le krypton, qui coûtaient plusieurs dizaines de mille francs au litre, il n'y a pas cinq ans, sont aujourd'hui obtenus à si bon compte que les ampoules commerciales peuvent en être garnies, leur taille s'amenuise, tandis que leur éclat grandit. Avec la féerie des tubes luminescents, c'est donc toute la gamme des lumières industrielles qui est sortie de l'air liquéfié.

Au delà de ces basses températures, il ne reste plus que le voisinage du zéro absolu (-273°C) pour offrir aux chercheurs de nouvelles applications industrielles... Les-

quelles ? Stabiliser l'électricité peut-être... Les travaux du laboratoire de Leyde seront représentés au Palais du Froid.

Le froid a révolutionné toute l'industrie alimentaire

Les bienfaits de la glace dans l'alimentation humaine furent connus de tout temps.

Mais c'est seulement avec Ch. Tellier (1) que le froid est devenu cet auxiliaire, désormais indispensable, du régime alimentaire des peuples modernes, grâce auquel les abattoirs de Buenos-Ayres peuvent garnir une table dressée à Paris, à Londres, à Hambourg ; grâce auquel des vaches traitées dans une ferme sud-africaine offrent leur crème — et même leur lait — à des enfants britanniques ; grâce auquel les volailles et leurs œufs, les fruits exotiques peuvent circuler sans dommage, d'un bout à l'autre de la planète, dans un état de

« fraîcheur » que seul le froid, si j'ose dire, pouvait entretenir efficacement.

Les cargos que n'a pas construits Tellier, mais qu'on a établis sur ses devis avec un retard de vingt ans, ont appelé la construction d'entrepôts réfrigérés dans les ports. Et ces docks spéciaux ont exigé que les wagons fussent également des « chambres froides ».

(1) C'est en 1876 que Ch. Tellier, surnommé le Père du Froid, affréta le *Frigorifique* pour transporter du Havre à La Plata une cargaison de viande congelée.

Les cargos frigorifiques de Tellier, les wagons isothermes, refroidis par des appareils automatiques et automatiquement réglés, seront représentés, les premiers en maquette, les seconds en nature, au Palais du Froid.

Vous y verrez également les modèles de ces chalutiers qui prennent les poissons au

sortir du filet, les congèlent « à cœur » avant que la mort ait permis à la moindre bactérie d'entreprendre son œuvre dissolvante et toxique, et qui les débarquent en cet état, après plusieurs semaines de campagne de pêche. Quand la cuisinière leur ouvre le ventre, pour les vider, elle trouve leur estomac garni de tout ce que mange un poisson, au point où se trouvait leur digestion quand la mort par le froid les a saisis. Les ferments organiques, leurs diastases et le suc gastrique lui-même sont mis en sommeil par le froid. La conservation est parfaite.

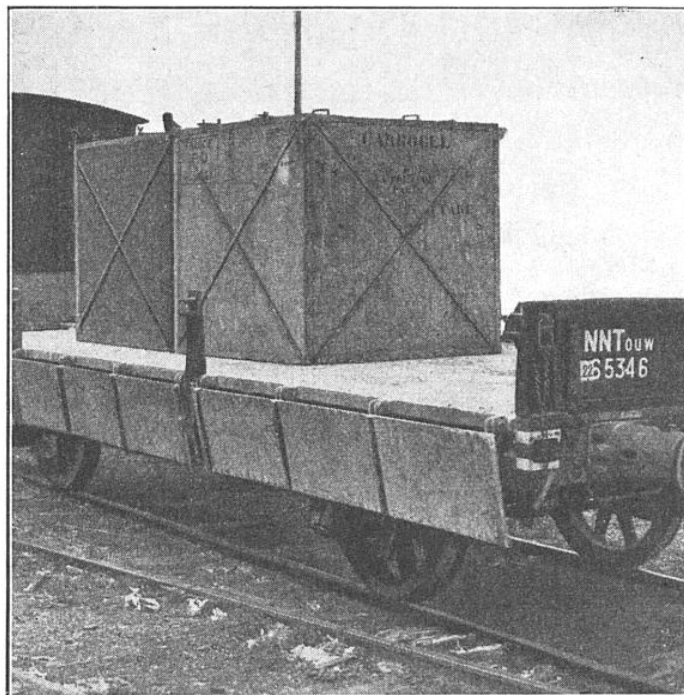


FIG. 6. — LA GLACE SÈCHE (NEIGE CARBONIQUE COMPRIMÉE) CONSTITUE UNE SOURCE DE FROID PARTICULIÈREMENT PUISSANTE ET MANIABLE, DONT L'INDUSTRIE ALIMENTAIRE FAIT UN USAGE FRÉQUENT (VOIR PAGE 158)

Voici les cadres isothermes spéciaux utilisés pour le transport de la glace sèche. Leur isolement calorifique est tel que la perte par évaporation est réduite à 20 kg par tonne de glace et par 24 heures, soit seulement 2 %. Ainsi, sur le trajet entre l'Office National Industriel de l'Azote de Toulouse et Paris-Ivry, qui dure 31 heures, la déperdition n'atteint que 5 % du chargement.

Le froid et les microbes

Et puisque le froid est d'une telle puissance sur la vie des ferments, vous pensez bien que l'industrie dont c'est la tâche d'exploiter la fermentation s'est emparée du froid comme d'un merveilleux régulateur.

Il n'est plus une grande brasserie qui ne règle ses fermentations par l'intervention d'une installation frigorifique. Les caves algériennes ont vu croître dans des proportions inespérées, il y a trente ans, la qua-

lité de leurs vins par les mêmes procédés.

Sous le froid que conduit un serpentín dont le débit en frigories est strictement mesuré, les fermentations alcooliques suivent exactement le développement optimum que leur assignent les œnologues, d'après la science de Pasteur.

Elle est bien curieuse et profonde cette observation incontestée qu'un organisme vivant porté au delà de sa température normale meurt sans rémission — tandis que l'abaissement de cette température ne lui procure, très souvent, qu'un sommeil sans dommage. C'est ainsi que certaines spores plongées, sèches, dans l'air liquide, en ressortent biologiquement intactes, toujours prêtes à germer, tandis que chauffés au delà d'un certain degré, ces germes seraient tués irrémédiablement. Si l'on évoque encore le métabolisme des animaux à sang froid, qui se mettent en équilibre thermique avec le milieu dans le sens du froid mais non dans celui d'une chaleur excessive, on pourrait dire qu'à l'inverse de la matière évoluant toujours dans le sens d'un abaissement de température, la matière vivante est douée de la faculté de se régénérer spontanément dans le sens du froid à la chaleur. Cette « reviviscence » des micro-organismes caractérise également leurs produits biologiques (vaccins). C'est pourquoi le froid est devenu le plus précieux auxiliaire

des laboratoires où se préparent les vaccins.

Les appareils frigorigènes utilisés pour la conservation du vaccin exigent une régularité de marche exemplaire. C'est ainsi qu'à l'Institut supérieur de Vaccine, les appareils du docteur Camus, de l'Académie de Médecine, fonctionnent depuis vingt-cinq ans sans que les casiers réfrigérés aient cessé d'être maintenus à une température oscillant entre — 15° et — 18° C.

Les pulpes de semence des cultures microbiennes sont elles-mêmes conservées par le froid. Et c'est d'une grande importance, car la demande de vaccin peut devenir subitement énorme, d'un jour à l'autre. Au centre vaccino-gène de l'armée, pendant la guerre, deux appareils tenaient en réserve 50 kg de pulpe vaccinale brute, c'est-à-dire de quoi fournir 250 litres de vaccin.

Ce dernier aperçu des relations du froid et de la matière vivante caractérise aussi bien que possible la nature de l'immense industrie qu'a déclenchée l'utilisation des températures dans le sens du froid. Remarquez-le, toute l'industrie frigorifique converge vers le bien-être immédiat de notre personne vivante (alimentation, confort, lumière), tandis que les hautes températures sont le domaine de prédilection des machines, nos serviteurs indirects. Deux perspectives inverses du principe de Carnot.

CHARLES BRACHET.

L'ÉVOLUTION DE LA PRODUCTION ET DE LA DISTRIBUTION DE L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE

Le problème de la production et de la distribution de l'énergie électrique est fort complexe. Il faut d'abord se rappeler, pour le bien concevoir, qu'il a commencé à se poser il y a à peine un demi-siècle : à ce titre, il est donc l'un des plus nouveaux.

Sa solution s'est heurtée évidemment à des difficultés techniques qui ont été pour la plupart heureusement surmontées par nos ingénieurs. Il en reste cependant encore certaines à résoudre, dont la plupart découlent de l'impossibilité de stocker cette énergie et de la nécessité de la produire « à la demande ».

Elle s'est heurtée aussi à des difficultés juridiques, les unes résultant de monopoles précédemment établis et fortifiés par une jurisprudence du Conseil d'Etat qui n'évolua que lentement devant l'évidence du progrès, les autres permettant des spéculations qui empêchaient l'équipement rationnel des chutes d'eau. L'organisation de la production et de la distribution s'est longtemps ressentie de ces obstacles originels, et il a fallu un effort aussi méritoire que méthodique pour y remédier.

Cette organisation dépend enfin de conditions financières particulières qu'on a souvent tendance à perdre de vue, et dont on mesurera l'importance quand on saura que les capitaux investis dans l'industrie électrique française sont de l'ordre de 30 milliards et que les concessionnaires sont temporaires.

Cette complexité explique bien des confusions et des erreurs commises de bonne foi (1).

(1) Une faute d'impression s'est glissée dans notre précédent numéro concernant le prix de revient du courant électrique à la production ; on nous a fait dire qu'il coûtait 0 f 03 le kWh : c'est 0 f 13 qu'il faut lire.

L'AVENIR DU SOUS-MARIN DANS LE COMBAT NAVAL

QUEL sera le rôle du sous-marin dans la guerre future sur mer ?

C'est l'un des problèmes les plus discutés que les états-majors de la Marine aient à résoudre. Si, au cours des discussions des conventions navales, deux partis se sont toujours affrontés, l'un demandant la suppression du sous-marin, l'autre réclamant, au contraire, énergiquement son maintien, cela suffit à démontrer que les avis les plus autorisés peuvent néanmoins différer à ce sujet.

L'infériorité du sous-marin dans le combat proprement dit

En France même, certaines personnalités qualifiées n'ont-elles pas proclamé que le sous-marin est trop lent en surface comme en plongée, que la caractéristique essentielle de l'évolution des navires de guerre en général, depuis le début du siècle, tend, au contraire, vers l'augmentation croissante de vitesse ? La vitesse des bâtiments de ligne a été ainsi multipliée par 2 (environ), la vitesse des bâtiments légers par 1,5 (environ), celle des contre-torpilleurs et torpilleurs par 1,7 (environ).

Or, la vitesse du sous-marin n'a pas sensiblement changé, ni en surface ni en plongée. Ne dépassant pas 20 nœuds en surface, comment un sous-marin pourrait-il suivre une flotte dont la vitesse courante est de l'ordre de 30 nœuds ? Au moment du combat, s'il se trouve (souvent par hasard) dans la nécessité de plonger, comme il ne peut alors dépasser 10 nœuds, il sera dans l'impossibilité d'évoluer en vue de la recherche de positions favorables au lancement de torpilles contre des mobiles filant 30 à 45 nœuds ! Quelle serait, du reste, la valeur d'un projectile « torpille » qui n'irait guère plus vite que son objectif.

Le sous-marin n'est évidemment pas une arme du combat naval proprement dit.

Le rôle important du sous-marin dans la guerre navale

Par contre, d'autres spécialistes — ici comme à l'étranger — sont loin de partager cet avis. Ils estiment, en effet, que le combat naval ne consiste pas seulement dans le choc de deux lignes de haut bord, mais aussi de tous les bâtiments qui l'accompagnent. Dans ces conditions, le sous-marin peut

jouer un rôle de premier ordre. Voici un exemple : dans la mer du Nord, la simple existence des sous-marins a obligé, au cours de la guerre 1914-18, les deux flottes de haut bord à « évacuer le terrain ». Elles n'y ont apparu qu'occasionnellement, et en prenant alors les précautions les plus grandes.

N'est-ce pas la crainte des sous-marins allemands (comme celle des mines) qui a forcé l'amiral anglais Jellicoe, commandant la « Grand Fleet » lors de la bataille du Jutland (31 mai-1^{er} juin 1916) (1), à virer de bord ? Il a ainsi laissé échapper — tout en disposant de forces numériquement supérieures — l'occasion unique de retrouver l'ennemi.

Les Anglais auraient bien pu éliminer les mines au moyen de leurs dragueurs, soutenus par de grands navires, pour s'approcher des bases allemandes et en exercer ainsi le blocus comme cela se pratiquait jadis ; mais le sous-marin allemand — seul — a coupé court à de telles entreprises de la part de l'adversaire...

Il est vrai qu'aujourd'hui l'action du sous-marin contre un navire de haut-bord rapide a beaucoup moins de chance d'aboutir. Faut-il conclure pour cela que le sous-marin ne soit plus le complément indispensable de toute flotte de surface ? A notre avis, celui qui y renoncerait abandonnerait *ipso facto* à son adversaire sa propre sécurité et lui livrerait son commerce maritime. Ce dernier aurait dès lors la faculté de s'établir à l'orée des champs de mines, pour les draguer ensuite, si toutefois il dispose de forces suffisantes. Il jouirait par suite de la quiétude de jour pour les équipages des navires de surface, qui seraient, en outre, exempts de la « veille » anti-sous-marine, tâche déprimante pour les « veilleurs ».

Dans l'état actuel des choses, le sous-marin est encore un élément primordial appelé à assurer des fonctions efficaces dans la guerre navale, soit qu'il contrarie les mouvements stratégiques et tactiques de l'ennemi, soit qu'il paralyse le ravitaillement par mer des nations belligérantes, soit qu'il accomplisse enfin des missions de renseignements. L'Allemagne, qui vient d'achever de mettre en chantier de nombreux sous-marins, n'a pas l'intention ni la faculté de

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 229, page 66.

destiner ces unités à un combat naval proprement dit (abstraction faite de la mer Baltique). Si elle a repris — en grand — la construction des sous-marins, c'est pour bloquer les ports (sous-marins mouilleurs de mines), compromettre les lignes de communication, disloquer les groupements tactiques des forces adverses en évolution, et poursuivre surtout la destruction, par la guerre de course, des convois de ravitaillement. C'est à ces différents points de vue que le sous-marin justifie son existence. Ajoutons encore que, par leur action « potentielle », ces bâtiments ruinent l'économie des forces ennemies en obligeant le commandement à en distraire une forte partie vers les théâtres d'opération les plus éloignés (opinion du premier ministre australien Hughes, qui reconnaît que, dans un conflit futur, il sera impossible à son dominion d'expédier, comme par le passé, des convois de combattants à la métropole, car l'hégémonie des mers échappe dès maintenant à la Grande-Bretagne du fait du sous-marin et de l'avion).

Le progrès technique a accru la puissance défensive et offensive du sous-marin

Les sous-marins sont, de ce fait, de nouveau à l'ordre du jour des préoccupations des amirautés, depuis que le III^e Reich en construit en grand nombre, depuis aussi que le fameux moteur *unique* pour leur propulsion (dont on parle depuis longtemps dans les milieux des ingénieurs de constructions navales) est devenu une réalité dans la marine allemande (1). Rappelons que les sous-marins sont propulsés en surface par des moteurs Diesel à huile lourde, en plongée par des moteurs électriques avec batteries d'accumulateurs, car les moteurs à combustion épuiserait en effet rapidement l'air confiné d'un sous-marin naviguant en plongée. Nous avons montré, par contre, les inconvénients des accumulateurs encombrants, lourds, dangereux (incendie), coûteux (plusieurs millions pour les grosses unités de submersibles). C'est pour remédier à de tels inconvénients que les ingénieurs cherchaient, depuis longtemps, un moteur *unique* capable d'assurer à la fois ces deux missions, aussi bien pour la navigation en surface que pour la navigation en plongée. Il paraîtrait que, sur la trentaine de sous-marins construits récemment par l'Allemagne, les deux tiers (de petit tonnage, 250 à 300 t) seraient équipés avec ce moteur

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 234, page 490.

dont nous avons expliqué ici le fonctionnement. De plus, libérés de leurs accumulateurs si encombrants, ces petits submersibles auraient, par le fait même, accru leur rayon d'action. Cette série serait, dit-on, bientôt complétée par douze sous-marins de plus gros tonnage (6 de 500 t et 6 de 750 t) propulsés d'après les mêmes principes énoncés pour les sous-marins de 250 t. De l'avis des spécialistes, ces flottilles de sous-marins propulsés par moteur unique (moteur à hydrogène et à oxygène) seront plus redoutables que les précédentes, pour la défensive comme pour l'offensive, par suite de leurs qualités militaires plus poussées : vitesse, rayon d'action, armement (1). Il est probable que, pour les *grands* sous-marins allemands encore en chantier, la propulsion par moteur unique comprendra des dispositifs permettant de disposer de plus grandes quantités de combustible (hydrogène) et de comburant (oxygène), grâce à des électrolyseurs (décomposition de l'eau par le courant électrique engendré par le système moteur-dynamo) qui permettent d'emmagasiner les gaz produits sous forte pression (200 atmosphères). Il existe au « Patentamt » (Berlin), plusieurs brevets donnant précisément la description d'installations analogues (2). Ce dispositif présente, en outre, l'avantage de mettre à la disposition de l'équipage des provisions d'air respirable (oxygène) sans faire appel aux réserves d'air comprimé actuellement installées à bord des sous-marins ; par suite, la durée d'immersion du bâtiment peut être beaucoup plus longue (3). En France comme en Angleterre, notamment, ces problèmes de propulsion des submersibles sont étudiés en vue d'y apporter des solutions vraiment satisfaisantes. Il ne faudrait pas croire, en effet, que la Marine allemande conservât longtemps — à ce point de vue — l'avance qu'elle a su acquérir dans la navigation sous-marine. Ajoutons, par contre, que ses facultés de construction rapide (dix mois environ pour un sous-marin) sont loin encore d'être égales par les chantiers et arsenaux des autres puissances navales.

(1) L'angle de plongée des sous-marins, qu'il importe de limiter pour ne pas bouleverser les installations d'accumulateurs, peut être par suite notablement augmenté.

(2) Mais ces électrolyseurs sous pression laissent encore beaucoup à désirer dans la pratique.

(3) Nous avons montré, dans le n° 234 de *La Science et la Vie*, que le moteur unique à hydrogène-oxygène ne produisait pas de gaz d'échappement comme les moteurs ordinaires. Le sous-marin ne laisse pas, par suite, apparaître à la surface de bulles qui décèleraient sa présence...

POUR LA DÉFENSE PASSIVE : MASQUES D'ABORD

Par Jean MARCHAND

Les Pouvoirs publics n'ont pas encore résolu, en France, la question de l'équipement des populations civiles en masques protecteurs contre la guerre aérochimique ! Tant que le Parlement n'aura pas voté une loi rendant ce masque obligatoire pour tous, le danger subsiste. L'Etat comme les collectivités ne peuvent prendre à leur charge une telle dépense : en effet, pour une ville comme Paris, par exemple, le budget atteindrait près du demi-milliard de francs de 1936 ! La fourniture d'un masque devrait donc être imposée à tout contribuable assujéti à l'impôt général sur les revenus. Il lui en coûtera seulement de 40 à 50 f, plus 10 f pour l'entretien. C'est une dépense minime pour assurer sa sécurité (1). Des modalités seraient prévues afin que les communes (avec ou sans le concours de l'Etat) pourvoient à l'équipement de tous les citoyens qui ne pourraient supporter ces frais d'équipement. Comme un masque bien entretenu peut conserver toute son efficacité pendant cinq ans, avec une dizaine de francs annuellement pour son entretien, on ne saurait tolérer tant d'indifférence de la part de nos concitoyens vis-à-vis d'un péril qui les menace et qu'il est relativement possible de conjurer. Le masque moderne possède, en effet, une efficacité aujourd'hui certaine contre les gaz de combat actuellement connus. Les types adoptés dans tous les pays sont fabriqués en appliquant le même phénomène physique : à savoir l'adsorption des corps gazeux. C'est en Allemagne qu'a été le plus poussée l'organisation pratique (qui manque encore en France) pour instruire les masses, grâce à 40 000 instructeurs, répartis dans plus de 2 000 écoles spécialisées pour faire utiliser au mieux masques et abris. Du reste, ce masque protecteur doit être envisagé comme un moyen de protéger provisoirement — c'est-à-dire pendant un temps relativement court — ceux qui doivent rapidement gagner l'abri le plus proche. Cette conception n'aura de valeur pratique qu'autant que la population disposera — comme dans le Reich — d'abris nombreux et vastes scientifiquement aménagés. En Allemagne, on préfère en effet sauvegarder sur place (abris et dispersion des habitations), alors qu'en France on cherche à évacuer les populations...

L est trop certain qu'en cas de conflit les engagements contractés au sujet de la guerre chimique depuis 1918 n'auraient pas plus de valeur que les conventions de La Haye d'octobre 1907. Ainsi que nous l'avons déjà exposé (2), seule une menace de représailles collectives pourrait faire hésiter un des adversaires à violer sa promesse.

Le masque à gaz est par excellence l'organe de la défense passive

Une organisation rationnelle de la défense s'impose d'autant plus que si, dans un conflit futur, toutes les forces vives des nations seront « mobilisées », cela signifie aussi que toutes les sources de ces forces vives se trouveront exposées à la destruction systématique de l'ennemi : usines,

voies ferrées, routes, centres de ravitaillement et même les villes d'importance plus ou moins grande au point de vue économique, administratif, etc. Paris et la région parisienne constituent évidemment un objectif particulièrement tentant pour l'aviation adverse (1). Nos lecteurs connaissent déjà la puissance de l'armement (2) et les dispositifs les plus récents adoptés pour le tir contre avions (3). Cependant il est certain que des bombardiers ennemis parviendront au-dessus de la capitale. Le récent exercice d'alerte de 1936 a prouvé, notamment, qu'il était difficile de supprimer tout point de repère dans une aussi vaste agglomération que la région parisienne.

Contre les bombes explosives pour la

(1) Il y a actuellement, de la part des fabricants de masques, des abus certains. Qu'on en juge par cet exemple : un industriel livre telle cartouche de masque agréé au prix de 27 f à l'Etat ; au particulier, 45 f, alors qu'elle ne revient qu'à 17 f (compte tenu d'un bénéfice de 15 %).

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 215, page 309.

(1) Nous laissons de côté le bombardement par pièces à longue portée, l'exemple des canons de 37 m de long tirant sur Paris, de mars à juillet 1918, ayant prouvé que les résultats obtenus étaient hors de proportion avec le prix de revient de chaque tir (plusieurs centaines de mille francs).

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 228, page 459.

(3) Voir *La Science et la Vie*, n° 233, page 389.

destruction du personnel, — à éclatement instantané ou retardé, — les bombes incendiaires et les bombes à gaz, la *défense passive* s'impose. Un plan secret d'évacuation permettrait, paraît-il, de réduire au minimum la densité de la population parisienne. Mais l'effet de surprise rendu possible par la vitesse des avions modernes, qui met Paris à moins de 2 heures du Rhin, compromettrait sa bonne exécution en pleine obscurité, d'où impossibilité de circuler en automobile dans les voies parisiennes et routes de la banlieue immédiate. En évaluant à 1 million le nombre de ceux qui resteraient, comment ceux-là seront-ils protégés ? Les abris étanches (1), où environ 20 000 personnes pourraient trouver place, sont peu nombreux et insuffisants. Quant aux caves désignées comme abris, la plupart d'entre elles seraient incapables de résister au poids des matériaux provenant de l'écroulement de l'immeuble dû au « souffle » d'une bombe de gros calibre tombant à proximité. D'après M. Kling, « seules des caves bien construites sous des immeubles solides constituent des abris efficaces auxquels on peut demander une indéniable protection, celle-ci ne devant toutefois être envisagée qu'en valeur relative et non absolue ». Donc, à défaut d'abris suffisants et scientifiquement organisés, chaque habitant doit posséder un masque qui, dans les conditions mêmes les meilleures, lui est indispensable pour gagner, avec le maximum de sécurité, l'abri le plus proche de son immeuble.

Pourquoi le masque actuel est-il efficace ?

D'après M. Kling, directeur du Laboratoire municipal de Paris, les masques actuels présentent une grande efficacité protectrice, non seulement vis-à-vis des gaz antérieurement utilisés, mais encore à l'égard de gaz

(1) Le Reich a multiplié les abris perfectionnés et vastes sur tout son territoire : la plupart d'entre eux sont équipés de postes de radio avec haut-parleurs pour les relations avec l'extérieur.

nouveaux (1) toujours à redouter (2). Ce résultat a été obtenu d'abord de par leur conception même, mais grâce aussi aux rigoureux contrôles auxquels ils sont soumis avant d'être « agréés » par le Ministère de la Guerre.

La technique du masque a, en effet, profondément évolué depuis vingt ans. Lors de l'attaque allemande du 22 avril 1915, au moyen d'une vague de chlore, nous n'avions rien pour y parer. Résultat : 5 000 morts ! Les services techniques durent alors improviser. Ce furent les *tampons* P_1 (gaze imprégnée d'huile de ricin) et P_2 (adjonction au

type P_1 d'une compresse imbibée d'acétate de nickel). Puis apparurent : le premier masque *T* (simple modification de forme lui permettant de s'adapter mieux au nez et d'accroître la surface filtrante) ; le masque *T N* (d'abord une compresse imbibée d'huile de ricin, de glycérine pour éviter la dessiccation, de soude et d'alcool, plus une compresse imbibée de carbonate de nickel, d'urotropine et de sulfanilate de soude (3) ; le masque *T N H* identique au précédent, mais muni de lunettes en verre

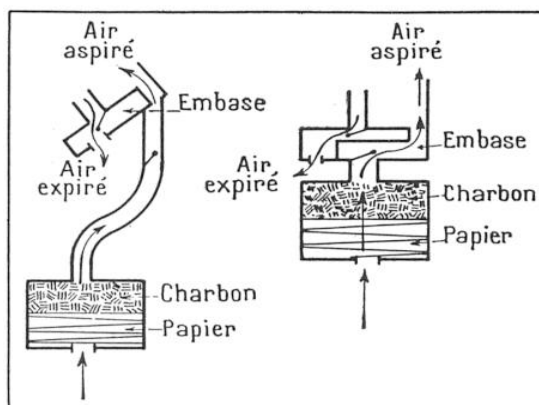


FIG. 1. — SCHÉMAS DE MASQUES A CHARBON ACTIVÉ POUR L'ADSORPTION DES GAZ
A gauche, la cartouche filtrante portée dans une sacoche est reliée au masque lui-même par un tuyau de caoutchouc ; à droite, la cartouche est vissée sur l'embase du masque. Ce dernier dispositif est moins encombrant, mais plus lourd à porter par l'utilisateur.

ordinaire susceptible par suite d'être corrodé par certains gaz ; le masque M_2 , encore pourvu de compresses, mais moins encombrant et d'une adaptation plus aisée.

Mais, peu à peu, la technique se simplifie en se généralisant. Les appareils précédents réalisaient, en quelque sorte, des masques

(1) A l'exception de l'oxyde de carbone qui, jusqu'à ce jour, ne semble permettre aucune utilisation pratique comme gaz de combat. Il existe d'ailleurs des filtres contre ce gaz, mais dont l'emploi est très restreint. Ils sont à base d'oxydes métalliques (oxyde d'argent, de cuivre, peroxyde de manganèse), qui transforment l'oxyde de carbone en gaz carbonique, lui-même neutralisé par la soude. Ce mélange d'oxydes appelé « hopcalite » (voir *La Science et la Vie* n° 229, page 79) a été étudié, tout d'abord, en Amérique, puis en France.

(2) En Allemagne, des laboratoires spécialisés sont exclusivement consacrés à la recherche de nouveaux gaz de combat.

(3) La première compresse protégeait contre le chlore et le bromure de benzyle, la deuxième contre le phosgène, le diphosgène et l'acide cyanhydrique.

chimiques parce qu'on y faisait appel à des réactions *chimiques* pour neutraliser les effets des gaz nocifs. Aussi la découverte de tout nouveau gaz exigeait-elle la mise en œuvre d'une nouvelle substance filtrante. Mais, en 1917, apparut le masque *A R S* basé sur un phénomène *physique* : l'*adsorption*, ou pouvoir que possèdent les corps poreux (comme le charbon de bois) de retenir à la surface de leurs innombrables cavités de grands volumes de gaz. Grâce à l'*activation* du charbon (1), cette surface put être considérablement accrue et l'*adsorption* portée à un degré suffisant pour assurer une protection efficace en retenant tous les gaz de combat. Pendant ce temps, les moyens offensifs se perfectionnaient encore, et, à la fin de la guerre, furent utilisés les brouil-

(1) Le charbon de bois peut adsorber 170 fois son propre volume de gaz. L'*activation* consiste à accroître cette faculté d'*adsorption* en imprégnant, avant carbonisation, la tourbe par exemple, au moyen d'un produit déshydratant. Edouard Urbain a montré que cette déshydratation s'accompagnait d'une déshydrogénation débarrassant la matière de tout hydrocarbure. Le pouvoir adsorbant du charbon « activé » se trouve considérablement accru. (Voir *La Science et la Vie*, n° 107, page 365.)



FIG. 2. — UN DES DIX-HUIT MODÈLES DE MASQUES FRANÇAIS AGRÉÉS PAR LES SERVICES DE LA GUERRE (TYPE A VISIBILITÉ INTÉGRALE)

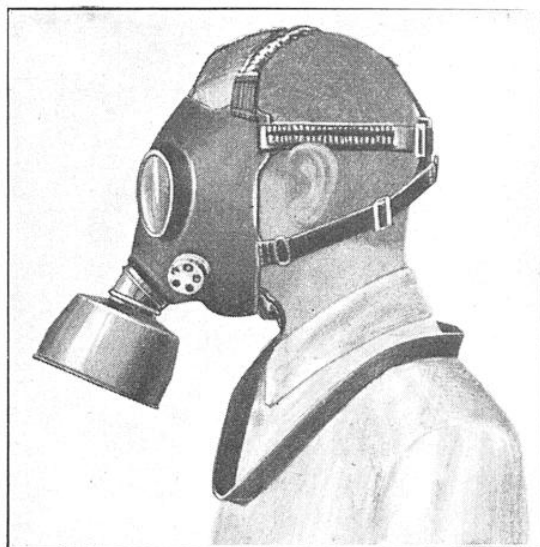


FIG. 3. — TYPE DE MASQUE ALLEMAND POUR LA POPULATION CIVILE

lards à base d'arsines, suffocants (1) ou sternutatoires (2). Certaines de ces arsines ont une activité telle qu'une concentration de 1/10 000 à 3/10 000 dans l'atmosphère ne permet pas d'y demeurer plus d'une minute. Ces fines particules (3) n'étaient pas retenues par le charbon activé du masque *A R S*. Ce n'est que longtemps après la guerre que l'on parvint à les arrêter, soit par un dispositif à cloisonnement (rondelles de papier ou de pâte spéciale), soit par filtration (feutre imprégné de substances résineuses).

Ainsi un masque à *circuit ouvert* (4), ou masque filtrant, comprend maintenant : le masque proprement dit, formé de toiles étanches avec des œillères fixe-vitres ; une embase métallique emboutie portant les soupapes d'aspiration et d'expiration, et sur laquelle se visse la cartouche filtrante composée d'un premier filtre à arsines (5), d'une couche de charbon actif pour adsorber le gaz (sauf l'oxyde de carbone).

Tel est le masque *A R S* qui, par sa conception même, assure une protection efficace contre tous les gaz de combat connus,

(1) Phényldichlorarsine, phényldifluorarsine, éthyl-dibromarsine, éthyl-dichlorarsine et léwisites.

(2) Chlorodiphénylarsine, méthylchlorarsine, diphenylaminoarsine, diphenylecyanarsine.

(3) Leur diamètre varie de 1/10 à 1 micron (millième de millimètre).

(4) Nous laissons volontairement de côté les appareils respiratoires en *circuit fermé*, lourds, encombrants et coûteux, dans lesquels le même air est constamment respiré après régénération.

(5) Feuilles de papier, feutre de laine colmatés par un procédé spécial à chaque fabricant.

s'il est, bien entendu, confectionné avec *tout le soin désirable*. Et c'est ici qu'intervient le contrôle pour l'« agrément » de ces engins livrés par l'industrie privée.

Le contrôle rigoureux des masques, condition indispensable de leur efficacité

Il suffit de lire la brochure du Ministère de la Guerre sur les conditions d'« agrément » des masques pour se convaincre de la sévérité des épreuves imposées. Signalons d'abord que, pour les masques destinés aux armées, en dehors des épreuves d'agrément sur les appareils terminés, plusieurs contrôles sont exercés : un contrôle de laboratoire chimique, physique et mécanique de toutes les matières premières, des masques proprement dits et de leurs cartouches ; un contrôle d'atelier individuel et définitif de chaque masque. Au contraire, un modèle de masque destiné à être vendu à la *population civile passive* est dit *agréé* lorsque les *spécimens* de ce type ont été reconnus bons par les services techniques du Ministère de la Guerre, c'est-à-dire comme « fonctionnant bien et assurant une protection suffisante (contre les gaz de combat connus) lorsqu'ils sont utilisés conformément au mode d'emploi indiqué par le constructeur ». Il appartient à ce dernier de *certifier* que les appareils vendus sont conformes au prototype agréé, de *préciser* les conditions d'emploi et de conservation, et de *garantir* la durée de fonctionnement dans ces conditions. Disons tout de suite que chaque propriétaire de masque a la faculté de le faire vérifier par le bureau Véritas pour une somme modique (3 francs). Cette recommandation n'est pas superflue...

Voici maintenant, succinctement énumérées, les épreuves imposées à un prototype pour être agréé :

Possibilité de port de l'appareil. — Essai d'une heure par trois opérateurs différents au point de vue de la gêne, de l'adaptation, de l'élévation de température, de la condensation d'eau exagérée, de la sudation.

Contrôle de l'étanchéité. — Essai de 15 minutes, dans une atmosphère de 1 g par m³ de bromure de benzyle (lacrymogène), par trois opérateurs qui ne doivent présenter aucun symptôme dû à ce gaz. L'étanchéité doit rester aussi absolue, que les opérateurs sautent, remuent la tête ou se couchent sur le côté.

Gêne respiratoire. — La dépression en millimètres d'eau créée par l'appareil sur le passage d'un courant d'air continu de 1 800 l/h ne doit pas dépasser : 20 mm pour le système filtrant seul ; 24 mm pour l'appareil complet ; 12 mm pour le dispositif d'expiration.

Visibilité. — Essais sur le champ visuel, sur

la netteté de la vision, sur le pouvoir antibuée (1).

Solidité. — L'appareil, après deux chutes sur un sol en ciment, d'une hauteur de 1 m 50, doit répondre aux conditions d'étanchéité et d'efficacité.

Résistance mécanique. — a) Masques à tissu mécanique. La résistance de celui-ci doit être d'au moins 20 kg pour une éprouvette d'essai de 80 mm de long sur 20 mm de large. b) Masques à plusieurs tissus superposés ; la résistance d'un des tissus doit être de 20 kg au minimum, et celle des autres tissus de 5 kg au moins.

Imperméabilité des tissus (ou matières) constituant la partie souple du masque. — Dans une épreuve au bromure de benzyle, la durée de résistance au passage de ce gaz doit être supérieure à 15 heures. Pour l'ypérite, cette durée doit dépasser 4 heures.

Essais d'efficacité du récipient filtrant. — a) La durée minimum admise pour le passage du phosgène et de la chloropicrine à 10 g/m³, dans un courant d'air continu de 900 l/h à 18° C, est de 1 heure. b) Le système filtrant soumis à une aspiration de 30 l pendant 3 minutes (débit, 600 l/h) d'une atmosphère chargée de particules de bleu de méthylène (0 g 2 par m³) ne doit laisser passer aucune de ces particules. c) La gêne respiratoire, après passage dans le système filtrant pendant 1 heure d'un courant d'air de 1 800 l chargé de particules fumigènes, ne doit pas dépasser 40 mm d'eau.

Epreuves de conservation à l'humidité. — Après dix jours dans de l'air saturé de vapeur d'eau, pour une température comprise entre 10 et 20°C, les appareils doivent satisfaire à tous les essais précédents.

Pendant combien de temps un masque demeure-t-il efficace ?

Soumis aux divers contrôles précédemment énumérés, un masque agréé assure une protection indéniable. Pendant combien de temps peut-on le conserver ? M. Kling a bien voulu nous fixer à ce sujet. A l'abri d'une trop grande humidité, d'une température élevée ou d'un froid excessif (dans une armoire d'un appartement, par exemple), un bon masque conserve sa *valeur* pendant cinq ans (2). Dix-huit modèles de masques, quatre types de cartouches sont actuellement agréés en France. Basés tous sur le même principe de l'adsorption par le charbon actif, ils ne diffèrent que par certaines dispositions particulières relatives à la visibilité, à l'en-

(1) On sait que les Allemands, notamment, ont préparé ces derniers temps de nouvelles formules de gaz qui ont la propriété de corroder les verres minéraux (verres ordinaires de lunettes) qu'ils attaquent comme l'acide fluorhydrique attaque la silice. Aussi, pour remédier à ce grave inconvénient, ont-ils mis au point, pour leurs masques, des verres organiques (résines synthétiques) qui ne sont pas attaqués par ces gaz ; la visibilité demeure parfaite.

(2) Nous avons vu qu'on pouvait alors le faire vérifier à peu de frais. Une sage précaution consiste à faire effectuer cette vérification chaque année.

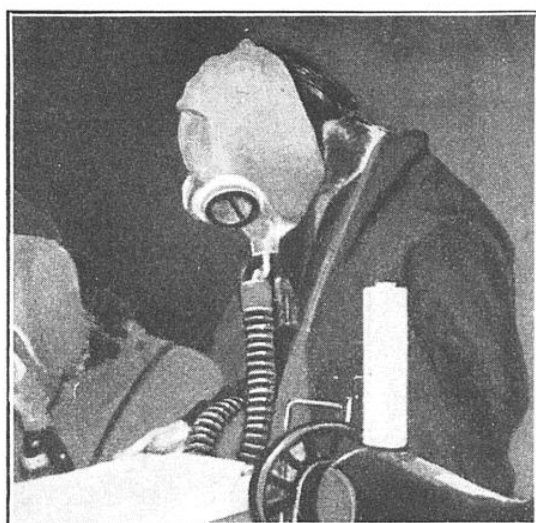


FIG. 4 ET 5. — EXERCICES DU PORT DU MASQUE EN U. R. S. S. ET EN ITALIE

A gauche, au cours d'une alerte, les ouvrières d'un atelier de couture ont mis le masque dont on remarque la forme en cagoule; à droite, défilé de jeunes Italiens munis du masque à gaz.

combrement, et par le filtre utilisé contre les brouillards d'arsines. Ils offrent tous la même polyvalence (protection contre tous les gaz).

A quand le masque bon marché et obligatoire ?

Parmi tous les appareils, ceux destinés aux troupes ne seront jamais trop parfaits. Les combattants de la guerre de 1914, dont les masques ne valaient pas, à beaucoup près, ceux que nous possédons aujourd'hui, durent parfois, dans des lieux très infectés, conserver le masque pendant 12 heures de suite et furent déjà efficacement protégés. Or, on peut envisager que la population civile soumise à un bombardement par projectiles à gaz ne se trouverait jamais dans des cas de concentration et de durée aussi sévères que celles du champ de bataille. Une légère concession faite à la durée d'efficacité de la

cartouche (mais non à l'efficacité elle-même) peut donc être admise pour les appareils destinés à la population civile (1). De ce fait, le prix de revient des masques serait notablement abaissé. Vendus aujourd'hui 120 f et plus, — ce qui est trop cher — ils pourraient ne coûter que 30 f ou même moins (2). On pourrait dénoncer ici la spéculation de certains industriels qui

ont abusé de l'ignorance du public pour vendre des appareils à des prix prohibitifs et cela sans aucune justification résultant de la qualité.

Dans ces condi-

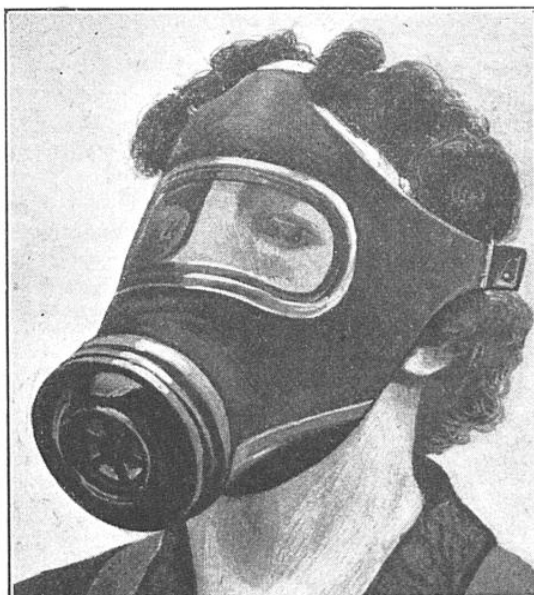


FIG. 6. — MASQUE A GAZ DESTINÉ A LA POPULATION CIVILE PASSIVE ANGLAISE

(1) Remarquons d'ailleurs que la cartouche ne s'épuise que proportionnellement à la quantité de produits agressifs qui l'ont traversée. Il n'y a donc aucun inconvénient, au point de vue de son usure, à garder le masque dans une atmosphère non chargée de ces produits, notamment pour des exercices d'entraînement en temps de paix.

(2) A la condition toutefois que les commandes en soient faites en grande série, par l'Etat par exemple. Le prix élevé provient surtout des faibles demandes des particuliers.



FIG. 7. — VOICI, EN ACTION, LE VÉHICULE QUI A ÉTÉ SPÉCIALEMENT ÉTUDIÉ, EN ANGLETERRE, POUR ASSURER LA DÉSINFECTION DES RUES ET DES FAÇADES DE MAISONS AU MOYEN DE NAPPES D'EAU ET DE JETS PUISSANTS (VOIR PAGE 129 DE CE NUMÉRO.)

tions, si, négligeant leur intérêt propre, les habitants n'achetaient pas de masques, ne pourrait-on tout au moins en envisager l'acquisition obligatoire à tous les assujettis à l'impôt général sur le revenu, puisque l'État (pas plus que les départements ou communes) ne peut fournir lui-même les masques nécessaires (1).

Et que fait-on à l'étranger ?

La défense passive est conçue dans toutes les nations sur des principes analogues aux nôtres : création de « noyaux » spécialement

instruits, capables de diriger les opérations de protection et de secours. La Pologne et l'U. R. S. S. furent parmi les premières à se préoccuper du danger aérien et cela dès 1926. En U. R. S. S., c'est l'*Osoaviakhim* (13 millions d'adhérents) à qui incombe la défense. Des détachements sont depuis longtemps organisés pour combattre le péril aérochimique ; déjà 2 millions de masques ont été distribués.

L'Allemagne est, à l'heure actuelle, le pays où le détail dans l'organisation de la Défense passive a été le plus étudié, notam-

(1) Pour Paris seulement, la dépense serait de l'ordre de 300 millions à renouveler tous les cinq ans. Seuls, les indigents se verraient attribuer gratuitement un appareil de protection. En France, nous vivons actuellement sous le régime du décret-loi du 30 octobre 1935 qui prévoit, en dehors de l'agrément des prototypes (licence de fabrication), un contrôle en cours de fabrication (licence de vente des lots vérifiés), un service de contrôle des appareils mis en vente. Il fixe aussi les conditions d'organisation de la surveillance relative à l'entretien des appareils, à partir du moment où ils seront devenus la propriété des intéressés, et stipule que les dépenses auxquelles donnera lieu son application seront à la charge des industriels autorisés à fabriquer des appareils. Mais ce décret ne dit rien au sujet de l'achat, de l'emploi

des masques, ni de l'éducation du public à leur sujet, et c'est une lacune dangereuse. Il n'est donc pas étonnant de constater que bien peu d'habitants de Paris, par exemple, possèdent actuellement un masque. Cependant, en dehors des alertes partielles ou générales, des exercices sont effectués dans un certain nombre d'abris relativement au port du masque. Divers groupements, tels que l'Union Nationale pour la Défense Aérienne (U. N. D. A.), 12 000 adhérents, les Croix-Rouge françaises, les Assistantes du Devoir National se préoccupent soit de la protection en général, soit de la formation des instructeurs et infirmières capables d'organiser les secours. De même, dans les casernes, on procède périodiquement à des manœuvres contre les toxiques. Enfin, point important, des stocks de masques étudiés pour

ment depuis la loi du 29 mai 1935 sur le recrutement de l'armée et celle du 26 juin 1935, qui oblige tous les citoyens du Reich et même les étrangers résidants, requis au besoin par la police, à contribuer à la défense antiaérienne placée sous la direction du Ministère de l'Air qui supporte les frais d'organisation. La loi prescrit, en outre, qu'aucune indemnité n'est allouée pour ce service ; que la vente d'appareils et même la propagande (conférences, films) ne peuvent être effectuées qu'avec l'autorisation du Ministère de l'Air. Tout contrevenant aux ordonnances est passible d'arrestation et d'amende allant jusqu'à 150 R M (près de 1 300 francs) ; que quiconque empêchera l'exécution des dispositions prévues pourra être puni de réclusion.

La Ligue de Défense aérienne du Reich (*Reichsluftschutzbund*), créée en 1934, compte plus de 10 millions d'adhérents ; sur 10 Allemands, 6 au moins font donc partie de cette ligue. Elle a fondé plus de 2 200 écoles de défense passive où 40 000 instructeurs enseignent ce que tout Allemand doit savoir pour sa défense. Plus de 2 500 000 « gardiens de maisons » sont officiellement chargés d'assurer les mesures concernant les habitants de leurs immeubles respectifs. On estime qu'à Berlin (30 habitants par maison en moyenne), trois personnes doivent être instruites par immeuble, soit 10 % ; cette proportion passe à 15 % pour les villes de 150 000 habitants, à 20 % dans les villes de 10 000 habitants. Une école centrale, dirigée par le chef d'état-major du Ministère de l'Air, est située à Birkenwerden, près de Berlin, et quelques écoles privées sont déjà organisées par des fabricants de masques : une à Oranienbourg (près Berlin), l'autre à Lubeck.

Ajoutons que, dans le Reich, on s'évertue à créer un état d'esprit basé sur l'idée de résistance sur place ; en France, au contraire, aucune propagande ne vise à la diffusion des exercices d'entraînement — le masque est, en quelque sorte, considéré comme un protecteur provisoire — alors que l'abri demeure le refuge le plus sûr. Une telle erreur d'interprétation peut conduire à de graves conséquences, du moins tant que des abris scientifiquement organisés ne

la défense passive de la population civile vont être constitués pour être mis à sa disposition en cas de conflit. Ajoutons aussi que certaines usines possèdent déjà des masques pour leurs ouvriers et que l'équipement de la population *active*, c'est-à-dire contribuant à la vie de la cité, est de plus en plus assuré.

seront pas construits en nombre suffisant (1).

L'Angleterre ne néglige plus maintenant les problèmes soulevés par la défense passive. L'*Air Raid Precaution Department* (du ministère de l'Intérieur), a été créé en 1934. La Croix-Rouge britannique vient de rédiger un manuel complet sur l'arme chimique et sur les moyens de défense individuel et collectif. En 1935, toutes les agglomérations urbaines et rurales ont reçu une circulaire sur les précautions indispensables à prendre pour la défense passive. Aucun immeuble ou édifice public ne peut être maintenant construit, en Angleterre, sans qu'un abri scientifiquement établi ne soit prévu lors de l'exécution des travaux. En ce qui concerne les masques, l'Angleterre procède actuellement à la fabrication en grande série d'un modèle qui serait vendu par l'Etat à un prix minime : de l'ordre de 5 francs (2).

En Italie, la défense passive est prévue dans la loi du 20 décembre 1932 et par l'ordonnance du Ministre de la Guerre du 21 mars 1933.

A côté de l'initiative des Pouvoirs publics, il existe un *Comité central interministériel de protection antiaérienne*, un *Service technique militaire*, la *Croix-Rouge italienne*, l'*Union nationale de protection antiaérienne*.

En ce qui concerne l'usage des masques, le gouvernement italien a prescrit que chaque ouvrier d'usine doit en être pourvu : 3 millions de liras ont été dépensés à cet effet. C'est l'autorité militaire qui non seulement autorise la vente des masques, mais fixe le prix qui oscille entre 50 à 80 liras (56 à 90 francs).

Il serait fastidieux de poursuivre cet examen en ce qui concerne les autres nations. Ce sont les mêmes principes qui conditionnent — dans l'état actuel de la science appliquée — les mesures les plus efficaces en vue de parer au péril aérochimique, l'un des plus nouveaux et des plus angoissants pour l'humanité, si demain le fléau de la guerre devait l'assaillir encore une fois.

JEAN MARCHAND.

(1) L'Allemagne ne méconnaît pas d'ailleurs la valeur des abris : il en existe 10 000, et l'on en établit toujours de nouveaux. Les villes rhénanes en sont largement pourvues et leur signalisation est chose faite. L'aménagement des abris est encouragé par des mesures fiscales : on peut retrancher les sommes dépensées des revenus imposés. Enfin 50 % de ces sommes sont remboursés.

(2) L'Etat anglais perd évidemment sur cette opération. C'est pour donner une certaine valeur au masque et inciter son propriétaire à l'entretenir qu'un prix de vente a été fixé.

NOUVELLES APPLICATIONS DE LA GLACE CARBONIQUE

La glace carbonique, appelée aussi « glace sèche », est, on le sait, le résultat de la solidification de l'anhydride carbonique. Nous avons déjà exposé (1) les procédés industriels utilisés pour sa fabrication. Agglomérée à la presse, cette glace, qui, à la pression atmosphérique, passe directement de l'état solide à l'état gazeux sans se liquéfier, — d'où son nom de glace sèche, — présente une apparence voisine de celle du marbre. Appelée « dry-ice » en Amérique, « drycold » en Angleterre, « carbogel » en France, elle a pris un rapide développement. Ainsi les usines de Toulouse de l'Office National Industriel de l'Azote, qui produisent une grande quantité d'azote en vue de la synthèse de l'ammoniaque, disposent maintenant d'anhydride carbonique pur correspondant à une production annuelle de 50 000 t de glace sèche (2). Ce sont surtout ses remarquables propriétés comme agent de réfrigération qui lui ont valu de nombreuses applications. Sa basse température (— 79°4 C) facilite en effet les échanges thermiques, sans pour cela nécessiter des surfaces considérables de refroidissement (elles sont inversement proportionnelles aux écarts de température). En outre, la glace carbonique n'offre pas les risques de corrosion présentés par certains mélanges réfrigérants (glace d'eau et sel marin). Il faut encore signaler les avantages suivants : son faible encombrement et son faible poids (à volume égal, elle représente 3 fois plus de frigories que la glace d'eau) ; la bonne utilisation du froid qui est transmis par le gaz carbonique résultant de la sublimation du solide et non par contact, de sorte que 2 kg de glace sèche peuvent souvent remplacer 5 kg de glace ordinaire ; l'absence de production d'humidité et de liquide ; l'action antiseptique du gaz carbonique notamment pour les viandes et les poissons (la durée de conservation de ce dernier est doublée) ; enfin, la simplicité et la résistance à l'usure des appareils d'utilisation spécialement conçus et réalisés.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 204, page 480.

(2) A cet égard, il faut signaler que le carbogel fabriqué à Toulouse constitue un produit chimiquement pur, exempt de composés sulfurés.

A côté des anciennes applications de la glace sèche, en voici de nouvelles

La glace carbonique est utilisée (1), surtout aux Etats-Unis (plusieurs milliers de tonnes par an), pour le transport de la crème glacée (2) et du poisson sur des trajets dont la durée peut atteindre 5 jours (en France, les transports en wagons frigorifiques dépassent rarement 24 h et atteignent exceptionnellement 36 h). L'emploi de la glace sèche faciliterait donc nos exportations en denrées périssables, notamment vers l'Angleterre et l'Europe Centrale.

Voici les essais et les résultats obtenus en France à ce jour : dans des wagons isothermes de 40 m³, utilisés pour le transport du beurre de Thouars à Nice en passant par Bordeaux et Toulouse, chargés de 200 kg de glace carbonique, la température se maintient pendant 36 h entre 3 et 6° C. Le beurre reste en parfait état jusqu'à l'arrivée. Pour le poisson, 100 kg de glace sèche permettent de conserver parfaitement, pendant 48 h, la sardine fraîche. Celle-ci pourrait donc parvenir dans toute la France et même dans des pays étrangers de l'Est où elle était, jusqu'ici, à peu près inconnue (3).

Qu'est-ce que le « Quick Freezing » ?

L'Amérique vient de nous doter d'un nouveau procédé de conservation des denrées qui ouvre encore à l'industrie alimentaire de nouveaux horizons. En voici le mécanisme par comparaison avec les phénomènes métallurgiques. Prenons un morceau d'acier et chauffons-le à 800° C. Il se trouve dans un certain état d'équilibre *A*. Laissons-le refroidir lentement : sa texture se modifie en raison du changement d'état d'équilibre jusqu'au moment où, la température étant suffisamment abaissée, le système entre dans une zone où son état ne se modifie

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 204, page 480.

(2) Quatre mille usines fabriquent annuellement, aux Etats-Unis, 11 550 millions de litres de crème glacée.

(3) Il faut remarquer à ce sujet que l'on peut éviter la congélation « à cœur » du poisson, de façon à lui conserver son aspect et son état dit *frais* par opposition à l'état dit *congelé*, qui rencontre toujours une certaine résistance de la part de la clientèle.

Donc bon 1500

plus. Désignons cet état par *B*. Nous avons obtenu l'acier *recuit*. Si, au contraire, nous refroidissons brusquement l'acier porté à 800° C (état *A*) jusqu'à la température ordinaire, il ne se transforme plus en l'état *B*, mais reste dans un état de faux équilibre. Nous avons obtenu l'acier *trempe*.

Le « Quick Freezing » est, en quelque sorte, la trempe appliquée aux denrées alimentaires. Il permet de les congeler sans modifier leur nature, grâce à un refroidissement brusque, à des températures de l'ordre de -40° C, dans des tunnels réfrigérants où les denrées circulent d'une façon continue. Après cette congélation rapide, les denrées sont conservées à des températures de l'ordre de -18° C, jusqu'au moment de leur consommation. Dans ces conditions, lorsque, ultérieurement, on les ramène à la température ordinaire, elles se trouvent dans un état de fraîcheur et de conservation remarquable. Viandes, volailles, poissons, certains légumes et fruits peuvent ainsi être traités avec succès.

Les Américains utilisent pour le « Quick Freezing » des machines frigorifiques dont le rendement est faible. La glace carbonique produite économiquement dans de puissantes usines doit donc trouver là un important débouché, sa température, très basse, permettant la congélation rapide.

Qu'est-ce que les « frigoconsignes » ?

Une heureuse initiative vient d'être prise par les chemins de fer : c'est l'installation de « frigoconsignes », qui reçoivent les denrées amenées par les agriculteurs et les conservent — avec toute leur fraîcheur — jusqu'au moment de leur transport (1). Là encore, la glace carbonique trouve son emploi.

Il va de soi que certaines glaciers domestiques économiques, ne comportant aucun organe mécanique en mouvement et ne présentant aucun risque, utilisent aussi la glace carbonique.

Voici encore de nouvelles applications possibles de la glace carbonique

La glace sèche trouve même des applications dans la concentration des vins et des jus de fruits par le froid (augmentation du degré en alcool des vins); le traitement par le froid d'acier spéciaux; le durcissement des rivets en alliages d'aluminium; le conditionnement de l'air; la dessiccation des solvants

(1) Un transport frigorifique ne saurait être en effet d'une utilité quelconque si les produits n'étaient pas conservés frais jusqu'à leur départ.

(éther, etc.) par congélation de l'eau qu'ils contiennent; le déparaffinage des huiles pour leur emploi à très basses températures; l'arrêt des fuites d'eau par congélation; le refroidissement de récipient à vide pour la fabrication de lampes à incandescence ou de radio, etc.

Si la glace carbonique passe directement à l'état gazeux à la pression ordinaire, on peut aussi, en la maintenant en vase clos à une pression supérieure à 5,45 kg/cm², pression du triple point (1), la transformer en anhydride carbonique liquide dont la tension de vapeur à 20° est de l'ordre de 60 kg/cm² et qui est conservé dans des bouteilles d'acier de résistance suffisante. Ces bouteilles sont lourdes (leur poids est le double environ de celui du liquide qu'elles contiennent). Donc, si la préparation du liquide carbonique, sans passer par la glace, exige moins de frigories que son obtention par liquéfaction de la glace, le coût du transport de ce liquide, depuis l'usine jusqu'au point d'utilisation, se trouve considérablement accru du fait de la présence d'un récipient aussi pesant. Il est donc plus économique de transporter la glace dans des « containers (2) » isothermes spéciaux, et de la liquéfier le plus près possible du lieu de son emploi.

Rappelons ici : la fabrication des boissons gazeuses; le tirage sous pression de la bière; certaines préparations (acide salicylique, naphthol, etc.); et, plus récemment, l'extinction des incendies basée sur le gaz carbonique (3). A ces usages pourraient venir s'ajouter encore : la conservation du lait en poudre; l'emballage en atmosphère inerte du café, des noix, du cacao, etc.; la fabrication des vins mousseux; la peinture au pistolet; la destruction des insectes et des micro-organismes.

La France ne peut encore rivaliser, dans ce domaine, avec l'étranger, notamment avec les Etats-Unis, pour la production et la consommation de glace carbonique. Elle dispose, cependant, de sources abondantes de gaz carbonique (sous-produit) qui lui permettraient de développer cette industrie toute spéciale et qui, récemment, a trouvé tant de débouchés.

(1) Le point triple est défini par la température et la pression auxquelles un corps peut exister simultanément à l'état solide, liquide ou gazeux.

(2) Caissons renforcés de dimensions standards, facilement manipulables et pouvant prendre place sur les trucks de chemins de fer.

(3) Un appareil a été mis au point qui peut servir pour le gonflage des pneumatiques, la manœuvre d'un cric pneumatique et l'extinction du feu à bord des voitures automobiles.

LE MOTEUR DANS L'AVIATION COMMERCIALE EN 1937

GRANDE légèreté, haut rendement, faible encombrement, telles sont les caractéristiques du moteur d'avion moderne que les constructeurs ont constamment améliorées au cours de ces dernières années. Les chiffres (1) sont, à cet égard, plus éloquentes que tout autre commentaire. De plus, ce moteur moderne est maintenant monté par *liaisons élastiques*, afin d'amortir les vibrations, de sorte que le bâti-moteur ne les transmet plus aussi dangereusement à la cellule. Ces vibrations sont, comme chacun sait, fort compromettantes pour son endurance. Aussi atteint-on maintenant, sur les lignes commerciales, environ 6 000 heures de fonctionnement des appareils avec seulement des révisions périodiques toutes les 600 heures. Déjà, les Américains sont parvenus à ne réviser leurs moteurs qu'après 900 heures ! Bientôt, ce sera, dit-on, toutes les 1 200 heures ! Aux Etats-Unis, on s'efforce en effet, pour le meilleur rendement d'exploitation des communications aériennes, de réduire la durée d'immobilisation des groupes motopropulseurs tout en prolongeant le plus possible leur existence. De cette façon, non seulement on tend à diminuer les frais d'entretien (usure moins rapide avec les nouveaux matériaux utilisés, à la fois plus résistants et plus légers), mais aussi à abaisser les frais d'amortissement. Dans ce but, l'ensemble : moteur - compresseur, bâti-support, capotages, démarreur, circulation du carburant,

(1) M. Valdannel a très judicieusement fait remarquer que l'apparition récente des moteurs en V *inversés* refroidis par l'air, de faible surface frontale (à peine 50 dm²), ont transformé la situation, grâce, notamment, au règlement de la Coupe Deutsch relatif à la cylindrée *limitée*. Aussi disposons-nous maintenant de moteurs donnant 450 ch à environ 4 000 m d'altitude, d'un poids inférieur à 380 kg pour une cylindrée comprise entre 14 et 19 litres, ce qui réalise une sérieuse économie de poids et de puissance qui, par rapport aux anciens moteurs, se traduit par près de la moitié !

Rappelons qu'il y a moins de dix ans, un moteur de 9 cylindres en étoile *refroidi par l'air*, de 25 litres de cylindrée, tournant à 1 700 t/mn fournissait à peine 400 ch. Au point de vue encombrement et poids, son diamètre était de l'ordre de 1 m 35 et il pesait alors 330 kg ! Dans de telles conditions, il fallait compter de 870-825 g par cheval. En 1937, on réalise couramment des moteurs en double étoile de 14 cylindres d'un diamètre inférieur à 1 m, développant près de 680 ch à 4 000 m d'altitude d'utilisation (soit environ 1 100-1 200 ch au sol), ne pesant que 400 kg, soit de 600 à 680 g par cheval. Grâce à la surface ainsi réduite et à la diminution notable de la résistance à l'avancement, on arrive actuellement à une économie de poids de l'ordre de 50 % par rapport à ce « que l'on faisait » il y a environ dix ans ! M. Valdannel ajoute que ces brillants résultats n'ont pas été obtenus par des révolutions de

du lubrifiant, collecteurs d'échappement forment un « tout homogène », c'est-à-dire un véritable bloc complet que l'on pourra d'ici peu substituer à un autre bloc identique, et par suite interchangeable. De cette façon, on voit aisément que tout bloc amovible pourra être « attelé » à tout appareil de série, qui sera ainsi susceptible de reprendre son service sans être immobilisé longtemps dans les ateliers de réparations. C'est, du reste, de cette façon que procèdent déjà certaines compagnies de transports terrestres (T. C. R. P., notamment) pour remplacer sur-le-champ les moteurs d'autobus qui auraient présenté des défaillances en cours de service. Une telle conception appliquée à l'aviation présenterait non seulement l'avantage de simplifier les réparations, mais surtout permettrait de changer en moins d'une heure tout moteur défectueux au moment même du départ et de le remplacer par un semblable en parfait état de marche puisque minutieusement réglé au préalable. On se souvient que l'hydravion *Croix-du-Sud* était parti lors de son dernier et fatal voyage avec un moteur qui laissait beaucoup à désirer... De nombreux accidents s'expliquent par ce fait que l'on est encore loin, dans la jeune navigation commerciale, d'appliquer les mêmes principes d'exploitation qui ont fait leur preuve dans les autres modes de locomotion de beaucoup plus anciens. Ajoutons cependant que les moteurs actuels constituent aujourd'hui des « com-

conception, mais simplement par des améliorations du classique moteur à 4 temps, à soupapes, qui, maintenant, tourne plus vite (de 2 800 environ à 3 800 t/mn, plus rarement) avec un rapport de compression plus élevé (6 à 6,5-7). Il est toujours alimenté à l'essence, mais avec un carburant également amélioré au point de vue *antidétonant* (indice d'octane de l'essence ordinaire, de 60 à 65 ; carburant dit « aviation », 85 et bientôt 100, comme aux Etats-Unis, en attendant, dit-on, encore mieux en 1937). Le *compresseur* est aujourd'hui d'un emploi généralisé (centrifuge à commande mécanique et même débrayable), afin de mieux « utiliser » l'altitude de plus en plus élevée, d'où emploi de compresseurs à *deux vitesses* ou de compresseurs à deux étages de *compression*, etc. Enfin, on peut se demander si le carburateur cédera la place à une pompe à *injection étanche*, comme dans le Diesel (à huile lourde) ; voilà un problème qui — paraît-il — serait assez prochainement résolu (voir *La Science et la Vie*, n° 224, p. 129). Mentionnons que la *distribution sans soupapes* est peut-être aussi une réalisation de demain, si on en juge par la récente mise en service de moteurs de ce genre dans une formation de l'aviation militaire britannique. Ce sont des moteurs en étoile, à refroidissement par l'air, de puissance variant de 452 à 1 500 ch (suivant les types) et pesant, paraît-il, de 850 à 690 g par cheval. Nous ne manquons pas de faire connaître ultérieurement les résultats pratiques obtenus par ces nouveaux appareils.

plexes » mécaniques si délicats, où les organes sont si laborieusement accessibles, par suite de la tendance à réduire de plus en plus l'encombrement en vue de diminuer les maîtres-couples pour obtenir une plus faible résistance à l'avancement (d'où la solution, par exemple, du moteur à double étoile de 14 cylindres), qu'il faut un patient et minutieux travail de spécialistes auxquels incombe la responsabilité de la plus minime réparation des avions commerciaux. Ceux-ci, tyrannisés par les horaires, ont évidemment tendance à se contenter de travaux de révision parfois hâtifs et de mises au point souvent imparfaites. Ce sont là des causes indéniables d'accidents ou d'incidents qui provoquent de plus ou moins sérieux mécomptes aux pilotes de ligne (1). Aux

(1) Certains pilotes effectuant régulièrement la traversée des mers estiment que la plupart des catastrophes pourront être évitées le jour où, pour un quadrimoteur, par exemple, l'appareil pourra atterrir ou amérir en lieu sûr en n'utilisant seulement que deux moteurs sur quatre, les deux autres étant

Etats-Unis, l'on prend, à ce point de vue, de scrupuleuses précautions pour contrôler le moteur, comme pour vérifier la structure d'un avion qui n'est jamais « rendu » à l'usager sans être, pour ainsi dire, à l'état de *neuf*. C'est précisément en s'inspirant de cette doctrine, — la meilleure génératrice de sécurité — que les constructeurs, à la demande des compagnies de navigation aérienne, cherchent à diminuer et même à supprimer les délais de remise en état de vol en créant — de toutes pièces — le *bloc moto-propulseur amovible et interchangeable*. Ce ne sera pas là l'un des moindres perfectionnements du matériel d'aviation auquel nous assisterons en l'année 1937, si les Américains nous apportent — là encore les premiers — cet indiscutable progrès technique.

stoppés. Il est évident que la catastrophe du *Latécoère* qui a entraîné la mort de Mermoz et de son équipage ne se serait pas produite s'il avait disposé d'une telle « marge » de sécurité. Du reste, c'est la deuxième fois qu'un hydravion Latécoère de même type disparaît de la sorte en moins d'un an!

Un officier anglais a récemment affirmé, avec des arguments à l'appui, que si la Grande-Bretagne avait cru jadis réaliser une opération avantageuse en cédant (en mer du Nord) à l'Allemagne l'île d'Heligoland (en 1890) en échange de Zanzibar (Est-Africain), elle devait maintenant reconnaître que l'abandon de cette île constitue pour elle une sérieuse menace. En effet, les Allemands n'ont pas manqué de fortifier cet îlot rocheux, d'où danger pour les Anglais, surtout depuis le développement de l'aviation. Heligoland entourée de ses îlots également fortifiés de Sylt, Amrun, Borkum, Norderney, Wangeroog forme ainsi une ligne de fortifications avancée (par rapport au littoral allemand proprement dit) d'une réelle valeur tactique sur la mer du Nord, alors que la côte anglaise en est, au contraire, totalement dépourvue. C'est en effet, pour le Reich, une excellente base de départ pour bombarder, par voie aérienne, les centres industriels situés dans la partie orientale de la Grande-Bretagne. Les « bombardiers » ennemis seraient déjà à quelques dizaines de kilomètres seulement du littoral anglais que les patrouilles britanniques seraient à peine alertées ! Un raid provenant de l'Angleterre serait, au contraire, signalé bien avant que les appareils britanniques survolassent le territoire allemand, grâce à cette zone avancée des îles Heligoland qui jouerait, en quelque sorte, le rôle d'avant-postes et d'où pourraient s'envoler les avions de la défense pour contre-attaquer les forces de l'assaillant. De plus, la marine germanique, *éclairée par l'aviation*, peut maintenant interdire la passe d'Heligoland à tout navire adverse cherchant à pénétrer dans la baie, qui devient ainsi un lac allemand excellent pour effectuer les formations de combat destinées à aller attaquer la flotte ennemie en débouchant *librement* dans la mer du Nord. Ainsi la marine du III^e Reich ne serait plus vouée à l'inaction comme celle du gouvernement impérial de 1914-1918, puisqu'elle pourrait prendre *plus aisément* la mer et se déplacer rapidement *de nuit* pour effectuer, *par surprise*, un raid contre la flotte adverse, et par suite les côtes ennemies.

A TRAVERS NOTRE COURRIER...

Chaque mois, des milliers de lettres arrivent à « La Science et la Vie » de tous les points du monde. Nous nous efforçons toujours d'y répondre avec précisions. Mais ce courrier abondant et varié aborde parfois des questions d'ordre scientifique, qui peuvent être portées à la connaissance de tous. Aussi, sous cette rubrique, nous nous proposons de sélectionner les plus intéressantes d'entre elles pour la majorité de nos lecteurs.

A propos du dernier Salon de l'automobile de New York

LES tendances dans la construction automobile américaine sont comparables à celles qui se sont manifestées au dernier Salon de l'Automobile de Paris. Les perfectionnements mécaniques se multiplient et se précisent pour obtenir des machines de plus en plus parfaites (vitesse, sécurité, confort, économie, rendement). Au point de vue moteur, les compressions s'accroissent. Avec un rapport volumétrique de 7, la *Terraplane*, par exemple, tire 100 ch de sa cylindrée (3,5 l) à 4 000 tours. *Oldsmobile* fait aussi bien avec 3,700 litres, puisqu'elle atteint 95 ch. Dans l'établissement des soupapes, on réalise maintenant couramment la commande hydraulique et silencieuse, et, au moyen d'un dispositif récemment mis au point, cette commande des soupapes est *indéréglable* (Chrysler). Les soupapes constituent des organes essentiels et délicats, et on ne saurait y apporter trop d'améliorations. Aussi, pour la matière, on emploie maintenant les aciers silicium-chrome, et, pour le rendement, on s'efforce, par des formes appropriées, de réaliser le meilleur remplissage de la cylindrée. Pour le vilebrequin, autre organe de précision de la plus haute importance, les Américains ont porté toutes leurs recherches sur l'élimination des vibrations [« Damper »] (1). De plus, ce vilebrequin (en fonte ou acier) subit un durcissement superficiel qui augmente ses qualités (usure, etc.). Dans le chapitre des transmissions, on a aussi cherché à « faire » de plus en plus léger sans compromettre la solidité ; les changements de vitesse surmultipliés paraissent s'inspirer des dispositifs imaginés par Cotal, Fleischel, notamment. Pour le freinage, la commande hydraulique gagne du terrain ; il en est de même des roues indépendantes (sauf chez Ford). Comme partout ailleurs, le châssis devient de plus en plus rigide ; enfin, pour les carrosseries, elles sont entièrement en

(1) Le « Damper » est un volant supplémentaire spécial annexé à un vilebrequin pour absorber, par frottement, les frémissements qui ont tendance à naître par suite des flexions longitudinales de l'arbre sous les effets d'accélération et de ralentissement des changements de vitesse.

acier (toit compris) et profilées suivant les conclusions les plus récentes et les plus étudiées de l'aérodynamisme, sans tomber dans l'exagération comme certains modèles présentés aux Salons antérieurs.

La hausse des matières premières

IL est indéniable que la hausse du prix des métaux (et des matières premières en général) correspond à une reprise de l'activité industrielle dans de nombreux pays d'Europe et d'Amérique. C'est ainsi que, depuis le 1^{er} octobre dernier, le plomb a augmenté de 30 %, le zinc de 20 %, l'étain de 15 %, le cuivre de 12 %. Quant au caoutchouc, il n'a pas gagné moins de 13 %, et, pour la laine, la hausse dépasse déjà 10 %. On pourrait citer d'autres matières premières dont le prix de vente s'est considérablement accru : par exemple, le cacao qui, aux Etats-Unis, vient de subir 40 % de hausse. Pour que le rétablissement économique qui se manifeste dans la plupart des grandes nations du globe demeure un facteur de prospérité durable, il faut que la hausse des prix corresponde à un accroissement de la consommation des industries « pacifiques », et non à l'augmentation des fabrications de guerre. Autrement dit, il importe qu'aux interventions spéculatives résultant des événements politiques se substitue une économie normale répondant aux besoins réels de l'agriculture, du commerce, des industries de locomotion, des fabrications textiles, radioélectriques, pour satisfaire le consommateur.

Les 35 000 tonnes anglais

IL est exact que l'Amirauté de Londres va mettre en chantier deux cuirassés de 35 000 t (*George V* et *Prince of Wales*), pour répondre aux bâtiments de ligne italiens *Littorio* et *Veneto*, aux français *Richelieu* et *Jean-Bart* et aux 35 000 t allemands. Depuis le *Nelson* et le *Rodney* (33 000 t *Washington*, mais déplaçant 40 000 t en ordre de marche) ce sont les premiers cuirassés construits par l'Angleterre. Leur étude technique se poursuit d'ailleurs depuis trois ans, notamment au point de vue de la protection. Ainsi, en adoptant des canons

de 357 mm lançant des obus de 700 kg (au lieu de 406 mm sur le *Nelson*), on a pu réaliser un gain de poids et l'utiliser au profit du cuirassement. En outre, les 10 pièces de 357 mm, capables de tirer chacune un coup et demi par minute, donneront aux nouveaux bâtiments une grande puissance de feu. On sait que l'Allemagne remporta des succès sur mer avec des calibres inférieurs à ceux de l'adversaire grâce à la vitesse et à la précision du tir, d'une part, à une protection supérieure, d'autre part (1). L'Angleterre compte accélérer au maximum la construction des nouveaux cuirassés et en commander deux autres dans le courant de 1937.

Potentiel militaire et potentiel industriel

LE Reich possède déjà, de par son influence politique et ethnique, 67 millions de nationaux sur son sol, 7 millions d'Autrichiens, 3 millions de Germains en Tchécoslovaquie, soit au total 77 millions d'Allemands. L'Italie, de son côté, comprend aujourd'hui près de 43 millions d'habitants. Sur les 67 millions de ressortissants du Reich, il y a, d'après la S. D. N., 15 millions d'ouvriers contre 6 millions d'ouvriers italiens. Le machinisme est plus développé en Allemagne qu'en Italie, d'où rendement de beaucoup supérieur pour le producteur allemand. Si la consommation d'un pays en houille constitue un élément d'appréciation assez précis pour évaluer son potentiel industriel, il faut rapprocher ces deux nombres : 150 millions de tonnes de combustible solide (houilles, lignites) consommés annuellement en Allemagne contre 16 millions en Italie. C'est un truisme de rappeler ici que la puissance militaire d'une nation dépend précisément de son potentiel industriel.

Technique et Défense Nationale

LE ministre de la Guerre a, en effet, déclaré le 4 novembre dernier, devant la Commission de l'Armée de la Chambre, qu'il envisageait la création, au cours de l'année 1937, d'un Institut spécialisé dans les recherches scientifiques appliquées à la Défense nationale. Dans le même ordre d'idées, il a également manifesté son intention d'organiser un corps de « maîtrise » pour former les spécialistes qu'exige aujourd'hui une armée moderne, où la technique tient une place prépondérante : armes automatiques à grand rendement, chars d'assaut, motorisation des engins de transport, mécanisation des unités de combat, sans oublier, bien entendu, l'aviation qui relève du ministère de l'Air. Le ministre semble ainsi s'être inspiré du fonctionnement des formations

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 229, page 66.

et écoles déjà existantes dans la marine nationale, où la spécialisation s'est imposée depuis l'origine même des flottes de combat.

La préparation de la guerre aérienne en Allemagne

C'EST le lieutenant-colonel René Fonck qui, de retour d'Allemagne, a affirmé récemment que l'aviation militaire du Reich possédait des forces aériennes de bombardement d'une valeur incontestable, surtout à cause de leur propulsion par moteur à huile lourde Jumo (Junkers) : sécurité, tonnage utile accru, rayon d'action augmenté. Courant 1937, les usines d'outre-Rhin en fabriqueront 12 par jour ; en 1936, elles en « sortaient » déjà 3 quotidiennement. De plus, les fameux hangars *souterrains*, efficacement aménagés, se multiplient sur divers points de territoire, alors que certaines de nos compétences en avaient nié d'abord l'existence, puis l'utilité. D'autre part, le gouvernement du Reich a prescrit aux propriétaires agricoles d'ensemencer de vastes champs de blé en aménageant le sol — au préalable — pour l'atterrissage éventuel des avions. A l'heure H..., la faucheuse découvrira ainsi de très bons terrains pour recevoir les forces aériennes. Les Allemands pensent à tout.

Allemagne et Italie

IL est exact que certains organes de la presse allemande ont annoncé que le gouvernement de Rome avait consenti au Reich — à la suite du récent accord germano-italien — d'importantes concessions en territoire éthiopien, notamment pour la culture du coton. D'autre part, comme le sous-sol de l'Abyssinie est assez riche en minerais, l'Allemagne aurait aussi obtenu le droit d'exploiter à son profit certains gisements cuprifères dans la région récemment conquise. On sait, du reste, qu'en matière d'exploitation des mines, comme pour les traitements métallurgiques, les industriels allemands sont passés maîtres depuis longtemps. Or, comme l'Italie dispose de peu de spécialistes pour ces branches de la technique, il était logique qu'elle s'adressât aux puissances étrangères les mieux qualifiées pour tirer parti des richesses du sous-sol de son nouvel empire colonial.

Les gaz de combat en U.R.S.S.

IL existe en effet en Russie un centre spécialement constitué pour fabriquer en série les gaz de combat. Des laboratoires de recherches et d'expériences y ont été installés en vue d'étudier les nouveaux procédés de guerre aérochimique. Dans un service voisin, il existe également des laboratoires consacrés exclusivement à la re-

cherche des éléments nécessaires à la guerre bactérienne. Les savants qualifiés des Universités comme les techniciens de l'armée participent à cette minutieuse et patiente mise au point qui est certainement l'une des plus originales du genre. Ce centre d'études pour l'examen des procédés de combat est situé à Gouriev, près de l'embouchure du fleuve Oural sur la mer Caspienne.

Comment on contrôle la fabrication des automobiles aux Etats-Unis

IL existe de nombreux bancs dynamométriques dans l'industrie automobile des Etats-Unis. L'un des plus récents et des mieux outillés est situé près de New York, à Beacon. Les essais portent sur la consommation d'essence, la vitesse maximum en palier, la pente maximum pour chaque vitesse de véhicule, la consommation d'essence en côte à chaque allure, le réglage rationnel du carburateur dans des conditions déterminées au point de vue fonctionnement (analyse des gaz de la combustion, dosage de l'air et de carburant), l'alimentation en carburant envisagée au point de vue du *vapor lock* (1); le pouvoir antidétonant convenant le mieux à un véhicule donné, l'accélération au point de vue de sa puissance en fonction de l'avance à l'allumage, du nombre d'octane (2) du carburant et aussi du point d'allumage dans des conditions de marche bien précisées (tube au néon), la viscosité de l'huile de graissage aux différentes allures, la température des lubrifiants dans les différents organes (bâti, pont, etc.), la puissance absorbée par les frottements qui se développent dans le moteur et le châssis à diverses allures, le contrôle des indicateurs de vitesses (en fonction de l'arbre à cardan ou des roues arrière).

Aérodynamisme et économie

OUI, l'aérodynamisme constitue un progrès et présente des avantages au point de vue de la consommation quand le moteur atteint des vitesses élevées (120 km/h pour fixer l'ordre de grandeur). Notre éminent collaborateur M. Baudry de Saunier a rappelé, à propos du dernier Salon, l'expérience qui eut lieu le 3 mars 1936, sur la piste de Montlhéry, entre deux voitures de 8 cylindres de puissance identique. L'une était du « modèle catalogue » et pesait en ordre de marche 1 510 kg. L'autre, du type

(1) Le phénomène de « vapor lock » n'est autre chose que l'accumulation de vapeurs d'essence en un point quelconque du circuit d'alimentation ou dans la cuve du carburateur. Cette sorte d'embolie, surtout à redouter par temps chaud et dans la circulation urbaine (ralenti), peut faire caler le moteur et rendre le départ difficile.

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

« Dubonnet », à moteur arrière et à lignes profilées pour réaliser la meilleure pénétration, pesait 1 390 kg. On commença les essais comparatifs à 100 km/h : les consommations s'établirent ainsi : 18,2 litres pour la première, 12,5 litres pour la deuxième. Ensuite, 500 km furent parcourus par les deux voitures sur le circuit à l'allure de 95 km/h, et la seconde voiture réalisa une économie de consommation de 21 % par rapport à celle de la première. Enfin, les deux voitures subirent l'épreuve du temps sur un tour de piste. La première voiture de carrosserie du catalogue mit 1 mn 11 s 1/5^e à la parcourir ; la seconde, 0 mn 52 s 3/5^e, soit 128 km/h dans le premier cas et 174 km/h dans le deuxième : l'aérodynamisme avait fait ses preuves aussi bien au point de vue de l'économie que de la vitesse atteinte pour une même puissance motrice.

Le confort en avion sur les lignes anglaises

L'AVIATEUR anglais qui vous a signalé le nouvel hydravion destiné à relier la Grande-Bretagne à l'Australie en 7 jours et 7 nuits avait raison de vous vanter le *Centaurus*, qui, en effet, achève ses essais (décollage en 21 secondes, amérissage sur 260 m). Il faut particulièrement remarquer l'insonorisation (1) des cabines pour passagers, qui est si bien réalisée qu'à l'intérieur on ne perçoit pas le bruit des vagues qui frappent la coque de l'hydravion. Voilà un confort auquel nous ne sommes pas encore habitués sur les appareils de transport français de la Compagnie Air-France.

L'Italie cherche à se libérer des importations d'essence

LES automobiles de transports en commun que l'on voit, en effet, circuler sur les routes et dans certaines villes italiennes sont maintenant, en grande partie, propulsées par des moteurs alimentés aux gaz comprimés et plus particulièrement au méthane. C'est ainsi qu'à Florence, notamment, le parc de matériel roulant de la municipalité est entièrement constitué par des véhicules ainsi équipés. De plus en plus, l'Italie, comme l'Allemagne, s'efforce, par des initiatives audacieuses, mais réfléchies, de se libérer des importations étrangères. La péninsule ne renferme, en effet, que des quantités infimes de combustibles et de carburants. Dans le même but, l'énergie hydroélectrique est progressivement substituée à l'énergie thermique pour la traction ferroviaire (économie annuelle de 1 million de tonnes de houille), et partout où l'électricité peut remplacer avantageusement la force motrice produite par les matières premières d'origine étrangère.

1) Voir *La Science et la Vie*, n° 229, page 17.

L'ALUMINIUM ET SES ALLIAGES SONT DE PLUS EN PLUS UTILISÉS DANS LES ARTS MÉNAGERS

DANS le vaste domaine des Arts Ménagers, qui, par certains côtés, touche celui de l'industrie chimique et, par d'autres, celui de la grande métallurgie, l'aluminium — métal bien français — a conquis une place prépondérante.

Les raisons de cette faveur sont multiples et leur valeur provient précisément des propriétés de l'aluminium, qu'il s'agisse de qualités indispensables à tout le matériel utilisé dans l'industrie de l'alimentation ou de celles que réclame le bâtiment (propriétés chimiques et physiques).

Les propriétés de l'aluminium justifient la diffusion de son emploi

Si, dans un grand nombre de cas, l'emploi de l'aluminium dans les industries chimiques et parachimiques est justifié non seulement par la résistance de ce métal à la corrosion, mais aussi pour ses propriétés physiques et mécaniques, c'est surtout sa tenue vis-à-vis des produits les plus divers qui joue en général le rôle principal. Certes, nous pensons bien qu'il ne faut pas faire rentrer les industries alimentaires dans le cadre de la chimie. Il n'en est pas moins vrai que certaines font appel à des produits susceptibles d'attaquer le matériel employé, réduisant ainsi sa durée. De plus, certaines préparations risqueraient d'être dénaturées, colorées, et même rendues toxiques par les sels formés avec le métal utilisé. L'aluminium répond, dans une très large mesure, aux conditions requises pour le matériel ménager ; il résiste parfaitement à de nombreux agents chimiques ; ses sels sont incolores et non toxiques.

Au point de vue physique, l'aluminium se recommande notamment par sa bonne conductibilité thermique et sa facilité de travail. On doit remarquer à ce sujet que, si les propriétés électriques de l'aluminium sont mises en œuvre depuis longtemps déjà sur une importante échelle, ses propriétés thermiques n'ont donné lieu jusqu'ici qu'à des applications moins

étendues. En dehors de l'Art Ménager, l'emploi des pistons d'aluminium dans les moteurs, par exemple, a été longtemps considéré comme faisant appel uniquement à la légèreté du métal qui permet de diminuer l'inertie des pièces en mouvement alternatif et, par conséquent, autorise des régimes plus élevées, et par suite une diminution de l'encombrement pour une puissance déterminée. On reconnaît aujourd'hui que la conductibilité thermique de ce métal présente également une grande importance, puisqu'elle assure une rapide diffusion de la

chaleur et, par conséquent, évite la formation de points chauds pouvant donner lieu à des phénomènes nuisibles au bon rendement. Cette conductibilité joue naturellement un rôle important dans toute industrie utilisant un matériel servant à contenir des produits destinés à être soumis à l'action de la chaleur (ustensiles de ménage, récipients d'industries alimentaires). Voici à ce sujet quelques chiffres : la conductibilité thermique de



FIG. 1. — QUELQUES-UNS DES USTENSILES MÉNAGERS
D'USAGE COURANT, EN ALUMINIUM

l'aluminium pur est trois ou quatre fois supérieure à celle du fer ; si elle n'est que la moitié de celle du cuivre pur (dont la toxicité des sels est d'ailleurs bien connue), elle dépasse celle du laiton, et les alliages d'aluminium ont, d'une façon générale, une conductibilité égale ou supérieure à celle des alliages de cuivre.

Si nous nous plaçons au point de vue du prix, nous constatons qu'à qualité thermique égale, l'aluminium est le métal le moins cher. En effet, l'aluminium pur permet — toujours à conductibilité égale — un allègement de 30 % par rapport au cuivre et de 90 % par rapport à la fonte et à l'acier, ce qui compense largement les écarts normaux entre les prix par unité de poids de ces métaux. D'ailleurs, malgré la pureté de plus en plus grande du métal obtenu, son prix a diminué d'une façon continue. En outre, les travaux expérimentaux effectués par les producteurs d'aluminium en liaison avec les utilisateurs ont conduit à des améliorations

techniques de fabrication, et à la création d'une gamme étendue de nouveaux alliages. On a reconnu ainsi que plus le titre en aluminium est élevé, plus grande est sa résistance chimique.

L'aluminium et les appareils ménagers

Pour la fabrication des articles de ménage courants, on utilise donc un métal ayant une pureté d'au moins 99,2 %. La casserole d'aluminium aujourd'hui épaisse, donc beaucoup plus solide que celle de jadis qui se bosselait avec une déconcertante facilité, utilise toutes les qualités de l'aluminium. D'une part, la conductibilité thermique répartit la chaleur sur tout le fond du récipient et, d'autre part, ce métal ne peut donner lieu à aucun accident. L'épaisseur de la casserole a d'ailleurs un autre avantage : celui d'éviter le bombement du fond provenant des différences de dilatation ou des surfaces portées à des températures différentes, lorsqu'on l'utilise sur des fourneaux électriques. (Cet épaisseur doit être comprise entre 4 et 8 mm).

Notons encore la tenue de l'aluminium vis-à-vis des produits alimentaires (lait, bière, etc.), des produits de nettoyage et de désinfection. Il résiste bien à l'eau gazeuse, à l'action des jus de fruits. Aussi l'utilise-t-on dans la laiterie et pour le capsulage des bouteilles d'eaux minérales, de boissons gazeuses, de liqueurs, de bière, de lait, etc. Rappelons que la ductilité de l'aluminium assure un sertissage parfait sur le goulot de la bouteille, gage d'une hygiène absolue, que cette capsule se déchire aisément à la main et que, par conséquent, nous sommes garantis contre toute réutilisation.

L'entretien du matériel d'aluminium, d'ailleurs très facile, est toujours à recommander. Il est toujours plus aisé de remettre en état un objet légèrement terni qu'un autre fortement altéré. Il faut tout d'abord prohiber formellement l'emploi d'outils ou de brosses métalliques susceptibles de blesser le métal. De même, on n'emploiera pas de produits dont l'action serait par trop violente (soude ou potasse caustique, acide chlorhydrique). Voici les solutions que l'on peut utiliser : 1°) carbonate de soude, 1 à 4 %, silicate de soude, 0,5 à 1 %, que l'on fait dissoudre dans de l'eau froide ou tiède (40° à 50° C) ; 2°) phosphate trisodique 2 %, carbonate de soude 2 %, silicate de soude, 0,5 % dans l'eau froide ou tiède ; 3°) savon noir en solution jusqu'à 10 % avec addition de petite quantité de silicate de soude ; 4°) eau de Javel en solution à 5 % ; 5°) formol en solution à 10 % (cette dernière solution agit comme désinfectant). Ajoutons que certains industriels ont mis au point des produits d'entretien ne présentant aucune action nocive sur l'aluminium et que l'on trouve couramment dans le commerce.

Pour toutes ces raisons, les ustensiles de cui-

sine en aluminium connaissent à juste titre une vogue de plus en plus grande. Nous citerons encore les théières, cafetières en métal poli ou chromé, services à café avec plateaux, corbeilles à pain, cuillères, fourchettes, etc. Une mention spéciale doit être faite des couteaux à manche d'aluminium coulé autour de la soie de la lame d'acier inoxydable, de sorte que l'ensemble forme un tout inaltérable qui peut impunément séjourner dans l'eau bouillante.

L'aluminium dans l'industrie de l'alimentation

Si nous regardons maintenant l'industrie, nous voyons encore de nombreuses applications de l'aluminium. Voici, par exemple, le papier d'aluminium pour l'emballage des denrées périssables, notamment du beurre. Nous avons déjà mentionné cet intéressant emploi, ainsi que le capsulage des bouteilles (1).

Dans la laiterie, les nombreux emplois de

l'aluminium sont connus depuis longtemps, tant pour les appareils mobiles — seaux à traire, bidons, accessoires de manutention, etc. — que pour le matériel fixe — cuves de stockage, réservoirs de garde sous pression, appareils de pasteurisation, etc. Pour la fromagerie, sa place est tout indiquée pour la confection des bassines à cailler, des

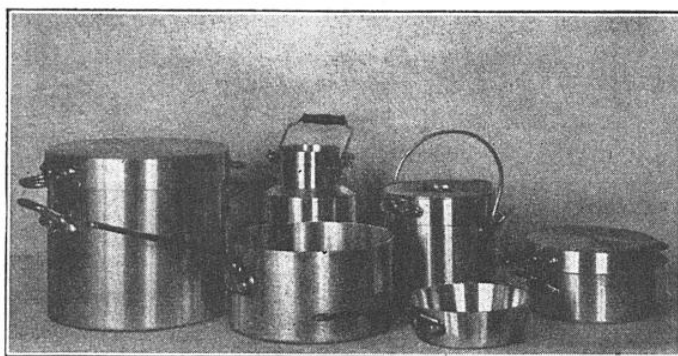


FIG. 2. — MATÉRIEL EN ALUMINIUM POUR RESTAURANTS ET COLLECTIVITÉS

tables d'égouttage, des moules et de tout le petit appareillage pour la manipulation du caillé. L'aluminium résiste, en effet, fort bien à l'acide lactique et ne communique aucun goût au lait ou à la crème.

La boucherie et la charcuterie font également appel à l'innocuité absolue de l'aluminium et de ses sels. Sa légèreté le fait adopter pour les plateaux et bassins servant au transport de la viande. L'aluminium n'étant pas attaqué par les déchets plus ou moins décomposés, certaines villes de Suisse l'emploient pour recueillir et transporter ces déchets.

Reppelons enfin que l'aluminium peut être efficacement protégé par le renforcement de la couche d'oxyde qui se forme naturellement à sa surface. Ces procédés, comme le procédé « Alumi-lite » par exemple, peuvent être utilisés non seulement pour le matériel des industries alimentaires, mais encore pour les boutons de portes, les cadres de fenêtres, certains mobiliers particulièrement exposés comme ceux destinés aux hydravions, paquebots, etc. Cette couche protectrice peut être teintée dans sa masse, ce qui permet d'obtenir les effets les plus agréables et facilite l'entretien des ustensiles de ménage.

Le domaine de l'Art Ménager est vaste, avons-nous dit. Dans toutes ses branches, l'aluminium y trouve des applications les plus variées à la fois au bénéfice de l'économie, de l'hygiène et de la présentation.

1) Voir *La Science et la Vie*, n° 234.

LE NOUVEAU TRAIN-AUTORAIL ITALIEN MARQUE UNE ÉTAPE DANS L'EXPLOITATION FERROVIAIRE

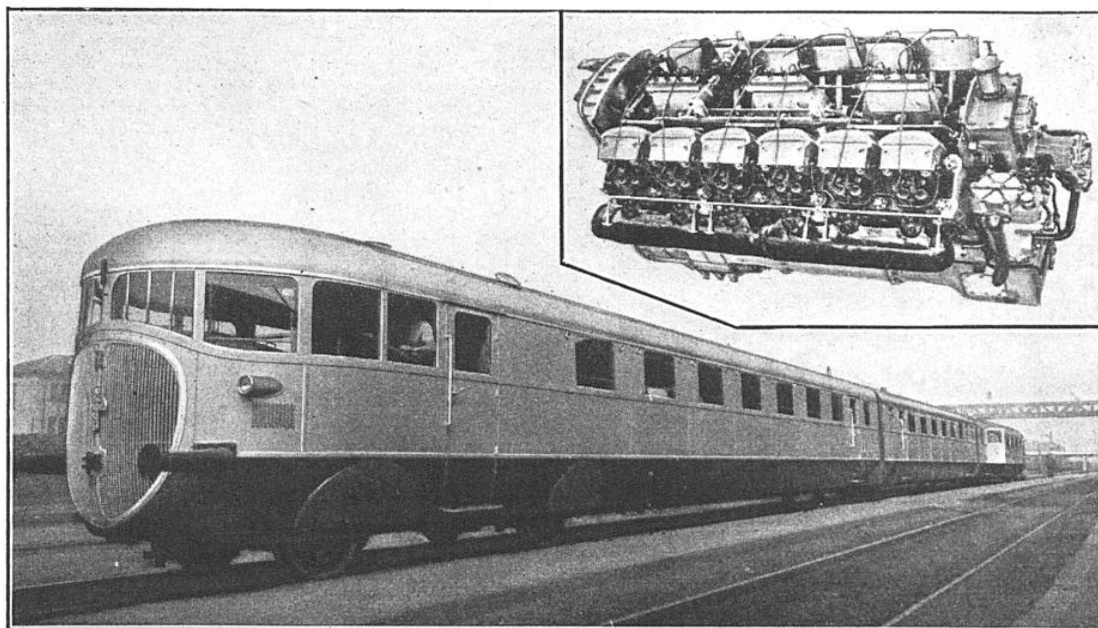
LES chemins de fer de l'Etat italien viennent de faire construire deux types de trains aérodynamiques à grande vitesse : le train électrique *Breda* et le « train-autorail » *Fiat*, actionné par des moteurs à huile lourde. L'expérience scientifiquement acquise dans la construction des *Littorina* (1) a permis, en effet, aux ingénieurs spécialisés de résoudre le problème de la transmission aux roues de la puissance nécessaire pour atteindre et maintenir des vitesses très élevées de plus de 160 km/h. C'est à la transmission mécanique directe qu'il a été fait appel pour atteindre ce résultat, à cause de son excellent rendement et de l'économie réalisée.

Le train autorail *Fiat*, composé de trois voitures portées par quatre bogies, réalise ainsi un convoi articulé en deux points. Il est actionné par deux moteurs (un dans la voiture de tête et un dans celle de queue) à 12 cylindres en V de 450 ch effectifs, dont la conduite peut être assurée de chaque extrémité du train. La transmission mécanique est effectuée au moyen d'une boîte à quatre vitesses, une roue libre, un inverseur et un réducteur. Les roues des quatre bogies sont toutes munies de freins à mâchoires à expansion actionnées pneumatiquement. Sur les trois voitures, la première est réservée aux différents services : poste de pilotage, groupe électrogène et compresseur d'air, poste, bagages, cuisine, toilette et office du personnel. La voiture centrale comporte : 36 places confortables (avec tablettes rabattables pour le service du restau-

rant), un compartiment restaurant, un cabinet de toilette et deux cabines de conditionnement d'air. Enfin, la troisième voiture comprend 42 places et un poste de pilotage. La recherche aérodynamique des meilleures formes de pénétration dans l'air pour la réalisation des grandes vitesses ne servirait à rien si les tourbillons qui peuvent se former le long du train n'étaient soigneusement évités. Aussi, non seulement toute saillie a été rigoureusement proscrite à la surface des caisses des voitures, mais encore les glaces mobiles, dont l'ouverture créait de violents remous, ont été remplacées par des glaces fixes. Dans ces conditions, il était évidemment indispensable d'étudier minutieusement le problème de l'aération du train. Celui-ci comporte donc une installation de conditionnement de l'air automatique identique à celle adoptée sur les trains aérodynamiques américains (1). L'air, aspiré de l'extérieur par des ventilateurs actionnés au moyen d'un groupe électrogène, est purifié dans des filtres et porté au degré hygrométrique désirable. Réchauffé en hiver par des serpentins à circulation de vapeur, il est, au contraire, refroidi en été. Enfin, même aux plus grandes vitesses (l'autorail *Fiat* dépasse 162 km/h), le silence — qualité essentielle de la mécanique de classe — est assuré à la fois par un revêtement intérieur insonore et par la structure entièrement métallique du train, ce qui constitue en outre un facteur indispensable à la sécurité dans les transports modernes, quels qu'ils soient.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 208, page 339.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 218, page 89.



LE TRAIN-AUTORAIL « FIAT » A GRANDE VITESSE (162 KM/H) DES CHEMINS DE FER ITALIENS
En haut, un des deux moteurs de 450 ch effectifs à huile lourde qui équipent le train-autorail.

COMMENT L'OSCILLOGRAPHES CATHODIQUE ÉTUDIE LE FONCTIONNEMENT DES MOTEURS

L'OSCILLOGRAPHES cathodique constitue aujourd'hui l'instrument préféré pour l'étude de tous les phénomènes rapides. Il y a quelques années, il paraissait réservé aux seuls laboratoires scientifiques. C'est l'industrie maintenant qui met à profit la simplicité de son fonctionnement et la précision de ses indications. Le faisceau d'électrons qui dessine sur l'écran fluorescent les graphiques de toutes sortes, qu'il suffit de photographier si l'on ne peut se contenter de les observer ou de les relever à la main, apparaît singulièrement plus maniable et aussi plus fidèle que les fragiles et imparfaits dispositifs mécaniques dont l'inertie introduit dans les mesures des erreurs inadmissibles. Pour relever le diagramme des pressions dans un cylindre de moteur, suivre les variations de la pression d'huile dans les canalisations, vérifier le fonctionnement correct des soupapes d'admission et des injecteurs de combustibles, mesurer les vibrations de l'arbre et sa vitesse critique, c'est toujours l'oscillographe cathodique qui constitue l'instrument à la fois le plus précis et le plus commode.

Comme le montre le schéma (fig. 1), le montage d'un tel appareil, pour l'étude d'un moteur, est très simple. Il suffit de disposer aux points voulus — sur le cylindre, la soupape, la canalisation d'huile, la pompe d'alimentation, etc. — un certain nombre de « prises » électromagnétiques, qui fournissent une force électromotrice variable avec la pression étudiée ou le déplacement de l'organe considéré. Après amplification, cette force électromotrice est appliquée à l'oscillographe et provoque la déviation du faisceau cathodique. Ainsi se trouve dessiné, en une ligne continue, verte et brillante, dont les tracés successifs sur l'écran fluorescent se recouvrent, le diagramme du phénomène étudié en fonction de l'angle de rotation de l'axe du moteur.

Les figures 2, 3 et 4 donnent des exemples en réduction de courbes relevées par ce procédé sur un moteur à combustion. Le premier graphique à gauche donne la pression dans le cylindre et

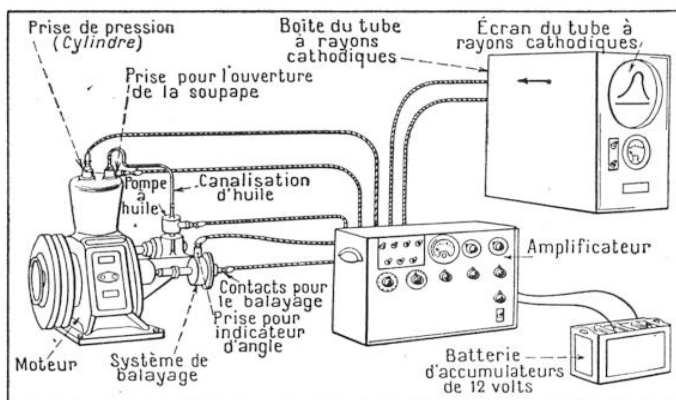


FIG. 1. — SCHÉMA DE L'APPAREIL «SUNBURY» (L. M. T.) POUR L'ESSAI DES MOTEURS A COMBUSTION ET A EXPLOSION

aussi la variation de pression. C'est cette dernière courbe (ici renversée pour rendre la lecture du diagramme plus facile), donnée directement par la « prise » électromagnétique, qui présente souvent le plus d'intérêt pratique; elle permet, en effet, de repérer facilement les points d'inflexion de la courbe des pressions ainsi que son maximum.

La figure 3, au centre, représente un diagramme de pression relevé dans une canalisation fermée par la soupape de l'injecteur.

Enfin, la figure 4, à droite, est un diagramme montrant l'ouverture d'une soupape d'admission (courbe A). La courbe B, « dérivée » de la courbe A, ne concorde pas avec celle-ci, car les deux graphiques n'ont pas été relevés simultanément, mais successivement.

Ces courbes, relevées ici sur un moteur tournant à la vitesse de 600 t/mn et à faible charge, permettent de connaître très exactement le mouvement de la soupape en fonction des positions du vilebrequin. Leur examen systématique indique qu'il peut exister certains régimes de charge et de vitesse qui donnent lieu à un fonctionnement défectueux et irrégulier de la soupape, et comment il peut y être porté remède.

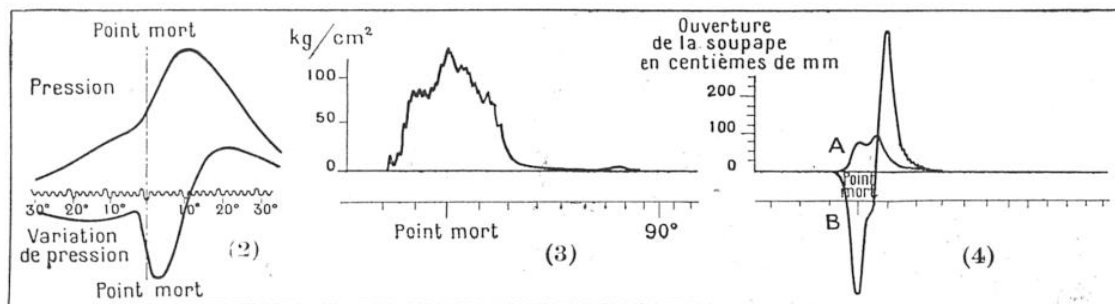


FIG. 2, 3 ET 4. — COURBES CARACTÉRISTIQUES DU FONCTIONNEMENT D'UN MOTEUR A COMBUSTION RELEVÉES A L'OSCILLOGRAPHES CATHODIQUE (APPAREIL «SUNBURY»)

A gauche, diagramme de la pression dans le cylindre; au centre, diagramme de la pression d'huile dans la canalisation de l'injecteur; à droite, diagramme de l'ouverture de la soupape de l'injecteur.

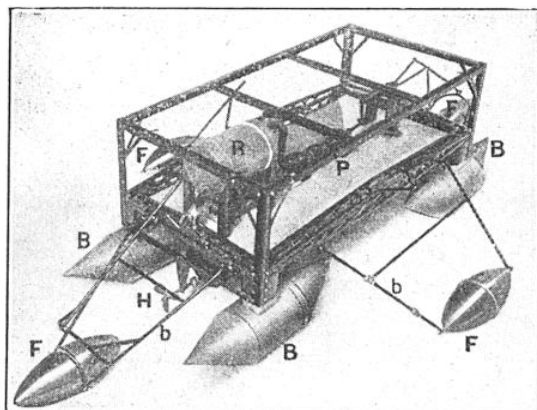
LES A COTÉ DE LA SCIENCE

INVENTIONS, DÉCOUVERTES ET CURIOSITÉS

Par V. RUBOR

Un nouveau type d'île flottante

La figure, ci-dessous représente la photographie de la maquette d'un nouveau type d'île flottante (1), imaginée par un de nos lecteurs. Elle pourrait, en effet, se déplacer par ses propres moyens, grâce à la récupération de l'énergie des vagues sur lesquelles elle repose. L'*Autoscaphe* se compose d'un châssis auquel sont fixées quatre bouées *B* assurant sa flottaison. Sur ce châssis reposent deux ponts : le pont supérieur destiné à servir de plate-forme d'atterrissage pour les avions ; le pont inférieur comprenant la machinerie. Plusieurs bouées mobiles *F* sont reliées au



MAQUETTE DE L'ÎLE FLOTTANTE

F, bouées mobiles ; *b*, bielles articulées ; *B*, flotteurs ; *P*, pompe ; *R*, réservoir d'air comprimé ; *H*, hélice.

châssis par de longues bielles articulées *b*. Les oscillations des bouées mobiles ne concordant pas avec celles de l'île flottante, les mouvements des flotteurs *F* actionnent des pompes à eau *P* qui aspirent et refoulent le liquide dans des réservoirs *R* clos où l'air est comprimé sous forte pression. Cet air comprimé peut être utilisé soit pour actionner l'hélice *H*, soit pour entraîner une dynamo servant à la recharge de batteries d'accumulateurs. Ceux-ci fournissent l'énergie électrique nécessaire à l'éclairage de l'île flottante.

Il faut signaler, en effet, que le pont supérieur, translucide, doit être éclairé par-dessous afin de le rendre visible de loin pendant la nuit. Quant à l'hélice, elle permet soit de déplacer l'île, soit de la maintenir en un point fixe malgré la dérive due aux courants marins.

Le matériel de réparation, les réserves d'huile et d'essence sont dans le pont inférieur.

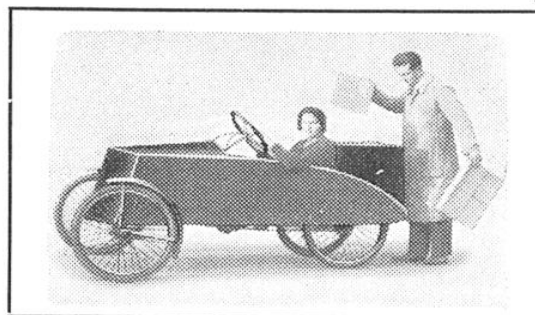
Enfin, à proximité des côtes, l'*Autoscaphe* peut être utilisé comme phare.

M. MAURICE LECŒUR, 2, rue d'Enghien, Paris (10°).

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

Le vélocar « familial » et « camionnette »

Nos lecteurs connaissent depuis longtemps, déjà les *Vélocars*, ces petites voiturettes à pédales, montées sur quatre roues, qui permettent à deux passagers pédalant côte-à-côte des déplacements rapides sans fatigue. Nous avons décrit, à l'époque de leur



LE VÉLOCAR ET SON GRAND COFFRE ARRIÈRE

création, les modèles « Cyclotourisme », dont le poids ne dépasse pas 38 kg. Voici maintenant les types « Familial » et « Camionnette ». Le premier, avec son grand coffre arrière, permet d'emmener très facilement deux petits enfants. C'est la solution la plus économique au problème du transport d'une petite famille. Le modèle « Camionnette », avec son grand caisson autorisant le transport de charges jusqu'à une centaine de kg, se recommande au petit commerçant qui livre à domicile. Il est également très utile aux campeurs, qui peuvent loger dans le coffre un important matériel.

LE VÉLORIZONTAL, 66, rue Roque-de-Fillol, Puteaux (Seine).

Concours pour l'amélioration des revêtements de l'aluminium

UN concours est organisé pour l'amélioration des procédés permettant d'obtenir économiquement, par réaction chimique, un revêtement protecteur de l'aluminium. Ce revêtement devra : assurer une bonne protection contre l'attaque des agents naturels et des réactifs chimiques, et posséder une teinte aussi claire que possible, modifiant au minimum l'aspect du métal.

Le concours, doté de 25.000 francs de prix, est ouvert jusqu'au 1^{er} juin 1937.

L'ALUMINIUM FRANÇAIS, 23 bis, rue de Balzac, Paris (8°).

N. D. L. R. — L'Outillervé décrit dans notre précédent numéro est vendu par SIAME, 74, rue Saint-Maur, Paris.

CHEZ LES ÉDITEURS ⁽¹⁾

Carburants de synthèse et de remplacement, par Ch. Berthelot. Prix franco : France, 55 fr ; étranger, 58 fr 60.

Un homme d'état, au cours de la dernière guerre, a affirmé qu'une goutte d'essence vaut une goutte de sang. C'est une des raisons qui ont incité les chercheurs à trouver pour leur patrie, quand elle en est démunie, les carburants dont elle a besoin soit par synthèse, soit par remplacement. Notre distingué collaborateur M. Berthelot, qui s'est spécialisé dans l'étude des combustibles et des carburants, vient de présenter — à une heure opportune — l'ensemble de ce problème capital, relevant à la fois de la technique et de l'économie. *La Science et la Vie* a déjà consacré une vingtaine d'études aux différents procédés envisagés à ce sujet pour satisfaire aux exigences de la locomotion mécanique utilisant le moteur à combustion interne (diesel) ou à explosion (carburation). Dans ce domaine, la synthèse chimique règne en maîtresse. C'est d'elle que dépend l'avenir de certaines économies nationales, en temps de paix comme en temps de guerre. Les carburants liquides ou les combustibles liquides constituent désormais des sources de calories indispensables à la vie des nations. S'il fallait, une fois de plus, montrer l'incidence de la technique sur l'économie, il suffirait de lire l'ouvrage très complet de M. Berthelot pour s'en convaincre.

Créons des aérodromes, par H.-P. Courthéoux. Prix franco : France, 22 fr ; étranger, 26 fr 60.

La création des aérodromes pose à toutes les nations aériennes un problème d'une importance capitale ; il conditionne, en effet, toute l'infrastructure. On sait qu'en France nous ne sommes pas précisément — à ce point de vue — à la tête du progrès. Les magnifiques aérodromes construits aussi bien dans certains pays nordiques qu'en Italie, en Allemagne et en Amérique constituent, à cet égard, un enseignement précieux dont nous devons profiter. L'auteur a présenté son ouvrage non seulement sous l'angle de la documentation technique, mais aussi sous celui de l'administration et de l'exploitation. Il a su exposer succinctement tout ce qu'il est nécessaire de connaître, afin de se faire une opinion motivée pour suivre, au jour le jour, l'évolution de l'infrastructure en France comme à l'étranger.

L'armée motorisée allemande, par A. Muller. Prix franco : France, 19 fr 60 ; étranger, 22 fr 40.

Motorisation, mécanisation, tels sont les termes — néologismes récents — qui émaillent, au jour le jour, les chroniques militaires des quotidiens comme les articles de revues. On sait que, dans ce domaine comme dans tant d'autres, l'Allemagne est à la tête du progrès technique. En dépit du secret dont elle entoure tout ce qui touche à ses fabrications de guerre, voici un ouvrage particulièrement bien documenté sur l'armée motorisée du III^e Reich. *La Science et*

la Vie a maintes fois développé ces questions, qui sont de brûlante actualité. Mais le lecteur qui désire trouver rassemblés en un volume — aisé à lire — les éléments indispensables pour comprendre l'évolution de cette forme nouvelle de la guerre, aura tout intérêt à consulter l'ouvrage de M. Muller. Il y traite du moteur ennemi de la paix, du programme hitlérien de motorisation, du développement du poids lourd sur le pied de guerre, du problème du carburant sur le même pied, du caoutchouc au même point de vue, des autostrades sous le même aspect : tout en Allemagne tend vers une application guerrière.

Physique de l'ingénieur, par Louis Barbillion. Tome I. Prix franco : France, 28 fr 80 ; étranger, 33 fr. Tome II. Prix franco : France 30 fr ; étranger, 33 fr 60.

Un ingénieur moderne ne peut pas se passer de connaître la physique moderne. Les applications de cette science sont si multiples et si variées que, là encore, le progrès technique dépend des connaissances acquises au laboratoire. Notre éminent collaborateur M. Barbillion a, dans cet esprit, rassemblé, dans le tome I de son ouvrage, les généralités et les mesures qu'il est indispensable d'assimiler pour pouvoir exercer une profession industrielle. Il y a succinctement exposé ce qu'il faut savoir des grandeurs physiques, des différents systèmes d'unités, des erreurs, de la pesanté, de la mesure du temps. Abordant le chapitre relativement nouveau des trois états physiques de la matière, il explique successivement ce qu'il faut entendre par ces trois états, ce qu'est l'hydrostatique, ainsi que la capillarité qui nous conduit à l'examen de la force élastique et des pressions. Dans le domaine de la chaleur, nous trouvons successivement l'étude des dilatations (solides, liquides, gaz), la thermométrie, la calorimétrie, et des notions de cette merveilleuse branche de la mécanique dénommée « thermodynamique », et qui est à la base de l'utilisation de l'énergie. L'ouvrage se termine par des chapitres ayant trait aux changements d'état physique, à la vaporisation, à la liquéfaction.

Le tome II traite de l'optique géométrique, des phénomènes périodiques de l'optique physique, de l'acoustique. L'ouvrage en deux volumes présente ainsi un ensemble complet.

La révolution alimentaire actuelle, par le docteur Géo Beltrami. Prix franco : France, 32 fr ; étranger, 35 fr 60.

C'est un truisme de rappeler aux lecteurs de *La Science et la Vie* que l'alimentaire exerce son action sur la morphologie. En effet, celle-ci, tout d'abord dento-maxillaire, a conditionné l'évolution de cette science en général. Pour vivre, tout animal doit s'assimiler les corps vers lesquels il est attiré par tropisme, les triturer, se forger — au cours des millénaires — le système dentaire qui le lui permette. Une révolution s'est accomplie sur la terre, lors des temps tertiaires, par le développement des graminées auquel répond une nouvelle fonction physiologique : la mastication. Par la suite, les diffé-

(1) Les ouvrages annoncés dans cette rubrique peuvent être adressés par LA SCIENCE ET LA VIE, au reçu de la somme correspondant aux prix indiqués.

rents modes alimentaires façonnèrent les dents *perçantes* des insectivores, *tranchantes* des carnivores, *rapantes* des rongeurs, *broyantes* des omnivores, *tritantes* des herbivores. Ce simple énoncé suffit à montrer à quel point la lecture de l'ouvrage du professeur Beltrami peut être captivante, même pour les profanes qui ignorent certainement comment une révolution alimentaire survenue pendant la période glaciaire contraignit l'homme au carnivorisme. Quelques centaines de siècles plus tard, il devint agriculteur et... inventa la cuisine.

Votre angoisse (I. La Misère), par M. Corréard.
Prix franco : France, 13 fr 20 ; étranger, 15 fr 20.

L'auteur, ancien élève de l'Ecole Polytechnique, commence, sous ce titre, la publication d'une série de volumes relatifs aux grands problèmes du temps présent. Il a déjà consacré une partie de son expérience aux questions sociales, ayant été professeur à l'Ecole des Sciences Politiques. Il a aussi dirigé l'inspection générale des finances et l'organisation de la reconstitution industrielle. Tant vaut l'homme, tant vaut l'œuvre. C'est, en effet, le problème de l'économie des finances qui se pose actuellement. Disons tout de suite que M. Corréard conclut à une conversion des dettes publiques et privées qui assurera le maintien du capital. L'expérience de l'Angleterre est là pour nous démontrer l'efficacité de la méthode. M. Corréard, dans son petit volume si agréable à lire, préconise aussi, en ce qui concerne l'agriculture, une caisse nationale opérant sur les récoltes fondamentales et offrant d'acheter à un prix fixe, de vendre avec un écart suffisant pour assurer pratiquement les tractations directes à un cours compris entre le minimum et le maximum. Cette technique permettrait aussi d'assurer aux cultivateurs la sécurité. Celle-ci, évidemment, n'est jamais absolue dans une humanité dont tous les membres sont menacés par la mort. Mais nous devons vivre sous le signe de la confiance et non sous celui de la crainte. Il importe donc de garantir aussi cette sécurité aux fonctionnaires, aux ouvriers, aux industriels, à condition que les uns et les autres apportent dans leur tâche une conscience professionnelle impeccable.

Vie et mort des insectes, par Marcel Roland.
Prix franco : France, 13 fr 60 ; étranger, 16 fr 40.

Lorsque l'on parle de la vie et de la mort des insectes, tous les amis de la nature prennent l'écoute, car, dans ce domaine, comme dans tant d'autres relevant de la biologie, la science coudoie la vie. L'auteur, sous une forme attrayante, a su présenter cette vie des bois, des champs et des jardins, habitats des insectes au sens générique du mot, depuis la mante religieuse jusqu'au tégénaire des murailles, au scarite géant, à la cétoine dorée, sans oublier le géotrupe et les araignées-loups. *La Science et la Vie*, faute de place, ne peut pas toujours accorder à ces sujets captivants toute l'attention qu'ils méritent ; elle le regrette, car y a-t-il quelque chose de plus passionnant que la profondeur et l'élévation du drame que révèle l'obscur génie de ces acteurs et la prodigieuse variété de ces décors ? Maeterlinck, depuis longtemps, parmi tant d'autres, s'en était rendu compte et avait orienté son génie vers l'examen de cette branche de l'histoire naturelle, ce qui nous a procuré la

satisfaction de lire de beaux livres sur les termites, les fourmis, certaines araignées, les abeilles.

La véritable chirurgie esthétique du visage, par le docteur Julien Bourguet. Prix franco : France, 26 fr 80 ; étranger, 30 fr.

La chirurgie a fait de tels progrès depuis le début du siècle que toutes les ambitions lui sont permises. Qui eût dit qu'une esthétique du visage serait créée de toutes pièces grâce à une technique chirurgicale spéciale ? En dépit du discrédit dont elle fut parfois entourée à ses débuts, elle a, désormais, acquis droit de cité dans les sciences médicales. Le public se rend-il compte de la « qualité » de la technique opératoire qu'il faut mettre en œuvre et de la science anatomique qu'il faut appliquer pour changer, par exemple, la forme d'un nez. Cette opération n'exige-t-elle pas autant de dextérité professionnelle que l'ablation d'une tumeur abdominale ? Si le chirurgien, en général, pratique un métier noble en prolongeant la vie, le chirurgien esthétique, qui rend la grâce au visage, contribue, lui, à embellir cette vie. C'est sous cet angle que nous concevons et apprécions le rôle de chirurgien « esthéticien » dans la société moderne.

Des bancs de Flandre aux Dardanelles, par l'amiral Sir Roger Keyes. Prix franco : France, 26 fr 80 ; étranger, 30 fr.

La guerre de 1914 fut féconde en « occasions manquées ». L'exemple le plus typique fut de ne pas forcer les détroits des Dardanelles. Les conséquences en furent funestes. L'Amirauté britannique, cherchant avant tout à éviter la perte de ses bâtiments, a alors confié à l'armée le soin des opérations en Turquie. Ce fut l'expédition de Gallipoli, qui aboutit à un désastre. L'amiral Roger Keyes fait ici l'étude critique de la campagne des Dardanelles à laquelle il a participé et qu'il connaît mieux que quiconque.

Scotland Yard, par George Dilnot. Prix franco : France, 19 fr 60 ; étranger, 22 fr 40.

Ce volume s'éloigne un peu de la science appliquée à la vie, et cependant combien de procédés scientifiques ont permis à la police de poursuivre son œuvre salutaire. Chacun de nous connaît « Scotland Yard », dont la renommée dépasse de beaucoup le territoire britannique. Aussi ce volume est-il captivant comme un roman et se déroule-t-il comme un film à épisodes dramatiques.

10 A. T. Z. Diesel fachheft (10^e livraison spéciale sur le moteur Diesel). Franckh'sche Verlagshandlung, Pfizerstrasse 5/7, Stuttgart 0.

La revue allemande d'automobile « Automobiltechnische Zeitschrift (A. T. Z.) » a consacré sa livraison du 25 octobre 1936 au moteur à combustion interne et à ses applications à la locomotion routière. *La Science et la Vie* a montré, à plusieurs reprises le rôle de premier plan que remplit ce moteur à combustion, dit « Diesel », alimenté à l'huile lourde (diesel oil), dans la motorisation de la nation allemande (1). Les dix numéros spéciaux que l'« A. T. Z. » a ainsi édités depuis 1932, avec la collaboration des spécialistes d'outre-Rhin, renferment aussi la documentation la plus complète sur l'évolution récente du moteur Diesel léger et rapide appliqué aux véhicules industriels pour transports lourds, et même aux voitures de tourisme.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 231, page 204.

L'amour et la pensée chez les bêtes et chez les gens, par le docteur *Serge Voronoff*. Prix franco : France, 13 fr 40 ; étranger, 15 fr 80.

Ce livre passionnant est écrit par un savant observateur qui est à la fois un « vulgarisateur » de talent, plein de vie, de science et de pensées. Voici sous sa plume alerte l'amour et la pensée chez les animaux, les amours poétiques, les amours tendres, les amours fidèles, la jalousie, l'intelligence des insectes, des oiseaux, des chevaux, des chiens, des éléphants, des singes. Dans la seconde partie du volume, l'auteur a développé ce thème non moins captivant : l'amour et la pensée chez l'homme.

Les bases de l'influence des phénomènes solaires en météorologie, par *Henri Mémery*. (Observatoire de Talence, Gironde).

Action individuelle des taches solaires dans les variations de l'état atmosphérique sur l'ouest de l'Europe ; résultats fournis par la méthode des comparaisons journalières dans la recherche de l'influence des phénomènes solaires.

Le destin des races blanches, par *Henri Decugis*. Prix franco : France, 45 fr 40 ; étranger, 51 fr 80.

Notre éminent collaborateur, le professeur Siegfried, a présenté, avec le talent qu'on lui connaît, l'ouvrage si bien documenté de M. Henri Decugis. L'auteur y envisage, avec une haute compétence et une grande impartialité, la crise de l'Europe depuis que s'est effondrée sa prépondérance économique au cours de ces dernières années. C'est une enquête à la fois lumineuse et profonde sur l'avenir de notre civilisation. Les convulsions des races blanches

sont-elles le prélude d'une abdication ? Telles sont les angoissantes questions qu'aborde M. Decugis en envisageant — sans surprise — le déclin du monde actuel.

La protection du personnel dans les installations électriques, par *L. Kervran*. Prix franco : France, 9 fr 20 ; étranger, 11 fr 20.

Mises à la terre, principes de leur action, avantages, inconvénients.

Précis d'égométrie, par *H.-L. Rumpf*. Prix franco : France, 16 fr 40 ; étranger, 19 fr 40.

Radiesthésie, science morale, par le docteur *Robert Rendu*. Prix franco : France, 6 fr 20 ; étranger, 8 fr 20.

Fiches techniques de T. S. F., par *Courier*. Prix franco : France, 11 fr 60 ; étranger, 14 fr 40.

Signalons une **Histoire**, des origines jusqu'à ce jour, du **Groupe des Industries de l'Acétylène et de la Soudure autogène**, publiée par *Lise Bloch-Sée*, sous les auspices de l'Institut de Soudure autogène.

Dans les magnifiques éditions italiennes de Emo Cavalleri, nous avons particulièrement remarqué l'ouvrage qui vient de paraître sur **Les nouveaux principes de la physique du monde**. Les idées philosophiques et scientifiques qui y sont exposées retiendront tout particulièrement l'attention de ceux qui se préoccupent de l'évolution des conceptions scientifiques sur le monde moderne.

Casa Editrice Emo Cavalleri, Via Diaz 30, Como (Italie).

N. D. L. R. — Nous avons reproduit dans l'article sur les Fêtes de nuit nées de la science et de la technique (n° 234, page 430), un dessin représentant le motif principal de la fontaine lumineuse du Trocadéro qui figurera à l'Exposition de 1937. Cette remarquable étude d'ensemble est due à MM. MAITRE et EXPERT, Architectes chargés par le Commissaire Général, ainsi que MM. DUPRÉ et MIALET, des travaux d'aménagement sur la rive droite de la Seine, en ce qui concerne les applications de la lumière à cette manifestation internationale.

AVIS IMPORTANT. — Nous informons nos lecteurs de la mise en vente de l'emboîtement pour la reliure du tome L (juillet à décembre 1936). Prix à nos bureaux : 5 fr ; franco : 5 fr 50 ; étranger : 6 fr 50. Pour recevoir la table des matières du même tome, ajouter 1 fr aux prix ci-dessus.

TARIF DES ABONNEMENTS A « LA SCIENCE ET LA VIE »

FRANCE ET COLONIES

Envois simplement affran-	{ 1 an..... 45 fr.	Envois recommandés.....	{ 1 an..... 55 fr.
chis.....	{ 6 mois... 23 —		{ 6 mois... 28 —

ÉTRANGER

Pour les pays ci-après :
Afghanistan, Australie, Bolivie, Chine, Danemark, Etats-Unis, Grande-Bretagne et Colonies, Iles Philippines, Indes Néerlandaises, Irlande, Islande, Italie et Colonies, Japon, Norvège, Nouvelle-Zélande, Palestine, Pérou, Rhodésie, Suède.

Envois simplement affran-	{ 1 an..... 80 fr.	Envois recommandés.....	{ 1 an..... 100 fr.
chis.....	{ 6 mois... 41 —		{ 6 mois... 50 —

Pour les autres pays :			
Envois simplement affran-	{ 1 an..... 70 fr.	Envois recommandés.....	{ 1 an..... 90 fr.
chis.....	{ 6 mois... 36 —		{ 6 mois... 45 —

Les abonnements partent de l'époque désirée et sont payables d'avance, par mandats, chèques postaux ou chèques tirés sur une banque quelconque de Paris. — Tout changement d'adresse doit être accompagné de la somme de 1 franc en timbres-poste.

« LA SCIENCE ET LA VIE » — Rédaction et Administration : 13, rue d'Enghien, Paris - X^e
CHÈQUES POSTAUX : 91-07 PARIS

Directeur : G. BOURREY. — Gérant : M. LAMY. Paris. — Imp. MAURICE BERNARD, 18, rue d'Enghien.



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.

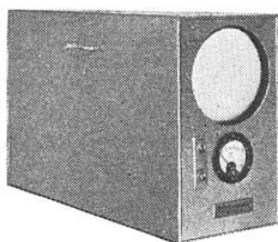
Démonstration permanente au Salon des Arts Ménagers
— Stand Calor D-17, Grande nef —

Demandez catalogue gratuit, cuisine électrique, à

CALOR - Place de Monplaisir - LYON

APPAREIL D'ESSAIS DE MOTEURS SUNBURY

Pour l'étude, la mise au point, le réglage de tous moteurs à explosions, Diésels & semi - Diésels.



Cet appareil basé sur l'emploi d'un tube à rayons cathodiques combiné avec un dispositif intégrateur peut seul donner une représentation fidèle des phénomènes souvent complexes pouvant exister dans un moteur.

Le Matériel Téléphonique

SOCIÉTÉ ANONYME CAPITAL 175.000.000 DE FRANCS

46, QUAI DE BOULOGNE

BOULOGNE-BILLANCOURT

TELEPHONE: AUT. 90-00 (10 LIGNES)

DEMANDEZ PRIX & NOTICE

ÉCOLE DES MÉCANICIENS DE LA MARINE et de l'AIR

19, rue Viète - PARIS

MÊME ÉCOLE

56, boul. Impératrice de Russie
NICE (Alpes - Maritimes)

MARINE DE GUERRE:

Ecole des Elèves-Ingénieurs, Ecoles de Sous-Officiers et Ecole des Apprentis-Mécaniciens, Ingénieurs-mécaniciens de deuxième classe d'active et de réserve, Brevets simple et supérieur de Mécaniciens.

MARINE MARCHANDE:

Officiers Mécaniciens de première, deuxième et troisième classe. Diplôme d'Aspirant Mécanicien-Electricien.

AIR:

Agents techniques, Elèves-Ingénieurs, Dessinateurs, Sous-Ingénieurs et Ingénieurs Dessinateurs. Ecole des Apprentis-Mécaniciens de Rochefort et Ecole des Elèves - Officiers Mécaniciens.

PROGRAMMES GRATUITS

COURS SUR PLACE
COURS PAR CORRESPONDANCE

LE PLUS MODERNE DES JOURNAUX

Documentation la plus complète et la plus variée

EXCELSIOR

GRAND QUOTIDIEN ILLUSTRÉ

ABONNEMENTS

FRANCE ET COLONIES.. . . .	{	Trois mois.. . . .	26 fr.
		Six mois.. . . .	50 fr.
		Un an.. . . .	96 fr.
BELGIQUE..	{	Trois mois.. . . .	32 fr.
		Six mois.. . . .	60 fr.
		Un an.. . . .	120 fr.
ÉTRANGER (tarif postal réduit)	{	Trois mois.. . . .	50 fr.
		Six mois.. . . .	100 fr.
		Un an.. . . .	200 fr.
ÉTRANGER (tarif postal augmenté)	{	Trois mois.. . . .	75 fr.
		Six mois.. . . .	150 fr.
		Un an.. . . .	300 fr.

Que sera le Monde de l'avenir ?

! L'HISTOIRE nous révèle les causes et les conséquences de bien des erreurs passées. Sa grande leçon, cependant, est qu'il existe pour les peuples comme pour les individus un moyen certain d'être heureux. Il est vrai qu'il exige de rares qualités et un rare bon sens : c'est de ne point désirer plus qu'on ne peut atteindre.

Nous trouvons dans l'Histoire qu'à chaque fois que les hommes se sont donné une organisation équitable, c'est-à-dire proportionnée à leurs besoins et à leurs possibilités, il s'en est suivi des périodes de paix, de bien-être et de prospérité.

? Aucun pays plus que le nôtre n'est en mesure de mettre en pratique cet enseignement : *et c'est pourquoi il importe tant que chaque Français sache l'Histoire, non seulement celle de son pays, mais aussi celle des autres peuples.* Les rapprochements qu'elle permet, les comparaisons qu'elle autorise nous montrent, si nous l'étudions avec soin, que nulle époque n'a jamais été aussi heureuse ni aussi malheureuse qu'un jugement sommaire nous le ferait croire. La différence extérieure entre les siècles tient plus aux costumes, aux coutumes, au langage, qu'à l'esprit humain : il n'a jamais cessé d'être identique à lui-même.

Il y a, a-t-on dit, un nombre limité de « situations de théâtre » ; il y a également un nombre limité de situations historiques.

! Si nous avons appris à les connaître dans le passé, nous apprendrons à les résoudre dans le présent. L'humanité, qui a, hélas ! accumulé les moyens de nuire, a réuni aujourd'hui des possibilités de bonheur qu'elle n'a connues en aucun temps. Il faut qu'elle sache en profiter : l'Histoire le lui apprendra.

Et c'est pourquoi nous avons publié cette œuvre colossale :

L'HISTOIRE UNIVERSELLE ILLUSTRÉE DES PAYS ET DES PEUPLES

réalisée en quinze années d'efforts. — Pour s'en rendre compte

♦ GRATUITEMENT

il est envoyé franco contre ce **BON** *la magnifique plaquette illustrée en héliogravure intitulée :*

M..... *Qui faut-il croire ?*

ADRESSE :

REPLIR ET ADRESSER A LA

LIBRAIRIE ARISTIDE QUILLET
278, boulevard Saint-Germain - Paris-VII^e



LA LAMPE AU GAZ RARE

LA LAMPE AU GAZ RARE LA LAMPE AU GAZ RARE

LA LAMPE AU GAZ RARE

Dans un million de litres d'air, il n'y a qu'un litre de Krypton.
Pourtant des millions de lampes MAZDA seront remplies de ce gaz rarissime.

RENDEMENT.	} plus	{ élevé	
LUMIÈRE.....			blanche
DIMENSIONS			réduites

Forme nouvelle - culot nickelé - pas de noircissement - éclairage constant pendant toute la vie de la lampe.

Par leur efficacité accrue, les lampes MAZDA KRYPTON sont sans conteste les lampes qui donnent le maximum de lumière au prix le plus bas.

*Toutes petites...
...encore plus économi-ques!..*

MAZDA KRYPTON