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 nº 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

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. 238. Avril 1937
Adresse	Paris : La Science et la Vie, 1937
Collation	1 vol. (XXVI p.-p.[247]-329) : ill., couv. ill. en coul. ; 24 cm
Cote	SCI. VIE 238
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.238

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Vient de paraître :

NOUVELLE

ENCYCLOPÉDIE PRATIQUE D'ÉLECTRICITÉ

DEUX FORTS VOLUMES
Format 21×29, reliés dos cuir, plat toile, 1.400 pages de texte. Gravures, dessins, schémas.

Publiée sous la direction de **M. DESARCES**, Ingénieur E. C. P., avec la collaboration d'Ing. électriciens des Arts et Métiers, de l'Ecole Sup. d'Electricité et de l'Inst. électrotechn. de Grenoble.

SEPT MODÈLES DÉMONTABLES
diversement coloriés de MACHINES et INSTRUMENTS ÉLECTRIQUES.

LA NOUVELLE ENCYCLOPÉDIE PRATIQUE D'ÉLECTRICITÉ est enfin **terminée.** Elle était depuis longtemps attendue par tous les ouvriers, les spécialistes, les contremaîtres, les chefs de chantiers, les ingénieurs, etc., et tous ceux également qui, de près ou de loin, ont fréquemment à rechercher des solutions pratiques de montage, de construction, d'installation, de mise au point ou de réparations quelconques de machines ou d'appareils électriques.

Ils trouveront dans cet ouvrage si complet tous les renseignements utiles qu'ils chercheraient en vain dans de nombreuses publications séparées.

Les auteurs se sont surtout appliqués à réunir

LA THÉORIE A LA PRATIQUE

L'homme de métier trouvera dans ce nouvel ouvrage des données techniques ou théoriques que le temps lui a fait oublier ou que sa spécialisation ne lui a permis que d'affleurer au cours de ses études, et le lecteur non spécialisé, désireux

D'APPRENDRE ET DE COMPRENDRE

y trouvera ample matière à enseignement ; il poursuivra sans fatigue et avec un intérêt de plus en plus croissant l'étude si attachante des phénomènes électriques et leurs féeriques applications.

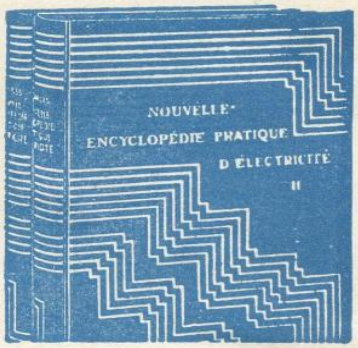


TABLE DES MATIÈRES

TOME I

Phénomènes électriques. Phénomènes magnétiques. — Courants alternatifs : Simples, Monophasés, Polyphasés. — Effets Physiologiques des courants industriels. Courant à haute fréquence. — Générateurs et Moteurs Electrostatiques. — L'Electron. Symboles concernant l'Electrotechnique. — **Dynamos à courant continu.** Fonctionnement d'une Dynamo. Construction des Dynamos. Tableaux d'installation. Essai des Dynamos. Dérangement des Dynamos en fonctionnement. — **Alternateurs.** Fonctionnement. Construction. Tableaux d'installation. Essai des Alternateurs. — **Moteurs à courant continu.** — Propriétés générales. Fonctionnement. Installation et Régulation. Essai. Cause des dérangements. — **Moteurs à courant alternatif.** — Moteurs Synchrones, Monophasés et Polyphasés. Moteurs asynchrones. Polyphasés et Monophasés à collecteurs. — **Accumulateurs** au plomb et alcalins. — **Transformateurs** Statiques. Théorie et fonctionnement. Construction, emploi. Essais de réception. — **Moteurs générateurs** Groupes et commutatrices. Génératrices asynchrones. — **Machines spéciales** pour l'amélioration du facteur de puissance. Moteurs synchrones surexcités. Moteurs d'instruction avec collecteurs en cascades. Moteurs asynchrones synchronisés. Moteurs spéciaux à courant alternatif. — **Condensateurs** statiques. — **Redresseurs** à Vapeur de mercure. Redresseur Tungar. Redresseur à Oxyde de cuivre. Redresseur électrolytique. Redresseurs à Vibreurs. — **Mesures** électriques des courants, des résistances, de capacité et de coefficient de Self induction, de puissance. Transformateurs de Mesures. Etudes des courbes et des courants alternatifs. Instruments à lecture directe. — **Compteurs** pour courants continu, a ternatif. Etalonnage. Tarification de l'énergie électrique. — Système de Télécommande. — **Transmission de l'énergie.** — Distributions. Canalisations. Type de Câbles et fabrication, Essais, Pose. Recherches des câbles posés. Lignes aériennes. Eléments constitutifs, Construction et exploitation des lignes. Interconnexion des centres de production. — **Usines centrales.** Usines Hydrauliques Les mesures en hydraulique. — **Appareils de protection.** Disjoncteurs haute tension. Protection sélective.

TOME II

Installations électriques dans immeubles et dépendances. — Règlements. Calcul des Canalisations. Appareillage. Outillage et Tours de main. Divers Schémas. — **Eclairage.** Etude de la Lumière. Photométrie. Principes généraux. Eclairage des voies publiques. Lampes à incandescence et à Arc. Application de l'Eclairage aux Locaux, Théâtres, Bibliothèques, etc... — **Tractions** électriques diverses. Transmission de l'énergie aux Motrices et Equipement. Freinage et Récupération. Tractions spéciales par accus. — **Télégraphie** électrique. Appareils divers. Transmissions automatiques multiples, successives. Téléimprimeur. — **Téléphonie.** Récepteurs et Transmetteurs. Lignes. L'Automatique. Divers systèmes. — **Radiotélégraphie.** Ondes. Circuits oscillants et couplés. Lampes à électrodes. Emission. Réception. Ondes courtes. Applications de la radioélectricité. — **Electrochimie** et **Métallurgie.** Fours électriques. Soudure. — **Electricité Médicale.** Radiologie. Accidents et traitements. — **Signalisation** électrique. Cellules photoélectriques. Applications. — **Appareils domestiques.** Chauffage. Cuisine Electrique. Production du froid. — **Horlogerie** Electrique. — **Ascenseurs** Monte-charges. — **Distribution** de l'Energie. Appareil. Installation. Réseaux. Electrification rurale.

BULLETIN DE COMMANDE

Veuillez m'expédier en compte ferme la NOUVELLE ENCYCLOPÉDIE PRATIQUE D'ÉLECTRICITÉ en 2 volumes reliés (21 × 29) au prix de 255 francs payables aux conditions ci-après :

a) **15 francs par mois jusqu'à parfait paiement ;**
b) **En 3 paiements mensuels de 82 fr. 45 (3 % d'escompte) ;**
c) **En un seul paiement de 239 fr. 70 (6 % d'escompte) à la livraison.**

Chaque commande est majorée de 10 francs pour frais de port et d'emballage et chaque quittance de 1 franc pour frais d'encaissement.

Signature :

Nom et prénoms.....
Profession.....
Domicile.....
Ville..... *Dép*t*.....
Le..... *(Indiquer le paiement adopté)*

BON pour une NOTICE ILLUSTRÉE

Veuillez m'adresser le prospectus spécimen de la NOUVELLE ENCYCLOPÉDIE PRATIQUE D'ÉLECTRICITÉ.

Nom.....
Adresse.....
.....

Détacher ce BON ou ce BULLETIN et l'envoyer à la

LIBRAIRIE ARISTIDE QUILLET S. A. au Capital de 20.000.000 de fr. **278, Bd St-Germain, Paris-7e**

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ÉCOLE DU GÉNIE CIVIL
ÉCOLE DE NAVIGATION
placées sous
le haut patronage
de plusieurs Ministères
19, rue Viète, PARIS-17e
Tél. : Wagram 27-97
Cours sur place ou par correspondance
COMMERCE ET INDUSTRIE
Obtention de Diplômes
ou Certificats
COMPTABLES
EXPERTS COMPTABLES
SECRÉTAIRES
DESSINATEURS
CONTREMAITRES
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 1re et 2e classe
Préparation spéciale au Concours
de Vérificateur des Installations
électromécaniques.
Tous les autres concours :
DES ADMINISTRATIONS
DES CHEMINS DE FER, etc.
Certificats · Brevets · Baccalauréats
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 2e cl. et d'Elèves-Off. peuvent être acquis sans avoir navigué.
PROGRAMMES GRATUITS (Joindre un timbre pour toute réponse)
TOUS LES INGÉNIEURS
non diplômés des Grandes Ecoles de l'Etat doivent adhérer à la
SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS PROFESSIONNELS
152, avenue de Wagram, PARIS (17e)
Les Statuts de la Société seront envoyés gratuitement sur simple demande.
PUBLI-ELGY
E. Paracini

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

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, débilités, affaiblis et déprimés.

1re Partie : **SYSTÈME NERVEUX.**
Neurasthénie, Névroses diverses, Névralgies, Névrites, Maladie de la Moelle épinière, Paralysies.

2me Partie : **ORGANES SEXUELS ET APPAREIL URINAIRE.**
Impuissance totale ou partielle, Varicocèle, Pertes Séminales, Prostatorrhée, Écoulements, Affections vénériennes et maladies des reins, de la vessie et de la prostate.

3me Partie : **MALADIES de la FEMME**
Métrite, Salpingite, Leucorrhée, Écoulements, Anémie, Faiblesse extrême, Aménorrhée et dysménorrhée.

4me Partie : **VOIES DIGESTIVES**
Dyspepsie, Gastrite, Gastralgie, Dilatation, Vomissements, Aigreurs, Constipation, Entérites multiples, Occlusion intestinale, Maladies du foie.

5me Partie : **SYSTÈME MUSCULAIRE ET LOCOMOTEUR**
Myalgies, Rhumatismes divers, Goutte, Sciatique, Arthritisme, Artério-Sclérose, Troubles de la nutrition, Lithiase, Diminution du degré de résistance organique.

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

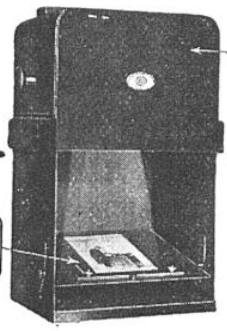
L'application de la batterie galvanique se fait de préférence la nuit et le malade peut sentir le fluide bienfaisant et régénérateur s'infiltrer doucement et s'accumuler dans le système nerveux et tous les organes, activant et stimulant l'énergie nerveuse, cette force motrice de la machine humaine.

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

C'EST GRATUIT

Hommes et femmes, célibataires et mariés, écrivez une simple **carte postale** à **Mr le Docteur L. P. GRARD, 80, 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.

un ensemble unique...
PHOTOGRAVURE
CLICHERIE
GALVANOPLASTIE
DESSINS
PHOTOS
RETOUCHES
pour illustrer vos Publicités
Établissements
Laureys Frres
17, rue d'Enghien, Paris

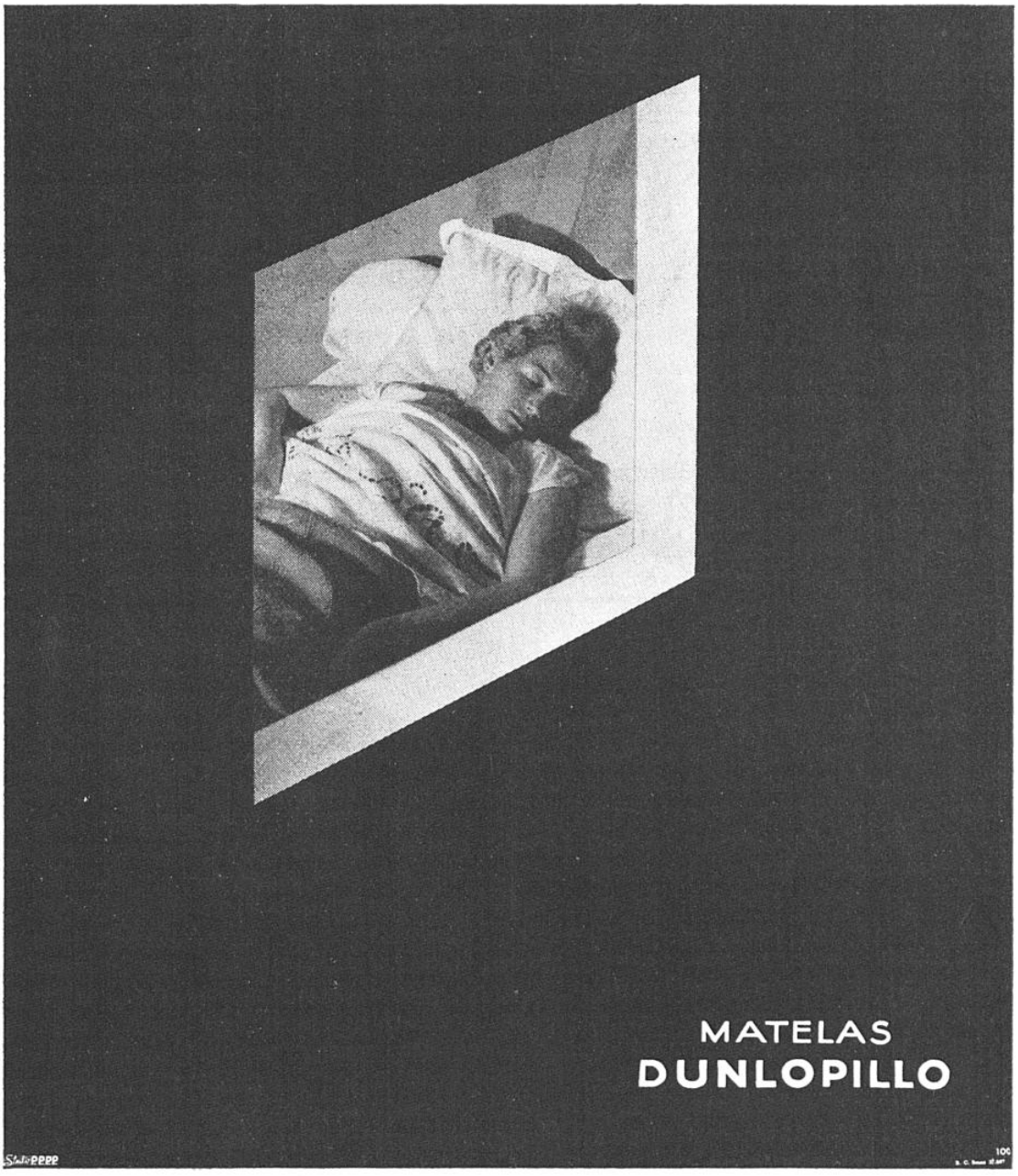


Une nouvelle Lanterne de Contrôle à la Lumière de Wood

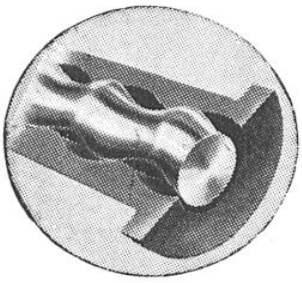
La nouvelle Lanterne de Contrôle à la Lumière de Wood, figurée ci-dessus, a été plus spécialement étudiée pour l'analyse et l'examen par fluorescence des Matières premières, Documents et Echantillons de toutes sortes. De forme et de dimensions appropriées à cet usage, elle est munie d'une Plaque mobile inclinable destinée à supporter les objets à examiner et d'une Boîte à Lumière absolument étanche. Grâce à l'amovibilité de son Filtre et à la puissance de son Brûleur à Vapeur de Mercure elle peut être utilisée dans toutes les applications de la Lumière Ultra-Violette.

Pour tout ce qui concerne l'Ultra-Violet; demander renseignements, catalogues et devis à
LA VERRERIE SCIENTIFIQUE
12, AV. DU MAINE. PARIS. XVe T. Littré 90-13

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

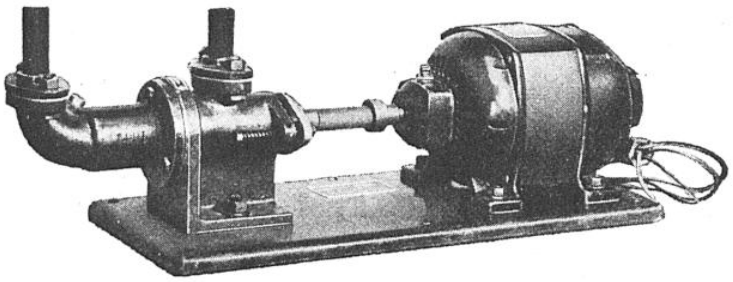


P.C.M
POMPES EN CAOUTCHOUC

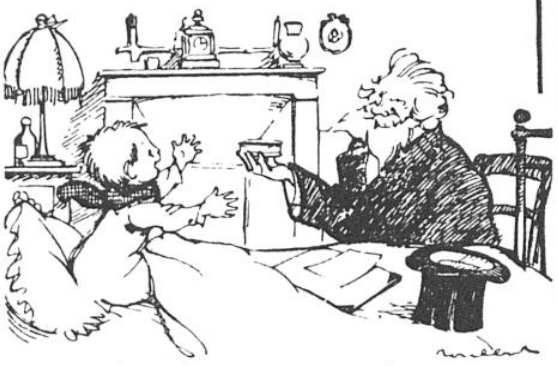
LICENCE R. MOINEAU, BREVETÉE FRANÇE ET ÉTRANGER

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
— TOUS DÉBITS —
— TOUTES PRESSIONS -
FACILITÉ D'ENTRETIEN



SOCIETÉ
POMPES • COMPRESSEURS • MÉCANIQUE
65, 65 RUE DE LA MAIRIE VANVES (SEINE) - TÉL. MICHELET 37-18



La MAISON FRÈRE
19, rue Jacob, Paris

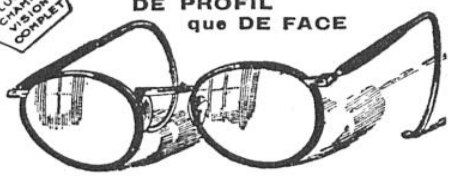
envoie, à titre gracieux et franco par la poste, une boîte échantillon de

PATE REGNAULD

à toute personne qui lui en fait la demande de la part de " La Science et la Vie ".

HORIZON — LA LUNETTE A CHAMP DE VISION COMPLET

AUSSI BIEN DE PROFIL que DE FACE



Une Lunette
HORIZON
orne agréablement le visage

Cette forme moderne, brevetée S. G. D. G., est à la fois **rationnelle** et **confortable.**
Il en existe de nombreux modèles

Vous réaliserez pour vos yeux
UN ENSEMBLE PARFAIT
en faisant monter par un Opticien Spécialiste des verres scientifiques de la Société des Lunetiers :
STIGMAL, DIACHROM
DISCOPAL ou **DIKENTRAL**
(les uns ou les autres selon le cas que détermine votre opticien)
sur une LUNETTE HORIZON.

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

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TSF SITUATIONS TSF

ÉCOLE FRANÇAISE DE RADIOÉLECTRICITÉ

10 bis, rue Amyot, PARIS-V *(Près Panthéon)* - **Tél. : Port-Royal 05-95**

DIRECTEUR : **J.-E. LAVIGNE,** créateur de l'Enseignement Radiotechnique en France.

PRINCIPAUX COLLABORATEURS :

J. BRUN, fondateur de l'Ecole Spéciale des P. T. T., Inspecteur principal honoraire des P. T. T., Auteur d'ouvrages radiotechniques ;

Marc SEIGNETTE, Ingénieur du Génie Maritime et Supérieur d'Aéronautique, Correspondant de nombreuses publications radiotechniques françaises et étrangères, Professeur de radioélectricité.

C'EST L'ÉCOLE qui s'impose aux PARENTS soucieux d'assurer l'AVENIR de leurs JEUNES GENS :

PAR les références les plus anciennes, les plus réputées, de son DIRECTEUR et des PROFESSEURS, notoirement connus, qui sont attachés à l'ÉCOLE ;

PAR le nombre CONSIDÉRABLE de leurs élèves placés depuis 1919.

PAR sa méthode d'enseignement, tant sur PLACE que par CORRESPONDANCE, qui s'est avérée d'un rendement maximum.

OFFICIERS RADIOS MARINE MARCHANDE

RADIOS AVIATEURS

OPÉRATEURS :

Service Navigation Aérienne. — Office National Météorologique. — Ministère de l'Intérieur. — Police-Radio. — Colonies.

GRANDES COMPAGNIES DE TRAFIC

CARRIÈRES INDUSTRIELLES

PRÉPARATIONS SUPÉRIEURES

Chefs monteurs-dépanneurs. — Monteurs-aligneurs. — Dépanneurs.

PRÉPARATION MILITAIRE

Session spéciale de MAI à OCTOBRE pour la Classe 1937

Programme technique des E. O. R. — Chefs de Poste. — Sapeurs télégraphistes.

ARMÉE DE L'AIR

MAIS, plus encore que ces références, notre volonté commune de doter notre pays d'un INSTITUT digne de lui et de l'état actuel de la Science, nous a incités à reprendre sur de nouvelles bases perfectionnées l'effort que nous faisons depuis 1919, date de la fondation de notre première école.

N'HÉSITEZ PAS à nous demander nos références et programmes qui vous seront expédiés **GRATUITEMENT** par retour du courrier.

MÊME DIRECTION :

ÉCOLE T. S. F. DE ROUEN, 27, rue Dutronché (agréée et subventionnée par le Gouvernement et la Ville de Rouen).

Correspondant pour l'Afrique du Nord : **M. DE PERETTI, rue Sadi-Carnot, Alger.**

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

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° 25.101, 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° 25.109, concernant toutes les *classes complètes de* l'**Enseignement secondaire** officiel depuis la onzième jusqu'au *Baccalauréat* inclusivement — concernant aussi les examens de passage — concernant, enfin, pour les jeunes gens et les jeunes filles qui ont déjà suivi les cours d'un lycée ou d'un collège, la préparation rapide aux *divers baccalauréats* et aux *diplômes de fin d'études secondaires.*

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

BROCHURE N° 25.111, 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° 25.119, 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° 25.122, 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.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

BROCHURE N° 25.127, 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° 25.134, 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° 25.139, 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° 25.144, 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° 25.149, 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° 25.152, concernant la préparation aux carrières du **Cinéma :** Carrières artistiques, techniques et administratives.
(Enseignement donné par des Techniciens spécialistes.)

BROCHURE N° 25.158, concernant la préparation aux carrières du **Journalisme :** Rédacteur, Secrétaire de Rédaction, Administrateur-Directeur, etc.
(Enseignement donné par des Professeurs spécialistes.)

BROCHURE N° 25.160, concernant l'étude de l'**Orthographe,** de la **Rédaction,** de la **Rédaction de lettres,** de l'**Eloquence usuelle,** du **Calcul,** du **Calcul mental** et extra-rapide, du **Dessin usuel,** de l'**Ecriture,** etc.
(Enseignement donné par des Professeurs de l'Enseignement primaire et de l'Enseignement secondaire.)

BROCHURE N° 25.167, 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° 25.174, 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° 25.179, 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° 25.183, 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° 25.185, concernant l'**Art d'écrire** (Rédaction littéraire, Versification) et l'**Art de parler en public** *(Eloquence usuelle, Diction).*

BROCHURE N° 25.191, enseignement pour les **enfants débiles** ou **retardés.**

BROCHURE N° 25.196, concernant les **carrières féminines** dans tous les ordres d'activité.

BROCHURE N° 25.198, Coiffure, Manucure, Pédicure, Massage, Soins de beauté.

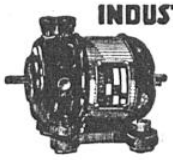
Ecrivez aujourd'hui même, comme nous vous y invitons à la page précédente, à **MM. les Directeurs** de

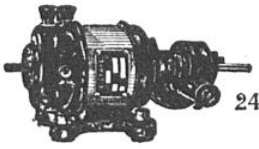
L'ÉCOLE UNIVERSELLE

59, boulevard Exelmans, PARIS (16e)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

PETITS MOTEURS INDUSTRIELS



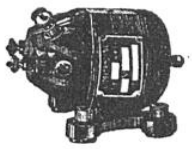


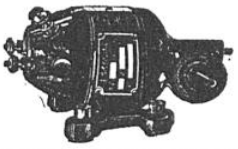
MICRODYNE

240 bis BD JEAN-JAURÈS BILLANCOURT

TELEPHONE MOLITOR 12.39

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° Etudier et déposer leurs demandes de brevets en France et à l'étranger;
2° Déposer leurs marques de fabrique et leurs modèles ;
3° Rédiger les actes de cession de leurs brevets ou les contrats de licences;
4° 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.

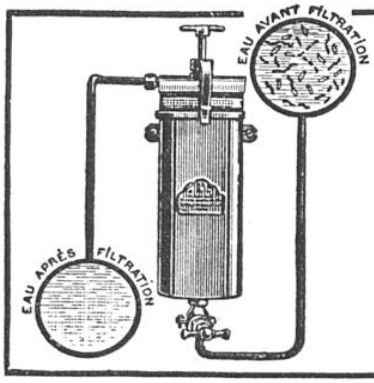
Si donc vous avez imaginé un perfectionnement utile, trouvé un nouvel appareil, un produit original ou un procédé de fabrication, n'hésitez pas à vous en assurer immédiatement la propriété par un dépôt de brevet. Tout retard peut être préjudiciable à vos intérêts.

Parmi les inventions particulièrement recherchées actuellement, signalons les appareils ménagers, outils et machines agricoles, moteurs et modèles d'avions ; les jeux à prépaiement, 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 (épingle de sûreté, ferret du lacet, diabolo), 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 (8e).**



LE

FILTRE CHAMBERLAND SYSTÈME PASTEUR

sans emploi d'agents chimiques

donne l'eau vivante et pure avec tous ses sels digestifs et nutritifs.

FILTRES A PRESSION ET SANS PRESSION

FILTRES DE VOYAGE ET COLONIAL

BOUGIES DE DIVERSES POROSITÉS POUR LABORATOIRES

80 bis, rue Dutot, PARIS - Tél. : Vaugirard 26-53

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

UNIQUE EN FRANCE !!!

L'application nouvelle de notre

GARANTIE STANDARD DE 3 ANS

comprenant :

UN SERVICE D'ENTRETIEN

et 3 VÉRIFICATIONS GRATUITES par AN

CONSTRUCTION FRANÇAISE — ULTRAMERIC — ÉCHANGE INSTANTANNÉ DE TOUS CHASSIS OU POSTES QUELQUE SOIT LA CAUSE DE L'ARRÊT

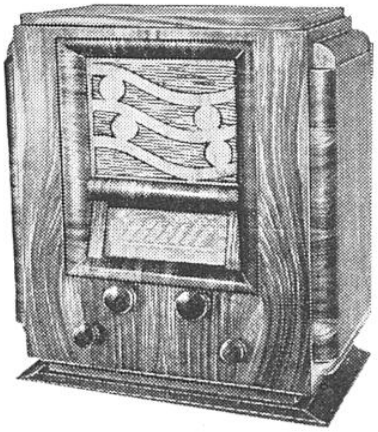
SÉCURITÉ - QUALITÉ - RENDEMENT

Notre dernière création...

L'ULTRAMERIC IX TOUTES ONDES MÉTAL

Récepteur ultra-moderne 9 lampes à grande sensibilité par amplification moyenne fréquence à 3 transfos. Haute fidélité et relief sonore par push pull triode

- 9 LAMPES MÉTAL
- TOUTES ONDES 17-2.000 M.
- ACCORD 460 KC.
- SÉLECTIVITÉ 8 KC.
- PUSH PULL TRIODE
- RÉGLAGE visuel par trèfle cathodique
- ANTIFADING 100 %
- CONTROLE DE TONALITÉ



- PRISE PICK-UP
- CADRAN VERRE photogravé, éclairage indirect et 4 jeux de signalisation
- COMMUTATEUR ROTATIF à grains d'argent
- DYNAMIQUE grand modèle exponentiel 25 cm.
- SECTEUR alter. 110-240 v.

PLUS de 130 STATIONS, ainsi que les ONDES COURTES sur antenne de fortune

PRIX DE RÉCLAME IMBATTABLE pour châssis. *Complet*.. .. .. 995. »

Demandez la DOCUMENTATION ILLUSTRÉE très détaillée, avec schéma et conditions de remise aux lecteurs (Référence 901)

RADIO-SÉBASTOPOL

Téléphone : TURBIGO 98-70 — **100, boulevard de Sébastopol, PARIS** — Téléphone : TURBIGO 98-70

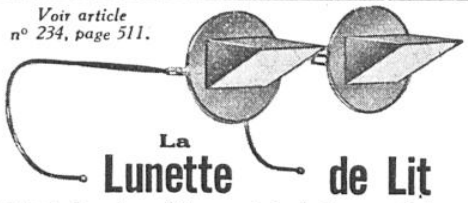
EXPÉDITIONS IMMÉDIATES EN PROVINCE
EXPÉDITIONS CONTRE REMBOURSEMENT

COMPTE CHÈQUES POSTAUX : PARIS 1711-28
VERSEMENT UN QUART A LA COMMANDE

FOURNISSEUR DES GRANDES ADMINISTRATIONS — CHEMINS DE FER — ANCIENS COMBATTANTS — MUTILÉS DE GUERRE, etc.

MAISON DE CONFIANCE

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Voir article n° 234, page 511.

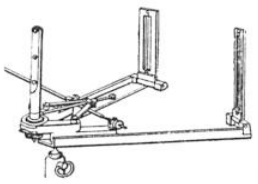
La **Lunette de Lit**

permet, dans la position couchée, de lire sans fatigue

Elle est indispensable à tous les alités et même aux bien portants. — Elle existe sans correction ou pour Myopie, Hyperopie et Presbytie.

H. & M. RENAULT - Optique Wagram
107, rue Jouffroy, Paris-17e

Etabts A. LEPETIT & CIE
20, rue Marie Debos, MONTROUGE (Seine)
CONSTRUCTEURS D'INSTRUMENTS DE
TOPOGRAPHIE, MARINE, AVIATION



COMPAS DE REPÉRAGE
POULLAIN-LEPETIT
Prix : **320 fr.**
Notice détaillée franco sur demande

Voir page XXV du n° 237

Pas de foyer
Pas d'atelier
Pas d'usine
sans un
MOTEUR
RAGONOT-ERA
moteurs à réducteurs de vitesse · moteurs spéciaux · génératrices · convertisseurs
...ou un **Ragonot-Delco**
(Licence Delco)
ETS E. RAGONOT, les grands spécialistes des petits moteurs, 15 rue de Milan, Paris. Tri. 17-60
Pub. R.-L. Dupuy

INVENTEURS
POUR VOS **BREVETS** WINTHER-HANSEN L. DENÈS Ing. Cons.
35, Rue de la Lune. PARIS 2e
DEMANDEZ LA BROCHURE GRATUITE "S".

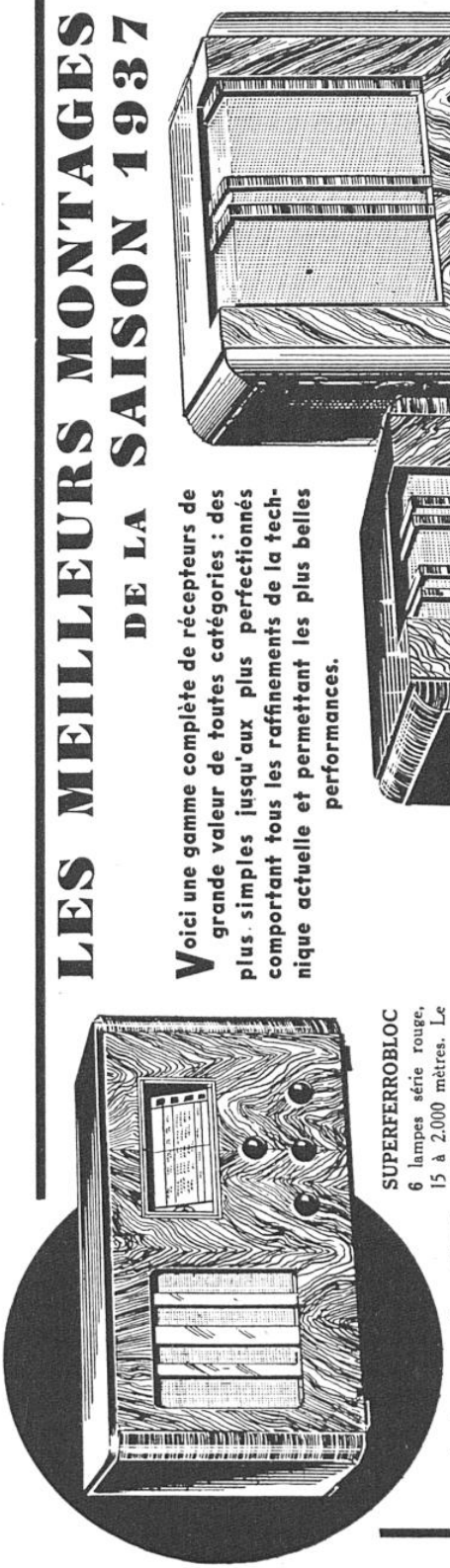
LA SCIENCE ET LA VIE
est le seul Magazine de Vulgarisation
Scientifique et Industrielle

ÉVITEZ LES EPIDÉMIES
◄ FILTRE ►
DANS TOUTES BONNES MAISONS
et 155, faubourg Poissonnière, Paris
MALLIÉ

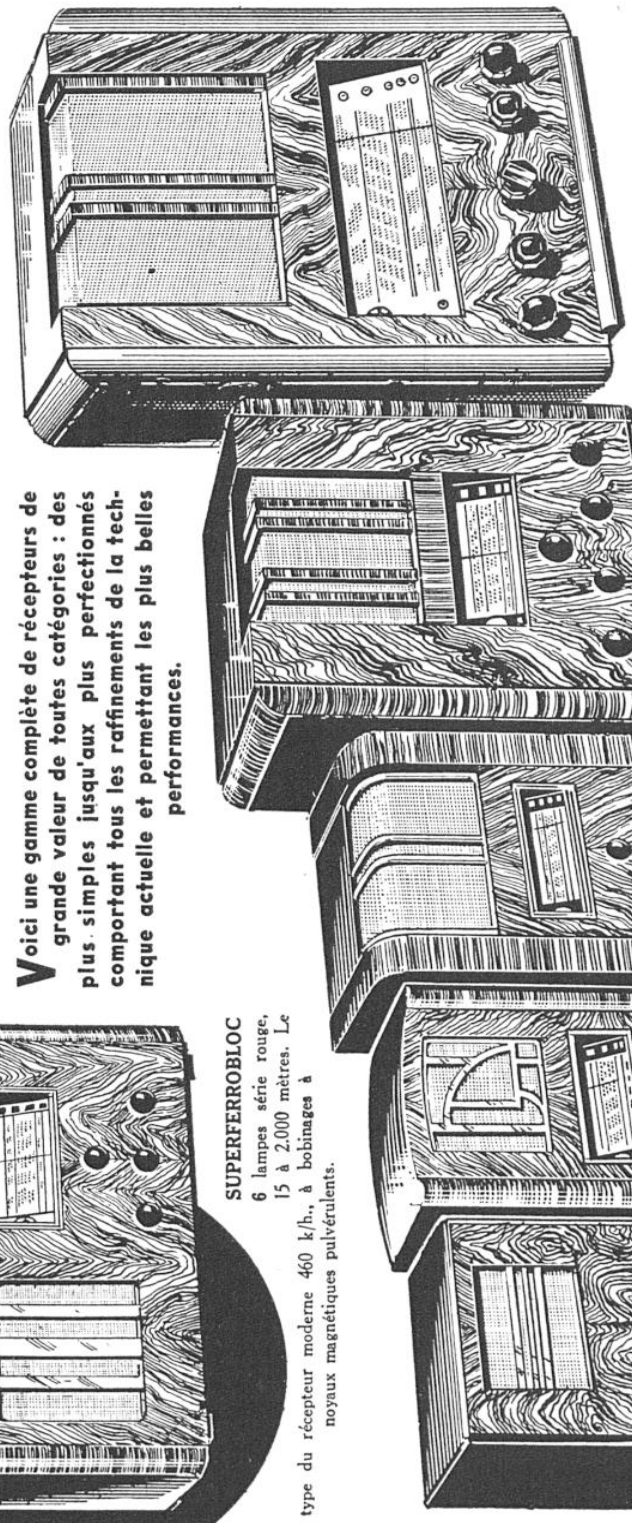
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LES MEILLEURS MONTAGES DE LA SAISON 1937

Voici une gamme complète de récepteurs de grande valeur de toutes catégories : des plus simples jusqu'aux plus perfectionnés comportant tous les raffinements de la technique actuelle et permettant les plus belles performances.



SUPERFERROBLOC 6 lampes série rouge, 15 à 2.000 mètres. Le type du récepteur moderne 460 k/h., à bobinages à noyaux magnétiques pulvérulents.



Le REFLEX RS 3, 4 lampes, sans ondes courtes, 200 à 2.000 mètres, détection Westector. Le plus simple et le plus économique.

Le SIMPLADYNE 44 rouge, peu sensible aux parasites, 5 lampes, 18 à 2.000 mètres. Le plus raffiné des récepteurs simples de haut rendement.

Le 46 rouge, 6 lampes, 11 à 2.000 mètres. Peu sensible aux parasites. **Le SV 637,** 7 lamp., 18 à 2.000 m., étages H. F., grande sensibilité. **Le PB 6,** 7 lamp., 11 à 2.000 m., lampe finale EL5. Le plus sensible, le plus puissant, le plus agréable à employer.

Le PB 5 rouge, 9 lampes Push-Pull cathodyne. 5 gammes, 11 à 2.000 mètres. Le récepteur le plus raffiné de la saison.

Le PB 5 rouge, tous courants, Push-Pull cathodyne, 10 lampes, 5 gammes, 11 à 2.000 mètres. Le meilleur tous courants.

Le 46 Push-Pull, 7 lampes, 11 à 2.000 m. Récepteur de grande valeur et de haute fidélité.

Le PB 5 rouge de luxe, à bloc central de commande, 9 lampes Push-Pull cathodyne, 11 à 2.000 mètres. Le plus perfectionné qu'il soit possible d'imaginer à l'heure actuelle.

DEMANDEZ LE DEVIS QUI VOUS INTÉRESSE AUX ÉTABLISSEMENTS

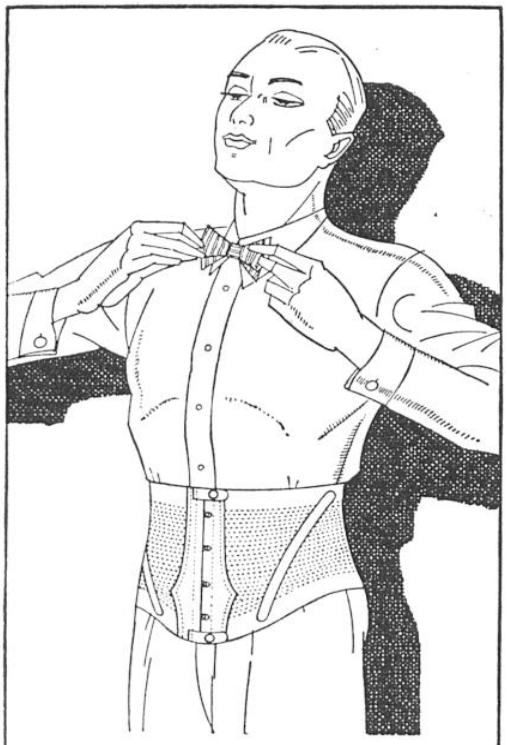
RADIO-SOURCE

82, AVENUE PARMENTIER — PARIS (XIe)

Téléphone : Roquette 62-60 et 62-81 — Chèques Postaux 664-49 — Télégramme : Sourcelec 119

TOUS CES APPAREILS SONT FOURNIS EN PIÈCES DÉTACHÉES EN CHASSIS CABLÉS OU TOUS MONTÉS EN ÉBÉNISTERIE

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



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'empâtement abdominal " et une infirmité dangereuse : **l'obésité.**

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

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 feuill. mesur. Fco

BELLARD - V - THILLIEZ
SPÉCIALISTES
22, Faub. Montmartre - PARIS-9e

SOURDS

AUDIOS Marque Déposée

2 Inventions nouvelles :
le **CONDUCTOS INTÉGRAL**
ET LE
CONDUCTOS STABILISÉ
vous feront
ENTENDRE IMMÉDIATEMENT

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

Editeurs: 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)

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 Combinés Barral, 8, villa d'Alésia, PARIS-14e.
PROSPECTUS GRATIS SUR DEMANDE

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Apprenez à DESSINER

Vous trouverez des distractions multiples et vous vous donnerez facilement un second métier lucratif par le dessin.

AVEZ-VOUS songé parfois à toutes les joies, à tous les profits que vous procurera le dessin, le jour où vous serez capable d'exécuter, d'après nature, de vivantes esquisses, des portraits, des paysages ? Savez-vous que vous pouvez facilement et très vite devenir un excellent croquiste ? Ce qui vous a manqué jusqu'à présent pour dessiner et réussir, c'est une méthode réellement facile et les conseils pratiques d'un véritable artiste.

Ces deux buveurs ont été fixés, en quelques touches puissantes, directement au pinceau, par notre élève M. Bonneterre, durant ses études à l'Ecole A. B. C. Voyez comme la scène est bien observée, Par la méthode A. B. C., l'on apprend à voir. Et apprendre à voir, c'est apprendre à dessiner.

Tout cela et bien d'autres appuis, vous le trouverez à l'Ecole A. B. C. où vous pourrez voir votre maître, vous entretenir familièrement avec lui de vos travaux et de vos projets. Par la méthode A. B. C., vous apprendrez à dessiner suivant des principes rationnels dont toute routine est exclue. Vous serez conduit par un maître personnel choisi parmi les meilleurs artistes parisiens. Vous vous spécialiserez, si c'est votre désir ou votre goût, dans la publicité, la mode ou la décoration.

UN BEL ALBUM ILLUSTRÉ vous est offert

Un bel album illustré créé spécialement pour tous ceux qui veulent dessiner vous sera envoyé sur simple demande. Cet album, qui contient plus de cent dessins exécutés par les élèves — du simple croquis à la gravure — constitue une véritable première leçon gratuite par l'exposé de la méthode A. B. C. que vous y trouverez. Il vous montrera comment vous pouvez apprendre à dessiner en très peu de temps et sans effort. Vous lirez là les lettres enthousiastes des élèves et les références des maîtres du pinceau et du crayon. Puisque le dessin vous intéresse, envoyez ce bon tout de suite pour recevoir votre album par retour.

ENVOYEZ CE BON AUJOURD'HUI MÊME

ÉCOLE A. B. C. DE DESSIN (Studio B 13)
12, rue Lincoln (Champs-Elysées), **Paris (8e)**

Veuillez m'envoyer gratuitement et sans engagement de ma part l'album illustré m'apportant des renseignements complets et détaillés sur la méthode A. B. C. de dessin (1).

NOM .....

PROFESSION ..... AGE .....

RUE ..... N° .....

VILLE ..... DÉPt .....

(1) Ci-joint, je vous remets 1 fr. 50 en timbre pour frais d'envoi de l'album.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

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

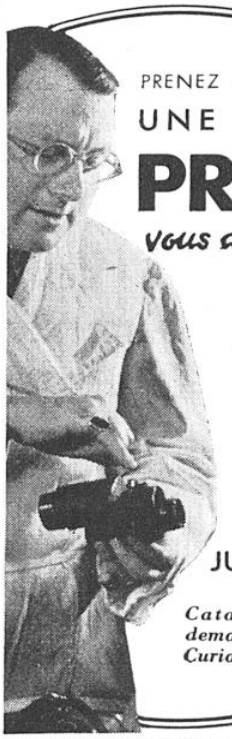
Les élèves sont attendus pour des situations

« 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

Pub. R.-L. Dupuy



PRENEZ AVANT TOUT
UNE JUMELLE
PRÉCISE...
vous dira votre opticien

La **précision**, qualité primordiale d'une jumelle exige un outillage perfectionné et moderne, des laboratoires bien équipés et des techniciens d'élite.

B.B.T. KRAUSS, spécialiste de l'optique de précision remplit ces conditions.

Demandez à votre opticien de vous montrer les
JUMELLES DE PRÉCISION

Catalogue sur demande, 82 rue Curial, Paris-19e

BBT KRAUSS

FOURNISSEUR DES GOUVERNEMENTS FRANÇAIS & ÉTRANGERS

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.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LE
DURALUMIN
UR LÉGER

ALLÈGE
LA BICYCLETTE
de Course
et de Cyclotourisme

PARIS-ROUBAIX
28 Mars 1937
est le
TROPHÉE DURALUMIN

V.
BON A DÉCOUPER
A retourner à la Société du Duralumin
23 bis, rue de Balzac — Paris

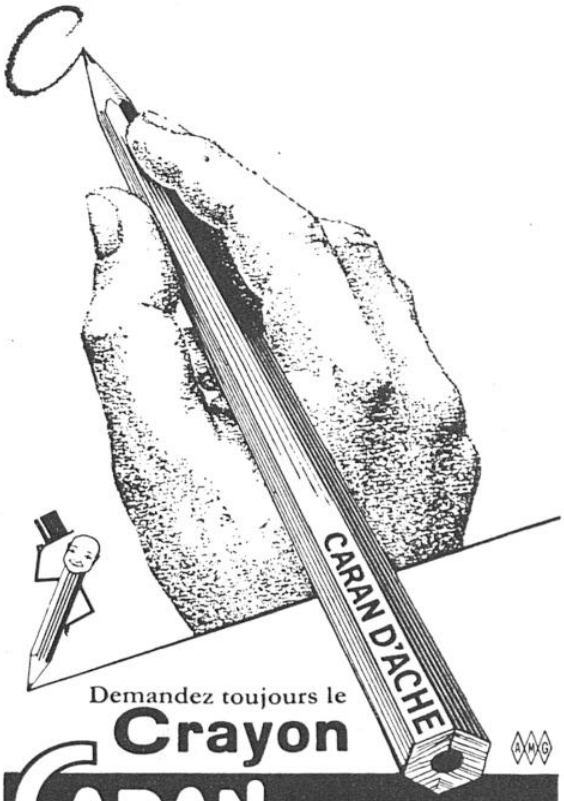
Veuillez m'adresser gracieusement votre documentation sur la bicyclette légère.

Nom .....
Profession .....
Adresse .....

Essayez !

De la qualité d'un crayon dépend la qualité de vos travaux. Cela vaut bien un essai. Essayez donc tous les crayons, vous vous arrêterez à Caran d'Ache.

Caran d'Ache
Caran d'Ache



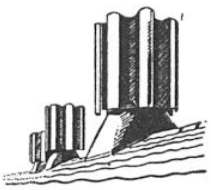
Demandez toujours le
Crayon
CARAN d'ACHE

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

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHANARDISEZ VOS LOCAUX!

CHANARDISER c'est évacuer sans frais :
les buées,
les odeurs,
les fumées.



C'est assurer sans courants d'air une AÉRATION ÉNERGIQUE ET ABONDANTE

CATALOGUE N° 78 SUR DEMANDE

CHANARD S.A à RUEIL-MALMAISON SETO

LE CANOE MÉTALLIQUE

NOUVEL ALLIAGE LÉGER
INSENSIBLE A LA ROUILLE

POIDS 22 KG. — INSUBMERSIBLE

BUREAU "SV"
2, RUE DU CYGNE, PARIS-1er

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

CIRCUITS FORFAITAIRES
AU PAYS DE L'ISLAM

LE BAPTÊME DU DÉSERT A BOU SAADA
depuis : **900 frs**

LE CIRCUIT DES OASIS ET DE L'AURÈS
depuis : **1.800 frs**

(Traversées maritimes comprises)

S'adresser aux Bureaux de Renseignements de : P. L. M., P. O. - MIDI, Cie Gle TRANSATLANTIQUE, Cie de Navigation Mixte, Sté Gle de Transports Maritimes, OFALAC et Agences de voyage.

ALGÉRIE-SAHARA

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans tous les pays du monde les avions

CAUDRON - RENAULT

ne cessent de remporter les plus beaux succès pour la plus grande gloire de l'aviation française.

● Il y a quelques mois DETROYAT, aux Etats-Unis, surclassait les meilleurs appareils de vitesse américains, avec son CAUDRON type "coupe DEUTSCH" à moteur RENAULT 6 cyl.
● En Novembre 1936 André JAPY réalisait, seul à bord de son "Simoun" CAUDRON-RENAULT, la liaison FRANCE-JAPON, en trois jours, raid inouï de 15.000 kilomètres.
● En Décembre 1936 Maryse BASTIÉ, seule à bord de son "Simoun" CAUDRON-RENAULT, battait tous les records de l'ATLANTIQUE-SUD (Dakar-Natal en 12 heures)

LE SIMOUN
est équipé d'un
MOTEUR 6 CYL. EN LIGNE
de 220 cv. seulement.

★

LES VIVA GRAND SPORT
possèdent elles aussi un
MOTEUR 6 CYL. EN LIGNE

RENAULT

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LUNDI 5 AVRIL OUVERTURE d'une **nouvelle session de cours : Officiers T. S. F. de la Marine marchande.**

500 PLACES DISPONIBLES PAR SUITE DES « ACCORDS MATIGNON »

COURS INDUSTRIELS : Monteurs, Dépanneurs, un très grand nombre de situations pour Octobre prochain. — **COURS MILITAIRES** (Cl. 1937) : Sapeurs-radios; Chefs de poste ; E. O. R. génie, air, marine ; sections radios des autres régiments.

PRÉPARATION SUR PLACE ET PAR CORRESPONDANCE

ÉCOLE FRANÇAISE DE RADIOÉLECTRICITÉ

(VOIR ANNONCE PAGE V)

10 bis, rue Amyot, Paris (5e) - Tél. : Port-Royal 05-95

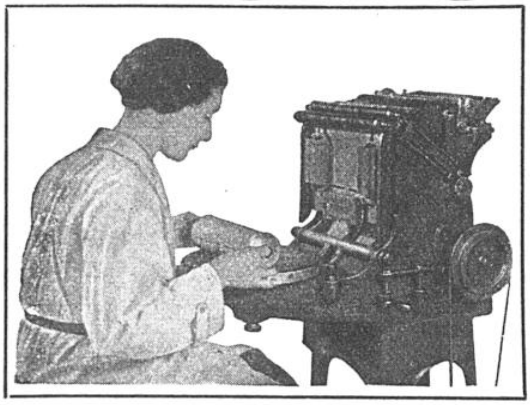
Quelle que soit votre fabrication, économisez **TEMPS** et **ARGENT** en supprimant vos étiquettes.

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 **PARIS**

62 bis, rue Saint-Blaise Roq. : 19-31

CHEMINS DE FER DE PARIS-LYON-MÉDITERRANÉE

BUREAU DE RENSEIGNEMENTS POUR LE TRANSPORT DES MARCHANDISES

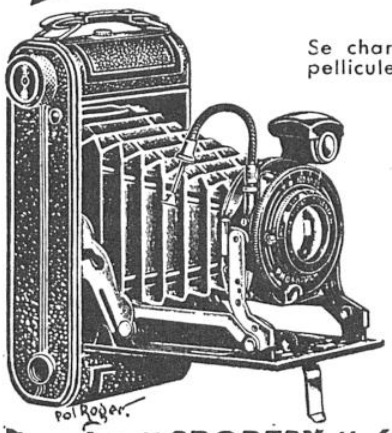
La Compagnie a installé un bureau de renseignements pour le transport des marchandises au *n° 88 de la rue Saint-Lazare, téléphone Trinité 04-80, poste n° 355.*

Sans vous déranger, un simple appel téléphonique, vous pouvez obtenir pour vos envois en bagages, en colis express, en colis postaux ou agricoles, au tarif des petits colis, de la grande ou petite vitesse, les renseignements que vous désirez sur l'acheminement, les prix, les délais, les itinéraires, etc.

Adressez-vous donc au bureau R. T. M. : le P. L. M. est à votre entière disposition.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Voici les 2 Appareils

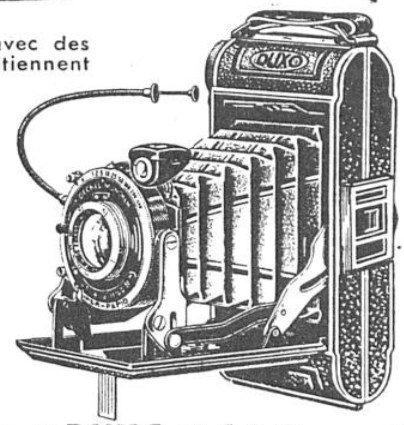


Se chargeant en plein jour avec des pellicules de 8 poses, qui obtiennent le plus grand

SUCCÈS

auprès des Amateurs

Ils sont montés avec **Anastigmat I : 4,5** OBTURATEUR A RETARDEMENT permettant de se photographier soi-même.



Le "SPORTEX" 6×9

Appareil automatique finement gainé . . . . **245 Fr.**
ou 8 mensualités de **33 Fr.**

Le même en 6½ × 11 **295 Fr.**
ou 8 mensualités de **40 Fr.**

CADEAU

Tout acheteur d'un **"Sportex"** ou d'un **"Duxo"** payé comptant reçoit un superbe **SAC EN CUIR** pour l'appareil.

Le "DUXO" 6×9

Appareil automatique de luxe, gainé cuir fin, double format : 6×9 et 4½ × 6.

Avec PRONTOR 1/125e **320 Fr.**
ou 10 mensualités de **35 Fr.**

PRONTOR II 1/150e . . . **350 Fr.**
ou 10 mensualités de **38 Fr.**

COMPUR 1/250e . . . . **465 Fr.**
ou 12 mensualités de **42 Fr.**

COMPUR RAPID 1/400e . **565 Fr.**
ou 12 mensualités de **50 Fr.**

I : 3,8 COMPUR RAPID 1/400e **640 F.**
ou 12 mensualités de **58 Fr.**

Pellicules "HÉLIOCHROME" ultra-rapides 26° Sch. - Les 8 poses	4½×6	6×9	6½×11
	5.40	**5.40**	**7.50**

EN VENTE (avec carte de **GARANTIE de 2 ANS**, faculté d'échange et manuel d'instructions)

EXCLUSIVEMENT PAR LES ÉTABLISSEMENTS

PHOTO-PLAIT

35-37-39, RUE LA FAYETTE - PARIS (Opéra)

Succursales :
142, Rue de Rennes, PARIS-6e *(Gare Montparnasse)*
12, Avenue Victor-Emmanuel, PARIS-8e *(Champs-Elysées)*
104, Rue de Richelieu, PARIS-2e *(Bourse)*
15, Galerie des Marchands *(rez-de-ch.)* **Gare St-Lazare**
6, Place de la Porte Champerret, PARIS-17e

Maison vendant 20 à 25 % meilleur marché que partout ailleurs les Appareils, Plaques, Pellicules, Papiers, Produits et Accessoires de sa marque.

CATALOGUE PHOTO-CINÉMA 1937 GRATIS ET FRANCO

Toutes les Grandes Marques en stock : KODAK, ZEISS-IKON, WELTA, LEICA, VOIGTLANDER, ROLLEIFLEX, LUMIÈRE, PATHÉ-BABY, AGFA, EXACTA, EUMIG, etc.

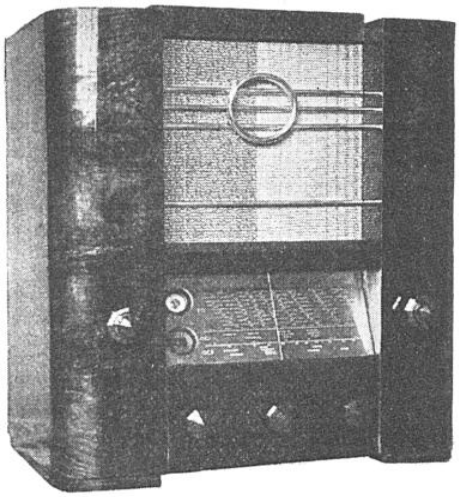
Expéditions en province à domicile franco de port et d'emballage

Pour devenir un parfait Amateur, il faut lire :
"LA PHOTO POUR TOUS" Revue mensuelle illustrée de photographie. Le N° **4 fr. 50** - Abonnement 1 an **40 fr.**

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Un poste de grande classe à un prix incroyable !

Le SUPER-EXCELSIOR 737



en ébénisterie d'un très grand luxe est vendu pendant quelque temps seulement, à titre de réclame, au PRIX EXCEPTIONNEL de

1.400 francs (net)

• • •

C'est un superhétérodyne 7-8 lampes, deux gammes d'ondes courtes, toutes ondes, sélectivité variable, contrôle de tonalité, trèfle cathodique (œil magique), B. F. push-pull. Haut-parleur 24 cm., etc., etc.

MUSICALITÉ PARFAITE
REPRODUCTION FIDÈLE
GRANDE SENSIBILITÉ

Demandez la notice illustrée gratuite (joindre 0 fr. 75 pour frais) et toute une gamme d'autres modèles très intéressants à partir de **680 francs net.**

GENERAL RADIO

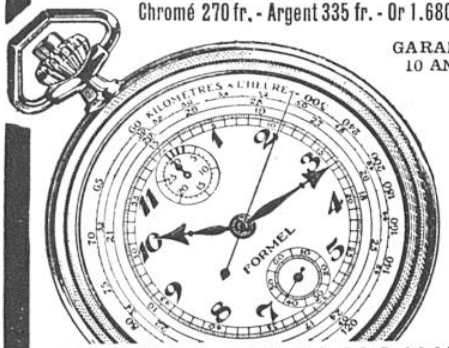
1, boulevard Sébastopol, PARIS (1er)
Métro : CHATELET

L'HOMME MODERNE
remplace une montre ordinaire par le
Chronographe FORMEL

C'est un appareil scientifique donnant toujours l'heure exacte et permettant tous les chronométrages : scientifiques, industriels et sportifs, avec la plus rigoureuse précision.

PRIX FRANCO :
Chromé 270 fr. - Argent 335 fr. - Or 1.680 fr.

GARANTI
10 ANS



VENTE EXCLUSIVE
E. BENOIT, 60, r. de Flandre, PARIS
Références : ETAT, CHEMINS DE FER DE L'EST, P. O., VILLE DE PARIS, ETC.
NOTICE A FRANCO

LE QUATRE-MINES
404
4 couleurs

CRÉATION
STYLOMINE
CADEAU IDÉAL

EN VENTE PARTOUT

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'OUTILERVÉ

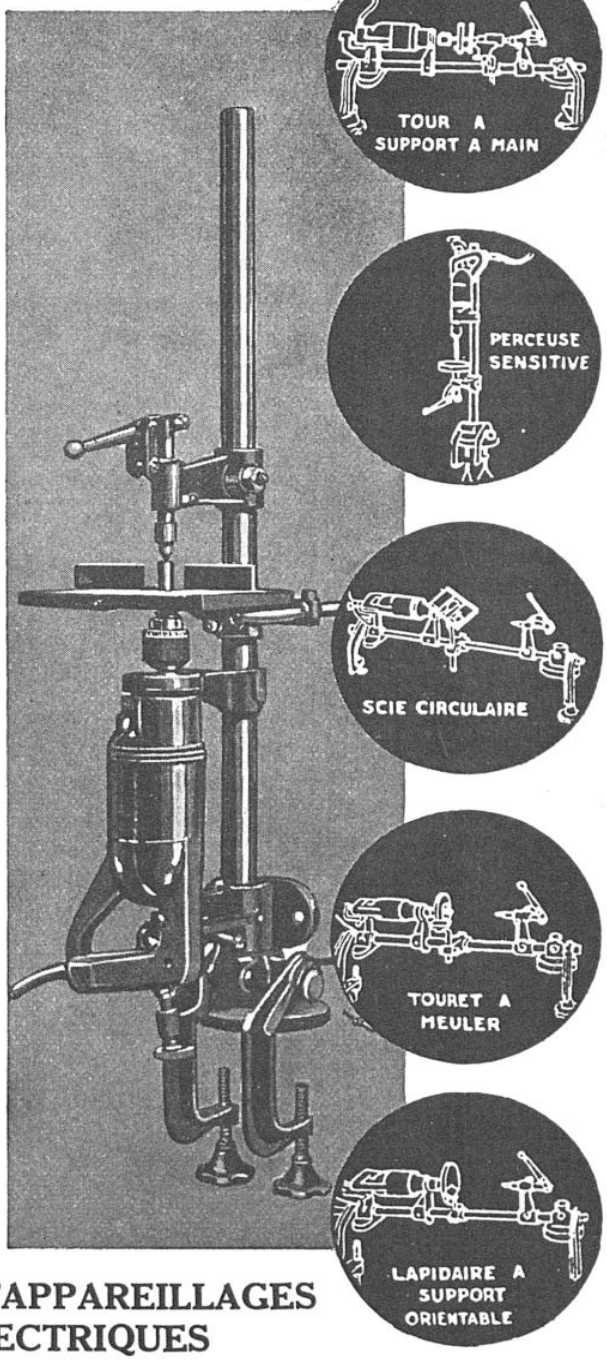
Que de travaux attrayants et utiles n'exécuterait-on pas si l'on possédait l'outillage nécessaire ? Mais on recule devant les frais d'une installation coûteuse et toujours encombrante.

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.



SIAME

Succrs de la S. A. RENÉ VOLET

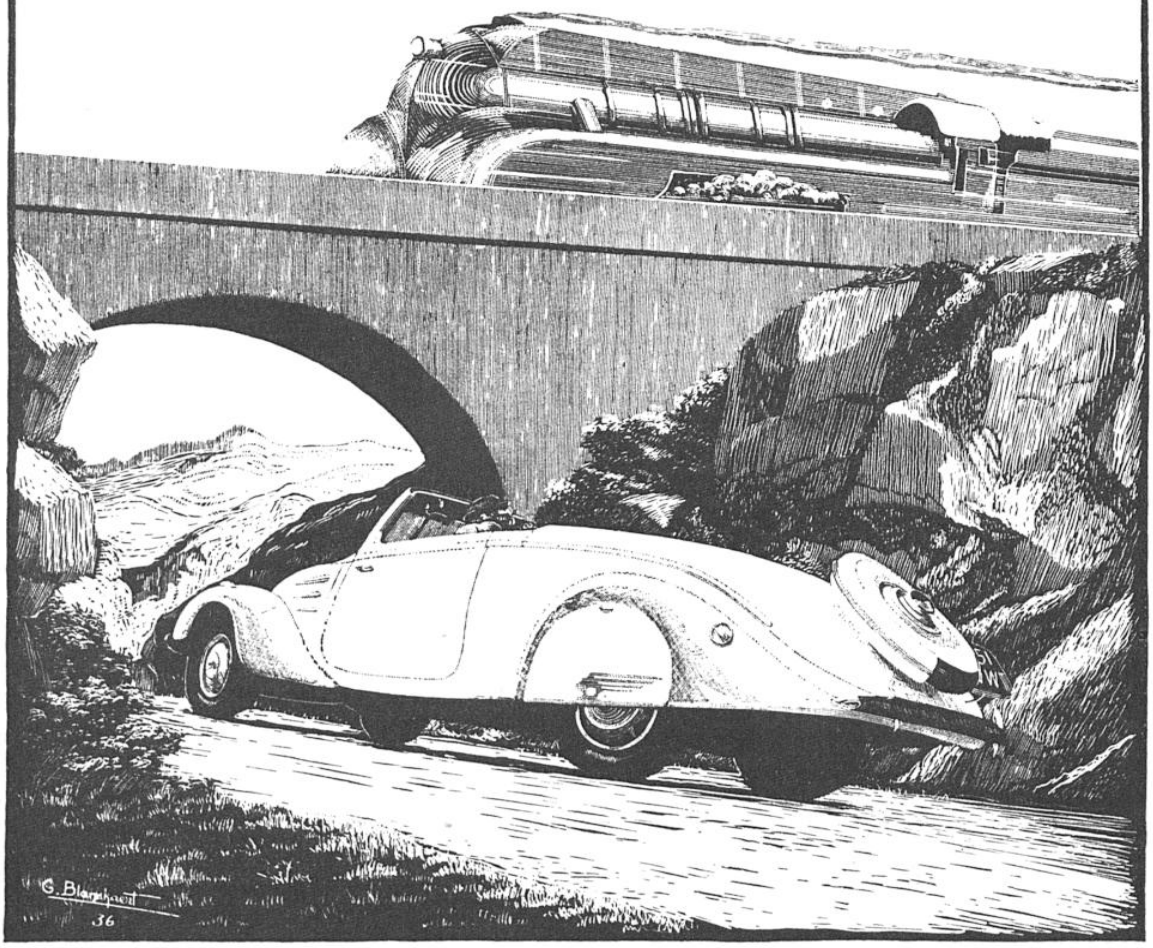
Demander notices et tous renseignements à la

SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE D'APPAREILLAGES MÉCANIQUES ET ÉLECTRIQUES

74, rue Saint-Maur, PARIS-XIe — Téléphone : Roquette 96-50 (2 lignes groupees)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

UNE ELEGANCE NOUVELLE...



Le Succès de la 302 et de la 402 PEUGEOT eut sans doute été assuré par les étonnantes qualités mécaniques de ces voitures (rendement incomparable des moteurs à culbuteurs); mais c'est incontestablement au Style très personnel de leurs Carrosseries qu'elles doivent d'avoir suscité un véritable Engouement, en particulier auprès de la clientèle féminine... Ainsi fut révélée une nouvelle Elégance des Lignes conciliant l'Aérodynamisme (vitesse accrue, consommation diminuée) avec l'Harmonie des Formes et le Confort.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

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, *Avril 1937 - R. C. Seine 116-544*

Tome LI — Avril 1937 — Numéro 238

SOMMAIRE

Une enquête au pays du IIIe Reich : Sciences et techniques au service de la nouvelle économie allemande .. Robert Chenevier .. 249

Les laboratoires de chimie industrielle — les mieux outillés du monde — comme les usines géantes de la métallurgie et de la construction électromécanique, démontrent qu'en Allemagne la science appliquée est aujourd'hui « mobilisée » pour l'affranchissement matériel de tout un peuple. Voici les résultats d'une enquête à ce sujet par l'envoyé spécial de La Science et la Vie.

Que savons-nous actuellement des vitamines ? .. L. Houllevigue .. 259
Professeur à la Faculté des Sciences de Marseille.

Dans ce chapitre relativement nouveau de la biologie, voici les conquêtes les plus récentes de la recherche scientifique et leurs conséquences pour l'alimentation rationnelle.

La bombe d'avion aura-t-elle raison du cuirassé ? .. Camille Rougeron .. 265
Ingénieur en chef du Génie Maritime.

Comment les progrès si rapides de l'aviation ont-ils engendré les conceptions modernes du bombardement aérien ? Elles semblent, pour certains spécialistes, attribuer l'avantage à la bombe par rapport à la cuirasse. La course au tonnage pour les bâtiments de ligne en sera-t-elle — pour cela — ralentie ?

La chimie du caoutchouc a élevé la gomme au premier rang des matières premières dans l'industrie moderne .. Georges Génin .. 272
Ingénieur E. P. C. I.

La fabrication de récents dérivés chimiques de la gomme ouvre à l'industrie du caoutchouc un nouveau champ d'applications.

Le Palais de la Découverte scientifique à l'Exposition de 1937 .. André Lazard .. 279
Ingénieur E. P. C. I.

On y verra que le grand générateur électrostatique à 5 millions de volts n'est pas seulement une curiosité scientifique, mais bien un puissant « outil » de recherche pour la synthèse des radioéléments.

Dans les coulisses scientifiquement aménagées d'un aquarium tropical moderne .. W. Besnard .. 285
Sous-Directeur de l'Aquarium du Musée de la France d'outre-mer.

L'aménagement scientifique d'un aquarium comme celui de l'Exposition de 1937 exige le réglage précis et le contrôle rigoureux de nombreux facteurs. Cette véritable usine physico-chimique fonctionnera en quelque sorte automatiquement.

La crise de l'automobile en France .. Charles Brachet .. 293

Voici, présentées en toute objectivité, les principales causes qui ont fait régresser notre industrie automobile du deuxième au cinquième rang pour la production. Voici aussi quelques remèdes susceptibles d'être appliqués au marché français.

Notre poste d'écoute .. S. et V. .. 301

Où en sont les flottes de combat des six principales puissances navales ? .. S. et V. .. 309

Problèmes et développement de l'aviation commerciale américaine en 1937 .. G. B. .. 313

Pour détecter le passage des avions, voici le « pétoscope » .. Paul Lucas .. 316

Les livres qu'il faut méditer :

Stratégie et tactique des grandes unités cuirassées .. *** .. 319

Un exemple d'organisation scientifique sans précédent dans l'industrie de la chaussure .. G. B. .. 320

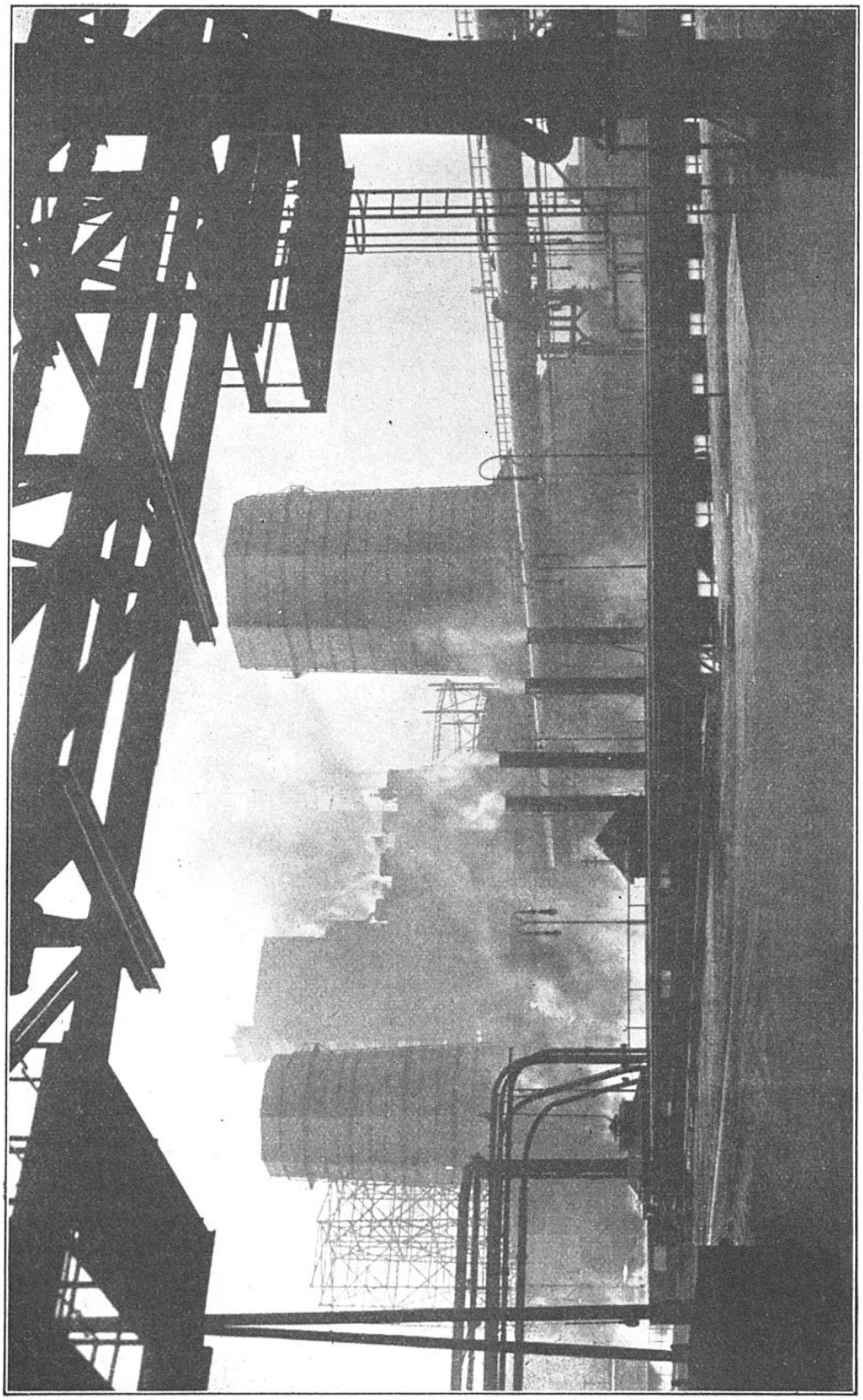
Les récents progrès de la télévision en Allemagne .. J. M. .. 322

L'aviation va-t-elle revenir au moteur rotatif ? .. J. M. .. 325

A travers notre courrier .. S. et V. .. 327

C'est grâce à l'obtention de très hautes tensions (plusieurs millions de volts) que le physicien contemporain a pu non seulement étudier la structure intime de la matière, mais encore préparer des corps radioactifs artificiels utilisés notamment en thérapeutique. La couverture de ce numéro représente le plus grand générateur électrostatique du monde dans le Palais de la Découverte scientifique de l'Exposition de 1937, où la tension électrique entre les deux sphères de 3 m atteint 5 millions de volts ! (Voir l'article page 279 de ce numéro.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



VUE GÉNÉRALE DU DÉPARTEMENT DE LA FABRICATION DE L'AMMONIAQUE SYNTHÉTIQUE A L'USINE DE LEUNA

L'usine de Leuna, appartenant à l'I. G. Farbenindustrie, emploie actuellement 35 000 ouvriers. On y fabrique toute la gamme des engrais de synthèse à partir de l'ammoniaque synthétique, selon le procédé Haber, et également de l'essence artificielle. La capacité de production de l'usine en matière d'engrais, qu'il s'agisse du sulfate d'ammoniaque ou des nitrates, est de l'ordre de 700 000 tonnes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

UNE ENQUÊTE AU PAYS DU IIIe REICH

SCIENCES ET TECHNIQUES AU SERVICE DE LA NOUVELLE ÉCONOMIE ALLEMANDE

Par Robert CHENEVIER

Lorsque s'ouvrira à Paris l'Exposition Internationale de 1937, se tiendra à Dusseldorf une importante manifestation nationale allemande consacrée aux sciences et aux techniques, et destinée à mettre en évidence les inestimables services rendus par elles à l'Allemagne nationale-socialiste. Sans doute, le Reich fut-il toujours le pays par excellence de l'emploi utilitaire de la science appliquée. Mais jamais encore il ne lui avait demandé de devenir, en quelque sorte, l'agent moteur de toute une politique en vue de réaliser, dans la plus large mesure possible, l'affranchissement matériel de tout un peuple. Il appartenait au régime hitlérien, régime neuf, — tant par ses principes que par sa conception d'une structure économique nouvelle, — d'attribuer une telle mission à la Science et de se placer délibérément sous sa loi. Aujourd'hui, l'Allemagne tout entière n'est plus, en effet, qu'un vaste chantier où la recherche scientifique règne et où les laboratoires sont souverains. L'exposition de Dusseldorf de 1937 apparaîtra dès lors comme un grandiose et justifié hommage décerné à l'esprit d'investigation comme à la volonté de réalisation. La Science et la Vie, *toujours soucieuse d'informer objectivement ses lecteurs, a chargé l'un de ses collaborateurs de procéder sur place à une enquête rigoureuse relative à la situation économique du IIIe Reich, de plus en plus façonné par la science et la technique, surtout depuis l'avènement du national-socialisme en 1933. Au cours de visites dans les usines les plus fermées d'Allemagne, il a été aussi possible à notre collaborateur de mieux pénétrer, et par suite de mieux interpréter, l'évolution économique de l'Allemagne actuelle (1). On verra ainsi comment une nation, placée sous le signe de la discipline scientifique, peut vaincre même des difficultés estimées jusqu'ici insurmontables. Car ce qui, du reste, s'est révélé vrai pour l'Allemagne, peut l'être pour tout autre pays animé par l'esprit d'invention et la volonté de la réalisation. Le propre de la science n'est-il pas précisément de s'affirmer par son caractère d'universalité ?...*

Pour l'opinion publique française, l'Allemagne hitlérienne demeure une énigme. Ou elle la juge selon des données fausses ou, plus simplement, elle ne la comprend pas. Ce que l'effort allemand présente de méthodique, de discipline ordonnée lui échappe, de même que ne lui sont pas perceptibles les résultats de cet effort. A plus forte raison ne discerne-t-elle pas la nature des leviers qui font mouvoir l'immense corps germanique. Si bien qu'en définitive, malgré le voisinage des frontières, malgré le modernisme des moyens de communication, la rapidité et la fréquence des modes d'information, le IIIe Reich figure encore, pour le Français moyen, un pays dont toute la vie matérielle est chargée de mystère et d'inconnu.

Sans doute cette ignorance a-t-elle de nombreuses excuses. Nulle part, peut-être, le labeur n'est aussi discret qu'en Allemagne. Nulle part, les usines, les chantiers ne sont aussi fermés, les outillages aussi dissimulés et, jusqu'à un certain point, les chiffres aussi peu divulgués. Mais il n'est pas de difficulté qui ne se surmonte. C'est ainsi qu'au cours de cette enquête qui nous a conduit dans toutes les régions industrielles les plus caractéristiques du IIIe Reich, nous avons pu saisir sur le vif le visage de l'Allemagne au travail, ce visage que l'exposition de Dusseldorf s'apprête à projeter en pleine lumière et qui n'est autre que celui d'un pays voué tout entier à la science comme à la tech-

(1) Les dernières statistiques officielles mettent en évidence d'importantes augmentations dans la production industrielle de l'Allemagne pour 1936 par rapport à 1935. C'est ainsi que la production de fonte est passée de 12 842 000 t en 1935 à 15 303 000 t en 1936 ; celle d'acier de 16 419 000 t à 19 518 080 t. De 480 000 t en 1932, la production sidérurgique mensuelle est passée à 1 596 000 t en 1936, soit plus du triple. L'industrie automobile a progressé de 20 % et celle de l'électricité de 16 %.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

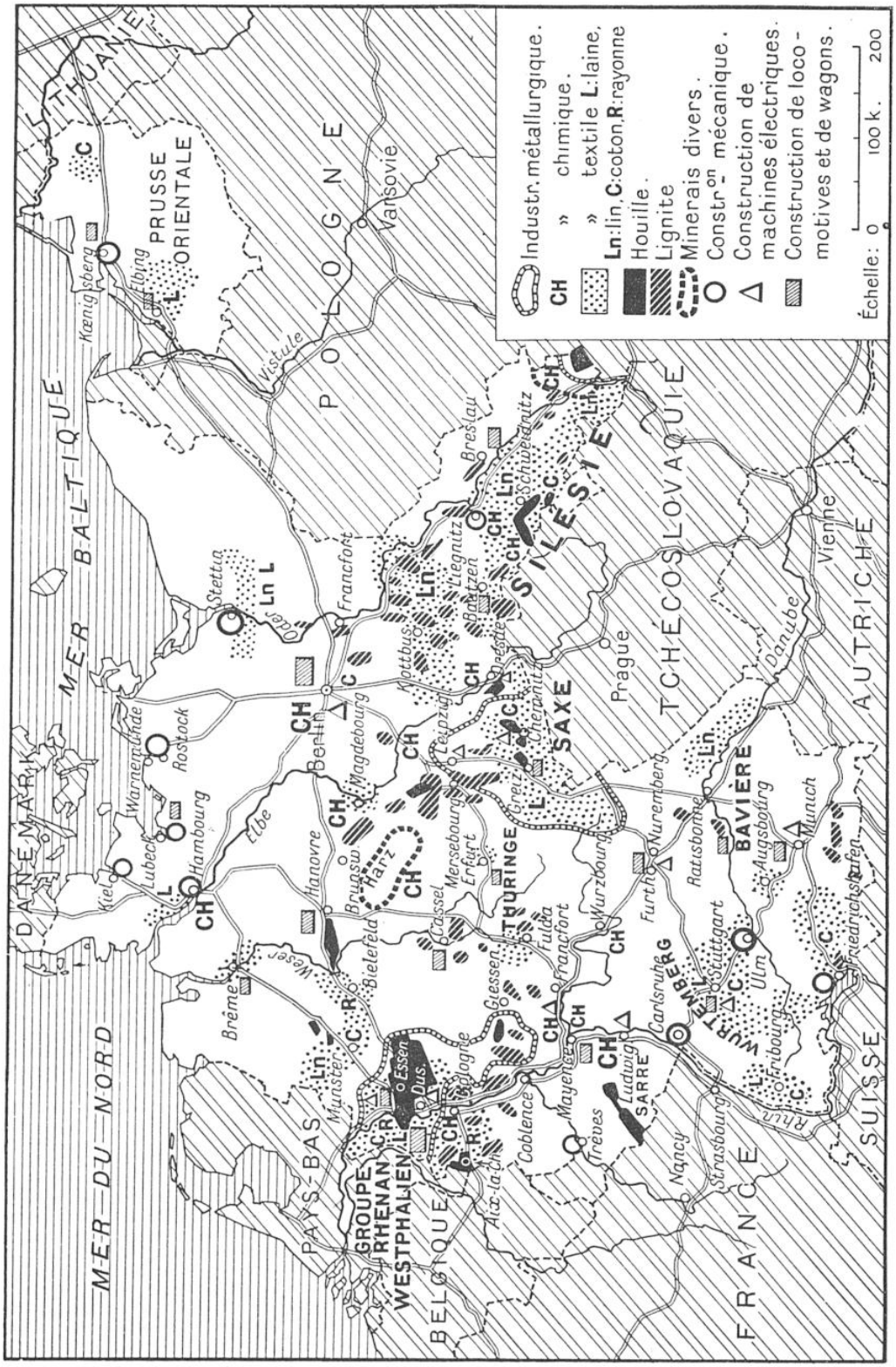


FIG 1. — CARTE ECONOMIQUE DE L'ALLEMAGNE MONTRANT LA RÉPARTITION SUR SON TERRITOIRE DES PRINCIPALES MATIÈRES PREMIÈRES (HOUILLE, LIGNITE, MINERAIS) ET DES CENTRES INDUSTRIELS LES PLUS IMPORTANTS DANS LE DOMAINE DE LA MÉTALLURGIE, DU TEXTILE, DES CONSTRUCTIONS MÉCANIQUES ET ÉLECTRIQUES, DE L'INDUSTRIE CHIMIQUE, ETC. (JANVIER 1937.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nique la plus audacieuse.

Car c'est bien là le trait essentiel du IIIe Reich. Entre le régime national socialiste et le régime antérieur, il y a plus qu'une solution de continuité politique, il y a l'avènement d'un dogme nouveau basé sur une foi absolue dans les possibilités économiques qu'offrent la science et ses applications. Quand, à son arrivée au pouvoir le 30 janvier 1933, Adolphe Hitler a doté l'Allemagne d'un premier plan de quatre ans, dès cet instant il remettait les destins du pays aux mains de ses savants et de ses ingénieurs. Et lorsque, aujourd'hui, il procède à l'application d'un second plan de quatre ans, prolongement élargi du précédent, il ne fait pas autre chose que de confirmer cette remise dont les conséquences ont été salutaires pour la collectivité.

Au demeurant, les faits confirment pleinement la valeur de cette observation préliminaire, mais capitale. Là où le raisonnement déductif pourrait prêter à controverse, eux présentent la valeur d'un jugement sans appel. C'est dire que nous leur ferons la place la plus large au cours des démonstrations qui vont suivre, persuadé ainsi de ne pas nous écarter de la pure objectivité.

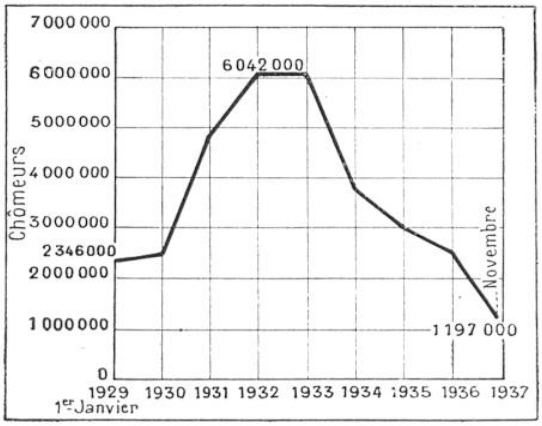


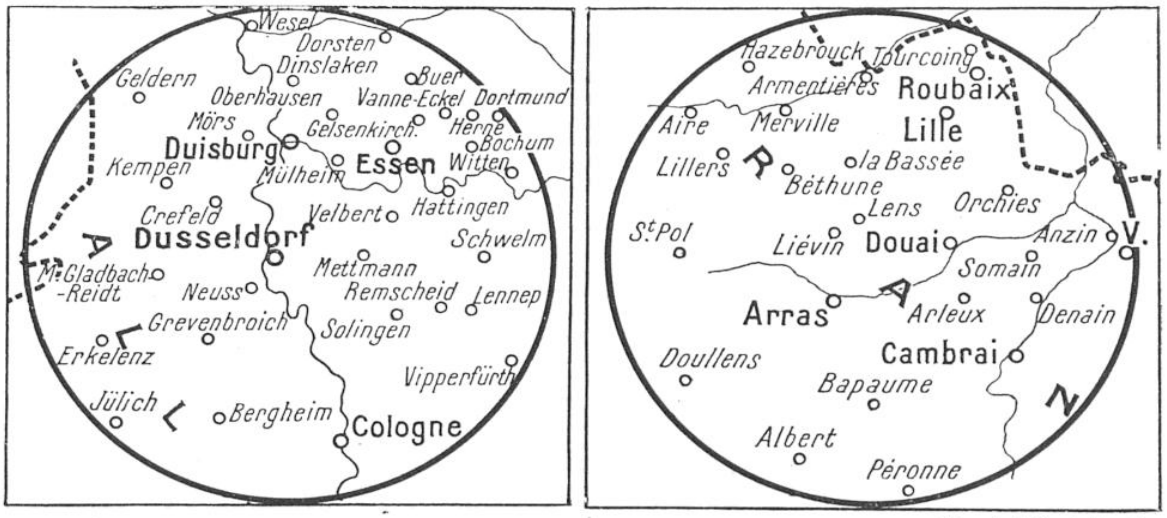
FIG. 2. — GRAPHIQUE MONTRANT LES FLUCTUATIONS DU MARCHÉ DU TRAVAIL EN ALLEMAGNE DEPUIS 1929

Cette courbe indique le nombre de chômeurs assistés au premier janvier de chaque année.

L'autarchie exige la technique

Auparavant, il nous faut, toutefois, procéder à la mise au point de quelques principes généraux dont la nature n'est pas toujours familière. C'est ainsi que, par autarchie, on entend une conception économique d'après laquelle un groupement humain vit ou essaie de vivre en circuit fermé, isolé du monde extérieur. La définition est exacte et, cependant, elle laisse de côté le trait le plus caractéristique de l'autarchie.

En effet, la formule opposée à l'autarchie, c'est le libéralisme économique, l'interdépendance économique des groupements humains. Et la loi dominante de ce libéralisme est une loi d'échange, donc d'acte essentiellement commercial.



(D'après L'Illustration.)

FIG. 3. — SUR DES TERRITOIRES DE SUPERFICIE ÉQUIVALENTE (CERCLES DE 100 KM DE DIAMÈTRE), LE GRAND CENTRE INDUSTRIEL RHÉNO-WESTPHALIEN (DUSSELDORF, ESSEN, DUISBOURG) ET LE GROUPEMENT CORRESPONDANT DU NORD DE LA FRANCE (LILLE, ROUBAIX, LENS) RASSEMBLENT LE PREMIER 6 600 000 HABITANTS CONTRE 2 600 000 SEULEMENT POUR LE SECOND

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tout au contraire, la dominante de l'autarchie est d'ordre exclusivement industriel, donc technique. Et cela se conçoit, car, dès l'instant qu'un pays vit en vase clos, se retirant des échanges mondiaux et par cela même des fournitures extérieures, il est contraint de produire sur son propre sol, avec ses seules ressources, ce qu'il ne reçoit plus de l'étranger. A cet instant, il se trouve donc en présence d'un problème de recherche scientifique d'abord, de mise au point technique ensuite. D'où la nécessité pour lui de placer toute son évolution sous le signe conjugué de la science et de la technique.

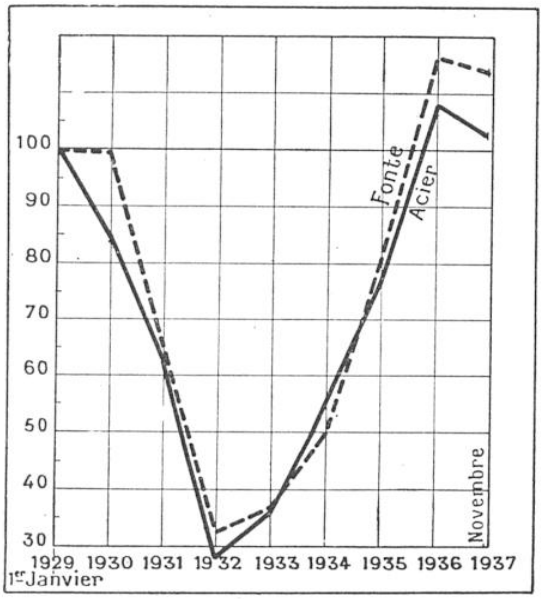
En décrétant l'autarchie, en l'élevant au rôle de conception maîtresse de toute la vie économique allemande, Adolphe Hitler devait donc en tirer toutes les conséquences logiques. A cette conclusion, il n'a pas failli, et c'est pourquoi, du reste, sa construction se présente comme un tout cohérent.

Le planisme en action

A sa promulgation, le premier plan de quatre ans était passé inaperçu, le problème politique que posait l'avènement du national-socialisme étant plus préoccupant que le problème économique. Ce plan, il est vrai, était assez modeste, ainsi qu'il convenait à un régime naissant. Constituant essentiellement une expérience en profondeur, plus qu'en surface, il ne visait qu'à réaliser une libération partielle dans des ordres de fabrication déjà expérimentés. Quant au reste, il préparait les voies de l'avenir, en donnant une impulsion ardente à l'esprit de recherche, aux perfectionnements des outillages existants et, enfin, aux essais de procédés nouveaux encore insuffisamment mis au point.

Mais, au fur et à mesure de la réalisation de ce programme initial, en présence de la valeur des premiers résultats et de la rapidité d'exécution des techniciens allemands, des élargissements furent apportés. Ainsi la fabrication de l'essence synthétique fut activée dans la proportion de 100 %; l'*I. G. Farbenindustrie* ajouta à sa production de carburant artificiel de Leuna celle de deux nouvelles usines *(Braunkohlen Benzin A. G.)*. Pourquoi ? Parce que le procédé employé ayant fait ses preuves à l'expérience, aucun problème technique ne se posait plus. L'unité mère existant, il devenait aisé de la répéter autant de fois que le permettaient et les moyens financiers et les ressources en matières de base, c'est-à-dire en lignite.

En fait donc, en cours d'évolution, le premier plan de quatre ans fut l'objet d'extensions successives, si bien qu'à son achèvement les objectifs de départ étaient singulièrement dépassés.



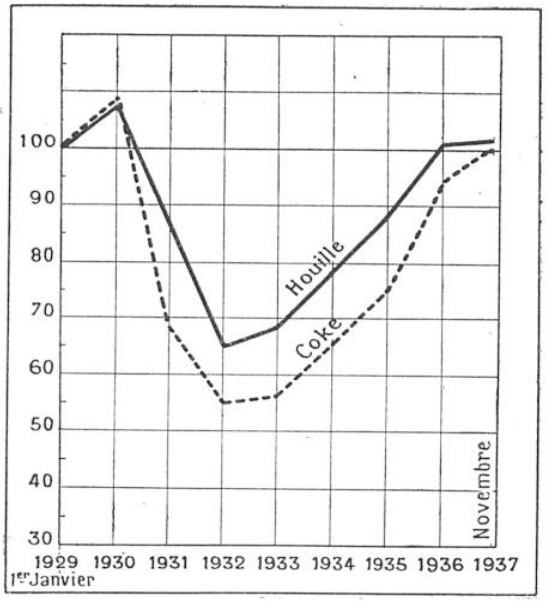


FIG. 4 ET 5. — ON VOIT SUR CES GRAPHIQUES QUE LES PRODUCTIONS DE HOUILLE, DE COKE, DE FONTE ET D'ACIER SONT PASSÉES PAR UN MINIMUM EN 1932 ET SONT REMONTÉES EN 1936 A UN NIVEAU ÉGAL OU SUPÉRIEUR A CELUI DE 1929 PRIS ICI POUR BASE

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Mais, en même temps, les résultats étaient probants. S'expliquant à la fois par la tenue de la balance commerciale et de celle des comptes, par la résorption du chômage et de la garantie au peuple d'un standard de vie moyen, ils constituaient pour l'équipe au pouvoir un encouragement à persévérer dans la voie qu'elle avait choisie. D'où la naissance d'un second plan de quatre ans, tion est injuste qui s'emploie à en établir une. Par ailleurs, il est malaisé de faire grief au IIIe Reich de ne pas rentrer dans le circuit de l'économie dite libérale, car la situation des Etats qui pratiquent cette dernière n'est pas tellement florissante qu'elle constitue un encouragement. Et comment reprocher à un peuple de persévérer à suivre une politique qui lui donne satisfaction et

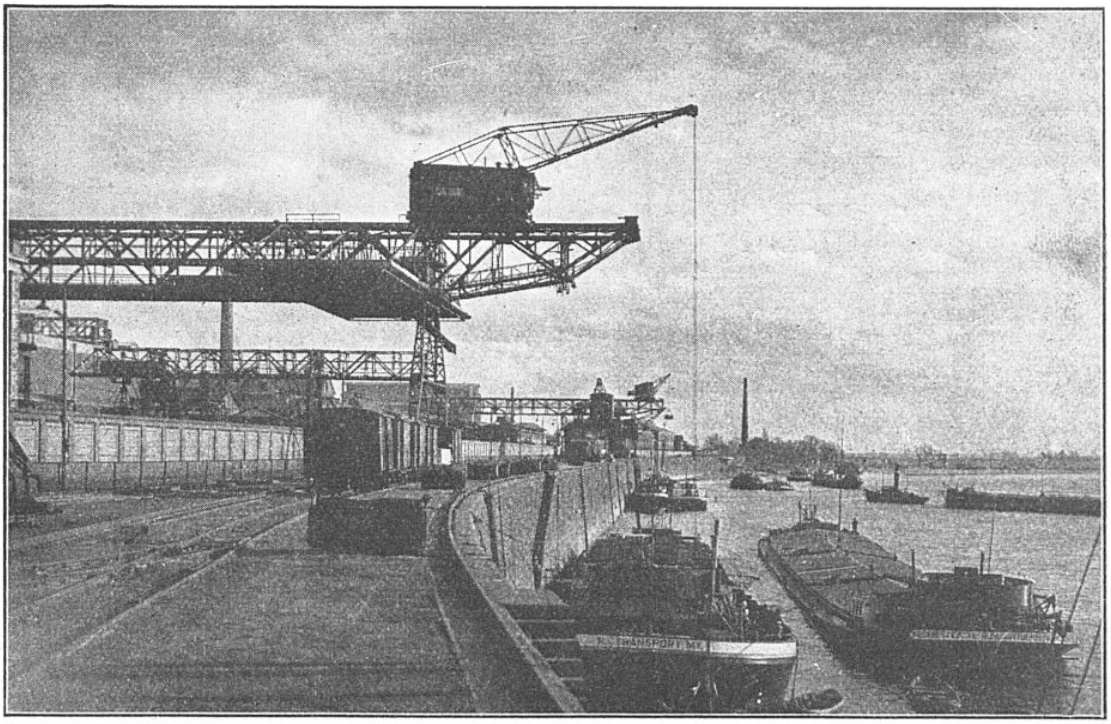


FIG. 6. — QUAI DE DÉBARQUEMENT DES PYRITES AUX USINES BAYER, A LEVERKUSEN

*Englobées dans le Konzern de l'*I. G.Farbenindustrie, *les usines Bayer, situées à Leverkusen, comportent un département affecté à la production de l'acide sulfurique. Ce département constitue l'unité la plus puissante du monde de fabrication de cet acide. En 1936, 300 000 tonnes de pyrites sont parvenues à l'usine par voie fluviale. Le minerai était principalement en provenance d'Espagne et de Suède.*

confirmant ainsi l'autarchie allemande, plan visant cette fois, et formellement, à réaliser dans le maximum de champ d'application, la libération du IIIe Reich en matière de fourniture de produits de base.

Ce maintien du repliement de tout un peuple sur lui-même est apparu à d'aucuns comme de nature à entretenir le désordre existant dans l'économie mondiale. Disons tout net que ce désordre existait avant l'avènement de l'hitlérisme. Celui-ci date, en effet, du début de 1933 et les symptômes annonciateurs de la crise générale remontent à 1930. Entre les deux faits, il n'y a pas de relation de cause à effet, et l'accusa- dont le rendement lui parait certain.

Car les faits sont là, et ainsi que nous l'avons dit précédemment, eux seuls imposent leur loi. Au surplus, rien n'est plus aisé que de procéder à l'examen de quelques-uns d'entre eux.

La libération des carburants (1)

Présentons des chiffres dans toute leur sécheresse, nous commenterons après :

En 1931, l'Allemagne tirait de son sol 177 000 tonnes de pétrole brut. En 1936, cette extraction atteignit 400 000 tonnes. En 1934, l'usine de Leuna produisait 230 000

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 231, page 218.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tonnes d'essence de synthèse. Aujourd'hui, elle produit 350 000 tonnes. A cette production s'est ajoutée, en cours d'exécution du premier plan de quatre ans, celle des deux usines de la *Braunkohlen Benzin A. G.* Le second plan prévoit la construction, dans le bassin rhénan-westphalien, de trois nouvelles usines et d'une quatrième à Ludwigshafen. Quand toutes ces unités seront en ordre de marche, la capacité totale de fabrication de l'essence artificielle atteindra 800 000 tonnes par an.

En 1934, la récupération de benzol se montait à 220 000 tonnes. A la fin de 1936, ce chiffre avait presque doublé avec 400 000 tonnes. Si l'on ajoute encore 200 000 tonnes d'alcool, on arrive à un montant en quantité qui représente environ 75 % de la consommation allemande.

On ne saurait dénier à cet exemple une certaine valeur de persuasion et aussi qu'il constitue un singulier encouragement. En un laps de temps extrêmement court dans la vie industrielle, une fabrication libératrice de carburants, que l'on peut réellement qualifier de nationaux, ont progressé dans des proportions considérables. Qu'est-ce à dire, sinon que la technique allemande a réalisé un véritable tour de force pour le plus grand profit de l'équilibre de la balance commerciale, d'une part, et, d'autre part, pour celui de l'indépendance nationale en matière de fourniture de toute une gamme de produits essentiels.

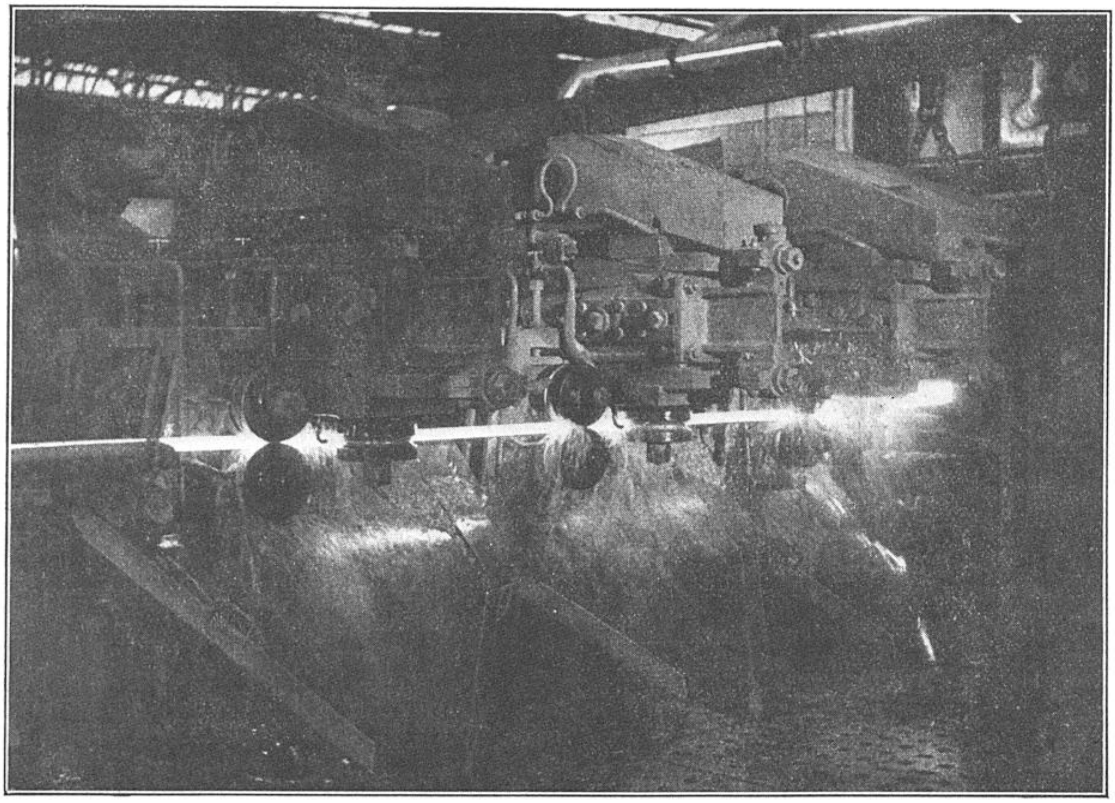


FIG. 7. — UN LAMINOIR AUTOMATIQUE DE FEUILLARDS AUX USINES MÉTALLURGIQUES THYSSEN, A MULHEIM, DANS LA BANLIEUE D'ESSEN (DISTRICT DE DÜSSELDORF)

Usine mère, l'usine Thyssen de Mulheim emploie à sa cadence normale de production 6 000 ouvriers. Cette cadence est aujourd'hui atteinte. La gamme de fabrication va de l'acier brut jusqu'aux produits finis tels que feuillards, rails, tubes. L'usine est divisée en 57 halls d'environ 300 m de long sur 60 de large. Elle ne comporte pas de hauts fourneaux.

L'élan vers la synthèse industrielle en Allemagne

L'effort accompli en matière d'essence artificielle se retrouve, quoique à un moindre degré, dans toute une suite d'autres domaines industriels. C'est ainsi que la recherche du caoutchouc synthétique

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à laquelle la science allemande s'adonne depuis de longues années, est enfin parvenue à son point d'aboutissement. Déjà, au Salon de l'Automobile à Berlin en 1936, des spécimens de pneumatiques artificiels (1) ont été exposés. Et l'on annonce la mise en service incessante de trois usines de caoutchouc synthétique (2) placées sous le patronage de l'*I. G. Farbenindustrie*, de la *Continental Gummiwerke* et du *Metzler-Gummiwerk*.

Encore que les techniciens allemands soient d'une stricte réserve en ce qui concerne la capacité de production de ces groupes industriels, on peut escompter que, dans un délai qui n'excédera pas la fin du second plan de quatre ans, le IIIe Reich sera libéré de l'importation de caoutchouc étranger, c'est-à-dire de 60 000 tonnes de matière par an. Libération qui sera encore activée par l'interdiction de fabriquer en caoutchouc naturel 14 000 articles, tels que jouets, articles balnéaires, etc...

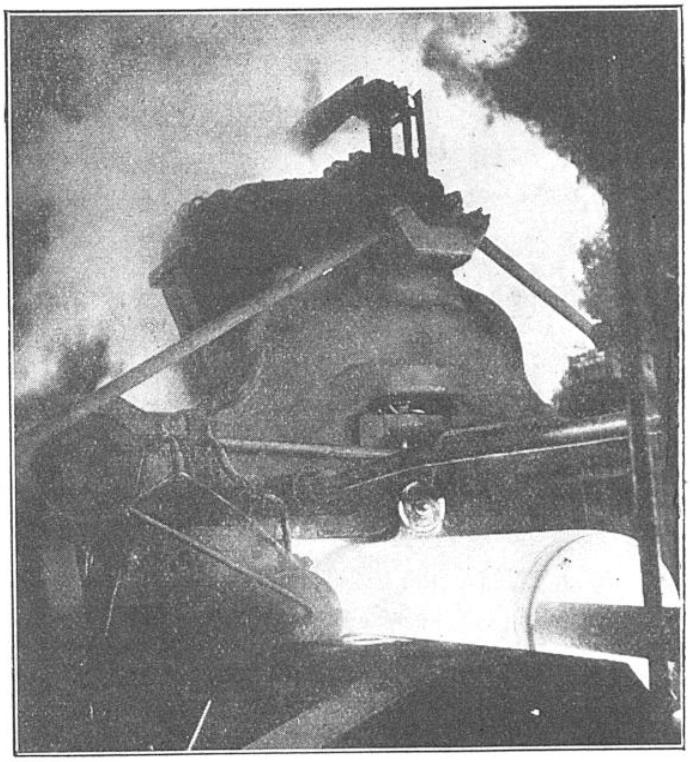


FIG. 9. — UN LAMINOIR OBLIQUE (4) POUR LA FABRICATION DES TUBES D'ACIER, AUX USINES THYSSEN

S'agit-il maintenant du textile artificiel (3) ? L'effort technique est tout aussi important et probant. En effet, sans que sa consommation ait enregistré la moindre régression, le montant total des importations des textiles naturels a fléchi en valeur de 1 871 millions de reichsmarks en 1929 à moins de 700 millions en 1936. La soie artificielle a totalement remplacé la soie naturelle. La laine artificielle, dérivée de la cellulose et dénommée « Vistra », est produite annuellement à la

FIG. 8. — CARTE DES CANALISATIONS DE TRANSPORT DU GAZ A DISTANCE (PLAN ÉTABLI PAR LE GOUVERNEMENT ALLEMAND)

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 227, page 414.
(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 224, page 113.
(3) Voir *La Science et la Vie*, n° 217, page 21.
(4) Voir *La Science et la Vie*, n° 212, page 115.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

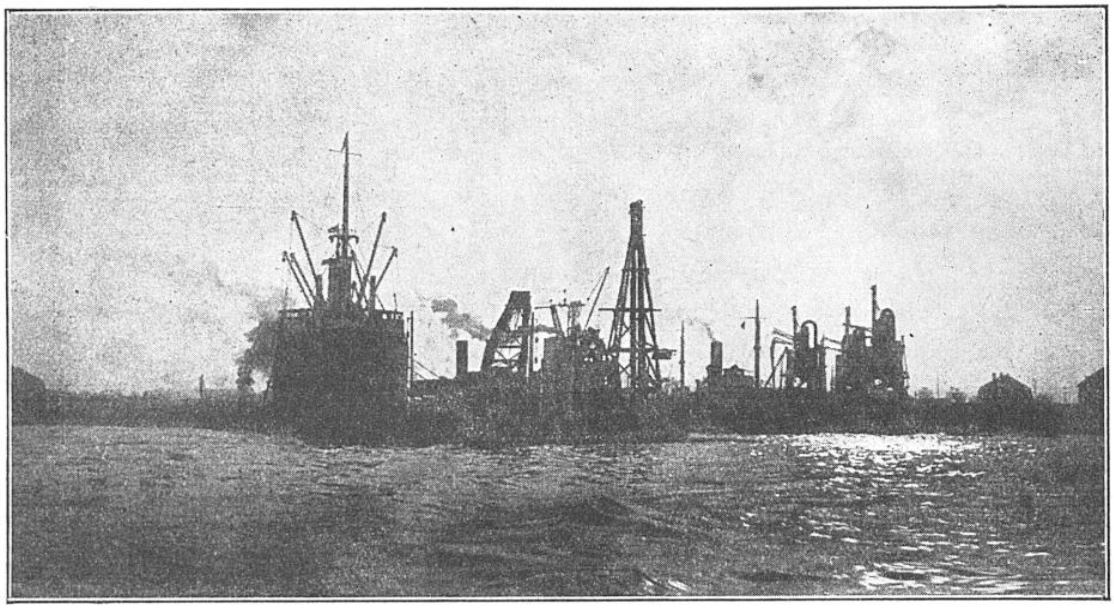


FIG. 10. — VUE SUR LE BASSIN DES PÉTROLES DU PORT DE HAMBOURG EN 1937

Tant au titre du commerce spécial que de celui du transit, le port de Hambourg a reçu, en 1936, 1 140 000 tonnes d'hydrocarbures, chiffres arrondis. Ce port, qui comporte une section franche, c'est-à-dire une section libre non affectée de droits de douane, est le troisième du monde et s'inscrit après Londres et Rotterdam. Mentionnons, à titre de curiosité, que le port le plus important du monde n'est pas un port maritime, mais le port fluvial de Duisbourg-Ruhrort sur le Rhin.

cadence de 80 000 tonnes. Malgré son importance relative, ce chiffre ne représente encore que 10 % de la consommation globale du coton, de la laine, du lin, du jute en Allemagne.

Le programme du second plan de quatre ans prévoit l'extension de la production à 180 000 tonnes, soit un peu plus de 20 % de la consommation. Si l'on en juge d'après l'exemple de l'essence de synthèse que nous rappelions un peu plus haut, on peut raisonnablement envisager que cette échelle de progression sera dépassée d'une manière très sensible en cours d'exécution du plan.

L'économie des minerais ferreux

Mais, en dehors du procédé de remplacement d'un produit naturel par un produit artificiel, il est une autre formule de libération : l'économie directe.

Pour permettre d'en apprécier la valeur, prenons à nouveau un exemple : celui de l'importation des minerais ferreux nécessaires à l'activité de la grosse métallurgie. On sait que l'Allemagne actuelle est faible productrice de minerai de fer, 6 millions de tonnes à peine, alors qu'avant-guerre, lorsqu'elle détenait le bassin mosellan, elle

CHEPTEL	1932	1933	1934	1935	1936
Chevaux (1)	3 394	3 397	3 360	3 388	—
Bovins	19 139	19 738	19 198	18 918	—
Ovins	3 404	3 386	3 482	3 922	—
Porcs (chiffres de septembre)	24 175	—	25 046	22 686	26 007

(1) Non compris les chevaux de l'armée.

(D'après le Bulletin Quotidien.*)*

TABLEAU I. — SITUATION DU CHEPTEL ALLEMAND DE 1932 A 1936 (EN MILLIERS DE TÊTES)

Le nombre de chevaux, bovins et ovins apparaît sensiblement stationnaire jusqu en 1935. Au contraire, celui des porcs (gros consommateurs de pommes de terre et de certaines céréales) est pour 1936 en très forte augmentation (3 300 000 têtes) par rapport au chiffre correspondant de 1935.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

DENRÉES ALIMENTAIRES	1932	1933	1934	1935	1936
Froment	50 030	56 042	45 325	46 672	46 225
Seigle	83 635	87 271	76 076	74 782	76 883
Orge	32 146	34 780	32 038	33 875	34 670
Avoine	66 502	69 524	54 523	53 857	57 188
Pommes de terre	470 164	440 714	467 806	397 097	444 130
Betteraves sucrières	78 755	85 789	103 943	105 680	114 502
Trèfle	96 173	88 082	73 611	71 803	93 289
Luzerne	20 968	17 910	16 133	23 339	28 796
Betteraves fourragères	344 863	307 169	298 319	347 112	345 653
Foin des prés naturels	253 442	222 371	183 190	236 670	286 808

(D'après le Bulletin Quotidien.*)*

TABLEAU II. — VOICI, EN MILLIERS DE QUINTAUX, LES CHIFFRES DES RÉCOLTES ALLEMANDES SE RAPPORTANT AUX ANNÉES 1932 A 1936, POUR LES PRINCIPAUX PRODUITS NÉCESSAIRES A L'ALIMENTATION HUMAINE ET ANIMALE

On voit que la récolte de 1936, bien qu'inférieure à celles de 1932-1933, est encore, dans son ensemble, supérieure à celles de 1934-1935.

demandait à ce dernier seul 21 millions de tonnes, ce qui, en outre, ne l'empêchait pas d'importer encore 14 millions de tonnes en 1913.

Or, aujourd'hui, elle ne peut plus tabler que sur ses 6 millions de tonnes de production nationale. A l'étranger, elle demande 14 millions de tonnes, exactement ce qu'elle demandait en 1914. Sur ce dernier montant la part de la France est de 5 604 000 tonnes, la Suède fournissant le solde, lequel est, du reste, composé de minerai de qualité.

Mais, en fait, si l'on oppose les tonnages, on enregistre pour le temps présent une perte considérable, laquelle correspond, du reste, à la dépossession du bassin mosellan. Et, cependant, il est de notoriété publique que l'activité de la métallurgie allemande est des plus intense. Comment donc expliquer cette situation contradictoire? Très simplement par ce fait que l'Allemagne multiplie les fours Martin, donc l'emploi de sa ferraille qu'elle récupère inlassablement, et délaisse progressivement les fours Bessemer ou Thomas, c'est-à-dire la production de l'acier en partant du minerai de fer. Ainsi économise-t-elle un tonnage important de cette matière première pour laquelle elle se trouve tributaire de l'étranger. Ainsi favorise-t-elle encore sa balance commerciale. Seconde et autre solution donnée au problème de la libération.

DENRÉES ALIMENTAIRES	1932	1933	1934	1935	1936 (11 mois)
Froment	10 215	7 703	6 469	1 588	709
Seigle	6 460	2 383	526	2 197	214
Orge	5 688	2 352	5 520	1 584	577 (1)
Maïs et dari (sorgho)	7 597	2 540	3 883	2 819	1 666
Riz	3 846	3 073	2 876	1 909	1 604
Viande, lard, etc	586	486	539	635	960
Huiles et graisses végétales	1 199	876	952	951	855 (1)
Margarine	307	259	106	188	123
Graines et fruits oléagineux	23 907	22 907	22 141	13 344	14 684 (1)
Tourteaux	7 332	5 276	1 224	2 918	588

(1) Chiffres pour les dix premiers mois seulement de 1936.

(D'après le Bulletin Quotidien.*)*

TABLEAU III. — VOICI, SE RAPPORTANT AUX ANNÉES 1932 A 1936, LES CHIFFRES DES IMPORTATIONS ALLEMANDES DE DENRÉES DE NATURE DIVERSE, TANT POUR L'ALIMENTATION HUMAINE QUE POUR LA NOURRITURE DU BÉTAIL (EN MILLIERS DE QUINTAUX MÉTRIQUES)

On remarque pour 1936 une très forte diminution des importations de toutes sortes, par suite du développement de la politique autarchique du IIIe Reich. Or, l'Allemagne a toujours dû acquérir à l'extérieur des quantités importantes de céréales et de matières grasses, dont elle se trouve aujourd hui privée. La situation qui en résulte pourrait avoir de lourdes conséquences d ici quelques mois.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La terre et l'alimentation

Si étrange que cela puisse paraître au premier abord, l'extension des fabrications de synthèse et la pratique sévère des économies ont une incidence sur l'alimentation allemande et par conséquent sur le standard de vie des individus. C'est qu'en effet l'Allemagne, déficitaire pour certains produits alimentaires, est contrainte de faire appel à l'étranger. D'où il s'ensuit que plus elle se libère de l'importation de matières premières ou d'articles industriels, plus elle dispose de moyens de paiements pour acquérir des denrées ou des produits d'alimentation. A cette fourniture, la technique participe encore quoique indirectement. Et ce n'est pas l'aspect le moins inattendu de son rôle.

On a beaucoup écrit sur l'alimentation allemande en régime national socialiste et pas toujours très exactement. La vérité a même reçu des entorses assez sévères. Il n'est donc pas inutile, dans cette étude générale consacrée à l'orientation de l'économie du IIIe Reich, de procéder à une mise au point de ce problème vital pour un peuple qui est le problème de l'alimentation.

Dans ce domaine comme dans les précédents, l'Allemagne a développé les plus grands efforts pour atteindre à l'indépendance, donc encore et toujours à la libération. A coup d'importations massives, elle a constitué son cheptel que les années de crise avaient fortement entamé. C'est ainsi qu'en septembre dernier, elle disposait de 25,9 millions de têtes de bovins contre 22,8 en 1935. Cet effort se concrétise du reste dans cette statistique danoise du plus haut intérêt car elle permet de comparer, durant cinq années, le mouvement des achats allemands au Danemark.

En fait, les résultats de la politique allemande en matière de production nationale d'aliments permettent d'affirmer qu'aujourd'hui l'approvisionnement interne de la population est couvert dans les proportions suivantes :

Sucre	100 %
Pommes de terre	100 %
Lait	95 %
Viande	90 %
Légumes	90 %
Céréales	90 %
Fruits	85 %
Œufs	80 %
Poissons	60 %
Corps gras	60 %

Cette dernière gamme de produits est donc nettement déficitaire. Déficit d'autant plus sensible qu'elle joue un grand rôle dans l'alimentation et qu'elle est riche en calories. Aussi, pour cette fourniture déterminée, l'Allemagne pratique-t-elle une sévère politique d'économie. « Nous n'avons pas de graisse », s'exclame volontiers le docteur Gœbbels. Affirmation excessive, mais que l'opinion publique étrangère et en particulier française traduit malheureusement à la lettre.

Mais, en dehors de ce cas particulier, dont nous n'entendons pas sous-estimer l'importance, il est permis de tenir pour acquis que l'Allemagne n'est pas le moins du monde soumise au régime de la sous-alimentation et que, sur ce plan particulier de son activité, le national-socialisme a pratiqué une politique calquée sur sa politique industrielle.

IMPORTATION	1932	1933	1934	1935	1936
Beurre (millions de kg) .	13,2	16,1	20	25	34,2
Porcs (milliers de têtes).	1,9	32,1	30,8	44	162,4
Bétail —	75,3	16,8	50	81,1	148,6
Chevaux —	4,1	7,8	6,2	4,7	5,5

TABLEAU IV. — LES IMPORTATIONS DU DANEMARK EN ALLEMAGNE AU COURS DES CINQ DERNIÈRES ANNÉES

Technique et dynamisme

S'il nous fallait ici caractériser d'un trait l'activité du IIIe Reich, nous dirions que celui-ci a conjugué la puissance de la technique et la force du dynamisme. A aucun instant, le national-socialisme n'a consenti à envisager une régression quelconque dans un ordre quelconque. Il a donné une impulsion virulente à l'esprit naturellement laborieux de la masse allemande et, sous l'effet de ce choc, celle-ci a amorcé un mouvement de progression dans tous les domaines.

Mais ce mouvement n'eût abouti qu'à de faibles résultats si la science et la technique ne l'avaient épaulé. La part prépondérante qui leur revient n'est contestée par personne : le régime lui-même la reconnaît, qui consacre à l'incroyable labeur des savants et des ingénieurs l'exposition de Dusseldorf. Et nous-mêmes aurons l'occasion de constater que cette part est encore plus grande qu'on l'imagine, quand, passant du général au particulier, nous examinerons les aspects du film caractéristique de l'activité industrielle allemande.

R. CHENEVIER.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

QUE SAVONS-NOUS ACTUELLEMENT DES VITAMINES ?

Par Louis HOULLEVIGUE

PROFESSEUR A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MARSEILLE

Les célèbres travaux de Pasteur, qui ont pour la première fois démontré scientifiquement (méthode expérimentale) le rôle des organismes infiniment petits dans la vie, la maladie, la mort des êtres organisés, ceux de Berthelot, non moins illustres, reproduisant par synthèse au laboratoire les produits élaborés par les êtres vivants, avaient incité certains biologistes de la fin du XIXe siècle à imaginer des régimes alimentaires d'une rigoureuse aseptie et dans lesquels chacune des substances fondamentales : albuminoïdes, hydrates de carbone, graisses, était minutieusement dosée en fonction exclusivement de ses propriétés énergétiques. Cette schématisation excessive est aujourd'hui heureusement abandonnée, grâce aux belles recherches d'Hopkins en Angleterre, de Mme Randoin en France, notamment, qui ont su démontrer le rôle important des aliments frais *dans l'économie animale en général et celle de l'homme en particulier. En effet, on sait maintenant qu'à dose infinitésimale sont contenues dans l'infinie variété des produits alimentaires des substances indispensables à la vie, les « vitamines » (1), dont la première a été isolée, de la balle de riz, par le biologiste hongrois Funk en 1914. Il s'agit là de composés chimiques bien définis que les laboratoires spécialisés sont désormais en mesure de fabriquer synthétiquement, pour ce qui concerne tout au moins le plus grand nombre de ceux qui ont été isolés quant à présent. Mais tout n'a pas été dit dans ce domaine, et le nombre comme le rôle des infiniment petits* inorganisés, *et en particulier des vitamines (dont la présence apparaît indispensable à la conservation de l'équilibre vital), demeurent encore assez mal définis. Ainsi la Science, qui tend constamment à simplifier pour mieux interpréter et mieux expliquer, doit s'éloigner, chaque jour davantage, de conceptions déjà périmées et trop schématiques, au fur et à mesure qu'elle parvient à pénétrer plus profondément l'infinie complexité des phénomènes biologiques. Le physiologiste comme le chimiste, le microbiologiste comme le physicien contribuent ainsi, par leurs patientes recherches savamment coordonnées dans les laboratoires, à édifier un nouveau chapitre de la biologie générale.*

L'alimentation du primitif et du civilisé

L'HOMME primitif du paléolithique (l'homme de Heidelberg) était, à en juger d'après sa dentition, frugivore et végétarien, comme les singes. L'abaissement progressif de la température obligea ses successeurs à se nourrir de viande crue, qu'ils déchiraient avec leurs dents, comme les animaux qui les entouraient. Mais, à la fin de la période glaciaire, le retour d'un climat plus doux, et surtout la découverte du feu, modifièrent de nouveau le régime alimentaire ; la pratique de l'agriculture et l'élevage des animaux domestiques permirent à l'homme néolithique de constituer un régime mixte, où les aliments cuits prirent la plus grande place ; l'anatomie humaine se modifia en conséquence, suivant des lois que M. G. Beltrami vient de dégager dans un intéressant ouvrage (2).

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 158 et n° 211.

(2) G. BELTRAMI : *La Révolution alimentaire*. Paris 1937.

Ainsi, c'est lentement, au cours des millénaires, que le régime alimentaire de l'homme s'est écarté de celui des animaux ; la cuisson, qui a constitué le premier stade, et le plus important, de cette évolution, l'a amené à ingérer des aliments profondément transformés par la chaleur. Mais il ne devait pas s'arrêter dans cette voie ; les produits alimentaires, au lieu d'être absorbés tels quels, subirent des transformations de plus en plus nombreuses, destinées, soit à en modifier le goût ou l'apparence, soit à en assurer la conservation ; les fruits furent desséchés, transformés en marmelade ou en confitures ; les viandes furent boucanées ou salées ; les graines furent soigneusement débarrassées de leur enveloppe, dont la valeur alimentaire paraissait négligeable. En même temps, les progrès de l'agriculture et de l'élevage avaient permis de créer des espèces ou des variétés dans lesquelles les parties alimentaires tenaient plus de place, tout ce qui n'était pas considéré comme aliment pro-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

prement dit étant réduit progressivement.

Simultanément, par le vêtement, par l'habitation, par l'ensemble des conditions de sa vie, l'homme s'écartait de plus en plus des animaux ; il cessait, par conséquent, d'être adapté à la Nature, qui, elle, ne change pas, et « en équilibre » avec elle. De là devaient résulter divers inconvénients, dont l'apparition progressive fut d'abord attribuée à des agents extérieurs, alors que leur origine était interne ; diverses maladies s'abattirent sur l'espèce humaine : le scorbut, le béribéri, la pellagre, les diverses formes du rachitisme, maladies parfois assez générales pour qu'on les considérât comme épidémiques et contagieuses.

Ces maladies sont, d'ailleurs, fort anciennes : le scorbut frappa l'armée romaine de Germanicus et celle des Croisés de saint Louis en Egypte. Mais que sont mille et deux mille ans à côté des centaines de siècles qui nous séparent de l'âge néolithique ?

L'énergétique alimentaire et les régimes

L'avènement de la science devait encore accentuer cette désharmonie entre la Nature et les conditions de la vie humaine. En dehors des transformations produites par les progrès de la technique industrielle, nos contemporains furent amenés, par des considérations théoriques, à s'écarter de plus en plus des conditions naturelles, et il est curieux de constater qu'à l'origine de ces changements, on retrouve les deux plus grands noms de la science française, et même de la Science universelle, ceux de Pasteur et de Berthelot.

En établissant le rôle des infiniment petits dans la vie, la maladie et la mort, Pasteur avait produit une profonde révolution dans les idées, révolution qui passa bientôt, en se déformant, dans les pratiques courantes de la vie ; la peur des microbes, justifiée dans des cas bien définis, devint une obsession, une psychose collective : il ne fallait pas manger un fruit qui n'eût été soigneusement pelé, car son épiderme était nécessairement porteur de microbes pathogènes ; tous les autres aliments devaient être purifiés par le feu ou par l'eau bouillante; les légumes crus étaient inévitablement contaminés, et leur ingestion déconseillée. Bien entendu, Pasteur n'avait jamais poussé ses doctrines jusque là ; mais il se trouvait des gens qui se croyaient instruits pour le faire.

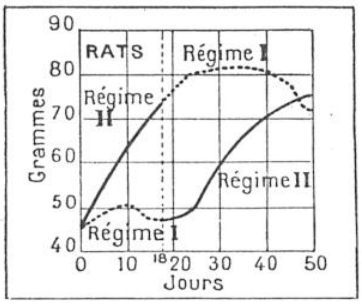


FIG. 1. — RÉSULTATS OBSERVÉS PAR HOPKINS SUR LE DÉVELOPPEMENT DES RATS SUIVANT LEUR RÉGIME

Le régime I *comprend des aliments purifiés, donc dénués de vitamines. Le régime* II *comprend les mêmes éléments auxquels on ajoute 3 cm³ de lait par animal et par jour. Le changement de régime opéré au bout de dix-huit jours sur les deux lots de rats montre nettement l'influence bienfaisante des vitamines contenues dans le lait.*

Cependant, Berthelot faisait faire un pas décisif à la synthèse organique, qui permet de reproduire au laboratoire les produits élaborés par les êtres vivants, dans des conditions de pureté, et parfois d'économie, que la Nature n'atteint pas ; il créait, ou plutôt recréait après Thomsen, la thermochimie ; toutes les réactions chimiques s'évaluèrent en calories ; les opérations vitales y passèrent à leur tour ; l'être vivant apparut comme un laboratoire où les aliments, introduits avec l'oxygène de l'air, subviennent par leur matière et par leur chaleur de combustion, aux diverses fonctions de la vie. Dastre, qui fut, à la fin du siècle dernier, un des maîtres de la biologie française, affirmait cette doctrine en termes catégoriques : « Si, écrivait-il en 1898, on considère l'homme et les mammifères, on sait que l'infinie variété de leurs aliments n'est qu'apparente ; on peut dire qu'ils se nourrissent seulement de trois substances : d'abord les albuminoïdes, comme l'albumine ou blanc d'œuf ; puis les hydrates de carbone, qui sont des variétés plus ou moins déguisées d'amidon ou de sucre ; enfin, les graisses. Voilà, au point de vue chimique, — abstraction faite de quelques matières minérales — voilà, avec l'oxygène amené par la respiration, tout ce qui pénètre dans l'économie. »

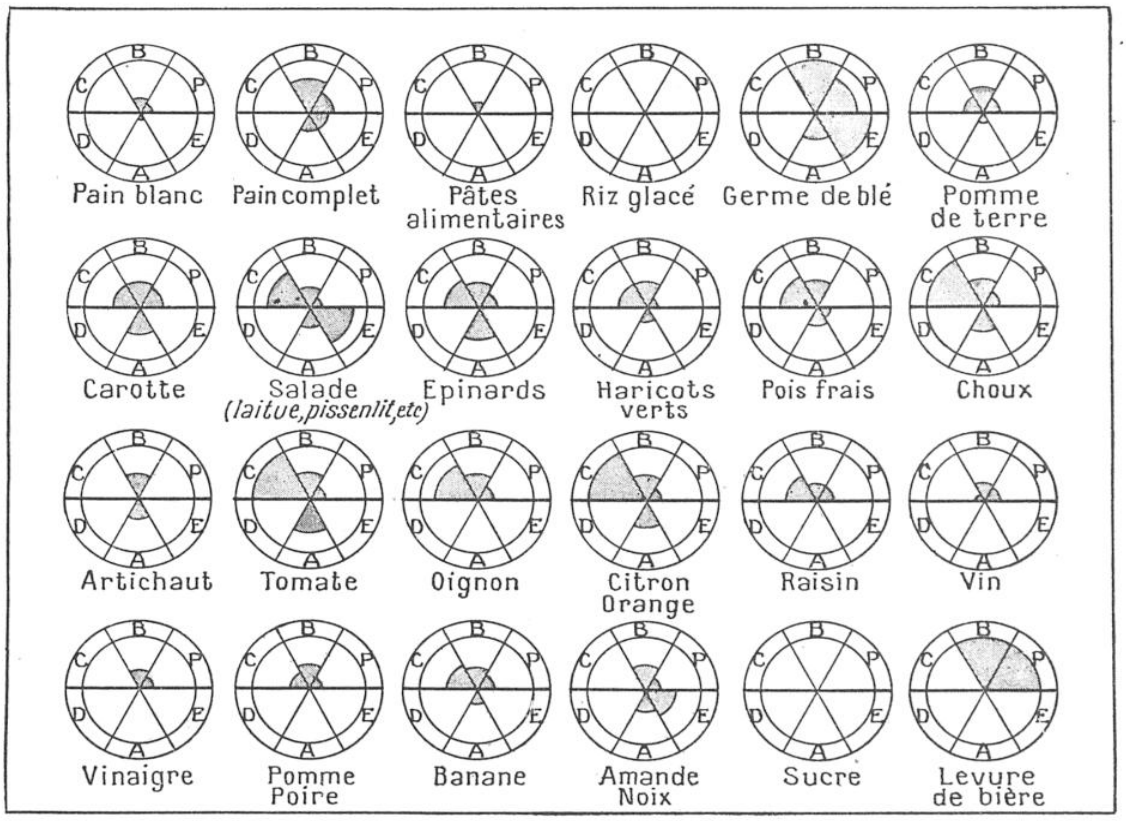
Berthelot avait poussé plus loin, dans une allocution où il évoquait le rôle de la chimie en l'an 2000 : « Un jour viendra où chacun emportera pour se nourrir sa petite tablette azotée, sa petite motte de matière grasse, son paquet de fécule ou de sucre, son petit flacon d'épices aromatiques accommodés à son goût personnel, tout cela fabriqué économiquement et en quantités inépuisables par nos usines, tout cela indépendant des saisons irrégulières, de la pluie ou de la sécheresse, tout cela, enfin, exempt de microbes pathogènes, origines des épidémies et ennemis de la vie humaine. » Beaucoup de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

gens avaient pris au sérieux ce qui, dans l'esprit du grand chimiste, n'était peut-être qu'une boutade, et croyaient fermement que la chimie était appelée à résoudre tous les problèmes alimentaires.

En même temps, l'énergétique conduisait à envisager une hypothèse nouvelle : celle toujours les calories reconnues nécessaires.

Cette doctrine permettait donc d'établir des régimes alimentaires, diversifiés suivant les opportunités. Durant la Grande Guerre, les prisonniers furent soumis, en Allemagne, à cette règle qui se prétendait scientifique ; mais on sait que l'emploi des « ersatz »,



(D'après Randoin et Simonnet.)

FIG. 2. — TENEUR EN VITAMINES D'ALIMENTS D'ORIGINE VÉGÉTALE (SECTEURS OMBRÉS)

On remarque notamment : la présence de la vitamine de croissance A *dans le germe de blé, les légumes (carotte, salade, épinards, choux, artichaut, tomate), dans le citron et l'orange ; celle de la vitamine* B *(antinévritique et d'utilisation nutritive et cellulaire) dans la levure de bière, le germe de blé ; celle de la vitamine antiscorbutique* C *dans les fruits frais et les graines en voie de germination ; celle de la vitamine* E *(nécessaire aux fonctions de reproduction) dans les feuilles de certains végétaux (salade) ; celle de la vitamine antipellagreuse* P *dans le germe de blé et la levure de bière. Quant à la vitamine antirachitique* D, *on ne la trouve guère dans les végétaux. On voit que le sucre et le riz « glacé » ne contiennent aucune vitamine.*

de l'équivalence des aliments dans chacune des trois catégories ; à un homme adulte, faisant peu d'exercice, il fallait allouer, chaque jour, 200 calories d'albumine, 1 600 d'hydrates de carbone et 520 de graisses ; mais il était loisible de remplacer, dans chaque catégorie, tel aliment par un autre qui fût « isodynamique », c'est-à-dire dont la combustion produisît le même nombre de calories ; faute de beurre, on pouvait manger du saindoux ; l'important était de fournir tout en leur accordant les calories indispensables, ne se montra pas favorable à leur santé.

On alla plus loin encore dans cette voie, en essayant d'établir des régimes simples, constitués avec des aliments en nombre restreint, et chimiquement purifiés ; de même que Raulin avait nourri une moisissure, l'*aspergillus niger*, avec les produits chimiques, on s'efforça à alimenter, à défaut de l'homme lui-même, des animaux « supérieurs » comme

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

le pigeon, le cobaye ou le rat blanc, dans des conditions strictement définies et les plus simples possible. Ainsi la science, qui tend nécessairement à simplifier les choses pour mieux les expliquer, cherchait à ramener le problème alimentaire à un type schématique. Mais tout ce qui touche à la vie n'est jamais simple. On devait bientôt s'en apercevoir.

Les vitamines et la biologie

En effet, la science, tout comme la lance d'Achille, peut seule guérir le mal qu'elle a fait. Déjà, les médecins, opérant exclusivement sur le plan humain, avaient été amenés à conclure que le scorbut, le béribéri, la pellagre, le rachitisme étaient des « maladies de carence », qui pouvaient être guéries par l'introduction de nourritures fraîches dans le régime alimentaire.

Mais l'homme est trop divers, trop individualiste, pour être un bon sujet d'expérience ; c'est à juste titre, et en pensant à lui, qu'on a énoncé l'axiome : « Il n'y a pas de maladies, il n'y a que des malades. » Pour expérimenter, il faut s'adresser à des animaux dont le développement normal suit des lois qu'on détermine, soit par la pesée, soit par la mesure de certaines dimensions ; nourris avec des aliments naturels, ils donnent une belle courbe régulière, d'allure parabolique, depuis la naissance jusqu'à l'état adulte ; si, brusquement, on introduit dans l'alimentation le régime expérimenté, la courbe s'élève ou, plus souvent, s'abaisse, et on peut juger par là si ce régime est, ou non, favorable.

Telle est la méthode biologique ; elle est lente, mais sûre, et a été perfectionnée successivement par Lunin, Hopkins, Funk, Mme L. Randoin, etc. *La Science et la Vie* a déjà exposé l'œuvre de ces savants (1) ; je ne saurais y revenir dans cet article, destiné à exposer des progrès plus récents ; il me paraît nécessaire, cependant, de citer en exemple de cette méthode biologique, la fameuse expérience de Hopkins, qui date de 1912 : seize jeunes rats de même poids furent séparés en deux lots ; chacun de ces lots fut soumis à un régime identique, composé de protéines purifiées, de graisses, d'hydrates de carbone et de sels minéraux ; dans le régime I, les produits étaient absorbés seuls, tandis que, dans le régime II, ils étaient additionnés de 3 cm³ de lait par animal et par jour. On appliquait à l'un des lots d'abord le régime I, puis le régime II, et au second lot le régime II suivi du régime I. La courbe des poids (fig. 1) montre bien que le régime I est incapable d'entretenir la vie, tandis que l'addition du lait le rend suffisant. Il y a donc dans le lait un produit dont l'influence est essentielle.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 211, page 77.

A la même époque, le biologiste polonais Funk isolait, de 50 kg de balle de riz, 40 cg d'un produit qui, administré à la dose de 1/1 000 mg, suffisait à guérir le béribéri ; il donna à ce produit le nom de « vitamine ». A son exemple, divers biologistes s'efforcèrent à caractériser ces divers produits indispensables à la vie, tous contenus à dose infinitésimale dans divers produits alimentaires ; il s'agit là d'un travail minutieux, qui rappelle celui de Mme Curie cherchant à isoler quelques milligrammes de polonium ou de radium dans une tonne de pechblende ; encore disposait-elle de tout l'arsenal de la chimie minérale et d'un instrument de mesure fidèle et sensible, tandis que les chercheurs de vitamines avaient affaire à des produits altérables, qu'on détruit souvent en cherchant à les isoler ; et, d'autre part, le « cobaye moyen » est une création de l'esprit qui ne répond pas tout à fait à la réalité, parce que deux animaux du même poids, nés le même jour d'une même mère, ne sont pas aussi rigoureusement comparables que deux électromètres.

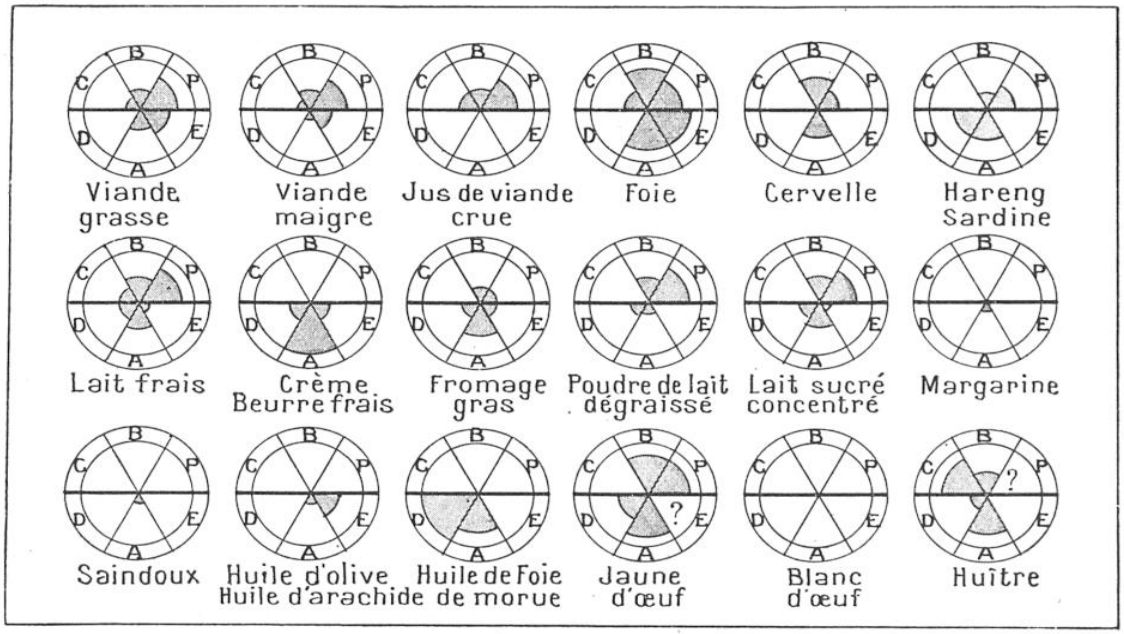
Quoi qu'il en soit, voici la liste, nécessairement provisoire et incomplète, des vitamines actuellement identifiées. Pour des raisons pratiques, on les répartit en deux grandes classes : les vitamines *hydrosolubles* sont celles qui se présentent dans les sucs cellulaires et les solutions salines, tandis que les vitamines *liposolubles* se rencontrent dans les matières grasses naturelles. Sur cette base, les subdivisions suivantes sont généralement adoptées :

VITAMINES HYDROSOLUBLES	antinévritique B_1
	d'utilisation nutritive B_2
	d'utilisation cellulaire B_3
	antiscorbutique C
	antipellagreuse P
VITAMINES LIPOSOLUBLES	de croissance A
	antirachitique D
	de reproduction E.

On est même parvenu à doser, en valeurs relatives, les proportions de ces diverses vitamines qui doivent exister dans chaque produit naturel : si, par exemple, pour provoquer une croissance normale, il faut deux fois plus de banane que de citron, on concluera que la vitamine *A* est deux fois plus abondante dans le second fruit que dans le premier. J'emprunte à l'ouvrage classique de Mme L. Randoin et de M. H. Simonnet les diagrammes établis d'après cette méthode.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tous ces résultats présentaient, au point de vue pratique, un intérêt de premier ordre ; ils laissaient ouvert le problème scientifique de la nature véritable, et même de l'existence réelle des vitamines ; on pouvait encore se demander si les effets observés étaient attribuables à des composés définis ; les corps ainsi désignés par les lettres de l'alphabet n'étaient caractérisés que par leur fonction biologique, comme la graine de pavot l'était, au temps de Molière, par sa vertu dormitive. De même que cette vertu s'est matérialisée par la découverte de l'opium, l'isolement des vitamines pouvait, seule, permettre de déterminer leur véritable rôle. Ce fut l'œuvre admirable de ces dix dernières années ; bien qu'elle ne soit pas encore achevée, elle est en si belle voie qu'il n'est pas trop tôt pour en exposer les premiers résultats.



(D'après Randoin et Simonnet.)

FIG. 3. — TENEUR EN VITAMINES D'ALIMENTS D'ORIGINE ANIMALE (SECTEURS OMBRÉS) *Dans les aliments d'origine animale, nous trouvons la vitamine antirachitique* D *dans l'huile de foie de morue et certains poissons (hareng, sardine). Ce tableau montre la richesse en vitamines du foie, du jaune d'œuf, du lait frais. Le blanc d'œuf le saindoux, la margarine n'en contiennent pas ou presque pas.*

La chimie des vitamines

La *vitamine A* est celle qui préside à la croissance ; si elle manque à de jeunes animaux, ceux-ci dépérissent, puis meurent en présentant des lésions oculaires et diverses infections ; la croissance se continue normalement, au contraire, si on ajoute au régime un peu de beurre, ou d'huile de foie de morue, ou encore des carotinoïdes, contenus dans les principaux légumes et spécialement dans la racine de carotte. En 1930, on apprit, par les travaux de Moore, que cette vitamine se trouve normalement en réserve dans le foie ; deux ans plus tard, Karrer et Euler de Zurich démontrèrent que la formule est celle d'une demi-molécule de carotène *bêta ;* c'est donc un carbure d'hydrogène dont la formule brute est $C^{20}H^{28}$; plusieurs éthers de cette vitamine viennent d'être obtenus, au Japon, dans un état cristallisé qui atteste leur pureté ; il suffit de quelques cent-millièmes de milligramme de ce corps pour produire une action sensible sur la croissance des jeunes rats.

La *vitamine antinévritique* B_1 est celle dont la carence produit le béribéri ; cet élément a été obtenu à l'état pur et cristallisé, en 1935, par Windaus et ses élèves; sa formule brute est $C^{12}H^{16}Az^4OS$; c'est donc la seule vitamine connue qui contienne du soufre ; elle est constituée par l'association d'un noyau thiazol avec un noyau pyrimidique et se montre active à la dose journalière de 2/1 000 de mg.

L'identification de la *vitamine d'utilisation nutritive* B_2 est une des plus belles con-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

quêtes de ces dernières années. Cette vitamine, sans laquelle les glucides ne sauraient être assimilés par les cellules, est fragile et détruite par l'ébullition en milieu alcalin. On soupçonnait seulement son existence, lorsque, en 1932, Warburg découvrit dans les cellules de la levure de bière, et dans celles des tissus musculaires, un corps jaune appartenant à la famille des flavines et qui joue le rôle d'un ferment respiratoire ; ce corps est capable d'absorber soit l'hydrogène, soit l'oxygène, c'est-à-dire qu'il fonctionne tantôt comme oxydant, et tantôt comme réducteur. Or, en 1933 et 1934, Kuhn, biologiste de Heidelberg, reconnut que ce produit était identique à la vitamine B_2, dont le rôle se trouve ainsi défini ; cet élément remplit donc une fonction essentielle dans l'utilisation des sucres et la croissance des tissus ; et on a pu dire, d'après cela, que toutes les cellules de l'organisme sont baignées dans une solution de flavines.

La *vitamine antiscorbutique C* ne présente pas un moindre intérêt. On savait, depuis longtemps, que le scorbut est guéri par l'ingestion de végétaux et de fruits frais ; deux savants norvégiens, Holst et Fröhlich, chargés par le bureau d'Hygiène de leur pays d'étudier cette maladie, fréquente chez les marins, avaient pu reproduire le scorbut expérimental chez les cobayes, et Bezssonoff avait remarqué, en 1920, que le pouvoir antiscorbutique des fruits et des végétaux frais se perd par le broyage : cette opération, en brisant les enveloppes cellulaires, met en liberté une diastase oxydante qui détruit rapidement la vitamine *C*. Mais c'est au biologiste hongrois Szent-Gyorgi que revient l'honneur d'avoir fixé définitivement la constitution chimique de ce corps : c'est un sucre, nommé « acide ascorbique », qui fut d'abord isolé dans le fruit du piment rouge, mais dont la synthèse est actuellement réalisée, et si parfaitement que l'industrie se trouve à même d'en préparer des centaines de kilogrammes, si c'est nécessaire. Les physiologistes ont remarqué, d'autre part, que cette vitamine *C* est localisée, dans l'organisme humain, à l'intérieur des glandes à sécrétion interne, ou « endocrines », comme sont, par exemple, le corps thyroïde et les capsules surrénales, organes dont le fonctionnement est encore mal connu, mais paraît de grande importance.

Arrivons, pour en finir avec cette rapide revue, à la *vitamine antirachitique D*. Il y a dix ans, on attribuait à sa carence une déminéralisation générale de l'organisme, qui se traduisait, entre autres symptômes, par des déformations du squelette ; on savait, en outre, que l'exposition au soleil et l'ingestion d'huile de foie de morue sont les remèdes les plus efficaces contre cette maladie ; enfin, Mac Collum avait montré, dès 1919, que cette huile n'agit que par la fraction insaponifiable de son contenu, constituée principalement de stérols ; enfin, Hess et Rosenheim avaient établi, en 1925, que ces stérols, initialement sans action sur le rachitisme, deviennent actifs après exposition aux rayons ultraviolets ; l'activité antirachitique est marquée spécialement, après irradiation, dans l'ergostérol tiré du seigle ergoté. Il ne restait plus qu'à en extraire le principe agissant ; Windaus et Bourdillon y réussirent, après de longs essais, et obtinrent un produit cristallisé extraordinairement actif sur le rachitisme expérimental du rat, car il se montrait efficace à la dose journalière de 15/1 000 de mg.

On pouvait croire, après ces découvertes, que le problème du rachitisme était résolu ; en réalité, il ne l'est que partiellement, et dans sa partie la moins essentielle ; en effet, les travaux de Mme Roche ont établi que l'ergostérol irradié, efficace sur le rat, est sans action sur le rachitisme infantile, qui est guéri, au contraire, par l'huile de foie de morue ; d'ailleurs, les chimistes n'ont jamais pu mettre en évidence l'existence de cet ergostérol irradié, ou vitamine *D*, dans l'huile ; il semble donc que le produit naturel contient un autre agent, qui est peut-être une vitamine inconnue ; en tout cas, le problème est à reprendre sur de nouvelles bases.

Ainsi, la science n'est jamais au bout de sa tâche ; ses rapides et récentes conquêtes laissent de nombreux problèmes en suspens ; sûrement, nous ne connaissons pas tous les « infiniment petits inorganisés », dont l'action est indispensable à la vie, ni même toutes les vitamines, et le rôle de celles que nous connaissons est mal défini ; nous en constatons le résultat final, qui est le maintien de l'équilibre vital, mais nous ignorons à peu près tout du mécanisme par lequel cet équilibre est assuré ; le peu que nous savons semble indiquer que les vitamines jouent, dans l'ensemble, le rôle de courtiers entre les aliments et les cellules, empruntant aux uns et fixant sur les autres les éléments dont l'échange continuel constitue la vie cellulaire. Tout cela exige d'être précisé, mais, au point où nous sommes parvenus, la tâche paraît accessible par la collaboration des chimistes et des biologistes.

L. HOULLEVIGUE.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LA BOMBE D'AVION AURA-T-ELLE RAISON DU CUIRASSÉ ?

Par Camille ROUGERON
INGÉNIEUR EN CHEF DU GÉNIE MARITIME

A plusieurs reprises, La Science et la Vie *(1) a examiné le problème, d'une importance primordiale, de l'attaque à la bombe d'un navire par un avion. C'est un point capital de ce nouveau chapitre de la guerre aéro-navale qu'expose ci-dessous l'ingénieur en chef du génie maritime Rougeron, dont nous avons récemment analysé le remarquable ouvrage sur l'aviation de bombardement (2). On peut, en effet, se demander quelle est la valeur de la cuirasse comme protection passive du navire contre l'avion. Sur les cuirassés anglais* Nelson *et* Rodney *(de 33 500 t), qui sont (encore actuellement) les mieux protégés contre les bombes parmi tous les navires en service, le pont blindé (il atteint sur ces bâtiments une épaisseur de 125 et de 152 mm) ne pourrait résister aux bombes modernes de perforation lancées en vol horizontal à 4 500 m d'altitude, ou en « piqué » à 1 500 m. Encore cette cuirasse, même convenablement renforcée, ne pourrait-elle protéger, sur ces bâtiments relativement récents, que les parties dites vitales : artillerie, munitions, machines. Cependant, des bombes légères suffiraient à produire des avaries graves et même « mortelles » pour le cuirassé en réduisant soit le rayon d'action (par perforation de soutes à mazout), soit la vitesse (par déchirure des tôles de la carène), soit la flottabilité et la stabilité (par envahissement de l'eau dans les extrémités « décuirassées » et certains compartiments « pare-torpilles »). La bombe vient donc à bout de la cuirasse. Comme, précisément, la principale raison d'être du navire de fort tonnage est de pouvoir porter une cuirasse épaisse, il ne réalise donc plus — en bonne logique — de supériorité réelle sur le navire de faible tonnage. Au contraire, il présente ce désavantage évident d'offrir aux coups de son adversaire aérien une cible plus grande, alors que le navire de plus faible tonnage — plus rapide et plus maniable — peut espérer esquiver les bombes. Dans ces conditions, l'avion apportera-t-il — mieux que toutes les conférences navales — un terme à cette course au tonnage pour les bâtiments de ligne qui se manifeste à nouveau, dans les principales marines militaires du monde ?*

David contre Goliath

« Il est possible, dans l'état actuel des arts, il serait facile, dès aujourd'hui, de construire un très petit navire qui, monté seulement de quelques soldats sans expérience, aurait assez de puissance pour détruire le vaisseau de haut bord le plus fortement armé. » C'est ainsi que débutait, en 1821, la *Nouvelle force maritime*, de J.-H. Paixhans, parvenu depuis aux plus hautes fonctions de son arme. Le lyrisme de l'auteur s'expliquait. Il venait d'inventer à la fois la tourelle marine, l'application au combat naval du projectile explosif et le « bateau-canon ». La tourelle donnait à une seule grosse pièce, posée à plat-pont sur le gaillard d'avant, le champ de battage qu'on ne pouvait demander à des canons de batteries tirant par d'étroits sabords. Le projectile explosif, ouvrant une large brèche, coulait d'un seul coup des navires qui encaissaient sans grand dommage plusieurs centaines de boulets pleins traversant un bordé en bois qui se refermait sur leur passage. Avec un tel canon et de tels projectiles, il n'était pas besoin de charger un navire de cent vingt pièces et de milliers de coups. Le canon unique, avec quelques obus, sur un petit navire de quelques dizaines de tonnes, devait venir à bout des plus puissantes flottes de ligne.

Après des dizaines d'années d'efforts, des appels répétés au ministre de la Marine, à l'Académie des Sciences, au public, les tourelles « à la Paixhans » nous revinrent avec les « monitors » ; les obus détrônèrent les boulets pleins. Mais le bateau-canon ne vit jamais le jour.

Soixante ans plus tard, la « jeune école » maritime reprit l'idée du bateau-canon à grande vitesse, venant décocher sur le cuirassé un projectile à bout portant, et essaya de convaincre l'opinion que, pour tirer un projectile de 300 kg, un bateau de 10 000 tonnes n'était pas indispensable. Elle fit admettre ses idées pour la torpille, mais pas pour le canon. Le bateau-canon ne parvint pas à se faire une place à côté du cuirassé.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 148, page 299.
(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 234, page 496.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Une troisième tentative aurait peut-être, aujourd'hui, plus de succès. Les coques à redan ont, aux grandes vitesses, un rendement qu'on ne pouvait obtenir des formes employées vers 1880. Le moteur à explosion à 500 gr par cheval pèse quarante fois moins que les machines de torpilleurs de cette époque. Et le mortier d'accompagnement d'infanterie est venu faire la preuve qu'il n'était pas besoin d'une pièce pesant 1 500 kg pour tirer à 4 000 m de distance un projectile d'artillerie légère.

Le bateau-canon d'aujourd'hui ne serait-il pas le « hors-bord » de 600 kg, à 120 km/h, armé d'un mortier de 81 mm ?

Mais si les marines n'ont pas voulu établir le bateau-canon, elles n'ont pas pu empêcher sa réalisation en dehors d'elles. Le bateau-canon d'aujourd'hui, c'est l'avion. Pour porter à destination les projectiles de 300 kg, il n'est plus besoin de 10 000 tonnes, ni même de 30 ; l'avion de 2 tonnes suffit. Il est son propre canon ; il atteint, en piqué, les vitesses des projectiles de Paixhans. Si quelques livres de poudre à l'intérieur d'un boulet paraissaient suffisantes, il y a un siècle, pour couler un navire, que dire des 50 à 150 kg de tolite que pourra porter la bombe ?

Ce « soldat sans expérience » qui la lance ne saura pas distinguer à 20 kilomètres un croiseur d'un torpilleur à la courbure de son étrave à guibre ou au nombre de ses tripodes ; si l'on craint les méprises, on peut l'envoyer détruire l'adversaire dans ses propres bases, où leurs conséquences en seront moins graves ; on peut même le laisser travailler sans l'accompagner.

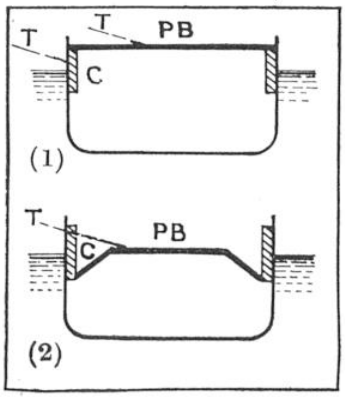


FIG. 1 ET 2 — COUPES TRANSVERSALES SCHÉMATIQUES DE CUIRASSÉS ANCIENS

La figure 1 représente le premier dispositif de protection employé sur la Gloire *et les monitors. La cuirasse de ceinture* C *et le pont blindé* P B, *qui aboutit au can supérieur de cette cuirasse, doivent être séparément impénétrables aux projectiles arrivant suivant la trajectoire* T. *La figure 2 représente la disposition plus avantageuse où le pont blindé aboutit au can inférieur de la cuirasse de ceinture, et où pont blindé et ceinture ajoutent leur résistance.*

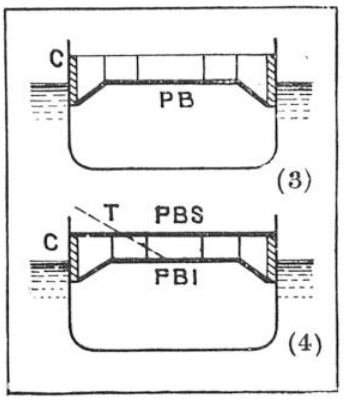


FIG. 3 ET 4. — COUPES TRANSVERSALES SCHÉMATIQUES DE CAISSONS BLINDÉS CELLULAIRES

La figure 3 représente la protection de la figure 2 complétée par un cloisonnement destiné à limiter l'envahissement de l'eau par les brèches de la cuirasse de ceinture C. *La figure 4 représente le caisson blindé cellulaire complet, tel qu'il était réalisé en 1914 sur tous les navires de ligne. Un pont blindé supérieur* P B S *protège le cloisonnement contre une destruction par l'artillerie moyenne tirant à grande distance. Il ajoute sa résistance à celle du pont blindé inférieur* P B I *contre les coups d'artillerie lourde arrivant sous grand angle de chute (trajectoire* T*).*

La cuirasse, défense passive du navire

L'avion chassera-t-il le navire de la surface des mers? C'est une question à laquelle on ne peut répondre en quelques pages.

L'adversaire n'est pas sans défense. Il a sa cuirasse ; il a une artillerie de D. C. A. d'une puissance qu'on ne rencontre pas à terre ; il a, autour de lui, des navires plus petits pour le protéger ; il a même des avions.

Nous n'étudierons dans cet article que l'un de ces facteurs : la cuirasse. C'est elle, beaucoup plus que l'armement ou la vitesse, qui est responsable des gros tonnages. Si cette défense passive se montre impuissante à protéger le navire contre l'avion, d'autres moyens de défense, active, y parviendront peut-être ; mais le grand navire n'aura plus de raison d'être.

L'évolution de la cuirasse avant l'avion

La disposition la plus simple qu'on puisse donner à la protection consiste à recouvrir le navire d'une cuirasse de ceinture et d'un pont blindé aboutissant au can supérieur de la cuirasse de ceinture, qui soient, l'un et l'autre, séparément impénétrables aux projectiles (fig. 1).

Lorsqu'il fallut renoncer à l'impénétrabilité des cuirasses, on réalisa un grand progrès en faisant aboutir le pont blindé au niveau du can inférieur de la cuirasse de ceinture (fig. 2). On demandait la résistance à l'ensemble de la ceinture et du pont blindé. La ceinture pouvait être perforée. Le pont

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

blindé, attaqué, soit par le projectile ralenti par cette perforation, soit même simplement par ses éclats, résistait.

On protégeait bien ainsi les organes vitaux et la flottabilité du navire, mais non sa stabilité. La stabilité est liée au maintien de l'intégrité de la tranche de flottaison. Pour conserver une stabilité suffisante après avaries de combat, il faut empêcher, ou du moins limiter, l'envahissement de l'eau par les brèches de la ceinture. On y parvint en recouvrant le pont blindé d'un cloisonnement serré, transversal et longitudinal (fig. 3).

Efficace contre un nombre limité de projectiles de grosse artillerie, cette protection était insuffisante contre un feu nourri d'artillerie moyenne à grande distance (les grandes distances de l'époque étaient 6 000 à 8 000 m), qui pouvait détruire le cloisonnement sur une grande surface. On para ce risque en recouvrant la tranche cellulaire d'un deuxième pont blindé. On obtenait ainsi le caisson blindé cellulaire (fig. 4), qui était universellement adopté en 1914 pour la protection des grands bâtiments.

Sous sa forme définitive, la protection contre l'artillerie par caisson blindé cellulaire répondit pleinement, au cours de la guerre de 1914, aux espoirs mis en elle. Elle se montra même beaucoup plus résistante qu'on n'aurait cru. Aux Falkland, des croiseurs cuirassés comme le *Scharnhorst* et le *Gneisenau*, armés de 210 mm et revêtus d'une protection en rapport avec ce calibre, résistèrent longtemps aux canons de 305 mm des croiseurs de bataille anglais.

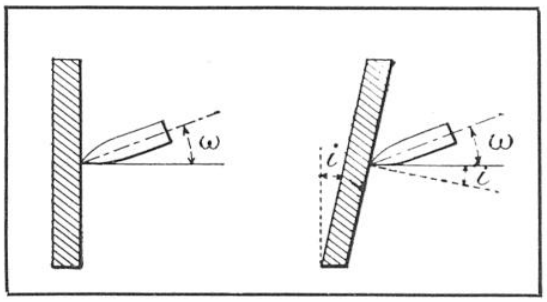


FIG. 5. — UNE AUGMENTATION NOTABLE DE RÉSISTANCE PEUT ÊTRE OBTENUE PAR INCLINAISON DE LA CUIRASSE

Sur une cuirasse verticale recevant un projectile par le travers, l'angle d'incidence, c'est-à-dire l'angle de l'axe du projectile et de la normale à la plaque, est égal à l'angle de chute ω. Sur une cuirasse inclinée vers l'extérieur, l'angle d'incidence est égal à la somme de l'angle de chute ω et de l'angle d'inclinaison i. Le calcul à partir des formules de perforation montre que cette augmentation d'incidence l'emporte sur l'augmentation de largeur de la plaque, qui doit recouvrir une même hauteur des flancs du navire. Le bénéfice est d'autant plus grand que l'inclinaison et l'angle de chute sont élevés. Aux distances moyennes (15 000 à 20 000 m) et pour les inclinaisons de l'ordre de 10° généralement employées, la cuirasse inclinée équivaut à une cuirasse droite plus épaisse d'environ 10 %.

L'évolution de la cuirasse après l'avion

Si rapides qu'aient été les progrès de l'aviation, ils n'émurent guère les marines, et les progrès de la protection des navires, après la guerre, se rapportent encore à l'évolution du matériel d'artillerie et de son emploi.

Les calibres augmentaient. Au 381 mm succédait le 450 mm, prévu sur les cuirassés et croiseurs de bataille américains et japonais mis en chantier après la guerre, calibre réduit à 406 mm par l'accord de Washington. Les distances de combat augmentaient elles aussi. Les ponts blindés, attaqués sous faible incidence par les projectiles tirés à grande distance, se trouvaient insuffisants.

On augmenta la résistance des ceintures par une disposition ingénieuse, inaugurée sur le *Hood* et reproduite sur tous les navires de ligne construits depuis : *Nelson*, *Deutschland*, *Dunkerque*. Ce fut l'inclinaison de la cuirasse de ceinture vers l'extérieur qui augmente l'angle d'incidence du projectile et réduit sa puissance de perforation (fig. 5).

Pour résister au tir à grande distance de projectiles arrivant sous grand angle de chute, il fallait renforcer les ponts blindés. On le fit en augmentant leur épaisseur, et même (*Nelson*) en réunissant les ponts blindés en un seul, qui résiste mieux que deux ponts de même épaisseur totale.

Ce renforcement était coûteux. Les ponts blindés pesaient deux fois moins que la ceinture en 1914 ; ils sont aujourd'hui plus lourds qu'elle. On trouva le poids nécessaire en décuirassant largement les extrémités et limitant la protection aux installations essentielles du navire, appareil propulsif et tourelles, groupées dans la partie centrale.

Si l'on ne tenait compte que des nécessités de la protection contre le projectile d'artillerie de gros calibre, cette évolution de la protection était logique. On essayait, d'ailleurs, de justifier le peu d'importance qu'on accordait à la bombe d'avion en affirmant que tout navire protégé contre le projectile d'artillerie à grande distance est *a fortiori* protégé contre la bombe. Cette interpréta-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tion des échecs du bombardement aérien de 1914 à 1918 eût gagné à entrer dans le détail des événements. Cependant, sous diverses influences, — dont la plus déterminante est probablement la publication par l'aviation américaine de photographies de bombes de 2 000 et 4 000 livres, d'emploi assez aléatoire, — on se mit à renforcer les épaisseurs de ponts, et il est certain qu'aujourd'hui ces épaisseurs sont plutôt déterminées par des considérations de résistance à la bombe que de résistance aux projectiles tirés à grande distance.

La résistance des ponts blindés à la bombe

Tous les cuirassés anciens et même, d'une manière plus générale, tous les navires de guerre en service, à l'exception du *Nelson* et du *Rodney*, ne présentent qu'une résistance très insuffisante à la bombe d'avion.

Le *Nelson*, protégé par un pont blindé de 125 mm d'épaisseur, porté à 152 mm dans la région des soutes à munitions, est le premier navire dont la perforation des ponts blindés offre de sérieuses difficultés. La bombe de perforation du type habituellement employé, lancée en vol horizontal à 3 000 m, devrait avoir un poids de 1 000 kg environ pour perforer 125 mm, et 1 500 kg pour 152 mm. Il semble donc qu'à la double condition de consacrer à la protection horizontale un poids deux fois plus grand qu'en 1914, et de concentrer le poids total sur un seul pont, on puisse imposer à l'avion l'emploi de bombes dont le poids unitaire ne s'accorde pas avec la charge utile de certains appareils ou certaines méthodes de lancement.

En réalité, la difficulté tient surtout à la mauvaise adaptation des bombes anciennes à la perforation. Si on les remplace par des bombes moins chargées en explosif et à grand allongement, — du type, par exemple, de la bombe américaine de perforation, — on réduit sensiblement de moitié le poids des bombes nécessaires à la perforation. Leur charge d'explosif, 60 à 90 kg, deux à trois fois plus forte que celle d'un obus de rupture de 406 mm, est encore suffisante pour les dégâts qu'on est en droit d'attendre d'une bombe.

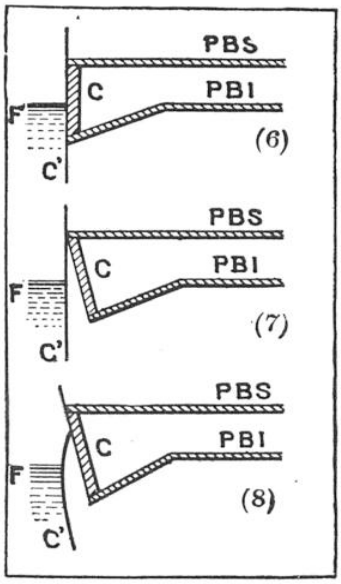


FIG. 6, 7 ET 8. — COUPES TRANSVERSALES SCHÉMATIQUES DE CAISSONS BLINDÉS DE DIFFÉRENTS TYPES

C, *cuirasse de ceinture ;* P B S, *pont blindé supérieur ;* P B I, *pont blindé inférieur ;* C', *bordé de carène ;* F, *ligne de flottaison. La disposition de la figure 6 est celle des anciens cuirassés antérieurs au* Hood. *La disposition de la figure 7 est celle du* Nelson ; *la disposition de la figure 8, celle du* Deutschland, *au nombre près des ponts blindés qui sont fréquemment réduits à un aujourd'hui. Ces dispositions exposent le bordé de carène à la flottaison à de grandes déchirures par bombes légères, qui n'auraient aucun effet sur la cuirasse de ceinture représentée par la figure 6.*

L'altitude du lancement de 3 000 m ne tient d'ailleurs pas compte de la puissance d'une artillerie moderne de D. C. A. Le bombardier sera contraint de lancer plus haut ; à 4 500 m, des bombes de perforation de 250 à 500 kg, du type convenable, suffisent contre les épaisseurs de 125 à 152 mm du *Nelson*.

On peut soutenir qu'aux altitudes où l'artillerie obligera les bombardiers à se tenir, les chances d'atteinte sont bien faibles. C'est un avis que nous partageons. Mais il faut bien remarquer qu'il justifie la D. C. A., à qui revient le mérite de ce résultat, et non la cuirasse qui n'est d'aucune efficacité au cas où, par hasard, la bombe atteindrait néanmoins le navire.

Jusqu'à une époque assez récente, la cuirasse avait cependant un avantage : celui de protéger le navire contre le seul procédé de lancement donnant avec certitude des coups au but, qui est le lancement en piqué à basse altitude. Là aussi, il semble bien qu'on ait sous-estimé les effets de la défense rapprochée, dont les mitrailleuses lourdes et les canons de petit calibre obligeront le bombardier à lancer, même en piqué, à des altitudes d'au moins 1 500 m. La précision reste encore suffisante. D'autre part, tant que les vitesses de piqué n'étaient que de 100 à 150 m/s, la vitesse de la bombe lancée en piqué était très inférieure à la vitesse de la bombe lancée en vol horizontal à moyenne altitude. Au cours des dernières

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

années, les vitesses horizontales des chasseurs et des bombardiers légers ont fait des progrès considérables. Leurs vitesses de piqué ont subi la même ascension. On dispose aujourd'hui d'avions capables de piquer à 200 m/s. Les vitesses d'impact des bombes, lancées en piqué, sont très voisines de celles des bombes lancées en vol horizontal à moyenne altitude.

L'insuffisance des épaisseurs admises sur le *Nelson* a été reconnue. Les épaisseurs de ponts blindés des cuirassés mis en chantier depuis ont été augmentées. Il sera temps d'examiner les mesures à prendre pour leur perforation lorsqu'ils entreront en service et auront la prétention de résister pendant vingt-cinq ans aux progrès de la bombe d'avion.

Cette cuirasse épaisse, dont on fait état pour nier le danger que la bombe fait courir au navire, est loin d'en protéger la totalité. Faute de poids, il a fallu limiter la partie protégée à une faible hauteur au-dessus de la flottaison et à une fraction de la longueur qui comprend l'appareil propulsif, les soutes à munitions, l'artillerie principale, et un blockhaus de manœuvre et de tir. Est-ce à dire que toutes les autres installations du navire soient secondaires et leur destruction compatible avec le maintien de la valeur militaire du bâtiment? Certainement pas ; il en est d'importance primordiale en certains cas.

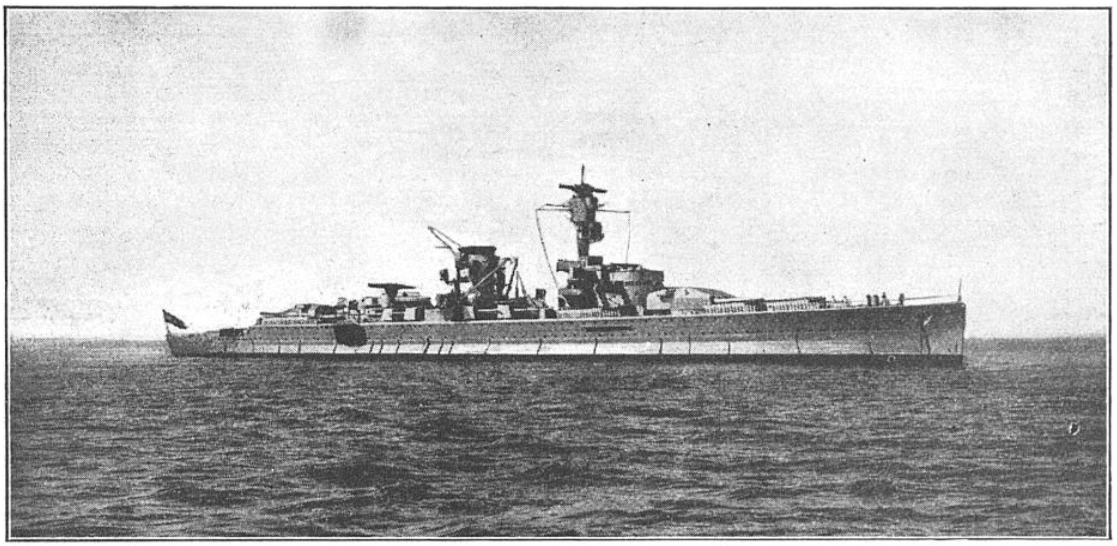


FIG. 9. — LE CUIRASSÉ ALLEMAND « DEUTSCHLAND », LE PREMIER DES NAVIRES DE LIGNE DE 10 000 TONNES (VITESSE, 26,5 NŒUDS ; ARMEMENT, DEUX TOURELLES TRIPLES DE 280 MM) CONSTRUITS SUIVANT LES LIMITATIONS DU TRAITÉ DE VERSAILLES

On distingue nettement le soufflage à la flottaison qui sert de caisson pare-torpilles, recouvre la cuirasse de ceinture et vient s'attacher à elle au-dessous de la ligne basse de hublots.

La résistance du cuirassé à la bombe légère

Le principe qui ramène tous les progrès d'un matériel à la lutte entre le projectile et la cuirasse est assez fragile. Il n'est pas difficile au projectile de tourner la difficulté, et ce n'est certainement pas la perforation des cuirasses qui a fait périr le plus grand nombre de cuirassés. Dans bien des cas, la bombe légère, sans aucune prétention à la perforation, produira des dégâts graves et même mortels sur les mieux protégés des cuirassés actuels.

On attache beaucoup d'importance, aujourd'hui, au *rayon d'action*. Sait-on que, sur la plupart des navires récents, la plus grande partie du mazout, celle qui n'est pas en doubles-fonds des machines et chaufferies, se trouve soit en soutes latérales à la merci de bombes légères tombant au voisinage du navire, soit sur l'avant ou l'arrière du caisson protégé ?

On classe pareillement dans les installations condamnées à se passer de protection les divers moyens de *défense active du navire* contre l'avion, depuis les canons de moyen calibre et leurs télépointeurs jusqu'aux armes automatiques de petit calibre. Il est, d'ailleurs, juste de noter, à l'éloge de la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

marine française, qu'elle disposera, avec le *Dunkerque*, du premier navire où l'artillerie antiaérienne ait reçu une protection. A l'usage des autres, rappelons les leçons de Tsoushima, où des navires dont le caisson protégé était resté parfaitement intact sous les coups de grosse artillerie, coulèrent, après destruction de leur artillerie de défense non protégée, sous les charges de torpilleurs à courte distance.

On admet que la *vitesse* rentre, sur le cuirassé, dans la catégorie des facteurs protégés. C'est confondre la vitesse et l'appareil propulsif chargé de la produire. Pour conclure de celui-ci à celle-là, il est indispensable que la carène reste intacte. Or, il est curieux de constater que les progrès récents de la cuirasse dans la défense contre le projectile de grosse artillerie mettent la carène en posture fâcheuse devant l'attaque par la bombe légère.

On a augmenté les épaisseurs de cuirasse. Mais c'est au détriment de la longueur du caisson protégé. On épilogue pour savoir si les 152 mm du pont blindé d'un *Nelson* protègent bien ce navire de toutes les bombes possibles, sans s'étonner que la plage avant, « the biggest in the world », ne soit protégée, sur l'avant des tourelles, que par un pont de 25 à 50 mm placé sous la flottaison. Les bombes légères arrivant sur ce pont blindé feront au minimum une déchirure de quelques mètres carrés à cheval sur la flottaison.

L'inclinaison vers l'extérieur de la cuirasse de ceinture est aussi grave. Sur le *Hood*, qui l'inaugura, on s'était borné à incliner le bordé de carène au voisinage de la flottaison, et à le revêtir d'une cuirasse. Sur les cuirassés construits après lui, on trouva que cette forme de carène était peu satisfaisante et, pour gagner peut-être un demi-nœud, on plaça la cuirasse de ceinture, si l'on peut encore s'exprimer ainsi, à l'intérieur d'une carène aux formes normales. Telle est la disposition du *Nelson*. Celle du *Deutschland* prête aux mêmes critiques de principe ; un soufflage en tôle légère recouvre, là encore, la cuirasse de ceinture à la flottaison.

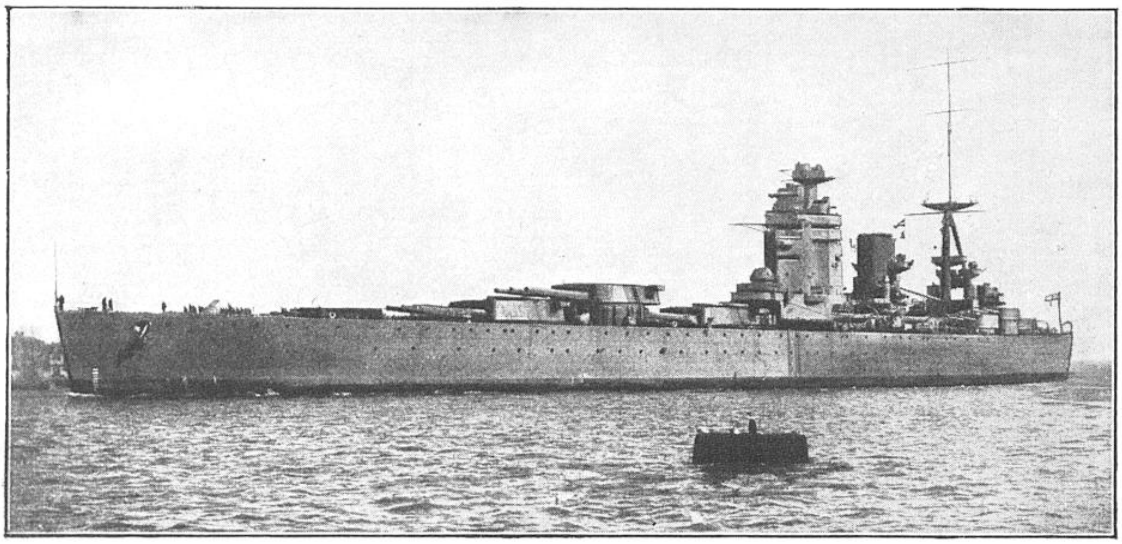


FIG. 10. — LE CUIRASSÉ ANGLAIS « NELSON » (TONNAGE, 33 660 TONNES ; VITESSE, 24 NŒUDS ; ARMEMENT, TROIS TOURELLES TRIPLES DE 406 MM GROUPÉES SUR LA PLAGE AVANT)
Noter l'absence de cuirasse à la flottaison. La cuirasse est inclinée et recouverte à cet endroit par une tôle mince verticale. Le caisson pare-torpilles, qui est placé sur le Deutschland *en appendice d'une carène de formes normales, est ici complètement à l'intérieur.*

Pour avoir voulu protéger plus efficacement le navire contre les projectiles de grosse artillerie, on est parvenu à ce résultat paradoxal de navires dont la flottaison, d'un bout à l'autre, est une simple tôle mince dans laquelle les bombes légères lancées en vol horizontal, en piqué incliné ou en vol rasant, ouvriront de larges brèches. Le moindre dommage qui puisse en résulter est une chute de vitesse considérable, même si les machines restent intactes. On semble avoir complètement oublié que la plus sérieuse des raisons pour lesquelles, avant

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

1914, beaucoup de marines cuirassaient leurs navires de bout en bout, était précisément l'influence sur la vitesse des larges brèches qu'auraient ouvertes un projectile dans une simple tôle.

En fait, le danger est beaucoup plus grave encore, et la *flottabilité* et la *stabilité* du navire seront gravement compromises par de telles brèches. Le seul caisson cuirassé est fréquemment, aujourd'hui, de longueur trop réduite pour soutenir le navire à flot après envahissement des extrémités décuirassées et des compartiments en abord du caisson pare-torpilles, et plus fréquemment encore, la stabilité sera insuffisante après de telles avaries.

Rayon d'action, vitesse, flottabilité, stabilité sont à la merci des bombes légères, même sur des bâtiments qu'on qualifie de protégés. De tout ce que l'art naval a pu réunir sur le cuirassé moderne, seules l'artillerie et ses munitions pourraient continuer à tirer à l'abri de leurs toits de tourelles et de leurs ponts blindés, si elles n'accompagnaient pas au fond la coque coulant ou chavirant.

Les vicissitudes de la protection

On s'étonnera peut-être de voir formuler de telles conclusions sur des questions qu'on pourrait croire l'objet des préoccupations constantes de spécialistes qualifiés. C'est que, de toutes les traditions maritimes, le manque d'intérêt pour la protection est une des mieux établies. Il fallut trente années d'efforts à Bertin pour faire admettre des solutions dont l'évidence nous paraît, aujourd'hui, incontestable. Le jugement porté sur la valeur de la protection du navire contre la bombe d'avion n'est ni plus ni moins sévère que celui porté par Bertin sur la valeur de la protection contre l'artillerie qu'il s'efforçait d'améliorer. C'est le même. Il le reproduit presque dans le détail. Sous leurs blindages à peine éraflés, les cuirassés « chavirables », comme disait Bertin, de 1860 à 1900 entraînaient au fond leur artillerie et leurs machines intactes. Sous leurs ponts de 150 à 200 mm, arrosés de bombes légères, les cuirassés de 1936 périront exactement de même.

La technique de la protection n'a pas la chance d'être soumise à cette épreuve permanente qui permet de juger les autres techniques. Qu'une soute à munitions soit incommode ou qu'un matériel de conduite de tir manque d'endurance, et le malheureux constructeur se le verra reprocher pendant vingt ans par des utilisateurs qui en feront l'expérience journalière. Mais une protection s'essaie tous les trente ans ; l'épreuve est indécise ; ses résultats sont incompris.

La protection de l'ensemble des cuirassés en service est insuffisante à les mettre à l'abri de la bombe d'avion, bombe de perforation ou bombe légère, soit par défaut d'épaisseur sur les cuirassés dont le principe de protection est correct, soit par mauvaise disposition de la protection lorsque son épaisseur est suffisante. La lutte entre le projectile et la cuirasse s'est toujours terminée par la défaite de celle-ci. A la cadence actuelle des progrès du navire et des progrès de l'aviation, il n'est pas très aventuré d'escompter que cette situation se maintienne.

C. ROUGERON.

Aux Etats-Unis, la formation du corps des officiers comporte, en dehors de l'enseignement militaire général et de celui approprié aux différentes armes, l'obligation non seulement de savoir conduire les véhicules automobiles, mais encore de subir l'apprentissage de pilote d'avion. On ne saurait, en effet, concevoir dans notre civilisation moderne un « chef » ignorant la conduite des appareils de locomotion mécanique, pas plus qu'aux siècles passés on eût pu concevoir un officier ne sachant pas monter à cheval ou tirer l'épée. Les Américains (dans les états-majors en particulier) sont accoutumés à pratiquer la sténographie et la mécanographie, de façon à pouvoir eux-mêmes rédiger leurs rapports et transcrire les instructions souvent confidentielles. Combien de fois n'a-t-on pas constaté, dans les trains américains, des officiers, des ingénieurs, des journalistes « tapant » leur travail, au cours du trajet, sur de pratiques machines portatives dont ils sont munis dans leur voyage au même titre que du banal stylo.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LA CHIMIE DU CAOUTCHOUC A ÉLEVÉ LA GOMME AU PREMIER RANG DES MATIÈRES PREMIERES DANS L'INDUSTRIE MODERNE

Par Georges GÉNIN

INGÉNIEUR CHIMISTE DE L'ÉCOLE DE PHYSIQUE ET DE CHIMIE INDUSTRIELLES

C'est un truisme de constater actuellement, dans la plupart des nations, l'effort méthodique et vigoureux entrepris pour libérer leur économie des importations étrangères et réduire ainsi leurs exportations monétaires. C'est le cas notamment du caoutchouc de plantation. Il s'agit de créer de toutes pièces, sur son propre territoire, la fabrication artificielle d'un produit qui s'est révélé aujourd'hui — surtout depuis le développement de l'automobile — indispensable à l'industrie moderne. On peut, en effet, se demander si, d'ici quelques années, le caoutchouc synthétique ne l'emportera pas sur le produit naturel, favorisé dans cette lutte par cette tendance récente résultant d'un nouveau plan de restrictions pour réduire la production des plantations d'hévéas en vue de déterminer une hausse des prix de la gomme. Une telle rupture d'équilibre se produirait évidemment d'autant plus rapidement que la consommation de caoutchouc tendrait à s'accroître notablement, et cela paraît être le cas actuellement. Les chimistes s'efforcent, en effet, — depuis quelque temps déjà — d'ouvrir au caoutchouc de nouveaux débouchés en le transformant, par des procédés appropriés, en produits industriels absolument nouveaux, dont les propriétés remarquables ont assuré une place importante sur le marché à cause de leurs multiples applications mêmes. Tel, par exemple, le caoutchouc chloré qui entre maintenant dans la composition d'un grand nombre de peintures incombustibles, imperméables, isolantes au point de vue électrique et inattaquables aux acides, de poudres à mouler, de revêtements routiers et d'isolants pour l'électrotechnique. Il en est de même pour la combinaison du caoutchouc et des sels d'étain, qui a abouti à toute une gamme de substances nouvelles, les plioformes, *véritables résines artificielles dont les applications apparaissent encore plus étendues que celles des résines naturelles ou synthétiques déjà obtenues (1). Voici également le* pliofilm, *qui concurrence, en effet, déjà sérieusement la cellophane ; le* pliolite, *dont on fait des peintures inaltérables pour béton, et aussi les* thermoprènes, *pour le collage du caoutchouc, le* rubbone *pour vernis et adhésifs, et tant d'autres produits des plus divers engendrés par l'oxydation du caoutchouc naturel. Ainsi un vaste champ d'applications nouvelles s'ouvre à ces dérivés créés par la chimie moderne. Dans ces conditions, il n'est pas téméraire d'affirmer que le caoutchouc va — d'ici quelques années — prendre une place prépondérante parmi les principales matières premières indispensables au développement d'une industrie moderne.*

Si on étudie la variation de la consommation du caoutchouc depuis une vingtaine d'années, on constate qu'elle est, depuis longtemps déjà, en augmentation régulière à peine ralentie par la crise mondiale dont les conséquences se sont manifestées à partir de 1930 (fig. 1).

Or, étant donné que l'industrie automobile est la plus forte industrie consommatrice de caoutchouc, — puisqu'on estime qu'aux Etats-Unis, par exemple, elle utilise à elle seule environ 70 % du caoutchouc consommé par ce pays et que, pendant les années de crise, l'industrie automobile a, peut-être plus que toute autre, souffert de la crise, — on peut se demander comment il se fait que la consommation du caoutchouc n'a pas subi une diminution plus sensible.

S'il n'en a pas été ainsi, c'est que les techniciens du caoutchouc se sont efforcés, pendant les années de crise, de trouver pour cette matière première d'autres débouchés, soit en cherchant à utiliser les propriétés si caractéristiques du caoutchouc dans des domaines nouveaux, soit en faisant subir à la gomme naturelle des modifications profondes, la transformant en des substances

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 199, page 74.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

entièrement différentes du produit initial, susceptibles de trouver dans des branches nouvelles des applications qu'il aurait été impossible d'envisager pour le caoutchouc sous sa forme habituelle.

On a donc vu, en l'espace de quelques années seulement, se multiplier les recherches qui ont permis de mettre au point la transformation du caoutchouc en des produits tout à fait nouveaux, cette transformation étant réalisée par des procédés exclusivement chimiques. Ce sont surtout les techniciens allemands et américains qui ont été les promoteurs de l'idée de modifier complètement le caoutchouc et de le transformer en matières premières nouvelles ; les chimistes anglais se sont ensuite intéressés à la question, et les industriels français se sont contentés de suivre le mouvement en vendant le plus souvent des produits fabriqués à l'étranger.

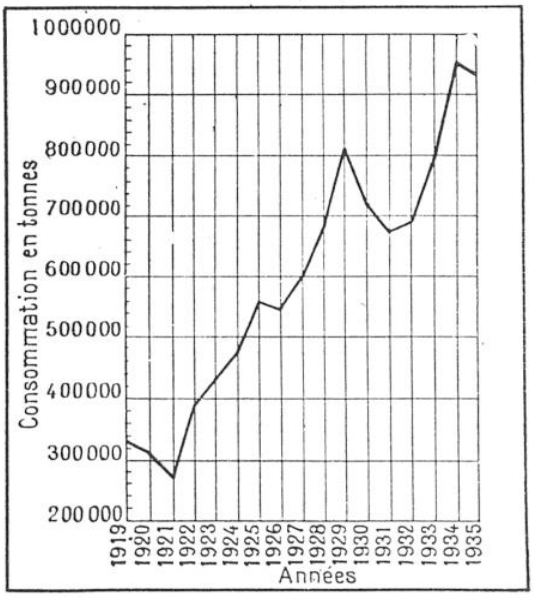


FIG. 1. — COURBE DES VARIATIONS DE LA CONSOMMATION MONDIALE DU CAOUTCHOUC AU COURS DE CES DERNIÈRES ANNÉES

Le caoutchouc chloré

Si nous voulons suivre l'ordre chronologique des recherches entreprises sur les dérivés du caoutchouc, nous devons commencer par l'étude du caoutchouc chloré, dont la fabrication est aujourd'hui réalisée industriellement dans plusieurs pays, et en particulier en France. Par caoutchouc chloré, on entend évidemment le produit que l'on obtient en faisant agir du chlore sur du caoutchouc. L'idée de cette transformation n'est pas nouvelle en elle-même, et depuis fort longtemps les chimistes de tous les pays avaient cherché à obtenir un dérivé chloré du caoutchouc.

Mais le caoutchouc chloré préparé par les procédés anciens encore assez rudimentaires n'avait pas les qualités du produit qu'on fabrique aujourd'hui et manquait en particulier de stabilité. Aujourd'hui, on est parvenu à fabriquer un caoutchouc chloré beaucoup plus stable, et si déjà pendant la guerre on vendait sous le nom de « Duroprène » un produit qui n'était pas autre chose qu'une solution benzénique de caoutchouc chloré, c'est surtout l'apparition en 1930 du produit connu sous le nom de « Tornesite », qui a donné une grande impulsion à l'industrie du caoutchouc chloré. Beaucoup d'autres fabricants se sont intéressés à ce produit, qui est désormais vendu aujourd'hui sous des noms divers comme, par exemple, « Pergite », « Tegofan », Dartex », « Alloprène », etc.

Le caoutchouc chloré se fabrique actuellement presque toujours en partant d'une solution de caoutchouc dans le tétrachlorure de carbone ou le chloroforme, dans laquelle on fait passer un courant de chlore gazeux. Lorsque le degré de chloruration recherché est atteint, on évapore le solvant, soit sur un tambour fonctionnant dans le vide, soit par pulvérisation — comme est préparé le lait en poudre — et on obtient alors un produit qui se présente sous la forme de grumeaux plus ou moins fins qui sont lavés et stabilisés.

Dès qu'on a pu obtenir un caoutchouc chloré suffisamment stable, on a cherché à déterminer ses propriétés. On a trouvé par exemple que si on sèche une solution de caoutchouc chloré que l'on a étendue sur une plaque horizontale, on obtient une pellicule qui est élastique, qui se comporte comme un parfait isolant électrique et qui est également un excellent calorifuge. On a même pu dire que le caoutchouc chloré était le meilleur isolant connu au point de vue calorifique.

On a constaté également que cette élasticité dépend de la viscosité du produit ; or, comme on sait modifier la viscosité du caoutchouc chloré au cours de sa fabrication, on voit qu'on pourra obtenir toute une gamme de caoutchoucs chlorés de différentes élasticités. Le produit le plus courant que l'on trouve dans le commerce est le produit dit « 60 secondes » (1). Mais, pour des applica-

(1) Cette dénomination signifie qu'un certain volume de solution dans le xylène de ce caoutchouc chloré demande 60 secondes pour s'écouler d'un appareil déterminé.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tions particulières, on fabrique également des produits « 13 secondes » et « 90 secondes ». Le produit « 13 secondes » est évidemment beaucoup moins visqueux, puisqu'il s'écoule plus rapidement.

Le caoutchouc chloré se caractérise également par son excellente résistance à la chaleur. Si, par exemple, on le chauffe à 180°, il ne fond pas et il brunit simplement. Ce n'est qu'à des températures plus élevées qu'il y a carbonisation. Si on cherche à le brûler, on s'aperçoit qu'il charbonne, mais sans donner de flamme, et les gaz qu'il met en liberté empêchent la combustion par suite de leur analogie avec les gaz émis par les petits extincteurs d'automobiles du genre « Pyrène ».

Enfin, le caoutchouc chloré est soluble dans un grand nombre de solvants, ce qui laisse un choix important pour la préparation des peintures et des vernis. On peut le dissoudre, par exemple, dans le benzène, dans un grand nombre de solvants chlorés (en particulier, les solvants ininflammables de ce genre utilisés pour le dégraissage à sec) et dans les huiles siccatives comme l'huile de bois, l'huile de lin, etc. Par contre, le caoutchouc chloré est insoluble dans l'eau, dans les alcools, la glycérine, les huiles minérales, l'essence, etc. On voit dès à présent que le caoutchouc chloré pourra être utilisé comme peinture dans de nombreux cas, puisqu'il résiste à tous ces liquides.

Au point de vue de ses propriétés chimiques, le caoutchouc chloré se caractérise surtout par le fait qu'il est un des produits qui résistent le mieux à l'ensemble des agents chimiques. Par exemple, on ne peut le détruire par les acides tels que l'acide chlorhydrique, l'acide nitrique, l'acide sulfurique, ce dernier même concentré et à 100°. Il résiste également aux solutions de soude et aux solutions de potasse. Or, on sait que la grande majorité des produits utilisés pour le lessivage des peintures sont à base de produits alcalins, cristaux de soude, etc. On voit donc qu'un mur peint avec une peinture à base de caoutchouc chloré résistera très bien à des lessivages fréquents, alors qu'une peinture ordinaire perd son brillant et est peu à peu attaquée. Enfin, la liste est très longue de tous les produits chimiques liquides ou gazeux qui sont sans action sur la « Tornesite ». Citons, parmi les plus communs, l'eau de Javel, le chlore, le gaz sulfureux, l'ammoniaque. On voit par cette liste limitée volontairement que le caoutchouc chloré peut être employé avec succès comme constituant des peintures dans les usines de produits chimiques.

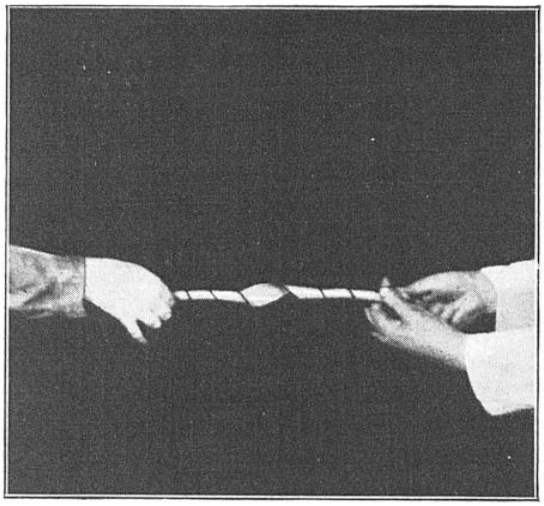


FIG. 2. — UN RUBAN MÉTALLIQUE RECOUVERT DE CAOUTCHOUC CHLORÉ PEUT ÊTRE REPLIÉ PLUSIEURS FOIS SUR LUI-MÊME SANS QUE LA PEINTURE S'ÉCAILLE

Applications du caoutchouc chloré

Dès qu'on a pu, en effet, apprécier les nombreuses qualités du caoutchouc chloré, on a tout naturellement été conduit à l'employer dans la fabrication des peintures. Aujourd'hui, on a mis au point un grand nombre de formules de peintures contenant du caoutchouc chloré, et on trouve dans les catalogues des fabricants denombreuxexemples de peintures pour couches d'impression, de peintures pour finissage, de vernis élastiques, de vernis antiacides, etc. Le caoutchouc chloré peut être appliqué sur un grand nombre de supports et, dans tous les cas, il adhère parfaitement aux surfaces qu'il doit protéger. Par exemple, on en fait des peintures pour les surfaces de ciment qui sont si difficiles à protéger. On en a fait également d'excellentes peintures antirouille, et la grande fabrique allemande de tubes en fer Mannesmann, de Dusseldorf, a le droit exclusif d'employer les peintures au caoutchouc chloré pour la protection et l'isolement des tubes qu'elle fabrique. Dans tous les cas, une peinture à base de caoutchouc chloré est incombustible, imperméable, résistante à tous les agents chimiques, isolante au point de vue électrique et de très grande dureté, ce qui lui permet de résister à l'usure et aux chocs de toutes sortes. Les peintures au caoutchouc chloré adhèrent également sur les peintures à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'huile, de sorte que, par exemple, on peut parfaitement déposer une couche de finissage à base de caoutchouc chloré sur une couche d'impression au minium. Inversement, une couche d'impression au caoutchouc chloré, qui est sèche en une ou deux heures, peut être recouverte d'une peinture à l'huile ou d'une couche de peinture à l'eau (détrempe). On en a fait des peintures pour métaux légers comme, par exemple, l'aluminium, le magnésium et leurs alliages, des vernis pour le cuir, pour les chapeaux de paille, pour l'ameublement, pour les capsules de bouteilles, pour les crayons, etc. Enfin, le caoutchouc chloré, qui résiste parfaitement aux moisissures, sert à préparer les peintures spéciales pour les pays tropicaux.

Devant les propriétés si intéressantes du caoutchouc chloré, des spécialistes appartenant à diverses branches de l'industrie chimique ont été rapidement conduits à examiner l'emploi possible de ce produit dans chacun de leur domaine particulier.

Le caoutchouc chloré se ramollissant à chaud et durcissant à froid, on a été conduit à l'utiliser comme poudre à mouler, afin de remplacer certaines matières plastiques dont l'emploi est si répandu de nos jours.

On a également envisagé d'utiliser le caoutchouc chloré dans la fabrication des revêtements pour routes. Depuis longtemps, on avait essayé de mélanger du goudron et du caoutchouc afin d'obtenir un produit ayant toutes les qualités de l'un et de l'autre de ces deux constituants. Malheureusement, le caoutchouc ne se mélange pas facilement avec n'importe quel type de goudron, alors qu'au contraire le caoutchouc chloré se dissout facilement à chaud dans le goudron et dans les huiles de goudron.

On peut également utiliser ce mélange de goudron et de caoutchouc chloré comme isolant électrique et comme matière de remplissage.

Enfin, il est un domaine dans lequel le caoutchouc chloré trouvera peut-être prochainement une application intéressante : celui du caoutchouc spongieux. Si on chauffe dans un moule du caoutchouc chloré, en opérant bien entendu d'une certaine manière, on constate qu'il se forme des cellules à l'intérieur du produit et que le caoutchouc chloré gonfle en occupant tout le volume intérieur du moule. On peut, de cette façon, obtenir un grand nombre de pièces moulées de la forme désirée et qui sont d'un poids très réduit, puisque 1 cm^3 de caoutchouc spongieux arrive à ne peser que 0,15 gr. On est même parvenu à obtenir des produits ne pesant que 0,08 g (contre 1 g pour l'eau).

On peut en faire des panneaux qui sont insonores et ignifuges. Aussi, on envisage son emploi dans la construction des bâtiments et dans la construction aéronautique et maritime. Malgré sa grande porosité, il est très rigide, à tel point qu'on peut facilement le scier.

Une nouvelle matière plastique : le « plioforme »

Il y a quelques années, des chimistes américains trouvèrent que l'on peut faire réagir et « combiner », comme on dit en chimie, certains dérivés de l'étain et le caoutchouc (1). On peut, en variant les conditions dans lesquelles on effectue le mélange du caoutchouc et des sels d'étain, obtenir toute une gamme de différentes substances dont l'aspect varie depuis celui du balata jusqu'à celui d'un produit très dur, analogue à l'ébonite.

On a pu ainsi fabriquer différents types de résines « plioforme » — c'est ainsi qu'on les a appelées depuis qu'elles sont vendues dans le commerce — qui ont toutes un certain nombre de propriétés communes. Par exemple, toutes se ramollissent lorsqu'on les chauffe et durcissent, au contraire, par refroidissement, et ceci indéfiniment, ce qui en rend facile non seulement le moulage, mais ce qui permet également, lorsqu'une pièce est défectueuse, de la broyer, de la réchauffer à nouveau et de la mouler une seconde fois. Ces résines se distinguent donc des poudres à mouler à base de Bakélite qui, lorsqu'elles ont été une fois cuites dans le moule, ne sont plus réutilisables au cas où la pièce serait défectueuse.

Toutes ces résines résistent également à la plupart des acides, à toutes les substances alcalines et à certains solvants. Par contre, elles sont très facilement solubles dans le benzène et dans l'essence. Elles résistent remarquablement à l'humidité et constituent d'excellents isolants au point de vue électrique. Elles sont enfin inodores et ne communiquent aucun goût aux produits alimentaires au contact desquels on peut les placer (2).

(1) Parmi ces dérivés, il faut citer, par exemple, l'acide chlorostannique et l'acide chlorostanneux. La combinaison peut se faire de différentes façons, soit par addition d'environ 10 % de ces dérivés de l'étain au caoutchouc en utilisant à cet effet un malaxeur, soit en les ajoutant à une solution de caoutchouc dans le benzène.

(2) Quelle que soit la résine employée, on lui incorpore généralement des charges, des pigments, des matières colorantes. On la mélangera, par exemple,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On a commencé par utiliser cette résine pour fabriquer des plaques servant, par exemple, à la décoration des intérieurs modernes. Ces plaques ont l'avantage d'être isolantes et d'avoir un faible coefficient d'absorption pour la vapeur d'eau. On a ensuite utilisé la résine pour mouler un grand nombre d'objets : d'abord des baguettes, puis des tubes et enfin des objets aux formes plus complexes. On est parvenu, en particulier, à incorporer dans la résine des pigments qui donnent un aspect rappelant la nacre (essence de perle) aux différents objets moulés avec cette matière.

Les feuilles transparentes d'emballage à base de caoutchouc

Il est inutile de rappeler le succès qu'ont rencontré les feuilles, généralement à base de produits cellulosiques, qui sont vendues sous le nom de « cellophane », « acétophane », etc. Il est probable que ces feuilles d'emballage vont trouver prochainement une très importante concurrence de la part de feuilles d'un aspect analogue qui sont fabriquées en partant de caoutchouc, ou plus exactement d'un dérivé chimique du caoutchouc (1). Ces nouvelles feuilles possèdent une grande élasticité, une grande résistance au déchirement, une grande imperméabilité, et surtout une propriété tout à fait intéressante, due à ce que ces feuilles peuvent très facilement se coller l'une à l'autre par la simple application d'un fer chaud.

Le « pliofilm » (tel est le nom sous lequel ce produit est vendu dans le commerce) peut être, comme nous l'avons dit, scellé à chaud en le collant à lui-même à une température comprise entre 105 et 130° C.

Sa résistance au déchirement est plus du double de celle d'une feuille cellulosique. On peut d'ailleurs la faire varier à volonté par addition de certaines autres substances.

Bien que sa résistance à la traction ne soit que la moitié de celle des feuilles cellulosiques, le « pliofilm » peut être beaucoup plus allongé que la feuille cellulosique ; aussi, il résiste mieux au déchirement lorsqu'on doit emballer des objets aux angles ou aux coins très aigus.

Il résiste aux huiles et aux matières grasses, en particulier à celles contenues dans les produits alimentaires.

Le « pliofilm » est plus léger que les feuilles cellulosiques et, par exemple, 1 kg de feuilles d'une épaisseur déterminée en « pliofilm » représente une surface supérieure de 20 % à la surface d'un même poids de feuilles cellulosiques.

On fabrique couramment des feuilles dont l'épaisseur varie de 2,5 à 4/100 de mm et, par exemple, 1 kg de feuille de 2,5/100 de mm d'épaisseur représente près de 35 m² de surface.

FIG. 3. — VOICI DES ASSIETTES, DES GOBELETS ET DES TASSES MOULÉS AVEC DE LA RÉSINE « PLIOFORME »
Ces divers objets supportent l'action de l'eau chaude même additionnée de la lessive employée pour leur nettoyage.

Une peinture qui tient sur le béton

Par suite de la composition chimique du béton, il a toujours été très difficile de trouver des peintures qui « tiennent » sur ce matériau. Le béton, en effet, n'est pas un produit compact ; c'est, en réalité, une matière percée d'une multitude de petits trous qui se sont formés par évaporation de l'eau au cours de sa « prise ». Ces petits canaux tendent à se remplir d'eau par capil-

à de la farine de bois, de la poudre d'amiante, de la pulpe de papier, etc., et c'est ce mélange que l'on moule à une température comprise, suivant les types de résine, entre 125° et 155°, la pression de moulage variant de 70 à 200 kg par cm². Dès que l'objet est moulé, on refroidit le moule, afin qu'il soit le plus froid possible au moment du démoulage, ce qui facilite notablement cette opération.

(1) La fabrication de ce produit transparent résulte de l'observation suivante : Si on prépare une solution de caoutchouc dans le benzène, et si on fait passer dans cette solution un courant de gaz chlorhydrique à la température ordinaire, il se forme un nouveau dérivé chimique du caoutchouc que l'on peut séparer en éliminant le benzène par distillation et en lavant le résidu. C'est ce produit, que l'on a reconnu comme étant du chlorhydrate de caoutchouc, qui est depuis quelques années utilisé aux Etats-Unis pour la fabrication de ces feuilles d'emballage transparentes et même pour la fabrication de films photographiques et cinématographiques. Dans ce dernier cas, d'ailleurs, il faut que le produit soit stabilisé avant son emploi.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

larité, et, comme les peintures à l'huile déposées à la surface du béton ne résistent pas à l'eau, elles se recouvrent d'une multitude de petites soufflures formées par l'action de l'eau emprisonnée dans le béton ; elles pèlent et sont rapidement détruites.

D'autre part, la plupart des bétons contiennent des sels de chaux qui viennent former des efflorescences à leur surface et qui attaquent très rapidement les pellicules de peinture à l'huile. Enfin, les bétons qui constituent les sols sont rapidement usés par la circulation, de sorte que bien peu de peintures résistent à ces multiples causes de dégradation.

Or, on a trouvé que le produit qui sert à fabriquer le « pliofilm » peut également être utilisé dans la fabrication des peintures et des vernis. Dans ce cas, on utilise un produit préparé spécialement qui porte le nom de « pliolite » (1), qu'on peut alors appliquer, dissous dans un solvant approprié, sur l'objet à protéger soit au pinceau, soit au pistolet, soit encore plus simplement par trempage.

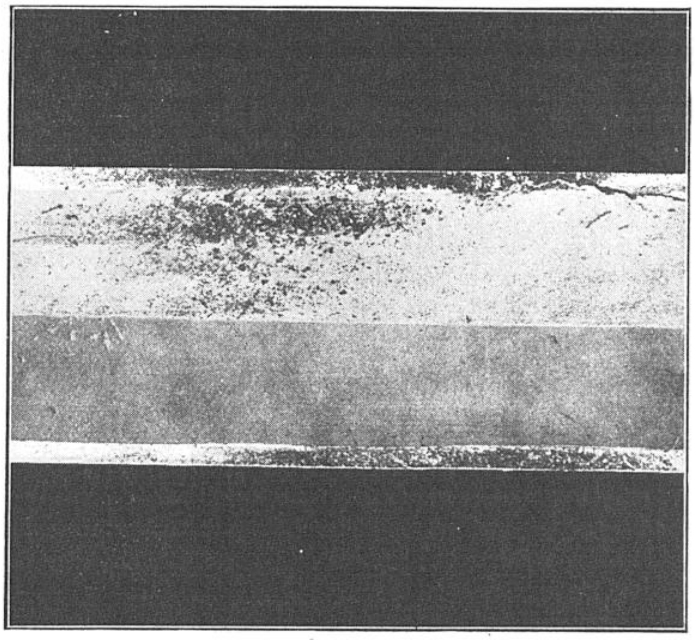


FIG. 4. — MARCHE D'UN ESCALIER DONT UNE PARTIE, CELLE QUI EST RESTÉE INTACTE, ÉTAIT PROTÉGÉE PAR UNE PEINTURE A BASE DE « PLIOLITE » ET L'AUTRE, CELLE QUI MONTRE DES TRACES TRÈS NETTES DE DÉGRADATION, ÉTAIT RECOUVERTE D'UNE PEINTURE ORDINAIRE

Les vernis au « pliolite » ont de multiples applications. On peut les employer pour protéger les métaux, comme vernis résistant aux acides et aux alcalis, pour la peinture des surfaces en béton, comme véhicule pour la préparation des peintures à l'aluminium destinées à recouvrir les radiateurs, les chaudières, les étuves, etc., comme peintures décoratives ; enfin, on peut les employer également dans la fabrication des vernis devant recouvrir les objets cuits au four.

Les caractéristiques essentielles de ces peintures sont qu'elles durcissent par séchage ou oxydation, en donnant des pellicules extrêmement dures, puisque des mesures de laboratoire ont montré que la dureté de ces pellicules atteint 90 % de celle du verre. Elles adhèrent d'une façon très tenace sur toutes les surfaces sèches et convenablement nettoyées. On peut, en particulier, peindre avec une peinture au « pliolite » une surface de béton fraîche, sans avoir besoin de la lessiver. Le séchage de ces peintures est terminé en quinze minutes lorsqu'elles ont été appliquées au pistolet et en moins de vingt-quatre heures lorsqu'elles ont été étendues au pinceau ; mais, dans ces deux cas, on peut, quatre ou cinq heures après dépôt d'une première couche, étendre une seconde couche. Ces peintures résistent à l'humidité, à tous les alcalis caustiques quelle que soit leur concentration, aux acides, à la chaleur, à l'essence, aux graisses et aux huiles de diverses compositions, etc.

Les applications futures

On voit donc combien sont intéressants les produits que l'on a pu fabriquer en partant du caoutchouc comme matière première. Devant les excellents résultats obtenus, l'ingéniosité des chimistes ne s'est pas arrêtée en si bon chemin et, actuellement, de nombreuses études sont entreprises dans les laboratoires pour fabriquer de nouveaux dérivés chimiques du caoutchouc.

Parmi ces produits, il faut citer les « thermoprènes ». Les « thermoprènes » sont des dérivés du caoutchouc que l'on a obtenus en

(1) On trouve aux Etats-Unis, où ce produit est fabriqué, deux qualités de « pliolite ». D'une part, la résine « pliolite » seule, que l'on peut employer pour fabriquer des vernis incolores, et, d'autre part, des mélanges de « pliolite » et de pigments colorés qui sont dispersés dans la résine « pliolite ».

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cherchant à transformer le caoutchouc en des substances analogues à la gutta-percha ou au balata. Ces dérivés s'obtiennent par une transformation de la molécule du caoutchouc ; cette molécule, qui, normalement, se présente sous la forme d'une chaîne, peut, au contraire, acquérir la forme d'un anneau. On dit qu'il y a « cyclisation » (1). Ces thermoprènes ont la propriété essentielle d'être très adhésifs ; aussi on les emploie, par exemple, pour coller le caoutchouc aux métaux, au bois, au béton. C'est ainsi que les wagons-réservoirs destinés au transport des produits chimiques sont revêtus intérieurement d'un enduit de caoutchouc collé sur le métal du réservoir au moyen de « thermoprène ».

Il faudrait encore citer les produits qui résultent de l'oxydation du caoutchouc et dont l'un d'entre eux est vendu aujourd'hui dans le commerce sous le nom de « rubbone » (2).

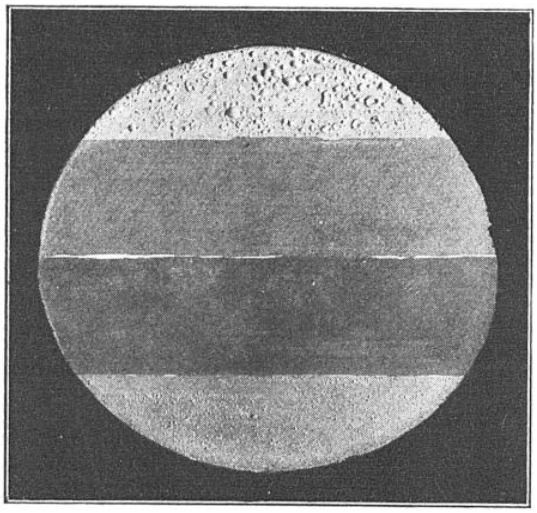


FIG. 5. — ACTION COMPARÉE DU LAIT SUR, ET PAR CONSÉQUENT ACIDE, SUR DIFFÉRENTES PEINTURES ET VERNIS

De haut en bas : peinture à l'huile, deux bandes de « pliolite », et enfin vernis à la bakélite.

Le « rubbone » est déjà utilisé actuellement dans la fabrication des vernis, des peintures, des matières isolantes et également des adhésifs. On peut, par exemple, imprégner les enroulements des moteurs électriques d'une solution de « rubbone » ; après cuisson, l'enroulement se trouve noyé dans un produit élastique et très résistant. On a également préparé des caoutchoucs oxydés en traitant le latex par l'eau oxygénée ou par des peroxydes tels que l'acide péracétique. On peut également traiter le caoutchouc en solution par les hypochlorites, c'est-à-dire les produits utilisés pour le blanchiment comme l'eau de Javel, et on obtient ce qu'on appelle aujourd'hui un « éthylhypochlorite » de caoutchouc dont les propriétés rappellent celles du caoutchouc chloré. Ce produit a été en particulier utilisé comme vernis des tissus gommés au latex.

On voit, par ces quelques exemples, l'importance du champ immense d'applications ouvert aux dérivés chimiques du caoutchouc. L'activité que dépensent les chimistes dans ce domaine fait prévoir que le nombre de dérivés du caoutchouc utilisables ira en augmentant, et ceci confirme une fois de plus que le caoutchouc est en train de devenir un des principaux matériaux employés par la technique moderne, ce qui explique les efforts dépensés par l'Allemagne et la Russie (1) pour obtenir le caoutchouc naturel ou synthétique qui est devenu indispensable à leur industrie.

G. GÉNIN.

(1) Cette cyclisation peut se produire sous l'influence de différents traitements, par exemple par malaxage, par chauffage, ou sous l'influence de l'acide sulfurique ou de produits analogues.

(2) Ce produit se prépare en incorporant au caoutchouc des petites quantités de siccatif (analogue à ceux qui sont employés pour activer le séchage des peintures dans le caoutchouc), ou encore en soumettant une solution de caoutchouc dans l'essence à l'action du linoléate de cobalt à 80° et en présence d'oxygène.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 224, page 113.

Si l'on considère comme principales matières premières, indispensables à l'économie industrielle des peuples : la houille (charbonnages), le fer (minerais), le pétrole (gisements de naphte), le coton (cultures), le caoutchouc (plantations d'heveas), l'U. R. S. S., au point de vue richesses naturelles de son sol et de son sous-sol, en possède quatre sur cinq. Seuls dans le monde l'Empire britannique et ensuite les Etats-Unis bénéficient — du moins actuellement — d'une situation plus avantageuse dans l'ensemble du domaine de l'économie industrielle.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

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

LE PALAIS DE LA DÉCOUVERTE SCIENTIFIQUE

Le grand générateur électrostatique à 5 millions de volts

Par André LAZARD

INGÉNIEUR DE L'ÉCOLE DE PHYSIQUE ET CHIMIE INDUSTRIELLES

Le Palais de la Découverte Scientifique, tel qu'il a été conçu par notre éminent collaborateur le professeur Jean Perrin, prix Nobel de physique, membre de l'Académie des Sciences, doit évoquer les noms les plus illustres de la Science théorique et appliquée. Dans le Grand Palais des Champs-Elysées, dont l'aménagement a été heureusement modernisé pour s'adapter à sa nouvelle fonction, seront effectuées des démonstrations et des expériences qui permettront de reconstituer, en quelque sorte, la chaîne des étapes successives dans l'évolution de la connaissance du monde physique et dans l'acquisition du savoir humain appliqué aux transformations de la vie matérielle et intellectuelle. Cette reconstitution synthétique a été confiée à une pléiade de savants parmi les plus qualifiés : M. Cotton pour l'électricité, M. Blaringhem pour la botanique, M. Fabry pour l'optique, M. Borel pour les mathématiques, M. Escanglon pour l'astronomie, M. Urbain pour la chimie, M. Gosset pour la chirurgie, M. Roussy pour la médecine, M. Laugier pour la biologie, M. Valery-Radot-Pasteur pour la microbiologie. En outre, M. Joliot-Curie a imaginé de reprendre une expérience d'électrostatique, aujourd'hui classique, celle de Faraday (1), qui a trait à la charge et aux propriétés particulières des conducteurs. M. Lazard a, de son côté, réalisé, à une échelle et sous une forme que Faraday, évidemment, n'aurait pu prévoir, la plus puissante machine électrostatique qui soit au monde et qui est capable d'établir entre deux sphères métalliques de 3 m de diamètre une différence de potentiel de 5 millions de volts !

Chacun connaît l'existence des éléments radioactifs dont la propriété la plus frappante est d'émettre spontanément des particules animées de vitesses atteignant des dizaines de milliers de kilomètres par seconde.

Depuis plusieurs années, un grand nombre de physiciens se sont donné pour but de leurs travaux d'obtenir des particules rapides à l'aide d'une attraction produite dans un champ électrique. Pour obtenir des vitesses aussi élevées, il faut pouvoir disposer de champs électriques correspondant à des potentiels de plusieurs millions de volts.

Un moyen pratique et simple d'avoir ce résultat est d'utiliser la machine électrostatique dite « machine d'addition » dont le principe a été indiqué par lord Kelvin. Reprise il y a quelques années par Volrath, elle fut enfin réalisée et considérablement perfectionnée aux Etats-Unis par Van de Graaf, qui en fit un instrument remarquablement sûr et docile aux demandes du physicien.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 174, page 494.

Le principe des « machines électrostatiques d'addition »

Prenons une sphère métallique creuse de 15 cm de diamère ; une petite ouverture de quelques centimètres de diamètre est ménagée à sa partie supérieure. La sphère est posée sur un support de paraffine qui l'isole soigneusement.

Une source d'électricité positive est à notre disposition. Une petite sphère de 2 cm de diamètre, tenue à la main par un manche isolant, est mise en contact avec la source : elle se charge d'électricité positive. Nous la descendons alors dans la grande sphère et nous en touchons la surface intérieure. Nous la retirons, la portons à la source, et de nouveau la descendons dans la grande sphère.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

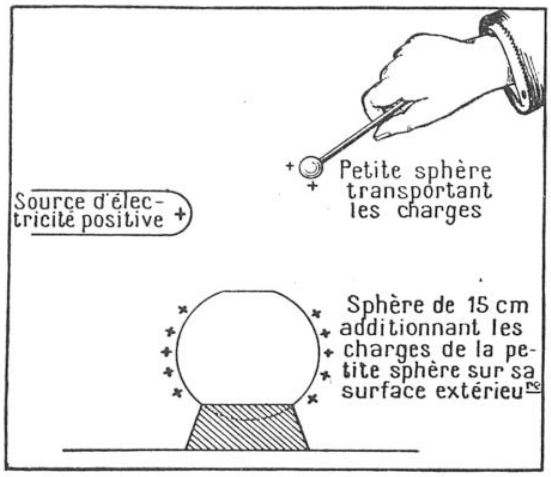


FIG. 1. — VOICI LE PRINCIPE DU FONCTIONNEMENT D'UNE MACHINE ÉLECTROSTATIQUE FONDÉE SUR LE PRINCIPE D'ADDITION

La petite sphère tenue à la main se charge au contact de la source d'électricité et se décharge dans la grande sphère creuse. Les charges d'électricité transportées à chaque opération s'accumulent à la surface de cette dernière.

Avec patience, nous répétons l'opération cinquante fois. Alors, approchant une pointe métallique effilée très près de la grande sphère, nous voyons et entendons une petite étincelle. Reprenant et augmentant notre effort, nous portons cent fois la petite sphère dans la grande ; cette fois l'étincelle sera plus forte, plus longue, plus lumineuse, plus bruyante. Nous persévérons et portons deux cents fois la petite sphère dans la grande. La grande sphère porte maintenant deux cents charges et fournit une étincelle encore plus forte et plus longue.

Nous avons construit et fait fonctionner ce que l'on appelle une « machine d'addition ».

Nous avons, à chaque voyage, transporté avec la petite sphère toujours la même quantité d'électricité q. En touchant la grande sphère sur sa surface intérieure, cette charge q lui est communiquée et, fait très important, s'est répandue instantanément sur la surface extérieure. Un deuxième voyage a apporté une deuxième charge q additionnée à la première portant à $2q$ la charge de la grande sphère. Ainsi l'addition de cinquante voyages a apporté cinquante charges q, et l'addition de cent voyages, cent charges q. L'étincelle provoquée par les cent charges, puis par les deux cents charges, est beaucoup plus forte que l'étincelle provoquée par les cinquante charges.

Toutes les charges q forment la charge Q de la grande sphère, charge qui, souvenons-nous-en, est entièrement répartie sur sa surface extérieure dont la tension, ou potentiel, croît en même temps ; c'est ce qui explique l'étincelle de plus en plus longue.

Application au grand générateur électrostatique de l'Exposition

Cette petite machine électrostatique d'addition n'est qu'une réduction du grand générateur électrostatique qui illustre les découvertes de Faraday et qui sera en fonctionnement dans le Palais de la Découverte.

Ce générateur est composé de deux machines identiques utilisant des sphères de 3 m de diamètre.

La sphère de 3 m joue le rôle de la sphère de 15 cm. Elle est posée, pour l'isoler du sol, sur un pylône construit en porcelaine, en bois imprégné et en cylindres de papier bakelisé.

Il n'est pas question de lui apporter des charges à l'aide de petites sphères métalliques ; ce serait compliqué et peu efficace ; aussi l'on emploie un procédé beaucoup plus original : une longue courroie en coton et caoutchouc est entraînée par un tambour qui tourne près du sol et va s'enrouler sur un second tambour qui, lui, est fixé à l'intérieur de la sphère ; une ouverture dans la sphère permet le passage de la courroie.

Nous n'avons plus qu'à déposer des charges électriques positives, en bas, sur la courroie ; les charges montent avec la courroie, vont dans la sphère et s'additionnent comme dans le cas de la sphère de 15 cm.

Nous déposons sans arrêt des charges sur la courroie qui se déplace à grande vitesse vers la sphère. La charge Q de celle-ci, somme de toutes les charges dé-

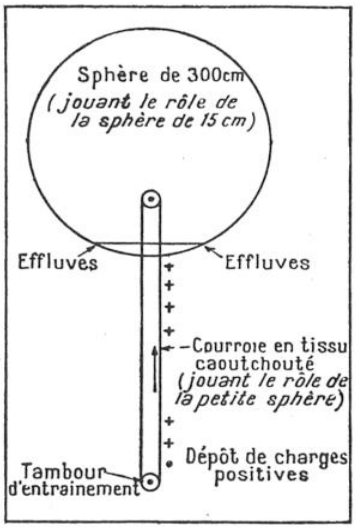


FIG. 2. — DISPOSITION SCHÉMATIQUE D'UNE MACHINE ÉLECTROSTATIQUE D'ADDITION RÉALISÉE AVEC UNE SPHÈRE DE 300 CM DE DIAMÈTRE ET UNE COURROIE TRANSPORTEUSE DE CHARGES

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

posées sur la courroie, se répartit sur la surface extérieure et croît rapidement. Le potentiel de la sphère croît simultanément et bientôt, grâce aux grandes dimensions de la sphère, le potentiel atteint plus de 2 millions de volts positifs.

Que fait à ce moment la sphère voisine? Si elle est suffisamment près, elle jouera le rôle de notre pointe et une étincelle éclatera entre les deux sphères.

Pratiquement, la deuxième sphère du générateur, construite exactement comme la première, s'est aussi trouvée chargée à un potentiel élevé ; mais nous déposons, cette fois, sur la courroie, des charges négatives, ce qui fait que le potentiel de cette sphère dépasse 2 millions de volts négatifs.

La différence de potentiel entre les deux sphères atteint près de 5 millions de volts et l'étincelle éclate pour une distance de plusieurs mètres des deux sphères.

L' « effet Corona » limite la valeur du potentiel

Les phénomènes sont cependant un peu plus compliqués que ne le montre cette rapide explication.

En effet, dira-t-on, pourquoi des sphères de si grand diamètre, et pourquoi ne pourrait-on pas apporter à la sphère de 15 cm suffisamment de charges q pour que son potentiel monte jusqu'à 2 millions de volts?

Supposons qu'avec une dextérité extraordinaire, nous apportions de plus en plus rapidement des charges q à la sphère de 15 cm, et que, de plus, nous continuions cette expérience dans une obscurité presque complète ; nous allons faire naître un phénomène bien particulier : à un certain moment, la sphère va se trouver enveloppée d'une lueur diffuse bleue-violette ; en particulier, l'ouverture ménagée pour introduire la petite sphère sera entourée d'un épais cercle bleu. Nous assistons au phénomène d'effluves, bien connu de tous ceux qui utilisent des hautes tensions ; il est encore appelé « effet Corona » ou « effet de couronne », ou « décharge silencieuse ».

L'apport de charges q a augmenté suffisamment le potentiel de la sphère. Le champ électrique correspondant à la surface de la sphère est devenu assez important pour provoquer l'ionisation et la luminescence de l'air ambiant. Cet air, grâce aux ions formés, est devenu pratiquement conducteur et décharge la sphère. Il va de soi que, dans le vide, ce phénomène d'effluves ne se produirait pas dans les mêmes conditions.

Nous voyons qu'il n'est pas possible de dépasser une certaine valeur de champ électrique sans éviter la décharge de la sphère par effluves.

Pour diminuer ce champ électrique et rendre possibles une charge et un potentiel plus élevés, la théorie enseigne et la pratique vérifie qu'il faut augmenter le rayon de la sphère. Ceci explique la nécessité d'une sphère de 3 m de diamètre pour obtenir de très hautes tensions. Pour accroître encore la tension, il faudrait dépasser ce diamètre.

Revenons à notre sphère de 3 m ; nous nous souvenons avoir fait une ouverture pour le passage de la courroie transporteuse de charges. Cette ouverture est une rupture de la surface sphérique et ses bords donneront naissance à des effluves vues dans l'obscurité et qui seront la cause de la perte d'une partie de la charge de la sphère. Mais aussi des poussières, attirées, se déposent sur la sphère, des aspérités y existent quoiqu'on ait fait un polissage très soigné. Ces défauts, qui altèrent la surface sphérique, donneront aussi naissance à une décharge silencieuse.

Pensant compenser ces pertes, nous essaierons d'augmenter les charges de la sphère ; malheureusement, nous augmenterons aussi les décharges silencieuses et nos efforts auront un résultat vite limité.

Encore une fois, si nous voulons accroître le potentiel, il nous faudra augmenter le diamètre de la sphère. Un prochain appareil aura, peut-être, une sphère de 6 m ou plus encore.

Une ennemie : l'humidité

La vapeur d'eau n'est pas conductrice, c'est même un bon isolant ; mais elle se condense facilement sur les isolants et la mince couche d'eau ainsi formée est assez conductrice.

Si la courroie est recouverte d'une mince couche d'eau, elle sera suffisamment conductrice pour que les charges déposées regagnent le sol par le chemin de cette eau, d'où impossibilité de charger la sphère et nécessité de dessécher.

La courroie est donc enfermée sur toute sa longueur dans un coffre en isolant. Un puissant appareil à dessécher absorbe l'humidité contenue dans l'air du coffre. Naturellement, cette absorption peut être très lente ; dès qu'elle sera terminée, il faudra bien se garder de faire entrer dans l'appareil l'air extérieur toujours chargé de vapeur d'eau.

On peut vivre dans une sphère portée à 2 millions de volts

Faraday fit une expérience qui put paraître extraordinaire :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il construisit une cage en fils de fer et s'y enferma. Simultanément, en utilisant des machines électriques, des aides portèrent la cage à un haut potentiel. Faraday constata que la charge de la cage n'avait aucune influence ni sur l'homme, ni sur les objets placés à l'intérieur.

Nous pouvons, de même, entrer dans la sphère, puis la faire charger à 2 millions de volts sans aucun inconvénient, ni aucune sensation. Cette précieuse propriété, complètement expliquée par la théorie, nous autorise à disposer des appareils des plus délicats dans la sphère et à y procéder, exactement comme sur le sol, à toutes les expériences qui seront utiles.

Seules, les propriétés acoustiques de cette chambre sphérique sont inattendues : l'expérimentateur risque d'y être assourdi par sa propre voix. Pour l'éviter, la surface intérieure de la sphère est garnie d'une épaisse couche de tissu feutré qui absorbe les réflexions gênantes des ondes acoustiques.

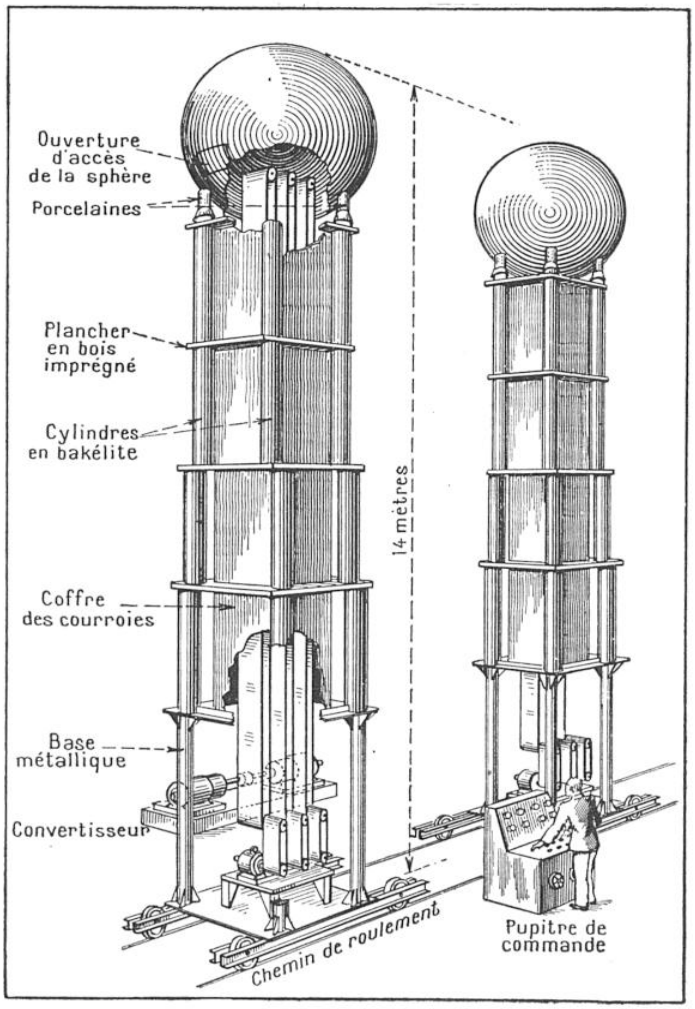


FIG. 3. — DISPOSITION D'ENSEMBLE DU GÉNÉRATEUR ÉLECTROSTATIQUE A 5 MILLIONS DE VOLTS DU PALAIS DE LA DÉCOUVERTE, ET DE SES ORGANES DE COMMANDE

Le générateur électrostatique au Palais de la Découverte

Les explications précédentes permettent de comprendre l'utilité des diverses parties du générateur.

La base est métallique : c'est une chambre de 3 m sur 3 m, haute de 2 m 60 ; elle est fermée de glaces. Munie de quatre galets, elle peut rouler sur deux rails à l'écartement de 2 750 mm.

Sur cette base est construit un pylône de 9 m de hauteur en cylindres de bakélite ; seize cylindres font quatre étages dont les planchers sont en bois imprégné. Le cinquième étage a quatre porcelaines qui entrent dans la sphère. Un plancher en cornières repose sur les porcelaines. Tout le poids de la sphère repose sur ce plancher.

La sphère est en laiton de 3 mm d'épaisseur. Elle se compose de deux calottes d'une seule pièce et de quatre zones, elles-mêmes de cinq morceaux.

Tous ces éléments sont rivés sur une forte armature et soudés entre eux à l'autogène.

L'armature se compose de cinq cercles en cornières reliés entre eux par des tirants.

La surface extérieure de la sphère est parfaitement polie pour les raisons indiquées.

Son poids total est de 1 500 kg.

Un coffre en bakélite, de section carrée, 1 m sur 1 m, part de la base métallique et monte jusque dans la sphère. Il contient les courroies au nombre de trois, qui transportent les charges vers la sphère.

Une ouverture de 0 m 50 sur 0 m 50 permet de pénétrer dans la sphère. Elle se ferme par une plaque de laiton parfaitement ajustée.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Une échelle aérienne de 14 m de développement permet au physicien de quitter le sol et de s'envoler vers son laboratoire sphérique.

L'ensemble pèse 5 tonnes. Les deux générateurs utilisés, positif et négatif, sont identiques.

Le transport mécanique des charges électriques

Dans la base métallique de chaque appareil sont disposés trois tambours de 18 cm de diamètre et de 80 cm de longueur. Chacun de ces tambours est entraîné à la vitesse de 2 000 t/mn par un moteur de 3 ch à courant continu. Des colonnes coulissantes permettent de régler la tension des courroies.

Dans la sphère, trois tambours correspondent aux tambours du sol. Leurs paliers reposent sur le plancher.

Les trois courroies ont une largeur de 70 cm, une épaisseur de 1,5 mm et une longueur de 22 m. C'est un tissu de coton recouvert sur ses deux faces d'une couche de caoutchouc.

Un dispositif de séchage et de chauffage climatise l'air de l'appareil. L'air est d'abord séché sur du carbogel, puis sur de l'anhydride phosphorique. Une température supérieure de 10° à l'ambiance est maintenue dans l'appareil en y consommant environ 4 kW dans des résistances.

Le dépôt des charges sur les courroies par «effet Corona»

L'effluve ou l'«effet Corona», qui tend à faire perdre leur charge aux sphères, est utilisé pour déposer des charges sur les courroies.

Un fil de platine irridié, de 1/10 mm de diamètre, est tendu devant la courroie à une distance de 10 mm, parallèlement et à la hauteur de l'axe du tambour d'entraînement.

Une tension continue de 10 000 volts est appliquée entre le fil et le tambour. Le fil fin s'entoure d'effluves, l'air est ionisé entre le fil et la courroie, et les ions formés vont se coller sur la courroie qui les emmène vers la sphère au fur et à mesure de leur formation. Dans la sphère, un dispositif identique recueille les charges qui s'accumulent ainsi sur la surface de la sphère.

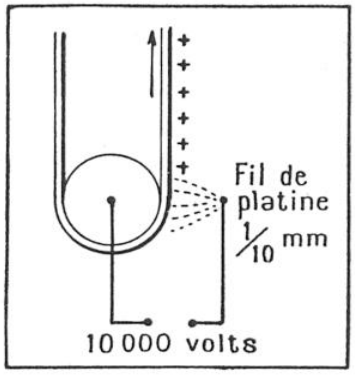


FIG. 4. — LES CHARGES ÉLECTRIQUES SONT DÉPOSÉES A LA SURFACE DE LA COURROIE TRANSPORTEUSE PAR LES EFFLUVES JAILLISSANT D'UN FIL DE PLATINE DE 1/10 DE MM PORTÉ A 10 000 VOLTS

Si le fil est porté à 10 000 volts positifs, la courroie et, par suite, la sphère se chargent positivement. Si le fil est porté à 10 000 volts négatifs, la sphère se charge négativement. Une cabine, comprenant un transformateur et un kénotron, transforme la tension de 220 volts du secteur en continu 10 000 volts.

Les deux générateurs sont commandés d'un pupitre qui réunit tous les organes de contrôle de démarrage et de sécurité. L'homme placé à ce pupitre règle la production de la tension de 5 millions de volts et surveille à travers les glaces la marche des appareils.

L'utilisation des très hautes tensions pour la synthèse des radioéléments découverts par Frédéric et Irène Joliot-Curie

En 1934, Frédéric et Irène Joliot-Curie découvrirent la radioactivité artificielle (1). Cette immense découverte leur permit de préparer des éléments simples jusqu'alors inconnus. Ces éléments sont radioactifs, comme l'est naturellement le radium, et perdent peu à peu leur activité en se transformant en d'autres éléments inertes, ces derniers déjà connus des physiciens et des chimistes.

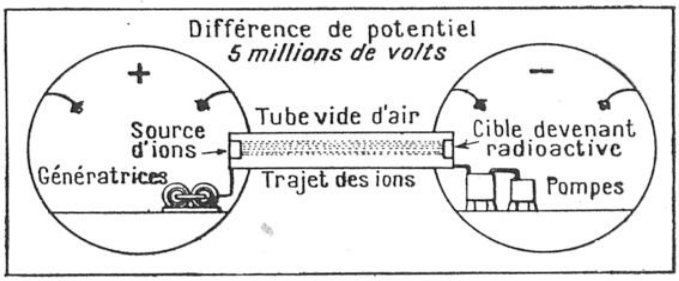


FIG. 5. — COMMENT S'EFFECTUE LA SYNTHÈSE D'ÉLÉMENTS RADIOACTIFS A L'AIDE D'UN GÉNÉRATEUR ÉLECTROSTATIQUE DONNANT JUSQU'A 5 MILLIONS DE VOLTS

Cette formation, ou synthèse, de radioéléments s'obtient en bombardant certains éléments simples par des corpuscules ou noyaux d'atomes émis par les corps radioactifs naturels. Ces projectiles sont animés de grandes vitesses.

Nous avons vu que l'on peut obtenir des

(1 Voir *La Science et la Vie*, n° 208, page 281.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

projectiles très rapides en les accélérant dans un champ électrique produit par une tension suffisamment élevée. Nous voyons aussitôt une utilisation dans ce sens du générateur électrostatique : entre les deux sphères, nous disposons un tube vide d'air. Nous produisons à l'une de ses extrémités des ions, analogues aux noyaux d'atome émis par les corps radioactifs. Ces ions, accélérés par le champ élevé des 5 millions de volts, viennent sur celui-ci une action bienfaisante. Action limitée à une durée calculable d'avance, puisque le radioélément perd peu à peu son activité.

Utilisés en biologie, les radioéléments serviront d'indicateurs : grâce à eux, l'évolution d'un organe pourra être suivie à travers l'évolution de l'activité du radioélément qu'on y aura introduit.

Le champ d'expériences aussi brièvement

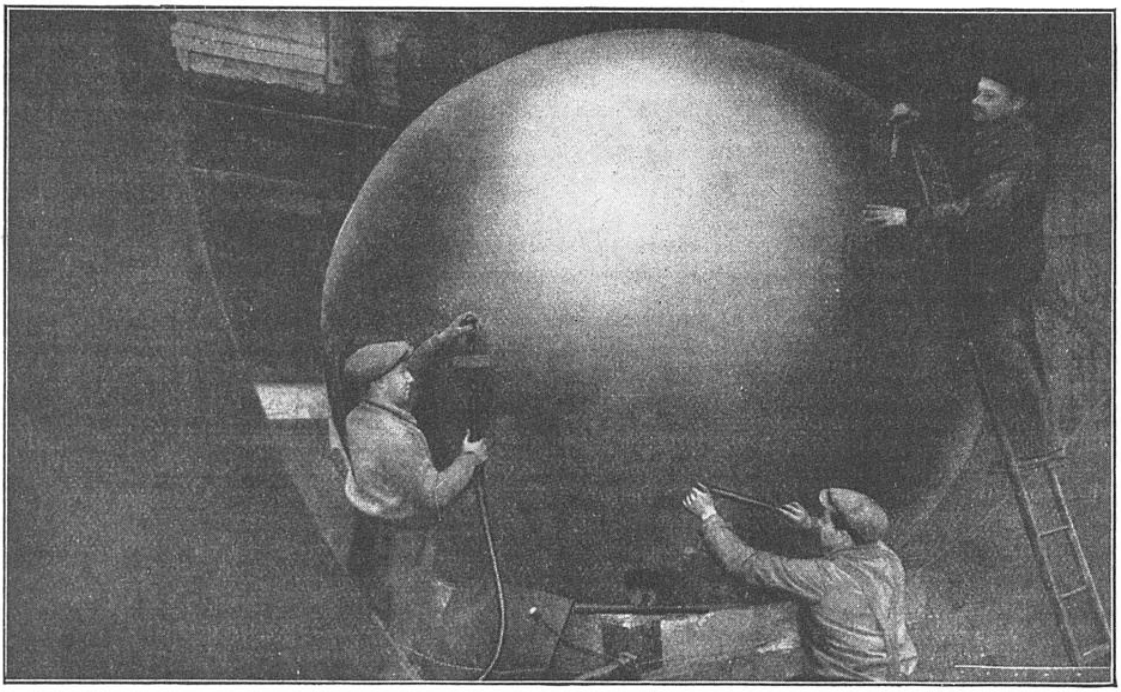


FIG. 6. — LE POLISSAGE D'UNE DES SPHÈRES DE 3 M DE DIAMÈTRE POUR LE GRAND GÉNÉRATEUR ÉLECTROSTATIQUE DU PALAIS DE LA DÉCOUVERTE

La surface extérieure de ces sphères creuses en laiton doit être parfaitement polie pour réduire les pertes par décharge silencieuse (effet « Corona ») qui se produisent aux très hautes tensions.

frapper à grande vitesse une cible d'un métal convenablement choisi placée à l'autre extrémité du tube. Ce bombardement donnera naissance à un radioélément.

Cette méthode de formation des radioéléments permet d'en avoir des quantités assez importantes pour les employer.

Utilisés en thérapeutique, le radiosodium et le radiophosphore sont assimilables par l'organisme. Les éléments radioactifs naturels ne le sont pas. On entrevoit ainsi une méthode qui consisterait à faire absorber à un patient un radioélément bien choisi qui se localiserait dans l'organe malade et aurait décrit est immense et permettra des découvertes réellement insoupçonnées, qui auront un retentissement considérable dans toutes les branches de l'activité scientifique et dans l'étude du corps humain.

Il nous semble maintenant être bien loin des conceptions de Faraday. N'oublions pas que la science et la technique sont des constructions qui ne se bâtissent que grâce aux pierres apportées par chaque génération de chercheurs épris d'aventure. L'expérience de chacun est due au patient travail du Passé et sert de base aux efforts de l'Avenir.

ANDRÉ LAZARD.

N. D. L. R. — Cette machine électrostatique sera entourée d'une cage métallique protectrice de 20 m de diamètre, autour de laquelle circuleront les visiteurs, et qui est édifiée sous la direction de MM. Boutterin, Debré et Neret, architectes, qui ont présidé aux travaux d'aménagement du Grand Palais.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

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

DANS LES COULISSES SCIENTIFIQUEMENT AMÉNAGÉES D'UN AQUARIUM TROPICAL MODERNE

Par W. BESNARD

SOUS-DIRECTEUR DE L'AQUARIUM DU MUSÉE DE LA FRANCE D'OUTRE-MER

L'aménagement d'un grand aquarium moderne scientifiquement conçu et exécuté, tel que celui du Musée de la France d'outre-mer ou de la future Exposition des Arts et Techniques, soulève des problèmes assez complexes auxquels de savants spécialistes doivent trouver des solutions à la fois rationnelles et pratiques. Il s'agit, en effet, de procurer à chacune des espèces animales qui y sont représentées des conditions d'existence se rapprochant le plus possible de celles de leur habitat naturel, ceci aussi bien pour la faune d'eau douce que pour la faune marine, pour les espèces métropolitaines que pour les espèces tropicales. Pour atteindre ce but, il convient de pouvoir régler à volonté et maintenir, dans chaque bac, à leur valeur optimum un certain nombre de facteurs qui conditionnent la valeur biologique de l'élément où les animaux doivent vivre (eau douce ou eau salée). Teneur en air dissous, température, degré hydrotimétrique (teneur en sels calciques et magnésiens), concentration de ions d'hydrogène (pH), *teneur en matières organiques, éclairage du bac, tels sont les principaux facteurs qui — grâce à une surveillance incessante — assurent en tout temps l'équilibre physiologique des êtres vivants — souvent très fragiles — qui constituent les pensionnaires de ces aquariums modernes. Les aménagements d'importance primordiale, tels la centrale de chauffe, les pompes de circulation de l'eau douce et de l'eau de mer, les compresseurs pour l'aération des bacs, etc., sont à commande automatique. C'est un aquarium muni de tous ces perfectionnements qui figurera à l'Exposition de 1937 où seront réunis les spécimens les plus différents et les plus rares de la faune aquatique du globe. Dans un bâtiment spécialement édifié à cet effet, on retrouvera une réplique de l'Aquarium du Musée de la France d'outre-mer aménagé à l'occasion de l'Exposition Coloniale de Vincennes, tel qu'il est décrit ci-dessous. Celui de 1937 sera consacré exclusivement à la faune marine de nos côtes et à celle des eaux douces et marines des pays tropicaux. Enfin, l'ancien aquarium du Trocadéro, entièrement modernisé, présentera dans son sous-sol la faune si abondante et si variée de nos eaux douces métropolitaines. Cet ensemble unique, quant à présent, en Europe ne sera pas l'un des moins appréciés des nombreux visiteurs qui s'intéressent — sincèrement — à l'évolution des sciences biologiques dans le cadre de la société moderne.*

Faire vivre sous notre latitude un animal appartenant à la faune tropicale est un problème déjà fort compliqué. Il le devient plus encore lorsqu'il s'agit d'un animal *aquatique* tropical, car celui-ci exige, par surcroît, la reconstitution du milieu où il évolue habituellement. Il existe, bien entendu, un nombre considérable d'animaux, de poissons même, qui sont tellement vivaces qu'ils parviennent à s'adapter et à vivre dans des conditions totalement différentes de celles de leur pays d'origine. Des hommes ont bien pu vivre, pendant des dizaines d'années, dans des oubliettes, privés de toutes conditions normales d'hygiène.

Le problème que doit résoudre tout aquarium scientifiquement construit est de procurer aux animaux qu'il possède des conditions se rapprochant autant que possible de celles qu'ils trouvent dans leur habitat naturel. Il va sans dire qu'il est pratiquement impossible, non seulement d'atteindre la perfection, mais même de s'en approcher assez pour pouvoir donner l'illusion de la copie parfaite.

Le principal est, d'une part, de connaître l'éthologie des animaux auxquels on a affaire, ce qui n'est pas toujours facile, et, d'autre

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

part, de pouvoir régler les facteurs principaux déterminant les conditions biologiques et bionomiques du monde des eaux. Ces facteurs principaux sont : 1° la teneur en air dissous dans l'eau du bac ; 2° la température de l'eau et ses variations ; 3° l'éclairement du bac ; 4° le degré hydrotimétrique de l'eau (1) ; 5° la valeur du *pH* (2) ; 6° la teneur en matières organiques provenant des processus vitaux des animaux et de la décomposition de différentes matières organiques : restes de nourritures, débris végétaux, etc. ; 7° la densité, dans le cas des aquariums marins, et, enfin, toute une série de facteurs secondaires comme la nourriture, le groupement des animaux de différentes espèces, le fond, le décor, etc.

Comment respire le poisson

Le poisson respire l'oxygène qui se trouve en solution dans l'eau au moyen de branchies. Dans les conditions naturelles des mers, fleuves, rivières et étangs, la teneur des eaux en air ou oxygène dissous est généralement suffisante pour une population beaucoup plus dense qu'on ne trouve normalement.

Le cycle des gaz dissous dans l'eau est très simple. L'oxygène est absorbé par la respiration des grands animaux et des organismes microscopiques (qui, d'ailleurs, ne sont pas à dédaigner étant donné leur nombre énorme) durant les vingt-quatre heures, et par la végétation durant les heures d'obscurité. L'acide carbonique qui résulte de cette respiration est dissous par l'eau et s'élimine par deux voies différentes : pendant la journée, d'une part, il est absorbé par la photosynthèse des plantes vertes ; d'autre part, il se dégage par la surface et remonte dans l'atmosphère. La photosynthèse remet en circulation dans l'eau l'oxygène libéré qui rentre dans le cycle. L'appoint des gaz, sous forme de dégagement ou d'absorption, se fait par la surface de l'eau, où les deux milieux sont en contact, et qui sert de régulateur permanent. Les agents principaux de cet échange sont : le le développement de la surface de contact, le vent, les courants, les chutes et les rapides, les pluies, les changements de la température.

Un aquarium, petit ou grand, qu'il soit dans un appartement particulier ou dans un aquarium public, présente toujours des particularités qui le distinguent profondément d'un bassin naturel découvert. La plus sensible des différences réside dans l'exagération de la profondeur, ce qui se traduit par un déplacement des valeurs réciproques de la surface et du volume de l'eau. L'air confiné est souvent pauvre en oxygène dans l'intérieur des bâtiments ; il n'a qu'une faible surface de contact avec l'eau des bacs, et cette insuffisance est encore aggravée par l'immobilité des deux éléments qui ne sont pas brassés ni par le vent ni par le courant. En prenant en considération le surpeuplement forcé de tout aquarium et les températures relativement hautes qui diminuent le pouvoir dissolvant de l'eau par rapport aux gaz, il devient évident que l'oxygénation de l'eau est défectueuse et qu'il est indispensable de produire une aération artificielle. Cette aération est obtenue au moyen de diffuseurs d'air en matière finement poreuse, bois de buis par exemple, à travers lesquels on injecte, dans les bacs, de l'air sous pression.

L'air ainsi injecté, en volume relativement faible, possède néanmoins une surface de contact avec l'eau d'autant plus grande que les bulles sont plus fines. Cette dernière circonstance, jointe au brassage de l'eau provoqué par la montée de la colonne de bulles vers la surface, détermine une aération suffisante même dans un aquarium surpeuplé.

L'intensité de l'aération pour chaque bac est établie empiriquement, mais le contrôle en est fait, de temps en temps, par le dosage de l'oxygène. D'ailleurs, les exigences des différentes espèces sont très variables, et, dans certains bacs, l'aération par injection d'air peut être même supprimée totalement, à condition que le bac soit planté et reçoive un flux lumineux de qualité et d'intensité suffisantes pour permettre une photosynthèse normale.

La température et les animaux aquatiques

Il existe entre les variations de température, dans les milieux atmosphérique et aquatique, une différence capitale. Tandis que l'air se déplaçant très rapidement change facilement de température, même dans un espace de temps très court, que sa température monte ou descend sous l'influence d'évaporations, radiations, etc., celle de l'eau est normalement plus stable. Les organismes habitant ces deux milieux sont adaptés aux particularités de leur milieu

(1) Degré de dureté de l'eau, c'est-à-dire sa teneur en sels calciques et magnésiens.

(2) *pH*, symbole de « potentiel hydrogène » ou valeur en ions d'hydrogène, déterminant les réactions acide, neutre ou basique des liquides.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

réciproque, ce qui explique chez les animaux et plantes aquatiques une tolérance assez restreinte par rapport aux variations thermiques, surtout si ces dernières sont rapides.

Ceci explique la grande attention que l'on apporte à la température de l'eau des bacs, surtout dans un aquarium public où sont rassemblés des poissons appartenant à d'un réseau très développé de tuyauterie (près de 5 000 m), un très grand nombre de radiateurs. Chaque bac possède un ou plusieurs radiateurs individuels et toute une série d'autres radiateurs servant à maintenir la température de l'ambiance des bacs. Il existe en même temps une installation électrique parallèle de secours, qui peut être mise en marche en cas de

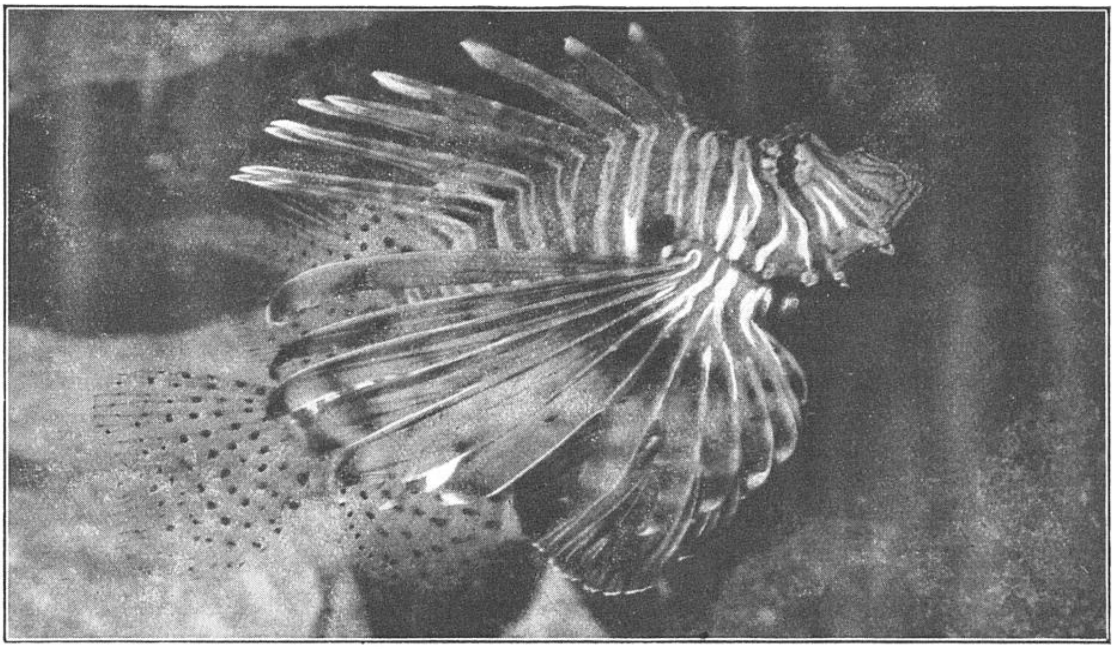


FIG. 1. — LE « PTEROÏS VOLITANS », POISSON DES MERS TROPICALES (OCÉAN INDIEN, MALAISIE, MER ROUGE) DONT L'ÉLEVAGE EXIGE DES SOINS TOUT PARTICULIERS. L'AQUARIUM DU MUSÉE DE LA FRANCE D'OUTRE-MER EN POSSÈDE DEUX SPÉCIMENS

Ce poisson habite des fonds rocheux et des récifs coralliens. Parmi les espèces marines des régions tropicales, il est un de ceux qui exigent des conditions très strictes de milieu. Ainsi la température de l'eau doit être maintenue entre 28 et 30° C, sa densité égale à 1,029 et sa teneur en oxygène aux environs de 5 à 6 mg par litre. En outre, ce poisson est très sensible à toute augmentation de la quantité de matières organiques, notamment de nitrites, contenues dans l'eau.

divers milieux bionomiques et provenant de régions différentes.

L'aquarium du Musée de la France d'outremer se trouve dans des conditions relativement favorables, étant donné qu'on y présente surtout des sujets appartenant à la faune tropicale. Le problème est simplifié par le fait que, même durant les chaleurs estivales, l'eau des bacs n'atteint pas la normale des températures des eaux coloniales.

Pour obtenir les températures voulues, il existe une installation de chauffage central à circulation d'eau chaude par thermosyphon qui alimente, par l'intermédiaire panne du chauffage central ou d'insuffisance de température par suite de grands froids.

A l'Exposition 1937 existera une installation réfrigérante pour maintenir une moyenne de 18° C dans les bacs habités par les animaux des mers tempérées.

Le rôle de la lumière dans la vie des eaux

Un point très délicat pour tout aquarium est le problème de son éclairage. Plus haut, nous avons vu que la lumière joue un rôle important dans l'oxygénation de l'eau en sa qualité de facteur principal de la photosynthèse. Mais, même en dehors de l'oxygénation proprement dite, qui peut se

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

faire par simple injection d'air, l'éclairement des bacs est important pour plusieurs raisons. En premier lieu, il est le facteur principal de l'établissement d'un milieu biologique équilibré, présentant un microcosme peuplé de plantes et d'animaux dont la partie la plus importante pour l'équilibre échappe à la vue du spectateur, — les bactéries, algues microscopiques, infusoires, crustacés microscopiques, etc., formant le plancton. De l'établissement de cet équilibre dépend en grande partie la vie des poissons. D'autre part, la lumière permet le développement des plantes aquatiques qui, en, dehors de toute autre considération, donnent au bac un cachet naturel, aux poissons des coins où se réfugier, et à l'aspect général une fraîcheur et des couleurs vives. Enfin, il y a le côté purement spectaculaire ; un aquarium doit être bien éclairé pour mettre en valeur les belles couleurs des animaux et permettre d'apprécier l'ensemble.

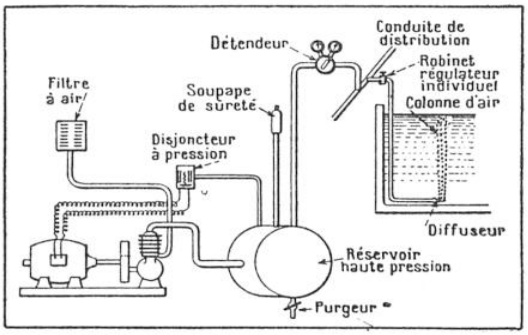


FIG. 2. — SCHÉMA DE LA COMPRESSION ET DE LA DISTRIBUTION DE L'AIR AUX BACS

Les diffuseurs individuels sont alimentés par tout un réseau de conduites partant du poste compresseur. La pression, réglée d'après la hauteur de la colonne d'eau et la résistance de la matière poreuse des diffuseurs, est commandée par des détendeurs réglables. Les postes compresseurs, commandés par des disjoncteurs à pression, sont automatiques et compriment l'air dans des réservoirs.

Le problème de l'éclairage est bien plus complexe que les deux précédents. Ici interviennent deux facteurs essentiels : la qualité du flux lumineux et son intensité. L'action chlorophyllienne est déterminée, non pas par n'importe quelle partie ou la totalité du spectre solaire, mais seulement par l'ensemble de plusieurs fractions de ce dernier, en partie invisibles pour l'œil, dans l'ultraviolet et l'infrarouge. L'intensité du flux lumineux, en raison de la forte absorption de certaines radiations par l'eau, a aussi une très grande importance.

Dans le cas où le bac est éclairé par la lumière du jour directe et intense (à nos latitudes, durant la période estivale seulement), le problème est résolu. Mais, pour les aquariums, ce n'est généralement pas le cas. En ce qui concerne l'aquarium du Musée de la France d'outre-mer, qui est situé dans les sous-sols, aucune trace de lumière du jour ne parvient aux bacs et on a été amené à créer, de toutes pièces, un éclairage approprié.

Une lampe à incandescence du type ordinaire donne un spectre assez semblable à celui du soleil et peut maintenir la vie et la croissance de certaines plantes aquatiques, à condition que la profondeur de l'eau ne dépasse pas 20-25 cm. Dans les bacs de l'Aquarium du Musée, qui sont en grande partie volumineux et dépassent souvent 1 m de profondeur, cette solution n'était pas suffisante. Il fallait trouver une source lumineuse dont le spectre reproduise plus strictement celui du soleil, surtout dans certaines de ses parties, notamment dans l'ultraviolet. Après de longues recherches et une série d'expériences de laboratoire, on s'est arrêté sur un type de lampes à incandescence à filament de tungstène légèrement survolté, à atmosphère gazeuse raréfiée, dont l'ampoule est fabriquée en un verre spécial au borate laissant passer les radiations jusqu'à 280 angströms. En prenant en considération le fait que les lampes à incandescence ordinaires ont comme limite spectrale 315 angströms et que les radiations solaires arrivées à la surface de la terre atteignent 293 angströms en moyenne, nous voyons que les lampes choisies sont du côté ultraviolet légèrement plus riches que le flux lumineux solaire filtré par la couche atmosphérique. Dans la partie visible du spectre, sauf qu'elle est légèrement plus blanche, la lumière de ces lampes ne diffère guère de celle émise par les lampes ordinaires ; mais son influence sur les plantes est telle que, dans des bacs à plus de 75 cm de profondeur d'eau, des plantes vivent et se reproduisent durant des années, sans aucune altération.

On est actuellement en train d'étudier à l'Aquarium un nouvel éclairage qui, vraisemblablement, sera une combinaison des mêmes lampes décrites plus haut avec d'autres plus riches en radiations bleues, mauves et autres. Le but en est de créer une lumière du point de vue visuel plus proche de celle émise par des rayons directs du soleil. La technique de l'éclairage rationnel d'un aquarium est donc très spéciale.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'eau douce

Mais le problème de l'eau est le plus difficile et le plus compliqué de tous les problèmes ainsi soulevés. Laissant à part l'eau de mer, — que nous verrons ensuite, — nous devons constater que la question de l'eau douce est déjà très difficile à résoudre, étant donné les particularités des eaux, ou plutôt du sous-sol, de la région parisienne et des départements environnants. En effet, l'eau de Paris passant dans une région très riche en carbonates et bicarbonates de chaux est essentiellement alcaline. Ainsi, dans la plupart des quartiers de Paris, l'eau a un degré hydrotimétrique total très élevé, atteignant normalement 23°. Comme ce degré est déterminé par des sels alcalins, le *pH* de cette eau oscille (voir page 286) généralement entre 7,8 et 8,0. La plupart des poissons exotiques provenant de pays moins riches en carbonates de chaux et constitués souvent par des laterites, argiles, alluvions volcaniques, etc., sont habitués à de l'eau peu calcaire et plus ou moins neutre, c'est-à-dire ayant un indice de *pH* voisin de 7. Il en résulte que certains poissons supportent très mal l'eau parisienne ; d'autres y vivent, mais ne s'y reproduisent pas.

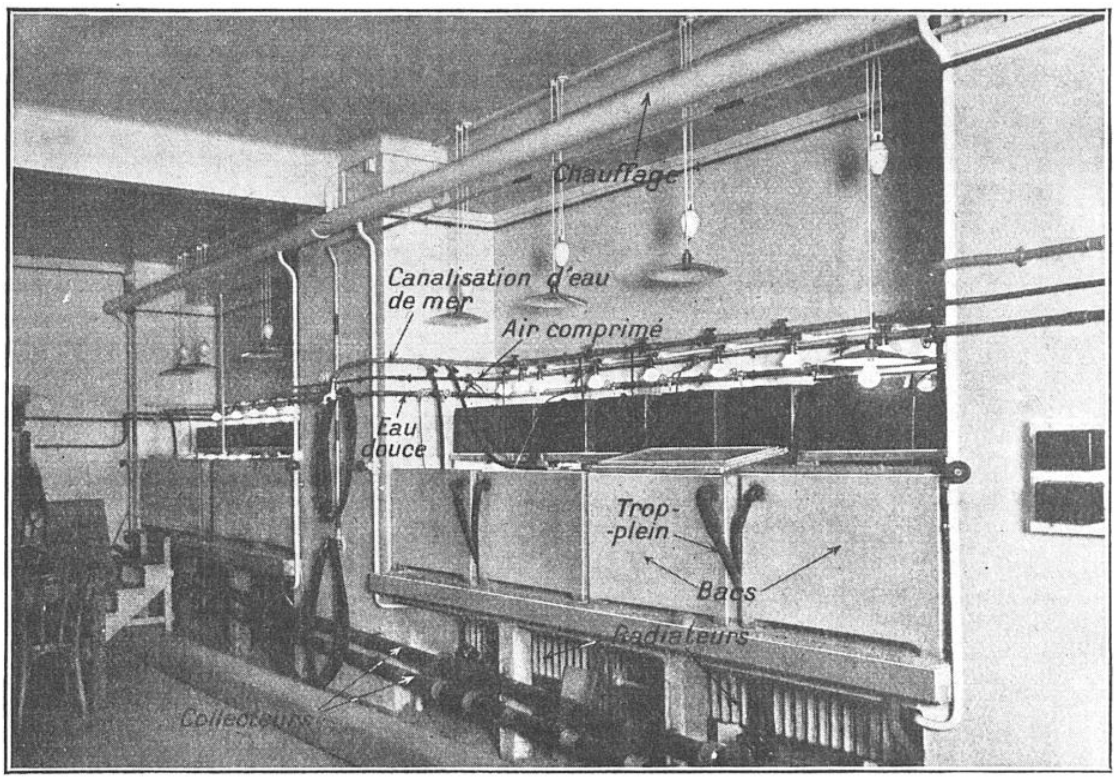


FIG. 3. — LES COULISSES SCIENTIFIQUEMENT AMÉNAGÉES D'UNE DES SECTIONS DE L'AQUARIUM INSTALLÉ AU MUSÉE DE LA FRANCE D'OUTRE-MER

On voit, du haut en bas : l'arrivée de la conduite de chauffage, les canalisations d'eau de mer, de courant électrique, d'air comprimé et d'eau douce, et deux rangées de bacs. On remarque les trop-pleins de ces derniers qui rejoignent, au premier plan, les collecteurs. En bas, deux collecteurs ramènent l'eau des trop-pleins vers les centres de traitement.

Aussi a-t-on été amené à créer une véritable usine de traitement des eaux de l'Aquarium, usine qui vient d'être mise en service (fig. 5). Toute la circulation de l'eau douce des bacs est en circuit fermé. L'appoint d'eau peut se faire ou bien par l'eau de pluie récoltée sur le toit du Musée, ou bien par l'eau provenant des conduites de la ville.

En réglant ces arrivées d'eau, on peut obtenir le *pH* et le degré hydrotimétrique voulus. D'autre part, le système de filtrage sur silex et charbon actif débarrasse l'eau

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

non seulement des impuretés mécaniques, mais aussi de toutes matières organiques se trouvant en solution et provenant du métabolisme des animaux.

Enfin, pour pouvoir contrôler continuellement l'état des eaux douces et marines, un laboratoire chimique de contrôle a été créé. Les deux circuits passant par ce laboratoire permettent un contrôle continuel et rigoureux du degré hydrotimétrique, du *pH*, de la teneur en matières organiques en solution, en oxygène, en acide carbonique, de la densité, des nitrites et, enfin, de faire des analyses des impuretés décelables par filtration.

L'eau de mer

Le milieu biologique le plus difficile à réaliser est celui qu'habitent les animaux marins. L'eau de mer, par elle-même, est essentiellement corrosive et instable ; elle s'attaque, en principe, à tous les métaux, au ciment, au bois, au caoutchouc, etc., et se modifie, du point de vue composition chimique, avec une grande facilité. Un établissement éloigné de la côte doit choisir entre l'eau de mer synthétique et l'eau de mer naturelle. Dans le premier cas, on se heurte d'abord à la qualité des ingrédients chimiques. Ces derniers devraient être rigoureusement purs, c'est-à-dire ne contenir aucune trace de matières étrangères. Les sels livrés au commerce sous le nom de « matières chimiques pour l'industrie » contiennent, ou peuvent contenir, — ce qui est encore plus dangereux, — des traces de sels de cuivre, de plomb, de nickel, d'arsenic, etc., ce qui les rend impropres à la préparation de l'eau de mer. Quant aux matières dites pures pour analyses, elles sont d'un prix très acceptable pour un laboratoire chimique qui en use 125 g par an, mais absolument prohibitif dans le cas où l'on en a besoin de plus de 35 kg par mètre cube d'eau. Il faut chercher des arrangements, choisir dans les matières « purifiées » et ne jamais être très sûr du résultat final. D'autre part, la préparation de l'eau exige des manipulations nombreuses, une main-d'œuvre assez spécialisée et des bacs volumineux consacrés spécialement à cette fin. (Il est bien entendu que, lorsqu'il s'agit de préparer une centaine de litres pour un aquarium d'amateur, toutes ces difficultés se réduisent à rien.) Enfin, le mélange des différents sels bien dissous dans l'eau étant effectué, la tâche semble terminée. Mais c'est justement ici que la partie la plus délicate du travail commence. L'eau de mer obtenue n'est pas encore prête à l'emploi ; les réactions et mélanges intimes ne sont pas achevés ; il leur faut environ une dizaine de jours pour s'accomplir, activés par de fréquents brassages. Puis vient la période de « mûrissement ». Il faut que l'eau devienne vivante, c'est-à-dire que des micro-organismes divers : bactéries, algues, infusoires, etc., s'y installent. On « inocule » à l'eau des cultures que l'on a le soin d'avoir toujours prêtes. A ce moment, on soumet l'eau à un éclairage intense et à une aération énergique. On ne peut prévoir la durée du « mûrissement » ; il peut aussi bien se terminer en deux semaines qu'en deux mois. Mais le délai normal est d'environ une vingtaine de jours.

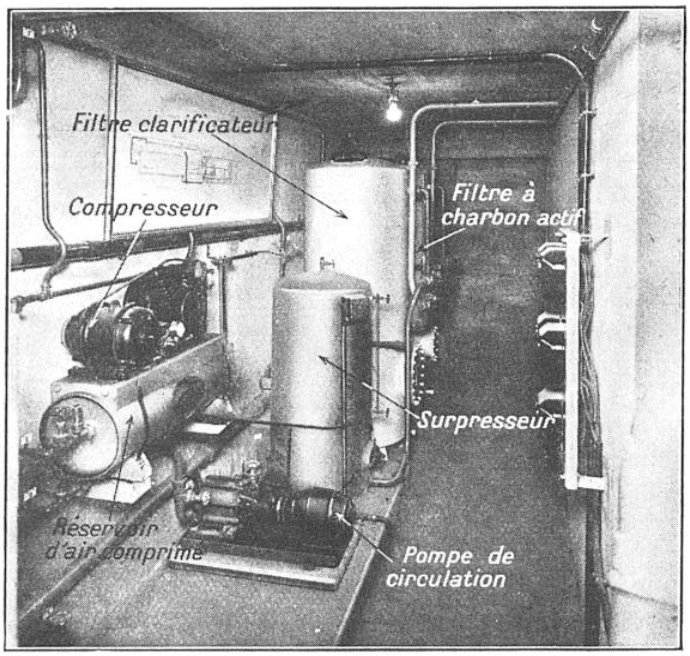
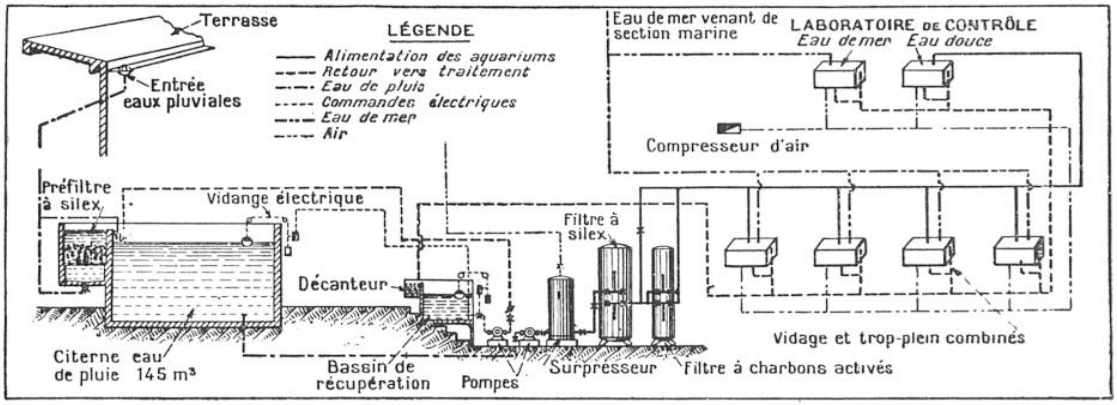


FIG. 4. — LE CENTRE DE TRAITEMENT DES EAUX DOUCES

En ce qui concerne l'eau de mer naturelle, elle n'exige, bien entendu, aucune préparation ; mais les difficultés que l'on rencontre pour se la procurer et la transporter ne sont pas petites, ainsi qu'on pourrait le supposer au premier abord. Quand la quantité d'eau n'excède pas trois ou quatre centaines de litres, on peut facilement la puiser au large à bord d'une vedette et la transporter dans

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des touries en verre ; le prix du litre serait élevé, mais l'opération est simple. Au contraire, quand, pour le roulement du système de filtrage, de décantation, des bacs d'exposition et des bacs de réserve, il faut une centaine de mètres cubes, le problème devient assez complexe. Comment se procurer l'eau? La puiser dans un bassin de port ou dans un autre endroit accessible aux wagons et voitures est impossible, l'eau étant dans ces endroits polluée et de composition incertaine. Comment la transporter? En wagon citernes, possible. Les matières éliminées par les animaux, la décomposition des restes de nourriture et autres ingrédients organiques provoquent la formation de nitrites, d'une part, et d'hydrogène sulfuré, de l'autre. L'élimination ou la transformation de ces derniers peut être obtenue par un long repos et par la décantation de l'eau dans l'obscurité. Mais ce procédé exige de très grandes réserves. Une autre méthode consiste à filtrer l'eau sur du charbon activé spécial, comme nous l'avons vu plus haut.



(Etablissements Zell, constructeurs.)

FIG. 5. — SCHÉMA DE L'INSTALLATION UTILISÉE POUR LA RÉCUPÉRATION ET LE TRAITEMENT DE L'EAU DOUCE A L'AQUARIUM DU MUSÉE DE LA FRANCE D'OUTRE-MER

Il a été représenté, à droite, une seule des quatre sections de l'aquarium. L'appoint d'eau se fait par l'eau de pluie récoltée sur la terrasse ou par celle provenant des conduites de la ville. L'eau des trop-pleins de bacs est ramenée par des collecteurs au centre de traitement et, ayant été débarrassée des grosses impuretés par un préfiltrage, elle est envoyée dans un très grand bac de décantation de 150 000 litres. Elle est reprise à l'autre extrémité du bac ayant effectué un parcours lent de près de 20 m. Cette eau, déjà débarrassée ainsi presque totalement de matières en suspension, est reprise par une pompe qui la renvoie, sous 25 kg/cm² de pression, dans un filtre clarificateur à silex fin, puis dans un filtre à charbon activé d'où elle est canalisée vers les bacs. Des mécanismes automatiques règlent la marche des pompes et le renvoi des eaux usées en cas d'arrivée d'eaux pluviales ou en provenance des conduites de la ville.

le fer du réservoir décompose l'eau ; le bois des tonneaux la charge en tannin, qui entre en réaction avec les différents sels et change sa composition. Le transport en péniches-citernes est, pour ainsi dire, impossible pour des raisons techniques.

Toutes ces difficultés, en fin de compte, peuvent être vaincues ; mais l'eau obtenue, ou par synthèse ou apportée de la mer, est toujours précieuse et, comme elle se détériore facilement, on est forcé de la surveiller et de la rectifier constamment.

La surveillance et la rectification chimique et physique de la qualité de l'eau de mer

Dans un aquarium, un circuit d'eau de mer bien conçu doit être tel que l'apparition d'ions métalliques étrangers n'y soit jamais

La surveillance du *pH* de l'eau de mer — qui, normalement, oscille dans les environs immédiats de 8,2 — a une grande importance ; il indique immédiatement l'état des bicarbonates dont la teneur joue un rôle important dans l'équilibre chimique de l'eau. Enfin, la teneur en oxygène et en acide carbonique est importante pour l'équilibre physiologique des animaux et doit être suivie de près.

En ce qui concerne les phénomènes d'ordre physique, sans compter la température qui est suivie continuellement, la surveillance de l'état physique de l'eau de mer se résume à la densitométrie. Les mesures sont faites simplement à l'aide d'un densitomètre de précision, en tenant compte, bien entendu, de la température, ce qui permet de connaître la salinité de l'eau. La densité, pour

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les animaux des mers chaudes, doit être voisine de 1,028 à 15° C. D'autre part existent des salinostats automatiques faisant l'appoint, qui, normalement, s'exprime en addition d'eau douce en raison de l'évaporation très énergique de l'eau dans les bacs. La construction d'un appareil de ce genre est actuellement étudiée à l'Aquarium.

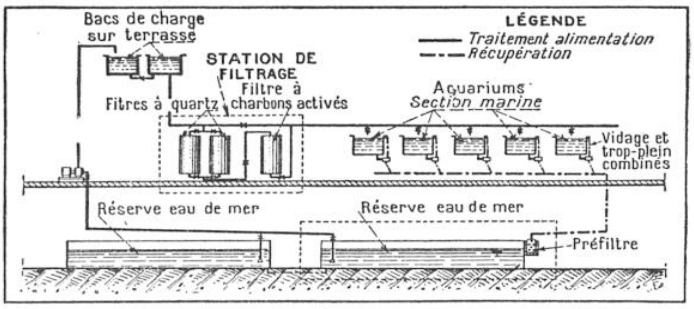
Les moyens de contrôle

Dans le programme des nouveaux aménagements et extension de l'Aquarium était incluse la création d'un laboratoire de contrôle des eaux. La conception de ce laboratoire, qui fonctionne déjà en partie, est la suivante. Dans une pièce aménagée en laboratoire chimique et muni de toute la verrerie, appareils et réactifs nécessaires, arrivent les canalisations des deux circuits généraux desservant l'Aquarium en eau douce et en eau de mer. L'eau, ayant passé par le laboratoire, retourne dans le circuit par la voie du collecteur des eaux de trop-plein. De cette manière, on a, dans le laboratoire même, à chaque instant, la même eau qui, ayant passé le préfiltrage, la décantation, la clarification, la filtration sur charbon activé (s'il y a lieu), est en train de se déverser dans toute la multitude des bacs d'eau douce ou marine.

Certains titrages et mesures doivent être faits chaque jour à heures fixes ; d'autres, où les facteurs varient plus lentement, à des intervalles réguliers.

En dehors des mesures courantes, le laboratoire est prévu pour toute une série d'analyses, d'essais et d'expériences, ayant trait à la composition de l'eau, à l'action et teneur des gaz, métaux, etc., à la physiologie des plantes et animaux aquatiques.

Ainsi, l'Aquarium du Musée de la France d'outre-mer représente un organisme assez compliqué. Nous n'avons vu, cependant, qu'une partie de ses éléments constitutifs ; il existe d'autres services dont nous n'avons pas parlé : la serre pour l'élevage des animaux et la culture des plantes aquatiques ; l'hôpital, doublé d'un laboratoire de recherches sur les maladies des poissons ; deux laboratoires pour différents travaux scientifiques ; la réserve et la quarantaine pour animaux fraîchement arrivés. Enfin, les « coulisses », locaux, situés derrière les bacs, où s'effectuent tous les travaux courants, (surveillance, préparation et distribution de nourriture, nettoyage des bacs et où passent les canalisations.



(Etablissements Zell, constructeurs.)

FIG. 6. — SCHÉMA DE LA CIRCULATION ET DU TRAITEMENT DE L'EAU DE MER ALIMENTANT LA SECTION MARINE

Tout cela fonctionne continuellement, nuit et jour, sans arrêt. Les organes vitaux, comme le chauffage, les pompes de circulation, les compresseurs, etc., sont automatiques, et certains d'entre eux sont munis de sonneries d'alarme en cas de panne.

L'activité du personnel lui-même ne s'arrête que pour la nuit. Les vacances et jours de repos sont pris par roulement, de sorte qu'aucun jour de l'année le fonctionnement normal n'est ni arrêté ni ralenti.

Les points particuliers que nous avons développés ci-dessus suffiront pour donner un aperçu de l'activité qui se déroule derrière les glaces de l'Aquarium, activité qui est totalement insoupçonnée par la plupart des visiteurs, et qui permet à tous ces beaux poissons des tropiques de vivre et de nous émerveiller.

W. BESNARD.

L'un de nos ingénieurs de l'aéronautique a eu l'occasion de visiter le magnifique aérodrome de Lonate Pozzolo, situé aux environs de Brescia, sur la ligne Milan-Vérone (Italie). C'est l'un des mieux aménagés qui soit dans la péninsule. On y procède aux essais de nouveaux bimoteurs et trimoteurs devant réaliser la vitesse minimum de 430 km/h. Prochainement, nous connaîtrons sans doute les résultats obtenus en service, puisque deux escadrilles viennent d'être équipées avec ces appareils de conception toute récente.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LA CRISE DE L'AUTOMOBILE EN FRANCE

Ses causes, ses remèdes

Par Charles **BRACHET**

En 1929, l'industrie automobile française se plaçait encore au deuxième rang dans le monde pour le nombre de véhicules (de tourisme ou industriels) sortant annuellement de ses usines. En 1936, elle est tombée au cinquième rang, après les Etats-Unis, le Canada (1), la Grande-Bretagne et l'Allemagne. La France, en effet, ne semble pas suivre le mouvement général de reprise qui, succédant à la dépression économique à laquelle aucune nation n'a échappé (baisse de la production automobile : 75 % aux Etats-Unis contre 35 % en France), s'est traduit, de 1932 à 1936, par des augmentations de 180 % en Amérique, 260 % en U. R. S. S. et même 380 % en Allemagne. La progression appréciable qu'auraient marquée, d'après les plus récentes statistiques, les ventes d'automobiles en France, au cours de ces derniers mois, semble plutôt traduire le souci des acheteurs d'éviter la hausse des prix — qui, déjà, a accusé par paliers une proportion notable (près de 35 % pour certains modèles) — qu'un assainissement réel du marché. Dans un remarquable rapport, présenté récemment au Conseil National Economique, M. Schwartz, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, a analysé scrupuleusement et méthodiquement les divers aspects du problème, mettant ainsi en évidence les différences essentielles entre les conditions de production françaises et américaines, telles qu'elles résultent de la concentration des entreprises (General Motors, Ford, Chrysler *fournissent, à eux trois, plus de 90 % des ventes) et des méthodes de fabrication (très grande série, spécialisation pour la fourniture des accessoires, etc.). Les remèdes véritablement efficaces pour atténuer la crise qui sévit, sur l'industrie automobile française en particulier et toute notre économie industrielle en général, doivent être recherchés à la fois dans une meilleure organisation de la production (réduction du nombre des modèles, normalisation des pièces, création d'un laboratoire national commun à tous les producteurs, comme il en existe à l'étranger), dans l'amélioration de notre réseau routier (signalisation, éclairage, règlementation de la circulation des poids lourds, etc.) et aussi dans l'allégement des taxes qui grèvent lourdement véhicules et carburants. C'est à ce prix que le marché de l'automobile en France pourra retrouver sa stabilité et poursuivre son développement normal, pour atteindre le chiffre de 300.000 voitures par an, que M. Schwartz estime ne pas devoir excéder la capacité du pays et qui, d'ici quinze ans, serait en mesure de doubler le nombre d'automobiles en circulation sur notre territoire actuellement.*

L'un des aspects les plus graves de la crise économique, en France, c'est la crise de l'automobile.

Il existe une crise de l'automobile française, dans sa production comme dans sa vente ; dans sa technique comme dans son usage ; dans son aliment, le carburant, comme dans son moyen d'expansion, la route.

Cette crise nous apparaît sous un jour d'autant plus grave que la décadence de l'automobile est, à nos yeux, l'indice d'une décadence plus profonde : celle de la « circulation » générale au sein de l'organisme national. Un pays dans lequel la circulation se ralentit, que ce soit par thésaurisation de la monnaie ou par ankylose des moyens de transport, est un pays malade — au même titre qu'un corps vivant dont le « métabolisme » (échanges nutritifs intérieurs) laisse à désirer. En des temps plus anciens, un proverbe s'est répandu pour marquer la reconnaissance de la prospérité : « Quand le bâtiment va, tout va. » Aujourd'hui, ce proverbe statique devrait céder la place à cet autre, dynamique : « Quand l'auto va, tout va... » Or, l'auto ne va plus.

C'est, du moins, ce qu'a mis en évidence une étude extrêmement documentée publiée à l'automne dernier par le Conseil National Economique et sur laquelle il n'est pas — hélas ! — trop tard pour revenir : le rapport sur l'industrie automobile présenté par M. Schwartz, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, dans lequel sont analysés méthodiquement les divers aspects du problème, les causes de la situation actuelle et ses remèdes.

(1) En 1935, les usines installées au Canada ont produit 173 000 voitures, dont une très forte proportion de l'ordre de 35 % a été exportée. Pour la première fois, la production française, avec 166 000 voitures, a été inférieure à la production canadienne.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La France est tombée, en six ans, du deuxième au cinquième rang de la production mondiale

L'automobile est née en France, et jusqu'en 1924, l'industrie française domina « sans conteste » la construction automobile mondiale. Aujourd'hui, elle occupe le cinquième rang, venant après les Etats-Unis, le Canada, la Grande-Bretagne et l'Allemagne.

En 1929, cependant, la France conservait encore le second rang.

La décadence s'est donc réalisée en six ans.

Quelles en sont les causes ?

La « crise » ? Mais la crise a sévi sur toutes les nations : on peut même dire que la France fut touchée la dernière. Les causes que nous recherchons sont donc spéciales à notre pays. Sans quoi il serait superflu d'en disserter.

Toutes les productions nationales de l'automobile ont baissé, mais elles n'ont pas toutes décru suivant la même pente : la régression formidable qu'ont subie les Etats-Unis (75 %) ne pouvait leur ôter le premier rang, puisque l'Amérique possède dix fois plus d'autos que le reste du monde (1 voiture pour 5 habitants) ; par contre, la production britannique n'a presque pas été touchée (4 % de chute), tandis que la production allemande baissait de 28 % et celle de la France de 35 %.

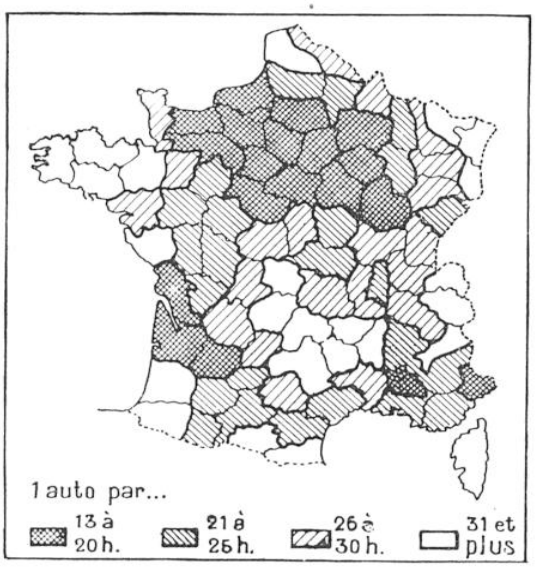


FIG. 1. — RÉPARTITION DU NOMBRE DES AUTOMOBILES PAR DÉPARTEMENT EN FRANCE

Mais la chute serait peu de chose si l'on avait participé à la reprise générale qui se révèle de 1932 à 1936 par les augmentations suivantes : 75 % en Grande-Bretagne ; 180 % aux Etats-Unis ; 260 % en U. R. S. S., et 380 % en Allemagne !

La France est restée en dehors de cette reprise. Nos constructeurs n'ont produit, en 1935, que 165 000 voitures, ce qui marque le creux d'une courbe dont le maximum, atteint en 1929, s'établissait à 253 000 (statistique Michelin). D'autres statistiques donnent le maximum en 1930 avec 290 500 voitures. Car nous ne possédons même pas, en France, de renseignements précis touchant cette industrie capitale.

Quelles sont les conditions de la production automobile française ?

I° La concentration

La guerre a provoqué la naissance, ou la renaissance, d'une multitude de firmes se consacrant à la construction automobile. En 1921, on comptait 150 fabricants !

Mais la guerre avait également donné naissance, sur notre territoire, à une usine du type américain : Citroën.

Les méthodes de production en grande série qu'inaugura Citroën provoquèrent une réaction salutaire : la concentration de cette industrie en train de s'émietter, par l'individualisme cher à notre race, en une poussière de modèles divers et d'ateliers dispersés ambitionnant, chacun, d'étonner le monde. Bref, en 1929, *malgré l'ascension continue des affaires*, le nombre des firmes de construction n'avait cessé de décroître. En 1935, il n'y a plus que vingt-huit marques françaises, dont dix-neuf seulement se consacrent au service du tourisme.

La voiture « de série » a donc conquis le marché français. Nos trois plus grosses firmes construisent actuellement 75 % de la production française totale. Et pourtant, à l'étranger, la concentration s'est manifestée plus intense ; aux Etats-Unis, les trois « consortiums » : *General Motor Corporation*, *Ford Motor Cy* et *Chrysler Corporation* ont fabriqué 91,5 % des voitures à usage personnel vendues aux Etats-Unis en 1935. En Angleterre, malgré qu'elle possède cinquante firmes, deux d'entre elles (Morris et Austin) font 50 % de la production. L'Allemagne n'a que seize firmes, et en Italie, Fiat fournit 90 %.

La concentration française, toutefois, n'a pas été suivie de la spécialisation qui en est le complément nécessaire. La France est le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pays où *le nombre moyen des modèles* que chaque producteur se croit obligé d'offrir au public se trouve le plus élevé : 4,2 contre 3,2 pour l'Angleterre ; 2,6 pour l'Allemagne ; 2,3 pour les Etats-Unis.

2° Les méthodes de fabrication : les avantages de la grande série et ses dangers

De cet état de choses résulte une conséquence immédiate : l'effort réalisé pour atteindre à la fabrication « en série » n'aboutit pas ou n'aboutit qu'à moitié. Citroën se casse les reins, tandis que les autres grands constructeurs, de par leur prudence même, n'atteignent qu'à la fabrication dite « de demi-série ». Sans doute de cette situation sont responsables certaines conditions inhérentes au marché. Nous les examinerons. Bornons-nous, pour l'instant, au point de vue technique.

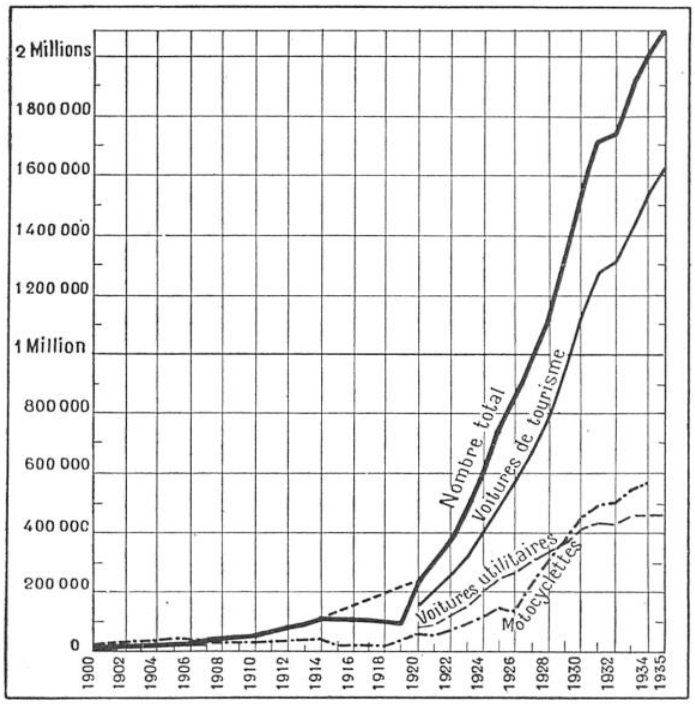


FIG. 2. — CES COURBES MONTRENT LES PROGRÈS EN FRANCE DU NOMBRE DE VÉHICULES AUTOMOBILES EN CIRCULATION DEPUIS L'ANNÉE 1900

Il est évident que la mise en œuvre des machines spécialisées, nombreuses et coûteuses, qu'exige la grande série (mère des *bas prix de revient*, de la *précision* et, par conséquent, de la *qualité*) exige une production massive de modèles aussi peu nombreux que possible. D'après André Citroën, les Etats-Unis produisaient, en 1927, 12 000 voitures par jour avec 850 000 ouvriers, la France 700 voitures avec 210 000 ouvriers, ce qui correspond respectivement à 70 journées d'« ouvrier américain » et 300 journées d'« ouvrier français » par voiture sortie. Citroën était parvenu à réaliser ses voitures à raison de 100 journées ; Renault, à raison de 160 journées.

Ces bienfaits de la technique suscitent — il est vrai — des inconvénients *économiques* majeurs : la grande série place la production en état d'équilibre instable. Les charges de l'usine ainsi conçue représentent un lourd volant, techniquement régulateur, mais d'une redoutable inertie vis-à-vis du marché. Que l'écoulement de la production se ralentisse et le volant fait tout sauter, d'autant plus sûrement qu'il remplissait mieux sa fonction de volant.

C'est ainsi que trois principaux constructeurs français, équipés pour produire respectivement 100 000, 70 000 et 50 000 voitures, ont besoin d'une consommation de 300 000 voitures. Le marché français est tombé à 160 000 unités. Dans ces conditions, le plus modernisé d'entre eux est obligé de demander un concordat à ses créanciers.

La production massive à bon marché exige donc un écoulement rapide des produits, — écoulement qui, du point de vue financier, apporte d'ailleurs un avantage supplémentaire : la réduction des stocks de marchandises fabriquées qui représentent toujours un capital inemployé.

Voilà donc bien délimitées les conditions extérieures à la volonté des producteurs, qui les empêchent de nous donner des autos « à l'américaine ».

Examinons maintenant les conditions du marasme dont ils peuvent être tenus pour responsables.

La vanité des efforts dispersés

En Amérique même, la crise a mis en conflit deux conceptions dont les économistes allemands avaient naguère dressé la théorie : l'organisation « verticale » et l'organisation « horizontale ».

Ford, par exemple, englobe dans sa com-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

binaison colossale l'exploitation directe des mines et des hauts fourneaux chargés d'alimenter les usines. C'est la conception verticale. Par contre, la *General Motor Corporation* se contente de rassembler, pour le montage, des moteurs établis chez les constructeurs spécialisés, les radiateurs fournis par d'autres firmes non moins spécialisées, des châssis produits également de façon indépendante. C'est la conception horizontale.

Les faits ont parlé. Ford s'est trouvé bien embarrassé, ces dernières années, de ses hauts fourneaux, et maintenant, il a renoncé à produire lui-même ses accessoires.

Sans doute, aucun constructeur français n'a jamais pu songer à l'imiter. Toutefois, Citroën prétendait « commencer » sa construction à partir de la barre d'acier et de la gueuse de fonte. Ses collègues se sont, de par ailleurs, assuré des participations aux aciéries, aux forges, aux fonderies qui les alimentent. Tout cela se ramène, peu ou prou, à cette conception verticale dont l'échec est aujourd'hui avéré. La vérité économique se trouve dans la célèbre loi de la division du travail qu'Adam Smith a énoncée, pour l'atelier, voici près d'un siècle et qui demeure vraie à l'échelle de la production d'ensemble.

Songez à la complexité des éléments qui entrent dans la fabrication d'une voiture. D'après André Citroën, une conduite intérieure pesant 1 200 kg nécessite 10 t de produits bruts comportant : 3 700 kg de charbon; 3 900 kg de minerai de fer ; 1 600 kg d'huiles, graisses, mazout, sable ; 26 kg de carbonates de chaux et de baryum ; 36 kg de gomme ; 127 kg de crin animal ou végétal, de jute, de coton, etc. ; enfin, 150 kg de pièces d'approvisionnement achetées à l'extérieur.

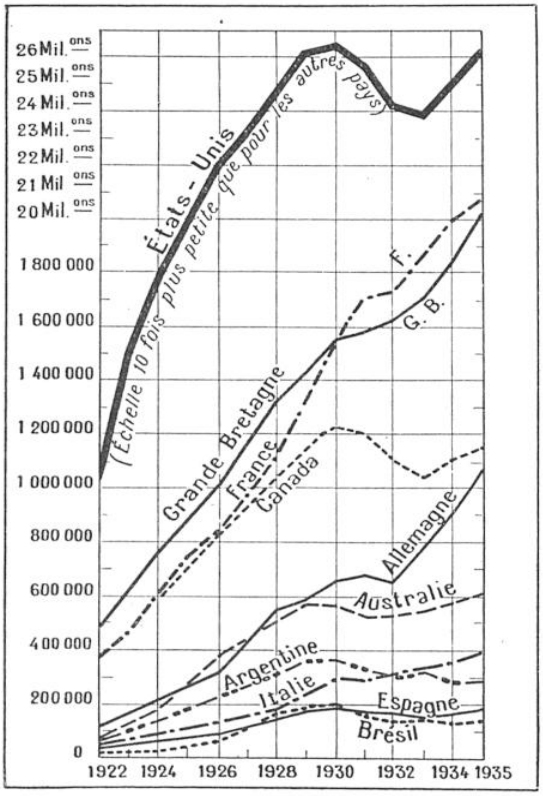


FIG. 3. — NOMBRE D'AUTOMOBILES CIRCULANT DANS LES DIVERS PAYS DE 1922 A 1935

La courbe afférente aux Etats-Unis devrait avoir ses ordonnées multipliées par 10 pour être à la même échelle que celles des autres pays.

Michelin, de son côté, évalue les quantités de matières consommées par l'automobile en France : 130 000 t de tôle d'acier ; 125 000 t d'acier ; 25 000 t de fonte ; 11 000 t de cuivre, bronze, laiton ; 12 000 t de plomb ; 2 500 t d'autres métaux. Et 2 500 t de crin et d'ouate, 3 500 000 m² de drap ; 2 millions de m² de toile ; 1 900 t de carton ; 5 000 t de peinture et vernis ; 6 600 t de glaces ; 3 500 t d'ébonite ; 3 500 t d'acide sulfurique ; 45 000 t de carton, caoutchouc ; 113 000 t de sable. A quoi il faut ajouter : 300 000 montres et compteurs ; 5 millions de lampes ; 8 millions de roulements à billes.

Quel potentat de l'automobile oserait songer à produire dans sa propre maison cette diversité de matériaux ? Ford a failli périr de n'avoir pas vu, tout de suite, combien l'auto, qu'il voulait voir diffuser à l'extrême dans la population, seule chance ouverte à son avenir, prend également sa vie dans l'universalité de la production nationale.

Il reste, enfin, la fameuse concurrence par le « secret » des innovations, des « inventions » destinées à devancer le voisin — et, par conséquent, l'étanchéité des recherches de laboratoire.

Encore une illusion qui coûte cher : les efforts dispersés dans une recherche fragmentée ne sauraient apporter plus de fruit que les efforts dispersés dans l'organisation verticale de la production proprement dite. D'ailleurs, les faits parlent d'eux-mêmes : connaissez-vous une marque d'auto qui, en France ou ailleurs, puisse vous offrir, en exclusivité, l'usage d'une invention sensationnelle? Toute « nouveauté » se diffuse quasi instantanément.

Travaillant derrière des cloisons étanches, les constructeurs en sont réduits à attirer

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la clientèle par des « bizarreries », dont les fameuses carrosseries « aérodynamiques » ont récemment fourni la plus belle variété, — alors que les formes aérodynamiques n'interviennent utilement qu'au-dessus de 150 km/h !

Quelles sont les conditions de la prospérité de l'automobile en France ?

I° Les perfectionnements techniques

Les perfectionnements techniques de l'automobile française ne sont pas très inférieurs à ceux des grandes marques étrangères. Cependant, ils le sont.

Sans doute, en vingt ans, *le rendement total* des voitures a été doublé : de 12 à 15 % avant la guerre, il est monté à 25 %. Le rendement thermique du moteur s'est élevé de plus d'un quart ; son rendement mécanique, de plus des trois quarts ; la perte d'énergie par les transmissions est tombée des quatre cinquièmes. C'est prodigieux.

D'autre part, les améliorations de commodité ne laissent plus grand'chose à réaliser : démarrage électrique, instruments de bord, pneus confort, suspensions amorties, allégement, servo-freins, glaces de sécurité. Tout cela est parfait.

N'empêche que la matière de l'automobile française est moins bonne, ce qui s'explique par la cadence infiniment plus réduite de la production (800 voitures par jour, au lieu de 15 000 aux Etats-Unis) et par la multiciplité des modèles.

Pour le même motif, l'outillage est moins parfait : notre versatilité de la « mode » des

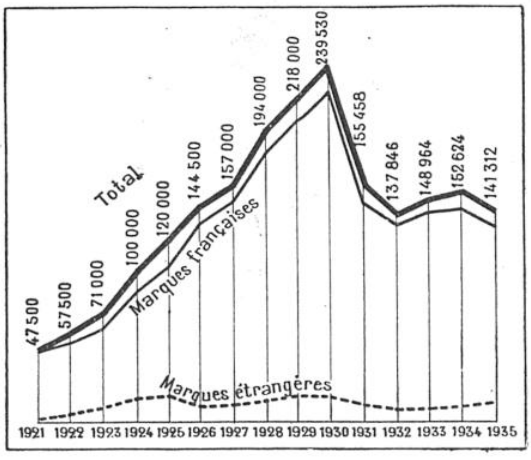


FIG. 4. — NOMBRE DE VOITURES DE TOURISME EN SERVICE SUR LE TERRITOIRE FRANÇAIS (DE 1921 A 1935), AVEC LA DISTINCTION DES MARQUES ÉTRANGÈRES

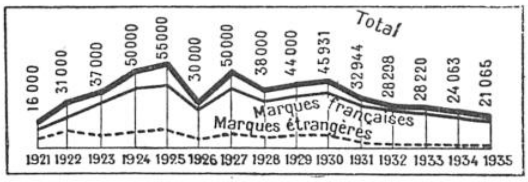


FIG. 5. — VÉHICULES UTILITAIRES EN SERVICE, EN FRANCE (DE 1921 A 1935), AVEC LA DISTINCTION DES MARQUES ÉTRANGÈRES

voitures empêche la stabilité de l'outillage, de même que celle des pièces de rechange.

Les taxes de circulation, en pénalisant la puissance, ont poussé l'évolution de la voiture française vers les faibles cylindrées et les grandes vitesses de rotation du moteur. La légèreté des châssis ne concourt pas non plus à leur solidité. Les boîtes de vitesse délicates sont devenues l'âme de la transmission dont, aux grandes puissances, elles ne sont que l'auxiliaire. Les moteurs durent peu. Ce ne sont pas là les conditions d'utilisation qu'attend le développement *rural* et *colonial* de l'auto. Le luxe des carrosseries ne contribue pas davantage à cette extension de l'auto hors des villes. L'auto robuste et rustique est plus nécessaire au pays que l'auto de luxe. Elle n'a que faire d'une multiplicité bien grande des types.

Dans ce sens, l'initiative d'un Citroën doit être retenue. Loin de refondre entièrement ses modèles que lui imposait la mode, avec la réfection totale des études antérieures et de l'outillage spécialisé que comporte une telle entreprise, Citroën avait réussi ce tour de force de transformer en 6 cylindres un modèle « 4 cylindres » par le seul changement de 30 pièces sur les 10 000 entrant dans la construction.

Standardisation, normalisation des pièces. Voilà le secret pour étendre à l'ensemble de la construction française la méthode préconisée par l'audacieux novateur. Le prix de revient dépend de cette réussite : organiser la construction.

2° L'organisation de la production

Elle doit commencer au laboratoire.

« En 1929, Citroën, comparant l'industrie américaine à la nôtre, écrit M. Schwartz, exposait qu'une seule usine des Etats-Unis, fabriquant par jour 100 voitures de grand luxe se vendant 5 000 dollars, aurait un chiffre d'affaires annuel de 3 milliards. En prélevant sur cette somme 4 % pour les laboratoires et l'achat de matériel perfectionné, elle disposerait de 120 millions. Mais une usine française construisant 200 ou

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

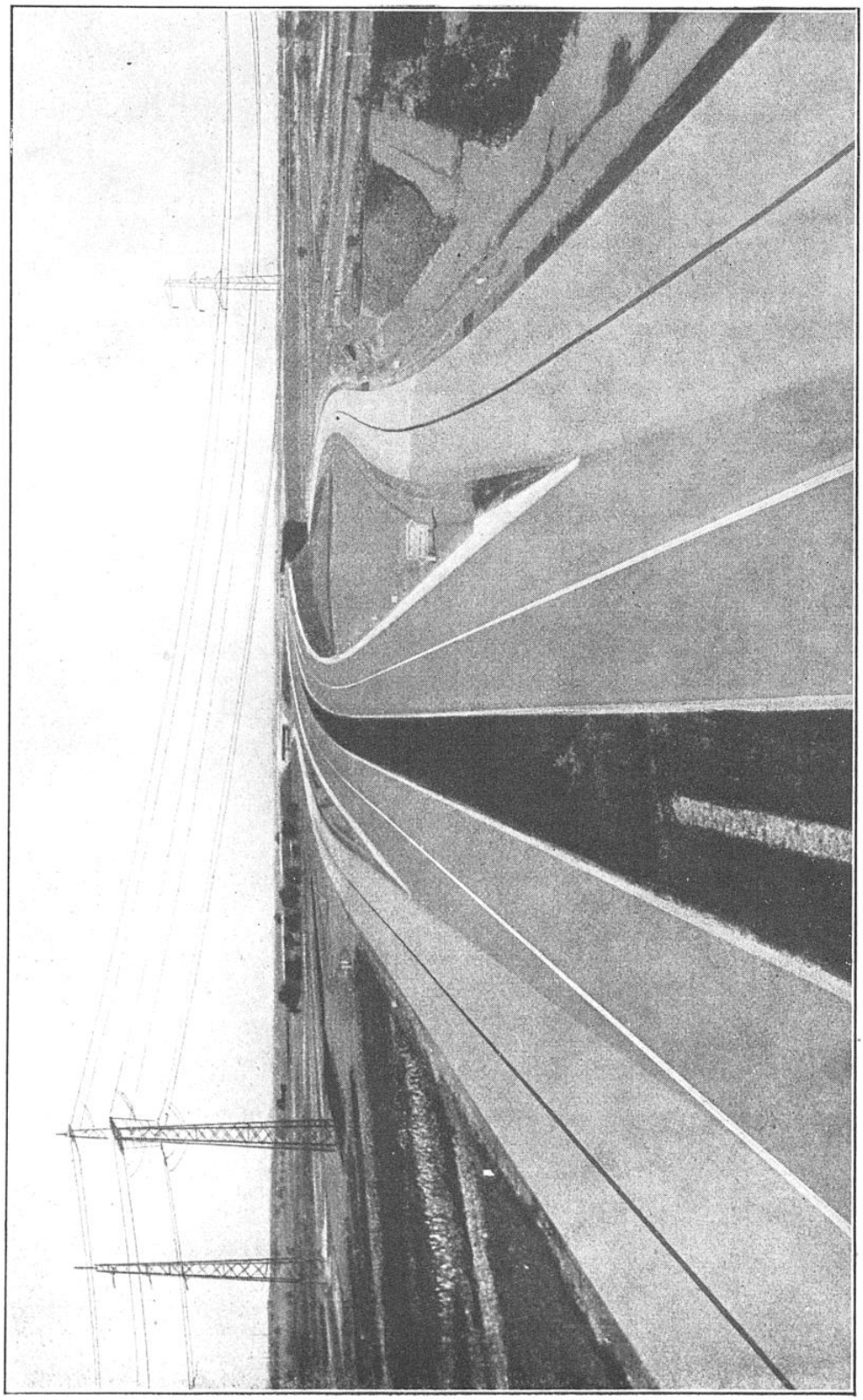


FIG. 6 — UNE AUTOSTRADE ALLEMANDE : ROUTE DE HEIDELBERG A FRANCFORT-SUR-LE-MEIN, AVEC BIFURCATION SUR MANNHEIM (A GAUCHE)
On remarquera la disposition adoptée pour cette bifurcation, qui évite tout croisement des routes, grâce au passage souterrain qu'empruntent obligatoirement les voitures se dirigeant de Heidelberg vers Mannheim. Fin septembre 1936, la longueur des autoroutes en service en Allemagne était de 1 000 km ; 3 000 km étaient en construction, sur un total de 7 000 km prévu par le plan général des grands travaux routiers en cours d'exécution.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

300 voitures de grand luxe par an, les vendant jusqu'à 150 000 fr, ne réaliserait que 30 millions d'affaires ; un prélèvement de 10 %, soit 3 millions, serait bien insuffisant pour permettre des recherches scientifiques fructueuses et une amélioration convenable du matériel spécialisé. »

Cette explication suffit à démontrer que l'industrie française doit s'unir si elle veut posséder seulement *un* laboratoire d'efficacité comparable aux laboratoires américains.

La concentration des résultats découlant des études scientifiques devrait s'accompagner d'une concentration des efforts de nos constructeurs sur un nombre plus réduit de modèles, avec un mot d'ordre strictement obéi : « Guerre à la fantaisie inutile ». Et puis, *remettre aux spécialistes le soin de fabriquer tous les accessoires.* Bref, « horizontaliser » la production qu'un individualisme trop jaloux tend, au contraire, à « verticaliser » — comme nous l'avons noté plus haut.

L'organisation commerciale française est bonne. Une entente, cependant, s'impose pour fixer leur juste prix aux voitures d'occasion par des experts méritant réellement ce nom. Ceci est important, car de la valeur de reprise des vieilles voitures dépend, dans une large mesure, l'écoulement des voitures neuves, par rotation.

Quant au commerce d'exportation, un exemple remarquable nous vient de Grande-Bretagne : certaines firmes anglaises ont délibérément accru leurs exportations au moment de l'année où le marché national est creux, afin de conserver uniforme le rythme de leur production. Autrement dit, afin de garder les bénéfices de la production uniforme de masse, ces usines vendent à bas prix à l'étranger une production qui, sans ce sacrifice, exigerait un ralentissement — avec tous les inconvénients que nous avons montrés relativement au prix de revient général.

Les responsabilités des pouvoirs publics devant la crise de l'automobile française

1° Le problème de la route

La France a hérité de l'ancien régime, et n'a cessé d'étendre, un réseau routier de premier ordre. Vu de Sirius, le visage « moral » d'une nation pourrait être figuré par les routes qui sillonnent son territoire.

Les routes françaises ont frappé tous les visiteurs étrangers (Arthur Young). Actuellement, nous avons en France 630 000 km de voies carrossables : 80 000 km de routes nationales, 5 000 de routes départementales, 166 000 de chemin de grande communication, 297 600 de chemins vicinaux. C'est une des situations les plus remarquables du monde : 114 km de route au myriamètre carré. Les Etats-Unis ne disposent que de 63 km de routes au myriamètre carré ; l'Allemagne, de 53 km. La Grande-Bretagne, seule, dépasse à peine cette marque de « civilisation morale » avec 117 km au myriamètre carré.

Nous avons étudié ici même les méthodes d'aménagement (1). Il suffirait de supprimer les goudronnages, noirs, et de les remplacer par un autre mode de revêtement, clair, assurant la visibilité nocturne. Ajoutez à cela une meilleure signalisation, rigoureuse, des croisements, des chicanes, obligeant le ralentissement aux points dangereux, quelques rectifications, les dégagements aux abords des grandes villes, et nous n'aurons rien à envier à l'étranger — que ses « autoroutes », dont la longueur est, d'ailleurs, encore minime (1 160 km réalisés en Allemagne, 600 en Italie). C'est à l'autorité militaire, plus encore qu'à l'administration civile, qu'il incombe d'établir les grandes voies transversales de Calais à Belfort et du Havre à Lyon, avec trois ou quatre lignes radiales prolongées jusqu'aux frontières, soit un programme d'environ 2 000 km.

Et puis, grâce à une police stricte, on devra favoriser la circulation des grands camions de 15 à 20 t. En règlementant cette circulation, en lui imposant certaines restrictions, en imposant certaines garanties techniques à ses véhicules (servo-freins, servo-direction), elle ne doit pas être plus gênante pour les automobilistes de 1937 que ne l'était, encore en 1921, la traction animale. Infiniment plus dégradant pour la chaussée, avec ses roues ferrées, que les pneus monstres des poids lourds de 15 t qui épousent la route sans la détériorer, le charroi animal exprimé en « colliers » se dénombrait par 141,9 à cette époque — contre 47,2 « colliers » automobiles. En 1928, la proportion du tonnage automobile à celui de la traction animale s'était multipliée par 13. En 1936, dans la Seine, la traction animale ne représente que 0,5 % de la circulation. Automobilistes qui pestez contre les lourdes remorques articulées, préféreriez-vous la résurrection des charrettes?

Par contre, un examen très sérieux des conducteurs de poids lourds et une révision des responsabilités en cas d'accidents doivent améliorer les rapports mutuels des deux locomotions, du tourisme et du transport.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 236, page 131.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

2° La politique fiscale et l'automobile

Il est évident qu'il faut soulager l'automobile, dans le maximum du possible, des taxes qui la grèvent, elle et les carburants. Nous n'entrerons pas ici dans le fond de cette discussion, nous contentant d'indiquer l'esprit dans lequel il faut la conduire.

Inutile d'invoquer l'incidence des taxes sur le « coût de la vie » : en dégrevant totalement la camionnette du boulanger, le camion du minotier, vous n'influenceriez le prix du kilogramme de pain que de 5 centimes ! Inutile de chercher midi à quatorze heures : l'automobile influe sur l'activité économique générale d'un pays simplement par le fait qu'elle y circule intensément. M. Louis Renault l'a indiqué : « Elle est un merveilleux remède contre la thésaurisation » par les dépenses qu'elle occasionne — dépenses joyeuses, — par les affaires qu'elle met en branle. Moi-même, au début de cet article, j'ai posé la circulation automobile en parallèle avec la circulation monétaire. La circulation est bonne en soi, toujours, dans tous cas, sans d'autre explication que celle-ci : elle est la vie.

Que la circulation automobile soit l'image même de la prospérité des échanges économiques, il n'est, pour s'en convaincre, que de considérer son intensité relative sur le territoire : ce ne sont pas les régions de suractivité industrielle (Nord et Est) qui jouissent de la circulation automobile la plus intense, ce sont les départements qui doivent leur opulence aux productions naturelles et au grand commerce : la région parisienne et ses limitrophes, la Côte d'Azur, Bordeaux, Toulouse, la vallée du Rhône. Pays d'échange, de circulation monétaire, — donc d'automobilisme.

Ainsi tout déplacement des charges fiscales de l'auto vers un autre poste de l'économie nationale doit uniquement viser à l'intensification de la circulation automobile. Les limites de cet allégement fiscal demeurent uniquement l'affaire d'une vue d'ensemble sur l'économie du pays : c'est ainsi qu'un dégrèvement excessif des carburants doit être évité, si l'on tient à ne pas déséquilibrer le budget — qui, vraiment, n'a pas besoin de ce coup de grâce.

En résumé, tout dégrèvement dont bénéficiera l'auto signifiera un regain de l'économie qui remboursera le fisc bien au delà.

Quelles sont, en fin de compte, les possibilités du marché français ?

Organe encore tout neuf de la vie économique nationale, l'automobile semble terminer sa période d'adaptation. On l'a observé, l'automobile est le seul produit qui ait *baissé* de prix depuis la guerre : elle a baissé en ce sens que son augmentation relative est à peine *la moitié* de l'augmentation des autres produits industriels.

Et le pneumatique qui roule aujourd'hui sans lâcher sur 40 000 km, à 60 à l'heure et sous une charge de 5 ou 6 t par essieu, tout en économisant les charges d'entretien de la route, le pneumatique moderne à basse pression apporte avec lui une révolution aussi profonde que l'invention de la roue elle-même.

Techniquement adaptée, l'auto est-elle éloignée ou proche de ce qu'on s'est hâté d'appeler son « point de saturation » ? Le marché français est-il saturé?

Il n'est pas certain qu'avec la proportion formidable d'une voiture par cinq habitants, les Etats-Unis aient atteint cette saturation, tant leur immense territoire exige tous les modes de locomotion automobile, depuis les cars-express jusqu'à l'auto rurale. La France ne saurait prétendre imiter l'Amérique, puisque ses conditions de vie sont différentes.

« Mais la France, conclut M. Schwartz, peut, sans prétentions excessives, se comparer à la Grande-Bretagne, dont la population et la circulation automobile sont analogues aux nôtres et dont le marché intérieur absorbait, en 1932, 200 000 ; en 1933, 250 000 ; en 1934, 300 000, et en 1935, plus de 350 000 voitures.

« On estimera donc que la consommation normale en France pourrait être progressivement relevée, en trois années, jusqu'au chiffre de 300 000 véhicules sans excéder la capacité du pays. »

Et, d'ici quinze ans, ce chiffre de 300 000 voitures par an ne ferait guère que doubler le nombre actuel d'automobiles en circulation, déduction faite, bien entendu, des voitures démolies.

Une auto pour 10 habitants, tel serait, comme conséquence, en 1950, l'état d'équilibre permanent au-dessous duquel ne devrait plus descendre la circulation automobile française.

CHARLES BRACHET.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LA SCIENCE ET LA VIE
TRAVERSE LE MONDE

PRENONS L'ÉCOUTE

OU EN EST L'ÉLECTRIFICATION RURALE AUX ÉTATS-UNIS ?

L'électrification rurale constitue, dans les grands pays agricoles d'Europe comme de l'Amérique, l'un des problèmes les plus importants — et des plus difficiles — à résoudre pour le développement de la production, non seulement en vue du « mieux-être » des ruraux, mais d'un meilleur rendement de leur travail. C'est ainsi qu'aux Etats-Unis, sur près de 7 millions de fermes, il n'y en a encore actuellement que 12 % (environ) d'électrifiées, ce qui est peu. M. Ailleret, qui a étudié la question, attribue ce faible pourcentage à l'énorme dispersion des exploitations agricoles. Par contre, celles-ci sont fort bien équipées au point de vue : outillage mécanique, transports automobiles, relations téléphoniques, etc. C'est surtout dans les contrées de l'ouest et du nord-est des Etats-Unis que l'électrification s'est introduite depuis 1923 : son essor fut alors assez rapide jusqu'au début de la crise économique (1930) ; mais elle a repris en 1934, dès que la situation générale s'est améliorée pour la vente des produits agricoles. Les distributions d'énergie électrique en basse tension sont uniformément de 110 volts. Celles à haute tension (en courant monophasé) alimentent les exploitations rurales qui possèdent un abaisseur de tension ; par contre, les grandes artères de la région sont alimentées en triphasé. Ce plan d'électrification a été conçu de façon à réaliser à la fois économie et surtout extension progressive dans les campagnes, et cela grâce à une technique « standardisée ». Sans entrer ici dans les détails concernant la distribution, nous signalerons qu'en ce qui concerne les transformateurs (monophasés) individuels, on constate, dans la construction de ces appareils, l'emploi récent de *transformateurs-blocs* renfermant dans leur cuve l'interrupteur et le parafoudre. Les exploitants américains semblent ne pas se préoccuper des *phases*, malgré la distribution de courant en monophasé. Quant aux parafoudres, très répandus aux Etats-Unis, leur technique paraît être encore en voie d'adaptation : la recherche de la sécurité exige encore des études préliminaires et démonstratives dans ce vaste domaine de la distribution de l'énergie pour éviter bien des mécomptes. Dans la construction des lignes, on enregistre, depuis plusieurs années déjà, l'abandon du cuivre au profit des câbles aluminium-acier. Ajoutons, enfin, que c'est la « Rural Electrification Administration » qui, sous l'impulsion du président Roosevelt, est chargée d'étudier tout ce qui concerne l'électrification rurale, problème capital de l'économie agricole américaine auquel le gouvernement des Etats-Unis attache une importance primordiale dans l'avènement de la nouvelle politique mise en application depuis déjà quatre ans (1).

LE MARCHÉ DU CAOUTCHOUC DANS LE MONDE DEVANT LA REPRISE DE L'ACTIVITÉ INDUSTRIELLE

Il y a quelques années, — c'était en 1932, — l'effondrement du cours du caoutchouc (matière première), dans les pays producteurs du monde, avait bouleversé à tel point le marché de la gomme et les prévisions des spéculateurs que certains augures estimaient qu'on ne reverrait plus de longtemps des prix rémunérateurs

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 217, page 3 et n° 229, page 3.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pour le produit permettant aux exploitants des régions tropicales de vivre de cette culture. Or, aujourd'hui, c'est à nouveau l'optimisme qui règne sur le marché de la gomme (Comité international du Caoutchouc fixant les contingents d'exportation), et, à nouveau, les spéculateurs sur les matières premières, comme sur les valeurs en Bourse, se livrent à des anticipations plus ou moins mirifiques. C'est qu'actuellement le caoutchouc a atteint, à nouveau, le cours rémunérateur pour les plantations de 10 à 11 pence la livre anglaise de 450 g (environ 10 f le kg), alors qu'il était tombé en 1932 à 2 pence et demi après avoir atteint 2 shillings 10 pence 3/4 en 1935. En effet, au fur et à mesure que la crise économique s'atténue dans le monde, de nouveau la consommation s'accroît et la demande continuelle s'accentue dans les pays industriels (Etats-Unis, etc.). La consommation — c'est un truisme — ne conditionne-t-elle pas l'évolution même d'un marché de matières premières! Or, en 1931, il a fallu fournir 685 000 t (environ); en 1935, la demande passe à 940 000 t (environ) ; en 1936, elle dépasse le million de tonnes ! Déjà, les initiés nous annoncent près de 1 300 000 t pour 1937 — et, bien entendu, les stocks qui encombraient le marché diminuent chaque jour, contribuant ainsi à l'assainissement et à la reprise du marché de la gomme. Quant aux appréciations optimistes concernant son évolution, il faut rappeler ici (1) que le caoutchouc régénéré (qui, aux Etats-Unis, en 1929, représentait la moitié de la gomme brute) va de nouveau concurrencer le produit naturel. Il y a aussi le caoutchouc obtenu par voie de synthèse (2), et certains procédés sont industriellement au point ; mais nous ne croyons pas — du moins pour l'instant — qu'ils puissent sérieusement concurrencer les produits des plantations tropicales, même importés, qui coûtent encore moins cher que les « ersatz » des usines de produits chimiques.

VERS L'ACCROISSEMENT DE VITESSE DANS LA CONSTRUCTION MÉCANIQUE

La Science et la Vie présente, au début de chaque année, les résultats obtenus au cours de l'année précédente dans le domaine des *records de vitesse* établis par les divers engins de locomotion mécanique (3). Or, récemment, devant la Société des Ingénieurs Civils de France, le même sujet a été exposé et, dans les communications qui y ont été faites, nous avons trouvé quelques renseignements techniques complémentaires susceptibles d'intéresser ses lecteurs. C'est ainsi qu'en examinant les possibilités de l'aviation de demain, un ingénieur-constructeur a affirmé que, le jour où le poids des moteurs actuels sera réduit de moitié, on réalisera aisément (à des altitudes comprises entre 12 000 et 14 000 m) des vitesses de l'ordre de 650 km/h. Un autre ingénieur a, d'autre part, en étudiant la vitesse des machines *alternatives* (à piston), énoncé — une fois de plus — ce principe que l'on perd parfois de vue, à savoir que la puissance développée ou absorbée par une machine alternative est proportionnelle à la vitesse moyenne de déplacement du piston. C'est précisément pour cette raison qu'on a toujours cherché, dans ce genre de machine, à accroître la vitesse. C'est le *moteur à essence* qui — actuellement — a permis d'atteindre, dans ce domaine, les plus grandes vitesses. Dans cet ordre d'idées, on a décrit un moteur qui pourrait, avec une puissance de 16 000 ch et des cylindres de 106 mm d'alésage et de course, au nombre d'une trentaine, animer les pistons d'un mouvement alternatif de 15 m/s ; le nombre de tours/minute serait de 4 300 et la puissance développée, par litre de cylindrée, de 55 ch. Quant aux machines *rotatives* (turbomachines), leur vitesse joue un rôle encore plus important au point de vue industriel. C'est ainsi que les chiffres élevés obtenus aujourd'hui pour les vitesses périphériques étaient, il y a un quart de siècle, considérés comme irréalisables. Or, les turbines de la *Normandie* ont une vitesse de rotation qui correspond à 280 m/s à la périphérie.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 115, page 29. — (2) Voir *La Science et la Vie*, n° 224, page 113. — (3) Voir *La Science et la Vie*, n° 237, page 225.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les molécules de métal disposées à la périphérie du rotor de la turbine parcourent, dans de telles conditions, 1 000 km à l'heure. Il est juste d'ajouter que, dans la construction mécanique actuelle, on n'a pas encore dépassé des vitesses de 400 m/s ; mais les nouveaux alliages légers et résistants récemment mis au point permettent d'escompter, dans un avenir prochain, la réalisation de roues radiales tournant à une vitesse périphérique de l'ordre de 3 500 km à l'heure (près de 1 000 m/s). On a déjà construit en France des machines soufflantes centrifuges radiales qui, aux essais, ont approché 700 m/s. Si nous envisageons le nombre de tours/minute qui sont indépendants du diamètre des roues (alors qu'au contraire les vitesses périphériques sont fonction du diamètre), on enregistre, là aussi, des nombres qui dépassent l'imagination : les turbo-compresseurs (centrifuges) pour moteurs d'avions tournent actuellement à 1 000 t/s, alors qu'il y a vingt ans ils n'atteignaient pas même la moitié ! Dans la plupart des appareils exposés au dernier Salon des Arts Ménagers, la roue en alliage léger des aspirateurs électriques, si répandus aujourd'hui, dépassait déjà 10 000 tours à la minute ! Voilà où nous sommes dans la construction mécanique en 1937, grâce à l'emploi des nouveaux produits métallurgiques mis à la disposition des ingénieurs-constructeurs. Il n'est pas jusqu'au cinématographe qui n'utilise maintenant des vitesses prodigieuses : la reproduction s'effectue, en effet, à la cadence de 24 images à la seconde dans la pratique courante du cinéma sonore. On sait qu'au laboratoire (1) un dispositif mettant en œuvre la décharge électrique dans une lampe au xénon a permis d'atteindre 7 000 images par seconde ! Il y a mieux encore : M. Labarthe envisage comme possible la prise de vues au laboratoire à raison de 500 000 images à la seconde ! Dans le domaine de la balistique, les progrès enregistrés ne sont pas moins impressionnants : alors que, dans le canon Gribeauval (1715-1789), la vitesse initiale du projectile ne dépassait pas 400 m/s, certaines pièces modernes tirent leurs projectiles à plus de 1 500 m/s. Il est superflu de rappeler que c'est là une des conditions indispensables pour arriver à perforer les plaques blindées des navires de combat comme celles des chars d'assaut. Le jour où, pour les armes de *moyen* calibre, on pourra réaliser couramment 1 000 m/s (2) « à la bouche », de nouveaux problèmes se poseront alors aux techniciens chargés de trouver des moyens de protection efficaces afin de résister à des projectiles animés de telles vitesses ! Quant aux avions, c'est par leur propre vitesse qu'ils pourront échapper au feu de leurs adversaires munis de canons automatiques à grande vitesse initiale, car, évidemment, dans l'état actuel de la sidérurgie, on ne peut envisager de les alourdir encore avec des blindages suffisants pour les protéger. A ce point de vue, l'habileté du pilote, la supériorité du tireur (3) sont encore des facteurs incontestables du succès dans le combat aérien de demain.

POUR COMBATTRE LE ROULIS, VOICI UN NOUVEAU STABILISATEUR

Pour les traversées de l'Atlantique, deux solutions ont été proposées en vue de diminuer le roulis ; l'une repose sur l'emploi du gyroscope (4) et a été appliquée sur des paquebots italiens du type *Rex*, l'autre sur l'installation de citernes latérales communiquant par des soupapes, et dont le mouvement d'eau contrarie le roulis. Ce dispositif a été mis en essai sur des paquebots allemands du type *Bremen*. Ni l'une ni l'autre solution n'a été pleinement satisfaisante.

Un troisième système vient d'être soumis à l'expérience par l'emploi du stabilisateur Denny Brown, installé sur le petit paquebot *Isle of Shark*.

Au moyen de ce dispositif extérieur au navire (contrairement aux deux précédents), on crée des couples de forces antagonistes à ceux du roulis.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 217, page 71. — (2) Pour les pièces antichars actuelles, la vitesse initiale du projectile ne dépasse pas encore 900 m/s. Pour le canon automatique de 20 mm et de 23 mm Oerlikon, elle atteint respectivement 830 m/s et 820 m/s. — (3) Voir *La Science et la Vie*, n° 121, page 5, — (4) Voir *La Science et la Vie*, n° 148, page 306,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pour obtenir ce résultat, le navire est pourvu de deux appendices mobiles et orientables qui constituent de véritables nageoires escamotables et qui sont disposés à peu près au tiers de la longueur de la coque à partir de l'avant. Ils sont en quelque sorte des organes analogues aux barres de plongée des sous-marins.

Lorsque le navire est en marche « avant », l'une des nageoires étant inclinée, par exemple, de telle sorte que son bord avant se trouve surélevé, elle aura tendance à soulever le côté de la coque où elle est fixée. Si, simultanément, la nageoire-plan du côté opposé est inclinée en sens inverse, il est évident qu'elle contribuera à incliner le navire de ce même côté. Ainsi, on donne naissance à un couple de forces dont les composantes verticales sont agissantes.

Si les deux nageoires-plans sont animées d'un mouvement oscillatoire autour de leurs axes respectifs, de telle façon qu'elles soient toujours orientées en sens inverse et que le rythme de cette oscillation soit opposé à celui du roulis, on réalise évidemment un couple opposé aux effets de celui-ci.

LA MALLE DES INDES... AÉRIENNE

Les « Imperial Airways » viennent de mettre en service (janvier 1937), deux fois par semaine, la ligne entièrement aérienne qui relie Southampton aux Indes anglaises, exploitée au moyen de ses nouveaux hydravions dit *Empire* (1). L'itinéraire est le suivant : Southampton-Alexandrie, par Mâcon (France), où est prévue une escale facultative d'amérissage sur le vaste plan d'eau de la Saône. Puis l'hydravion gagne Marseille-Marignane, pour aller, de là, amérir sur la nouvelle et magnifique hydrobase du lac de Bracciano (à 40 km de Rome), et enfin Brindisi, Athènes, avant de s'envoler vers l'Egypte. L'hydroport de Bracciano, récemment créé par le ministère de l'Air italien, est encore en voie d'aménagement, car on y installe actuellement les dispositifs les plus perfectionnés et les plus sûrs pour y *amérir de nuit*, ce qui permettra alors aux passagers de l'hydravion des Indes de ne plus faire qu'une seule escale nocturne à Rome et de réduire notablement la durée du voyage.

A PROPOS DE L'EXPOSITION DE 1939, A NEW YORK

Pendant que l'Exposition des Arts et Techniques en France s'enfante douloureusement, comme il arrive souvent pour une grande œuvre, dès maintenant les États-Unis préparent l'Exposition internationale de 1939, qui se tiendra à New York en vue de commémorer le 150e anniversaire de l'élection du président Washington à la première magistrature de la république américaine. On parle déjà de 50 millions de visiteurs, d'un budget de 2 milliards et demi de nos francs, d'une recette quatre fois plus grande que la dépense engagée et dont bénéficiera ainsi la plus grande cité des Etats-Unis d'Amérique et du monde. Pour cette manifestation grandiose, les organisateurs se sont proposé — et ont proposé — comme thème un sujet relevant de l'urbanisme, à savoir : « La construction du monde de l'avenir. » Il semble que les Américains cherchent ainsi à faire leur cette formule : l'architecture nouvelle doit être en quelque sorte l'expression des temps nouveaux. L'Amérique a été le pays originel des gratte-ciel dès qu'elle a eu à sa disposition ces matériaux nouveaux — si précieux — que la science appliquée a mis si libéralement aux mains des architectes ; elle a été la première à adopter — en grand — les perfectionnements électromécaniques que la science, également, a si généreusement offerts aux techniciens. Aussi, la circulation intense des véhicules à moteurs (à New York, 1 million et demi d'automobiles roulent quotidiennement) et la mécanisation généralisée de l'existence auraient certainement modifié les conceptions en urbanisme des bâtisseurs de Manhattan s'ils avaient à traiter maintenant le sujet de l'Exposition de 1939. C'est sans doute en présence de cette évolution accélérée de la vie dans les grandes cités

(1) Appareil de 18 t pouvant emporter 24 passagers de jour et 16 de nuit, à une vitesse de 300 km/h. Rayon d'action, 4 800 km ; quatre moteurs « Bristol Pegasus » de 800 ch.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

modernes que les animateurs de la future manifestation internationale l'ont précisément proposée aux réalisateurs de demain, en leur demandant d'exposer aujourd'hui comment ils conçoivent la Cité de l'Avenir. Mais, actuellement, peut-on prévoir — et même entrevoir — les nouvelles applications qu'autorisera la science, sans cesse en gestation dans les différentes manifestations de la vie, pour que ces anticipations soient en mesure de satisfaire tout esprit scientifique avide de pénétrer les lois futures d'un monde physique en perpétuel devenir. Ainsi on peut demander si les incursions dans la stratosphère ne feront pas place aux voyages réguliers de la Terre à la Lune en quelques heures? C'est le secret de la désintégration — disciplinée — de la matière (lithium par exemple) qui autoriserait une *vitesse d'éjection* de l'ordre de 10 000 km/s. Et voilà des anticipations pour la prochaine Exposition de New York.

LES BIENFAITS « SCIENTIFIQUES » DE L'AVIATION

L'aviation commerciale au XXe siècle est aux pays neufs ce qu'a été pour l'Europe et les Etats-Unis l'exploitation ferroviaire au XIXe siècle. C'est pourquoi les vastes territoires comme l'U. R. S. S., encore mal équipés en moyens de transport, ont créé et développé hâtivement les lignes aériennes. Il en est de même pour l'Afrique (1) et l'Amérique du Sud (2), Brésil notamment. L'avion n'est-il pas l'engin de pénétration par excellence, qui triomphe du désert et de la forêt inextricable?...

Il est à peine besoin de rappeler les immenses services que peut rendre l'aviation coloniale. Dans nos territoires d'outre-mer, tout est du reste à organiser à ce point de vue ou à peu près. Pendant les périodes où les routes et pistes détrempées sont inutilisables, l'avion supplée l'automobile et un service médical bien compris devrait l'utiliser pour porter rapidement (en quelques heures) secours aux colons comme aux indigènes, alors que, par les autres moyens de locomotion, il faut des jours et parfois des semaines ! Il doit en être de même pour le service postal, pour « drainer » vers la ligne principale aérienne vers l'Europe le courrier des localités éloignées et souvent isolées. Même pendant les saisons de pluies, l'atterrissage demeure possible, surtout si l'on effectue les travaux les plus élémentaires et les moins coûteux sur certains points du territoire aisément accessibles à des avions de grand tourisme ou sanitaires. Et combien d'autres services l'aviation moderne est-elle susceptible de rendre à notre civilisation, en dehors de la défense nationale et de la navigation commerciale aérienne ! Aujourd'hui, les relevés cadastraux notamment — comme le service d'établissement des cartes géographiques (3) — font appel à son concours (photographie aérienne). Pour les travaux de botanique coloniale, de géologie coloniale, comme dans la conservation forestière (métropole et colonies), les clichés photographiques obtenus en quelques heures de vol de « prospection » rendent les plus grands services scientifiques aux techniciens des administrations chargées de la surveillance, de l'entretien, de l'amélioration du domaine national. Rappelons aussi que l'on utilise l'avion pour déverser des pluies artificielles sur la végétation menacée comme des produits actifs pour lutter contre les parasites destructeurs. Toujours du point de vue agricole, ne reste-t-il pas aussi à combattre les

(1) Dans certaines exploitations africaines (Congo par exemple) l'avion a évité l'établissement de la route et du rail. Quant au fret lourd (tel que minerai), il utilise le téléférique.

(2) Le XXe siècle sera peut-être, pour la mise en valeur de l'Amérique du Sud, ce que le XIXe siècle a été pour l'Amérique du Nord. Ce sont des pays neufs, riches en matières premières abondantes et variées, favorables aussi aux cultures alimentaires ou industrielles. Brésil, Argentine, Chili, Bolivie offrent — notamment — des possibilités d'expansion économiques que pourrait hâter le concours financier de la grande république des Etats-Unis de l'Amérique du Nord. Elle sait mettre en exploitation les ressources qu'offre la Nature à l'activité des peuples les plus entreprenants. La récente visite triomphale du président Roosevelt à l'Amérique latine ne constitue-t-elle pas déjà, à cet égard, un indice?...

(3) La carte au 50/1000 de la France est en voie d'élaboration actuellement ; grâce à la photographie aérienne (voir *La Science et la Vie*, n° 218, page 141), on peut maintenant mener à bien cette tâche immense et minutieuse en moins d'un quart de siècle, alors qu'il eût fallu plus d'un siècle avec les anciens procédés de topographie antérieurs. Pour notre domaine colonial, presque toute la cartographie reste à entreprendre (sauf pour l'Indochine).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nuages générateurs de grêle en effectuant des tirs de barrage contre les nuages (expériences en cours dans le Beaujolais, en particulier)? Les « chasseurs de nuages » ont ainsi contribué à sauvegarder récoltes, vergers, vignobles, notamment dans le département du Rhône où, en dix ans, la grêle avait causé près de 140 millions de dégâts ! Nous ne terminerons pas l'énumération de ces applications à l'agriculture sans mentionner le réempoissonnement des lacs où l'avion « sème « méthodiquement les alevins transportés à son bord. Jusqu'aux éruptions volcaniques qui rencontrent en lui un « combattant » efficace pour les arrêter et s'opposer aux coulées de lave (grâce à l'emploi de torpilles aériennes appropriées). L'archéologue comme l'ethnographe, en possession de la photographie aérienne, ont pu aussi obtenir des résultats (découvertes, reconstitutions) que n'auraient jamais réaliser des observateurs terrestres et même aériens sans les magnifiques progrès enregistrés depuis vingt ans dans la photographie, grâce à l'aviation de reconnaissance si développée au cours des dernières hostilités. Est-il utile de redire combien l'avion a sauvé de vies humaines en repérant et en secourant les voyageurs égarés dans la montagne ou dans le désert?

Si l'aviation a rendu plus atroce encore la guerre moderne, il est juste de reconnaître qu'elle peut inscrire aussi à son actif de multiples bienfaits dans de nombreux domaines grâce à l'évolution continue et rapide des moyens scientifiques mis en œuvre pour améliorer et conserver notre existence.

LA FRANCE AURA-T-ELLE UN JOUR UN RÉSEAU POSTAL AÉRIEN SANS SURTAXE?

Dans une nation vraiment moderne, les communications postales doivent utiliser les moyens de transport les plus rapides, sans faire supporter aux usagers des surtaxes comme la France l'a fait jusqu'ici pour la poste aérienne. Aussi le Parlement a-t-il voté un crédit de 10 millions pour que l'Administration des P. T. T. puisse entreprendre et poursuivre des essais méthodiques en vue d'aboutir à l'organisation d'un réseau de communications postales par voie aérienne dans des conditions analogues à celles qui existent (depuis l'origine) pour la voie ferrée. Il va de soi que, dans ce projet, il ne s'agit pas seulement du trafic de jour, mais surtout du courrier acheminé de nuit (le plus important) (1). Ce vaste programme nécessite, évidemment, non seulement des avions spécialement adaptés à cette mission mais aussi le développement de notre infrastructure qui laisse, hélas ! beaucoup à désirer. Les ministères qualifiés se trouvent donc en présence d'un vaste plan d'aménagement à concevoir — comparer notamment l'organisation américaine actuelle (2) — qui exige de gros crédits et plusieurs années pour sa réalisation totale et vraiment pratique. Quant au matériel volant, nous croyons que des appareils du genre *Simoun* (Caudron-Renault) pourraient enlever aisément 1 tonne de fret-courrier (3) et seraient susceptibles d'assurer un service postal aérien régulier et à grand rayon d'action. Il appartient à ceux chargés d'étudier un tel programme, dont l'exécution n'est pas aussi aisée qu'il apparaît tout d'abord, d'envisager *tous* les facteurs dont dépend le succès d'une telle entreprise, à commencer par l'examen de l'infrastructure des lignes et l'étude, par les constructeurs, d'avions *spéciaux* destinés à les exploiter économiquement, régulièrement, rapidement.

(1) Il est évident que le fret de jour ne peut alimenter à lui seul un service postal aérien ; ce qui importe au « monde des affaires », dans le commerce et l'industrie, c'est de recevoir le courrier à la distribution du matin. Actuellement, une lettre doit être mise à la poste à Paris pour Marseille avant 16 h pour être distribuée le lendemain matin. Quel est le courrier, dans une administration même de peu d'importance, qui peut être signé et expédié entre 15 et 16 h ? Il faut que, grâce au « courrier aérien », l'expéditeur d'une lettre pour Dijon, Lyon, Marseille, Nice, soit assuré que celle-ci, postée à Paris même après 8 h du soir, sera distribuée avant 9 h du matin, grâce à l'avion de nuit partant de Paris vers minuit par exemple. Il ne faut pas renouveler la désastreuse expérience d'« Air Bleu » !

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 228, page 435.

(3) Actuellement, un *Simoun* de 220 ch ne peut emporter que 600 kg de charge utile,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

VERS L'AVIATION BLINDÉE A MISSIONS SPÉCIALES

Il paraît que la guerre civile d'Espagne a appelé l'attention sur l'emploi de petits avions (bimoteurs), très rapides, pour ce que l'on désigne les missions « rasantes ». Il s'agit d'appareils opérant au ras du sol et protégés par un blindage amovible en acier spécial très résistant (1), dont l'armement consiste dans un ou plusieurs canons automatiques (de 20 mm par exemple, analogues à celui d'Oerlikon) et pouvant effectuer le tir plongeant (vers le sol). Destinés à attaquer les camions motorisés, les chars d'assaut légers, ils auraient, paraît-il, rendu de réels services au cours des combats récents dans la péninsule ibérique, tout en étant peu accessibles aux coups de l'artillerie et même peu vulnérables aux projectiles des armes portatives. Ces petits avions spéciaux à grande vitesse de translation pourraient aussi participer aux reconnaissances lointaines en coopération avec les armées et les flottes. En pénétrant profondément au-dessus des lignes ennemies, ces appareils, d'une vitesse dépassant largement le 400 km/h, pourraient ainsi se soustraire aux avions de chasse de l'adversaire et rapporter tous renseignements utiles au commandement sur les déplacements de troupes, le repérage des objectifs à bombarder, etc. Il y a peut-être là une orientation intéressante à donner à notre future aviation de coopération — assez négligée actuellement — et qui, en cas de conflit, devrait assurer l'observation, la liaison, le réglage, la reconnaissance (lointaine), l'attaque des convois et unités en marche (au canon automatique et à la mitrailleuse), et même le transport des parachutistes (2) chargés de missions spéciales en arrière du front ennemi. Retenons, en effet, que le parachutisme, le bombardement en piqué, le vol rasant au moyen d'avions blindés sont des éléments qui ne seraient sans doute pas négligeables dans la guerre moderne pour disloquer les colonnes en marche et compromettre même la progression des unités motorisées.

RÉSEAU ROUTIER ET DÉFENSE PASSIVE

Le problème édilitaire des sorties de Paris n'intéresse pas seulement la circulation des véhicules en temps de paix, pour rendre plus aisé l'accès de l'une des plus grandes agglomérations du monde, y compris la banlieue (Seine-et-Marne, Seine-et-Oise), mais touche aussi au premier chef la défense passive de la capitale de la France. Notre collaborateur le commandant Gibrin, spécialiste en la matière, a exposé ici (3) « les moyens à mettre en œuvre pour se défendre contre la guerre aérienne et organiser les arrières des armées ». Mais il est évident que le procédé le plus efficace sera d'évacuer la population d'une grande ville en facilitant l'exode des habitants, notamment par la route et probablement au cours de la nuit. Alors on assistera à une ruée des véhicules de toutes sortes vers les sorties de la capitale, surtout vers l'Ouest et le Sud. Il en résultera, dans l'état actuel des voies parisiennes et des difficultés pour franchir la Seine par des ponts trop étroits, un « embouteillage » inextricable qui, sous un bombardement nocturne, constituerait un massacre.

Les automobilistes de la région parisienne connaissent bien l'étroitesse de nombreuses routes (4) conduisant vers la grande banlieue et l'exiguïté des ponts de Saint-Cloud, Suresnes, Joinville et de Neuilly (actuellement en cours d'élargissement), de la Jatte, Courbevoie et Bezons, Maisons-Laffitte, etc. Le plan des grands travaux

(1) Non seulement le sidérurgie moderne a mis au point, ces derniers temps, des aciers particulièrement résistants aux projectiles sous des épaisseurs *relativement* faibles, mais encore de nouveaux traitements thermiques (encore secrets) ont permis d'accroître la résistance superficielle du métal.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 237, page 204.

(3) Voir *La Science et la Vie*, n° 232, page 286 et n° 237, page 199. Voir aussi l'étude sur les masques, n° 236, page 151.

(4) On vient de commencer l'élargissement de la route de Flandre, de la porte de la Villette à l'entrée du Bourget ; mais impossible pour l'instant d'aller plus loin, jusqu'à l'aérodrome, parce que l'expropriation des immeubles du Bourget sur plus d'un kilomètre exigerait une dépense considérable, et, pour les travaux en cours, il a été prévu près de 10 millions.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pour l'aménagement de la région parisienne — s'il avait été activement poussé — aurait pu apporter aujourd'hui des moyens puissants d'évacuation, grâce à la réalisation d'un réseau « auto-routier » à grand débit dans les différentes directions aboutissant aux principales « portes » de Paris, notamment vers l'Ouest (Versailles, Saint-Germain, Beauce, Normandie), le Sud (Seine-et-Marne, Vals de Loire), l'Est Brie, Champagne), le Nord (Le Bourget, l'Oise, l'Artois, Flandres).

QUELQUES NOUVEAUTÉS AÉRONAUTIQUES EN U. R. S. S.

La Science et la Vie, dans son enquête au sujet des applications du parachutisme à la guerre moderne (1), a exposé complètement l'état actuel du problème. Mais il est d'autres applications qui sont loin d'être négligeables. Ainsi l'U. R. S. S. vient-il d'établir le programme tracé aux pilotes soviétiques pour accomplir certaines missions dans les régions arctiques au moyen de vol à haute altitude exécutés avec des appareils appropriés à cet effet et munis de tous les perfectionnements techniques nécessaires, y compris précisément de nouveaux systèmes de parachutes pour naviguer vers le Pôle Nord et dépasser, si possible, le 83e degré de latitude nord jusqu'ici inatteint par la voie des airs. Parallèlement à ces audacieuses et scientifiques entreprises de records, le parachutiste Pavlov « travaille » à l'amélioration de son nouveau *paraplan* qui a pour but de permettre d'effectuer des vols planés de telle sorte que la vitesse de descente de l'homme-planeur soit progressivement réduite, afin de lui permettre d'atterrir au sol cette fois sans le secours de son parachute. C'est une expérience intéressante à suivre, car si elle aboutissait à l'emploi pratique de ce système de paraplan, elle pourrait notablement modifier nos conceptions en ce qui concerne l'avenir du parachutisme. Ajoutons, dans un autre ordre d'idées, qu'en vue de la *navigation polaire aérienne*, plusieurs pilotes d'essais préparent et poursuivent actuellement leurs tentatives pour enlever à altitude de plus en plus élevée, à vitesse de plus en plus grande, à rayon d'action de plus en plus grand, des charges de plus en plus lourdes (hydravion quadrimoteur Bolokonilinov, par exemple).

POUR LE DÉVELOPPEMENT DU TOURISME AUTOMOBILE

Lorsqu'on compare les services rendus à leurs adhérents par certains Automobiles-Clubs de l'étranger par rapport à ceux d'organismes similaires en France, on constate que ces associations constituent beaucoup plus de groupements de coopération — nous allions écrire d'assistance mutuelle — au service des usagers de l'automobile que des « clubs ». C'est ainsi qu'en Hollande les avantages qu'offre aux membres le « Royal Automobile-Club » seraient vivement appréciés par les Français, et cela en échange d'une cotisation bien modique : les triptyques pour les voyages à l'étranger sont délivrés gratuitement ; un service d'assurances permet de délivrer des polices « accidents » moyennant des primes avantageuses ; un contrôle technique parfaitement agencé permet aux propriétaires de faire vérifier si les conditions de sécurité de leur véhicule sont normales (freinage, éclairage, direction, etc.). Partout s'affirme le souci de « rendre service » en vue de développer toujours — le plus économiquement et le plus pratiquement possible — la locomotion mécanique dans les Pays-Bas. Il importe que — dans notre pays qui, avec la Grande-Bretagne, tient la deuxième place dans le monde et la première en Europe, pour la circulation des automobiles — nos usagers de la route puissent aussi bénéficier des avantages qu'au point de vue de la sécurité conférerait notamment l'institution d'un contrôle obligatoire relevant des services techniques de l'Etat qui examineraient périodiquement les organes d'une automobile en service, organes dont le mauvais état ou le défectueux fonctionnement pourraient être cause d'accidents. La liberté de chacun ne s'arrête-t-elle pas là où elle gêne celle des autres ?

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 237, page 204.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

AU 1er JANVIER 1937, VOICI LES FLOTTES DE COMBAT DES SIX PRINCIPALES PUISSANCES NAVALES

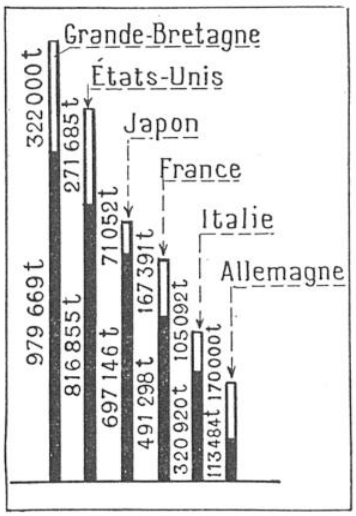
Les traités navals actuellement en vigueur

Le 31 décembre 1936, deux traités navals sont arrivés à expiration : le traité de Washington (1922) entre la Grande-Bretagne, les Etats-Unis, le Japon, la France et l'Italie, et le traité de Londres (1930) entre la Grande-Bretagne, les Etats-Unis et le Japon.

Le 1er janvier 1937, devait entrer en vigueur un troisième traité naval, dit également traité de Londres (1936), entre la Grande-Bretagne, les Etats-Unis et la France ; mais il n'a pas encore été ratifié. On peut cependant prévoir que ce traité, qui, à l'inverse des précédents, ne comporte pas de clause *quantitative*, mais seulement des restrictions *qualitatives*, servira de charte internationale et sera respecté même par les nations qui ne l'ont pas signé.

Par ailleurs, l'accord naval anglo-allemand du 18 juin 1935 fixe pour limite au réarmement naval de l'Allemagne les 35/100 du tonnage britannique.

Enfin, la Grande-Bretagne a engagé avec l'U. R. S. S. et les Etats scandinaves des conversations particulières pour leur faire accepter des accords en harmonie avec les traités navals qu'elle a conclus en 1935 et en 1936.



TONNAGES TOTAUX ACTUELLEMENT EN SERVICE ET EN CONSTRUCTION POUR LES FLOTTES DE COMBAT DES SIX PRINCIPALES PUISSANCES NAVALES DU MONDE

(Voir le détail sur les planches, page 310 et page 311.)

Les limitations de tonnage et de calibre pour les différentes catégories de bâtiments

Si l'on veut lire avec fruit les tableaux ci-après qui concernent les principales puissances navales, il importe avant tout d'avoir présentes à l'esprit quelques définitions fondamentales familières aux experts navals, mais généralement mal connues du public. Telle est celle du *déplacement standard* d'un bâtiment. Pour un navire de surface, c'est son poids, totalement armé et équipé, mais sans combustible ni eau de réserve à bord. Pour un sous-marin, c'est également son poids, totalement armé et équipé, mais sans combustible, huile de graissage, eau douce ou eau de ballast de quelque sorte qu'elle soit. Le déplacement standard s'exprime en tonnes anglaises de 2 240 livres ou 1 016 kilogrammes.

D'autre part, le traité naval de 1936 distingue : navires de ligne (capital-ships), porte-avions, navires légers, sous-marins, navires secondaires, navires auxiliaires, suivant des règles bien définies. Dans les tableaux ci-contre, nous ne nous occuperons ni des navires secondaires, ni des navires auxiliaires (transports, navires de servitudes, etc.) parce qu'ils ne constituent pas un élément de *puissance* pour une flotte.

La définition des porte-avions et des sous-marins tombe sous le sens (1). Pour les premiers, on a fixé comme limite supérieure 23 000 t (calibre maximum 155 mm) ; pour les seconds, 2 000 t (calibre maximum 130 mm). Quant aux autres catégories de bâtiments, on peut dire, sans entrer dans des détails fastidieux, que les navires de ligne ont des canons de calibres supérieurs à 203 mm : ce sont les cuirassés et croiseurs de bataille auxquels les traités imposent comme limite supérieure 35 000 t pour le déplacement et 356 mm pour le calibre (2). Les navires légers comprennent pratiquement les croiseurs, destroyers et torpilleurs. Leur déplacement limite est de 10 000 t et leur artillerie est, bien entendu, de calibre inférieur à 203 mm.

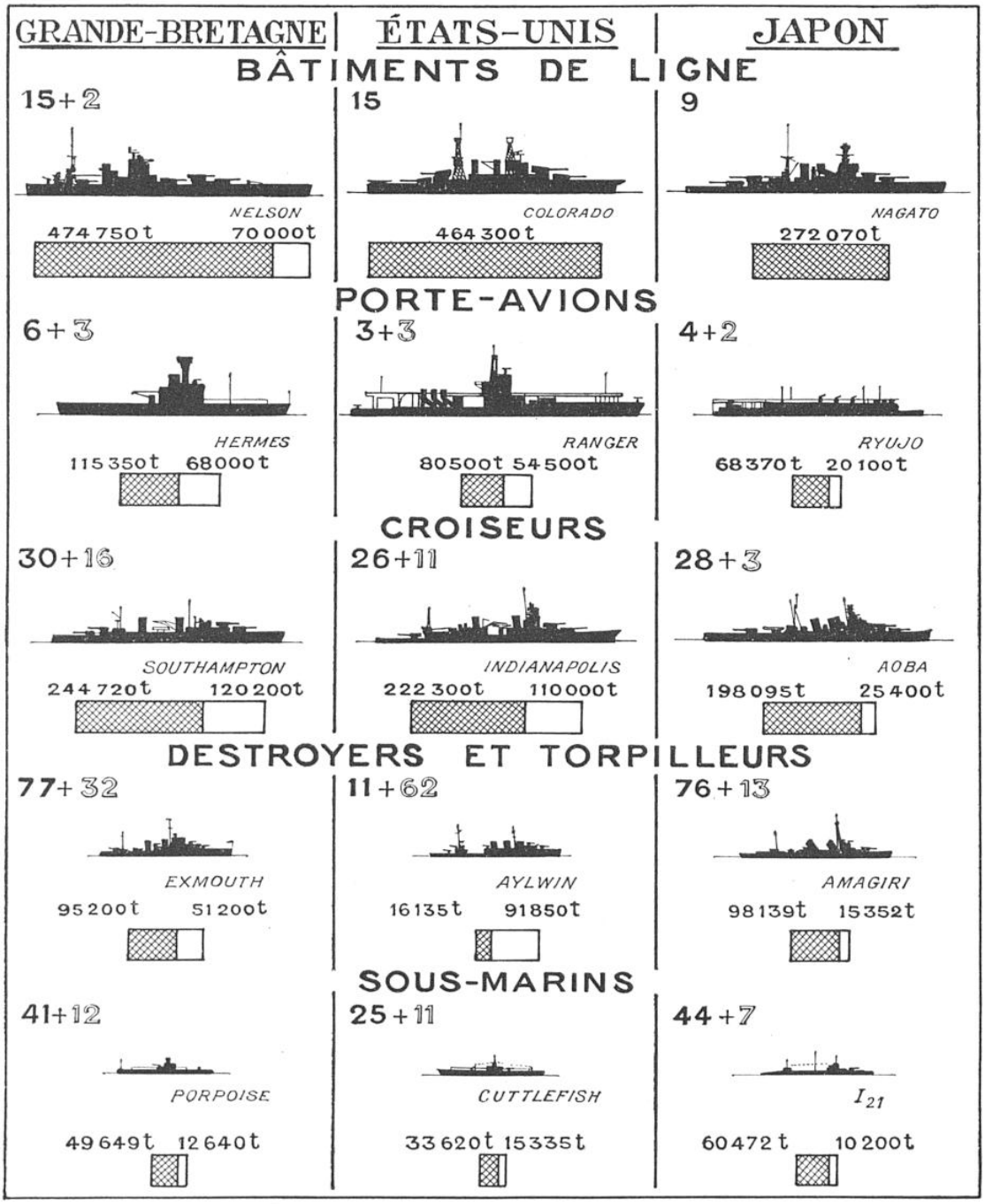
Enfin, il importe de savoir que la « vie » officielle d'un navire est de 26 ans pour un navire de ligne, 20 ans pour un porte-avions, 16 ou 20 ans, suivant les cas, pour les navires légers et 13 ans pour les sous-marins.

Dans les tableaux qui suivent, nous ne tenons compte que des navires non périmés.

(1) Sous la dénominations « porte-avions », on comprend maintenant les porte-avions proprement dits et les transports d'aviation.

(2) Ce chiffre sera admis comme limite si le Japon l'a accepté au 1er avril 1937. Sinon, ce sera 406 mm.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

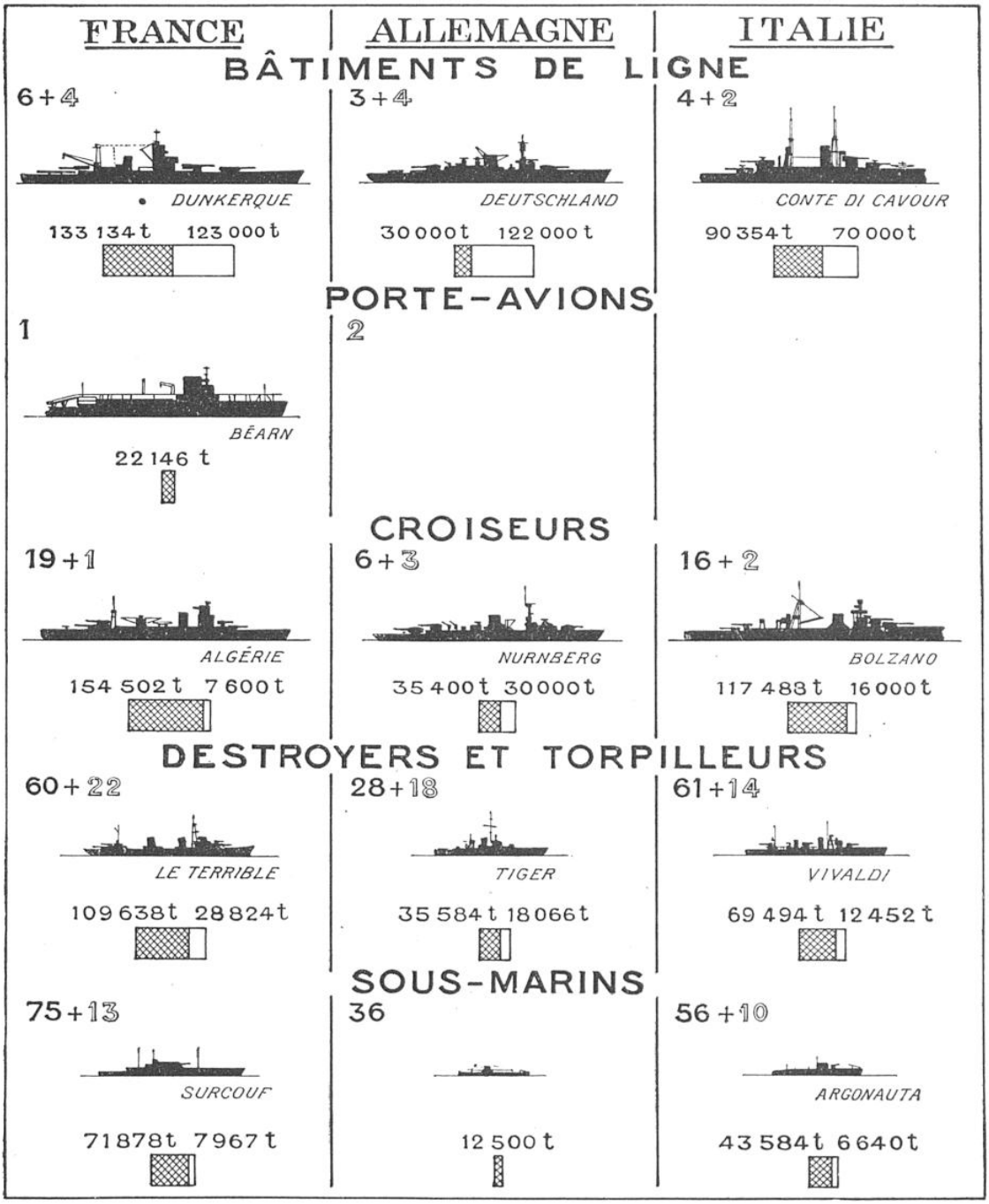


VOICI QUELLE ÉTAIT, AU PREMIER JANVIER 1937, LA SITUATION DES FLOTTES DE COMBAT

GRANDE-BRETAGNE. *Un nouveau programme est en préparation (3 cuirassés de 35 000 t, 2 porte-avions, 7 croiseurs, etc.).* — **ÉTATS-UNIS.** *Le « Bill Vinson » de 1934 a prévu, en outre, la construction de 24 destroyers de 1 400 t et 12 sous-marins (tonnage non fixé) ; mais aucun de ces navires n'était en chantier au 1er janvier 1937. — Un programme naval nouveau est en préparation ; il comprendra au moins deux navires de ligne et probablement 12 destroyers et 6 sous-marins.* — **JAPON.** *Un programme naval nouveau prévoit, en outre : 1 porte-avion (tonnage inconnu), 5 destroyers de 1 500 t, et 8 torpilleurs de 595 t (non encore en chantier). Un programme supplémentaire, dit « troisième programme de remplacement », est en projet.*

N. B. — Pour chaque pays et chaque catégorie de bâtiments, le premier chiffre (gras) indique le nombre de navires en service, le et celui en construction à la partie claire. Enfin, chaque silhouette, rigoureusement conforme,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



(EN SERVICE ET EN CONSTRUCTION) POUR LES SIX PRINCIPALES PUISSANCES NAVALES

FRANCE. *Le programme naval français, annoncé au mois de novembre 1936, a paru avant que fût connue l'étendue du réarmement britannique ainsi que l'annonce de la mise en chantier du second cuirassé allemand de 35 000 t. Le ministère de la Marine se préoccupe d'établir un programme nouveau.* — **ALLEMAGNE.** *Trois cuirassés de 10 000 t sont en service, 2 de 26 000 t ont été lancés, 1 de 35 000 t a été mis en chantier fin 1935, et 1 de 35 000 t le sera en 1937. Les croiseurs en construction sont de 10 000 t. Aucun renseignement précis sur les sous-marins en chantier.* — **ITALIE.** *Deux cuirassés de 35 000 t, mis en chantier en novembre 1934, entreront en service en 1938 (date prévue). Il faut noter que l'Italie n'annonce ses programmes navals qu'avec discrétion*

deuxième le nombre de navires en construction. De même, le tonnage en service correspond à la partie hachurée des graphiques se rapporte au navire le plus caractéristique de chaque pays et de chaque catégorie.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

POUR REMÉDIER A L'ÉBLOUISSEMENT DES PHARES D'AUTOMOBILES

PAR *éblouissement*, on entend toute réduction du pouvoir visuel résultant de la présence, dans le champ de la vue, de parties de brillance très élevée par rapport au reste du champ. (Rappelons que la brillance est l'intensité lumineuse par unité de surface de la source de lumière.) Sur route, pour la lutte contre l'éblouissement dû aux phares des voitures venant en sens inverse, deux solutions ont été préconisées : l'une fait appel à la lumière *jaune monochromatique* (1), l'autre à la *lumière polarisée*.

Il a été démontré que l'éblouissement est moindre en lumière jaune qu'en lumière blanche. D'autre part, les impressions rétiniennes produites par illumination de l'œil ont une persistance beaucoup plus grande dans le cas des sources blanches que dans celui de la lumière jaune. En outre, les sources blanches très éblouissantes empêchent *tout usage* des yeux (cécité complète) pendant une période de désadaptation plus ou moins longue. Cette période est considérablement réduite pour les lampes jaunes. C'est pourquoi le ministère des Travaux publics a rendu obligatoire l'emploi de projecteurs munis de lampes à lumière jaune et conformes à un type agréé. Ces lampes seront probablement des ampoules en verre jaune (à base de sulfure de cadmium).

Mais voici que, dans une direction différente, certains spécialistes recommandent contre l'éblouissement l'emploi de la *lumière polarisée*. On sait que la lumière qui émane directement d'une source (le soleil ou une flamme, par exemple) est formée de vibrations qui s'effectuent dans tous les sens autour du rayon dans des plans perpendiculaires à celui-ci. Or, après une réflexion simple ou une double réfraction, cette lumière naturelle est polarisée, c'est-à-dire que la vibration est tout entière contenue dans un seul plan (2). Ainsi, si on reçoit un rayon lumineux sur un cristal de tourmaline (3) polariseur —, il sort de ce cristal un rayon polarisé. Si on reçoit ensuite ce rayon sur un deuxième cristal identique au premier — analyseur — et orienté parallèlement à ce dernier, le rayon traverse le deuxième cristal. Enfin, si l'on fait tourner ce deuxième cristal autour du rayon lumineux, le rayon de lumière qui émerge de l'ensemble des deux cristaux diminue progressivement d'intensité jusqu'à l'*extinction complète*. On voit immédiatement qu'une application de ce phénomène peut résoudre le problème de l'éblouissement : si un « phare-code » émet uniquement de la lumière polarisée dans un plan vertical, un observateur placé en face de ce phare (avec des lunettes constituées par des analyseurs convenablement orientés) ne verra donc absolument rien de la lumière émise par le projecteur.

Mais, pratiquement, cette solution (en théorie parfaite) présente, par contre, des difficultés, notamment pour la technique de fabrication des lames polarisantes de grande surface. Une méthode ingénieuse a été récemment imaginée aux États-Unis pour résoudre ce problème : elle consiste à enrober dans de l'acétate de cellulose des cristaux polarisants de iodosulfate de quinine et de cinchonidine à l'état quasi microscopique, et à leur donner une orientation convenable grâce à l'action d'un champ magnétique appliqué avant solidification de l'ensemble. Placée devant le phare, la lame ainsi obtenue joue le rôle de polariseur. Montée sur le pare-soleil, elle remplit les fonctions d'analyseur. On évite ainsi le port de lunettes spéciales.

L'emploi de la lumière polarisée offre, malheureusement, de nombreux inconvénients. En voici un, par exemple, qui n'est pas négligeable : l'éclairement par lumière polarisée, à intensité égale de la source, est *réduit* des deux tiers environ ; il faut donc accroître la puissance des ampoules. Autre inconvénient non moins grave : l'orientation des phares des voitures se modifie sans cesse par suite des inégalités de la route et dans les virages, ce qui peut supprimer, dans certaines conditions, les avantages de l'emploi de la lumière polarisée. En effet, dans un virage, par exemple, le faisceau lumineux venant frapper *obliquement* l'analyseur, son extinction n'est plus alors totale, surtout si le virage est relevé (1). En outre, l'équipement de la voiture avec de tels dispositifs est plus onéreux que l'emploi de la lumière jaune.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 237, page 219.

(2) Une analogie mécanique donne une idée de la différence qui sépare lumière naturelle et lumières polarisées. Dans la *corde à sauter*, le mouvement habituel du milieu de la corde fournit une image de la polarisation circulaire ; si les fillettes agitaient leurs mains de bas en haut et de haut en bas en ligne droite, nous aurions une « polarisation rectiligne » ; enfin, lorsque les mouvements transmis sont tout à fait incohérents, on obtient une représentation de la lumière dite naturelle.

(3) Boro-silicate naturel d'alumine.

(1) C'est, en effet, la rotation de l'analyseur autour d'un axe perpendiculaire à son plan, qui présente la plus grande importance au point de vue de l'obstacle constitué par l'analyseur à la propagation du faisceau lumineux polarisé.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

PROBLÉMES ET DÉVELOPPEMENT DE L'AVIATION COMMERCIALE AMÉRICAINE EN 1937

Nous avons déjà signalé ici (1) l'effort méthodique et considérable poursuivi par les compagnies aériennes américaines (*T. W. A*, entre autres) pour améliorer l'exploitation des transports, tant au point de vue de l'infrastructure que du matériel navigant équipé pour les voyages nocturnes (radio-balisages, pilotage sans visibilité), sans oublier les dispositifs antigivre récemment adoptés aux Etats-Unis. Mais ces perfectionnements ont aussi porté sur l'amélioration du rendement des moteurs, notamment sur les nouveaux appareils quadrimoteurs ultra-rapides essayés sur la ligne Los Angeles-San Francisco (près de 4 000 km, et le trajet fut effectué en moins de 7 h 1/2 à la moyenne de 535 km/h environ). Les moteurs « Pratt et Whitney », qui accomplirent cette remarquable performance étaient du modèle dernièrement construit, à compresseur, d'une puissance effective de 1 000 ch en altitude, à consommation particulièrement réduite puisqu'elle n'aurait atteint que 165 g au cheval (essence à indice d'octane très élevé voisin de 100) et à relativement haute altitude (6 000 m environ sur la plus grande partie du parcours).

C'est le même moteur désigné sous les abréviations T. W. J. qui permit à l'avion ci-dessus d'atteindre son record de vitesse de 567 km/h. Il est superflu de rappeler que ces nouveaux moteurs (refroidis par l'air) sont munis de tous les perfectionnements que la technique américaine a mis au point au cours de ces dernières années et que les constructeurs d'Europe ont à leur tour appliqués. Ce sont, notamment, les soupapes refroidies au sodium (2), les paliers garnis de bronze au plomb (1), les cylindres munis d'ailettes resserrées pour réaliser une plus grande surface de refroidissement. Mais, ainsi que nous l'avons également mentionné (2), les compagnies de navigation aérienne étudient actuellement les possibilités d'effectuer en service régulier ce que l'on désigne sous le vocable, du reste imparfait (3), de «vols stratosphériques » avec cabines étanches pour passagers. Tel est le quadrimoteur spécial *Douglas* (dérivé du *DC.-4* normal en service sur les lignes) qui, propulsé par quatre moteurs de 1 000 ch chacun en vol (Wright) et muni d'un empennage double (genre Lockheed), pourra, paraît-il, enlever 55 personnes (passagers et équipage de 5 hommes), soit au total plus de 30 tonnes. Les ingénieurs américains estiment que, d'après les résultats d'expérience, un tel appareil pourra atteindre une vitesse maximum de 430 km/h. En croisière, la vitesse envisagée serait donc de l'ordre de 360-370 km/h, ce qui permettrait aux futurs avions de traverser, sans escale, les Etats-Unis d'ouest en est en moins de neuf heures. Il faudrait une heure de plus pour le trajet inverse à cause du régime prépondérant des vents. Si les études et essais en cours aboutissent à des résultats concluants en vue de sa mise en service tout d'abord au-dessus du territoire américain (liaison Pacifique-Atlantique), nul doute qu'il ne soit destiné à entreprendre un jour des voyages d'essais afin d'établir un service régulier entre New York et la région parisienne (4). Avec un nombre de passagers moindre, il n'est pas téméraire d'envisager la durée de ce trajet comme ne devant pas dépasser dix-sept

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 237, page 212.

(2) Pour abaisser la température des têtes de soupapes, on a été conduit à réaliser des soupapes creuses contenant une substance très bonne conductrice de la chaleur. Les meilleurs résultats ont été obtenus avec le sodium métallique (point de fusion, 98° ; point d'ébullition, 880°) dont la conductibilité thermique est considérablement supérieure à celle du mercure, ou des mélanges d'azotate de potassium et de lithium qui ont été essayés également il y a quelques années et qui sont aujourd'hui à peu près complètement abandonnés. La conductibilité thermique du sodium est de 0,288 cal/cm. sec contre 0,001 pour l'acier.

(1) L'accroissement du taux de compression des moteurs à essence exige des garnitures de bielles et de coussinets, une résistance que présentent difficilement les métaux antifrictions à base d'étain. Le métal au plomb appliqué sur un support acier offre une plus grande dureté sans être aucunement abrasif. Tout d'abord fabriqué aux Etats-Unis, il est également préparé aujourd'hui en France.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 237, page 213.

(3) Ils ne s'effectuent pas en effet dans la stratosphère proprement dite, qui commence à 12 000 m, alors que les essais se poursuivent (au maximum) à 10 000 m d'altitude.

(4) Voir *La Science et la Vie*, n° 237, page 220.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

heures par temps normal. Voilà les nouvelles qui nous parviennent des Etats-Unis : elles nous prouvent, une fois de plus, que l'activité industrielle américaine, comme l'initiative commerciale, sont toujours les premières à se manifester dans les tentatives audacieuses ayant un caractère utilitaire. Parallèlement au souci de sa défense nationale (forces aériennes de terre et de mer), l'Amérique a l'heureux privilège de pouvoir consacrer la plus grande part de cette activité au développement de l'aviation « civile ». Rien que pour les études et la construction du nouvel appareil d'essai *Douglas*, près de 25 millions de francs ont été prévus pour cette grande expérience.

A ce propos, il est opportun de signaler une thèse présentée récemment à la Faculté de Droit de l'Université de Paris par M. P.-E. Cangardel, qui, à la suite d'un voyage d'études en Amérique, nous montre « comment l'aviation est devenue indispensable aux Etats-Unis » et comment son prodigieux développement a été facilité non seulement par la structure même du sol, mais aussi par la mentalité américaine. Les grands territoires, avons-nous dit antérieurement, sont propices à la locomotion aérienne, et de New York à San Francisco il y a environ 4 000 km d'est en ouest, et de Chicago à la Nouvelle-Orléans quelque 3 000 kilomètres du nord au sud. Dans cette immense république « décentralisée », les régions économiques sont fort éloignées les unes des autres : les déplacements sont fréquents, les voyages assez longs par suite des distances. Or, l'engin qui va le plus vite (avec sécurité et régularité) s'impose rapidement à l'homme d'affaires, et c'est pourquoi la ligne aérienne concurrence singulièrement, en Amérique, la voie ferrée : de cinq jours la durée du trajet entre les deux océans est tombée, avec l'avion, à *moins* de dix-sept heures (janvier 1937), et cela en voyageant de nuit de façon à réduire au minimum la durée des déplacements nécessités par l'activité économique. Aussi, de janvier à octobre 1936, le nombre des passagers a atteint 842 958 (moyenne 85 000 par mois). Le trafic a été, en effet, sans cesse croissant ; mais, en dépit de cette prospérité, le concours de l'Etat fédéral est encore nécessaire ; mais les compagnies aériennes, actuellement au nombre de vingt-huit, tendent toutes vers une liberté complète et une exploitation commerciale et financière se suffisant à elle-même. Du reste, grâce à la nouvelle réglementation (février 1934) du « Postmaster General », les abus aux dépens du Trésor public furent supprimés et des tarifs équitables imposés (33,33 cents pour une charge en commun de 300 livres par mille-avion (1) au lieu de 1,25 dollar à l'origine). Chaque compagnie n'a droit qu'à 32 000 milles de lignes aériennes (2) et son total parcouru annuellement ne peut dépasser 40 millions de milles. L'*Interstate Commerce Commission (I. C. C.)* contrôle l'application rigoureuse de cette législation, aussi bien pour le transport du fret postal que pour les transports commerciaux proprement dits. C'est en effet grâce au *Post Office* que l'aviation civile américaine doit son développement méthodique. C'est le Gouvernement fédéral qui a, le premier, compris le rôle de l'infrastructure dans la navigation aérienne pour permettre d'assurer — avec sécurité et régularité — de nuit comme de jour, par la brume comme par conditions atmosphériques défavorables, un service de transports publics et postaux comparables à ceux des autres moyens de locomotion mécanique. C'est grâce, notamment, aux services scientifiques de la météorologie et à la transmission ultra-rapide des renseignements que ces magnifiques résultats ont été obtenus. Ainsi, en 1937, on compte déjà les deux tiers des lignes équipées pour le vol de nuit, et il existe des terrains d'atterrissage de secours échelonnés tous les 50 milles (soit environ tous les 80 km), ce qui, à la vitesse moyenne des appareils commerciaux modernes, représente à peine quinze minutes de vol ! Tout est scientifiquement prévu pour ne rien laisser au hasard : lorsque l'avion décolle, l'aérodrome de départ reçoit un message indiquant le numéro de contrôle de l'appareil, le nom du pilote, la date d'heure de départ, la destination, etc. Ce message est expédié par une machine *télétype* (3) qui, *automatiquement*, le transmet à toutes les machines réceptrices disposées sur la route à suivre par le pilote. Les opérateurs de l'« Air Commerce Bureau »

(1) Le mille terrestre de 1609 m.

(2) Le maximum de parcours contractuel a été fixé par la loi du 14 avril 1935.

(3) L'établissement des communications par *télétypes* date de novembre 1931, et déjà les Etats-Unis comptent, pour ce service, près de 10 000 abonnés. Les nouveaux modèles d'appareils *télétype writer*, décrits dans le *Bell Système Technical Journal* (octobre 1936), montrent à quel degré de perfectionnement les « centraux » de télétypes sont parvenus où les communications s'effectuent par *onde porteuse*, les répartitions permettant de passer d'un tel système à la transmission *directe* (et inversement) dans chacun de ces centraux intercalés dans le circuit qui relie entre eux deux abonnés (60 mots par minute). Ce nouveau genre de communications permet la transmission simultanée de circulaires (en particulier pour la météo) à un nombre quelconque de postes récepteurs.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

peuvent ainsi être avertis et *repérer* la position et la progression de l'avion. Une fois que le pilote navigant a gagné l'altitude prescrite, il est alors dirigé par un radiophare (1) qui l'avertit s'il dérive de la route tracée (guidage par radiophare de direction). Le pilote dispose en outre, pendant la navigation nocturne, du guidage par phares lumineux (2). Ce sont des projecteurs tournants au sommet de phares métalliques, échelonnés tous les 15 milles par exemple, ce qui permet au navigateur aérien de les apercevoir à moins de 40 milles et de mettre à profit, presque sans interruption, leur signalisation lumineuse. En outre, d'heure en heure, le pilote reçoit les modifications de la météo émanant des stations qui jalonnent sa route. De six heures en six heures, des cartes dites « de prévision » sont transmises par certaines stations, sur ondes spéciales, pour renseigner le pilote. Dès qu'il atterrit, il émet sur son télétype l'heure de son arrivée. Tel est, schématiquement présentée, la série de secours que la radio américaine met à la disposition de la navigation aérienne. Aussi les stations de radio et les phares se sont multipliés avec une rapidité remarquable, ainsi du reste que les terrains d'atterrissage (aérodromes, aéroports) : en 1935, on en décomptait, aux Etats-Unis, 2 380 environ (fédéraux, 43 ; municipaux, 740 ; commerciaux, près de 500 ; intermédiaires, 290 ; 113 militaires, etc.). Sur cet ensemble, plus de 700 déjà sont éclairés. A lui seul, l'Etat de Michigan en possède près de 150. Ce gigantesque effort d'organisation rationnelle des transports aériens se poursuit systématiquement au point de vue du matériel (rapidité, sécurité, confort : sleepings, insonoration de la cabine, ventilation également insonorisée) comme à celui de l'équipement des lignes et de l'aménagement des bases, pour la sécurité de nuit comme de jour (3), l'intensité du trafic (1) et la formation du personnel navigant, de mieux en mieux — pratiquement et techniquement — préparé par des écoles spéciales. Voilà pour le domaine technique ; voici pour le domaine commercial : la compression des prix. Grâce à l'entente des compagnies sous la médiation de l'Etat fédéral (1932), l'unification des tarifs a été réalisée, les horaires ont été condensés, les billets d'aller et retour ont été créés (20 % de réduction) avec interchangeabilité d'une compagnie à une autre exploitant le même parcours, etc. Ainsi, en 1937, on peut proclamer que l'avion, aux Etats-Unis, coûte moins cher que le « train ». Pour aller en wagon pullmann de Washington à Detroit, par exemple, il faut débourser près de 28 dollars ; en avion pullmann, moins de 26 dollars, et l'on pourrait multiplier les exemples de ce genre. Etonnez-vous que, dans ces conditions, le transport des voyageurs ait décuplé en dix ans, de 1921 à 1931, pour atteindre plus de 850 000 en 1935, et l'an dernier le million a été dépassé ! Quant au fret (courrier marchandises), les résultats sont encore plus impressionnants, aussi bien pour les lignes intérieures des Etats-Unis que pour la liaison extérieure avec trente-neuf nations du globe.

G. B.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 221, page 407.
(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 237, page 212.
(3) Des problèmes de moindre importance, mais cependant non négligeables, se posent encore, notamment pour réduire le temps perdu pour la liaison de l'aéroport avec la ville voisine. Ainsi le voyageur qui gagne New York par la voie des airs met encore cinquante minutes pour aller de l'aéroport à la ville et vice versa.

(1) Aujourd'hui, on peut affirmer qu'aux Etats-Unis l'horaire avion est aussi bien respecté que l'horaire des chemins de fer. De plus, la fréquence des départs s'intensifie de jour en jour. Ainsi, sur la ligne aérienne New York-Chicago, on compte déjà vingt départs journaliers, et sur celle de New York-Washington douze ; enfin, douze départs s'effectuent maintenant de New York à San Francisco en moins de dix-sept heures. Au début de cette année 1937 l'U. A. L. (*United Air Lines*, qui groupe l'ensemble des exploitations aériennes aux U. S. A.) a adopté le nouvel appareil monoplan de transport bimoteur « Boeing » 247 « tout métal » à 10 passagers qui assurera la liaison New York-San Francisco à la vitesse de 330 km/h et que l'on oppose au dernier *Douglas* en service également depuis le début de 1937 sur la ligne Chicago-Los Angeles.

D'après les estimations de l'*Union Corporation*, la production globale d'or de 1936 a atteint 35 millions d'onces (l'once, mesure de poids employée dans le commerce des métaux, vaut 31,103 g), en augmentation de 4 millions d'onces sur l'année précédente. La production de l'Empire britannique y figure pour 53,2 %; la production des Soviets a atteint 7,3 millions d'onces, en augmentation de 26 % sur 1935. Les réserves britanniques d'or ont augmenté au cours de l'année dernière de 26 millions d'onces ; celles des Etats-Unis, de 32 millions d'onces, et les réserves françaises ont diminué de 40 millions d'onces.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

POUR DÉTECTER LE PASSAGE DES AVIONS, VOICI LE « PÉTOSCOPE »

Par Paul LUCAS

La cellule photoélectrique (1) est souvent comparée à l'œil humain. Comme lui, en effet, elle est sensible à l'action de la lumière. Mais il paraît impossible de pousser plus loin l'analogie entre la cellule ordinaire et l'organe infiniment complexe et délicat qu'est l'œil.

Dans tous les mécanismes mettant en œuvre les phénomènes photoélectriques, on rencontre un relais actionné par une variation dans l'intensité du courant qui le traverse, variation déterminée par la quantité *totale* de lumière qui tombe sur la couche sensible. La cellule peut ainsi remplir à merveille des missions simples telles que commander l'éclairage d'un local, ou même d'une ville entière lorsque le jour baisse, vérifier le niveau ou la transparence d'un liquide dans un tube et par là assurer le contrôle permanent de certaines fabrications chimiques, déclencher l'ouverture automatique des portes, dénombrer au passage les objets ou les personnes qui défilent devant elle, etc. Mais, pour les opérations de comptage par exemple, il est indispensable que les objets suivent un chemin rigoureusement déterminé et de plus, que chacun d'eux couvre une partie appréciable du champ total, suffisante pour déterminer le fonctionnement du relais.

On voit donc que cet « œil électrique » — comme on l'appelle improprement — est singulièrement imparfait, d'abord parce qu'il « regarde » exclusivement dans une direction immuable, ensuite parce qu'il est incapable de faire une distinction entre les différents objets situés dans son champ. L'œil biologique, au contraire, peut détecter des objets relativement petits, couvrant une portion parfois infime du champ total, indépendamment des objets voisins et du fond. Ce qui manque à la cellule photoélectrique, c'est la structure rétinienne qui existe d'ailleurs, avec une approximation encore fort grossière, dans l'iconoscope imaginé par Zworykine (1), dont la mise au point pour la télévision semble soulever encore de très grosses difficultés.

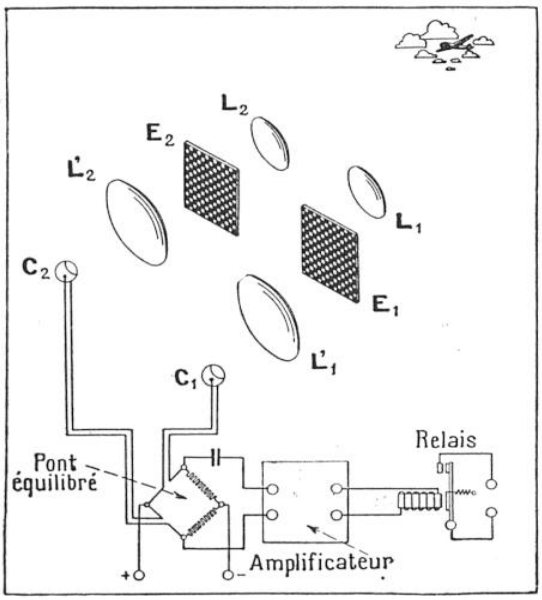


FIG. 1. — SCHÉMA DE PRINCIPE DU « PÉTOSCOPE » APPLIQUÉ A LA DÉTECTION DES AVIONS

Entre les systèmes optiques L_1 *et* L'_1 L_2 *et* L'_2 *sont disposés des écrans « complémentaires » en forme de damiers. Les cellules photoélectriques* C_1 *et* C_2 *sont intercalées dans les branches d'un pont de Wheatstone équilibré. Le système demeure insensible à des mouvements lents tels que ceux des nuages, tandis que le passage d'un avion détermine le fonctionnement du relais.*

Un instrument nouveau, imaginé récemment aux Etats-Unis par M. Fitzgerald, ouvre à la cellule photoélectrique un nouveau champ d'applications, en lui permettant de distinguer un objet particulier, même de petites dimensions, parmi l'ensemble de tous ceux qui se trouvent devant elle.

De même que l'œil normal discerne plus aisément, parmi les détails immobiles du « fond », un corps en mouvement qu'un corps au repos, de même le système en question atteint une sensibilité considérable en remplaçant l'action quantitative habi-

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

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

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

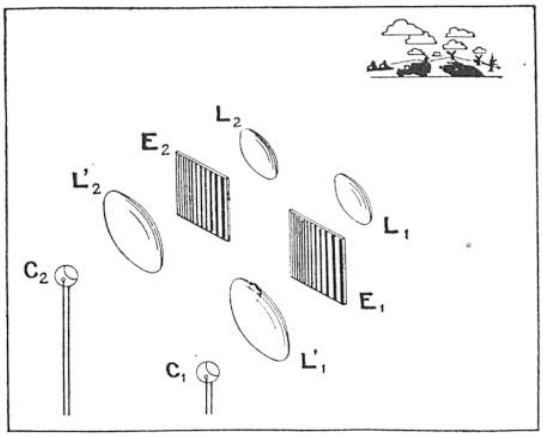


FIG. 2. — SCHÉMA D'UN « PÉTOSCOPE » INSTALLÉ POUR LA SURVEILLANCE D'UNE ROUTE

L'écran en damier est ici remplacé par un écran portant des bandes alternativement noires et transparentes, car seuls les mouvements observés dans le plan horizontal présentent de l'intérêt. L'écartement des raies diminue progressivement de la la droite vers la gauche, ce qui met en évidence la direction suivie par les véhicules.

tuelle par une action différentielle (qualitative) due précisément au mouvement du corps observé. Il n'est en aucune façon sensible à la valeur de l'illumination totale, quelle que soit son intensité.

Le principe du « pétoscope »

Le « pétoscope » comprend en principe un double système optique auquel correspondent deux cellules photoélectriques identiques, disposées dans les branches opposées d'un « pont » équilibré, du type du pont de Wheatstone classique. Devant chacune des cellules se trouve, intercalé dans le système optique, un écran grillagé d'un dessin particulier. Chacun de ces écrans est divisé en un certain nombre de cases alternativement claires et opaques, à la manière d'un échiquier si les divisions sont régulières. Mais ces cases peuvent avoir une forme quelconque, à la seule condition que les deux écrans aient des caractéristiques opposées, c'est-à-dire qu'à toute case blanche d'un écran corresponde une case opaque de l'autre et inversement.

Les deux écrans sont ainsi comme le positif et le négatif d'une même photographie. C'est aussi d'ailleurs par des procédés photographiques que l'on peut le plus commodément fabriquer ces écrans.

Lorsqu'ils sont en place et que les systèmes optiques sont réglés de telle manière que les cellules soient en leurs foyers respectifs, on voit que si un point éloigné est « vu » par une cellule à travers une case transparente de son écran, il demeure caché, pour l'autre cellule, par la case opaque correspondante de l'autre écran.

Supposons alors que dans le champ du pétoscope se trouve un objet mobile et que les dimensions de son image soient du même ordre de grandeur ou plus petites que la largeur d'une case ; tantôt cette image sera cachée par une case opaque de l'écran et tantôt elle apparaîtra sur la couche sensible de la cellule, impressionnant celle-ci. De même sur l'autre cellule, mais à contretemps. Le pont de Wheatstone se trouvera donc déséquilibré alternativement dans un sens et dans l'autre, avec une fréquence qui dépend de la vitesse apparente du mobile et de la dimension des divisions des écrans.

Deux des extrémités du pont sont reliées aux bornes d'un amplificateur à lampes, avec interposition d'un condensateur de couplage. Ce dernier est indispensable si l'on veut éliminer l'effet des déséquilibres permanents du pont, dus, par exemple, à des changements dans les caractéristiques des cellules. De même le mouvement lent des nuages, si le pétoscope est braqué vers le ciel, ou l'allongement des ombres s'il surveille un paysage, ne peuvent provoquer le fonctionnement intempestif du relais, car le condensateur de couplage ne peut transmettre que les variations rapides. Il est possible, par suite, d'utiliser au maxi-

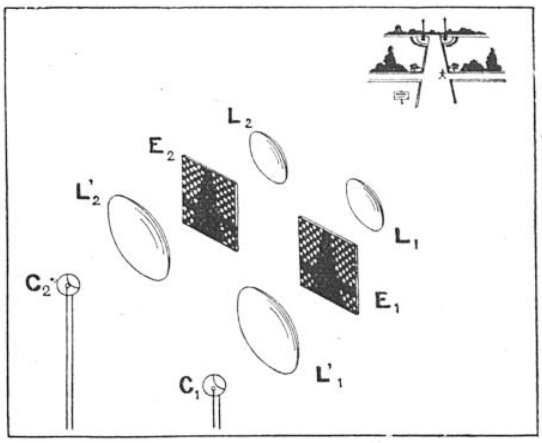


FIG. 3. — VOICI L'EXEMPLE D'UTILISATION DU « PÉTOSCOPE » POUR LA SURVEILLANCE D'UNE ZONE OU L'ACCÈS EST INTERDIT

Les écrans portent des bandes opaques correspondant exactement aux chemins où la circulation est autorisée. Le reste de leur surface est couverte d'un damier comme celui de la figure 1.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mum la sensibilité des cellules et de mettre en œuvre tous les moyens d'amplification dont on peut disposer.

Le « pétoscope » et la détection des avions

Les écrans tels que les représente la figure 1 sont divisés à la manière d'un échiquier. Sous cette forme, ils se prêtent à la détection d'objets susceptibles de se mouvoir dans toutes les directions, par exemple des avions. Le « pétoscope » expérimenté en Amérique a pu, dans des conditions de visibilité favorables, déceler la présence d'un avion à 900 mètres d'altitude.

Mais, dans nombre de cas, les mobiles dont on veut signaler la présence ne se meuvent que dans un seul plan, le plan horizontal par exemple. Il suffit alors que les écrans portent des bandes verticales, alternativement noires et blanches, car seule la composante horizontale du mouvement importe dans ce cas. S'il s'agit par exemple d'une automobile suivant une route perpendiculaire à l'axe optique de l'appareil, la hauteur du son émis indique avec exactitude la vitesse du véhicule. On peut ainsi, avec un seul appareil installé à une distance assez grande d'une route, contrôler le trafic et vérifier, par exemple, si les limitations de vitesse sont bien observées par les conducteurs.

Il est même possible, grâce à un artifice très simple, de mettre en évidence la direction suivie par les véhicules. Ainsi sur la figure 2, les écrans portent des divisions verticales d'inégale largeur, celle-ci croissant régulièrement de la gauche vers la droite. Ainsi, lorsqu'un véhicule se déplace de telle manière que son image parcoure l'écran de gauche à droite, on obtient un signal dont la fréquence décroît, et inversement.

Enfin, on peut imaginer pour le « pétoscope » de nombreuses applications de tout ordre, par exemple la surveillance de passages interdits (fig. 3), dont les dimensions sont telles que l'emploi d'une cellule photoélectrique, suivant les méthodes classiques, ne pourrait donner aucun résultat positif.

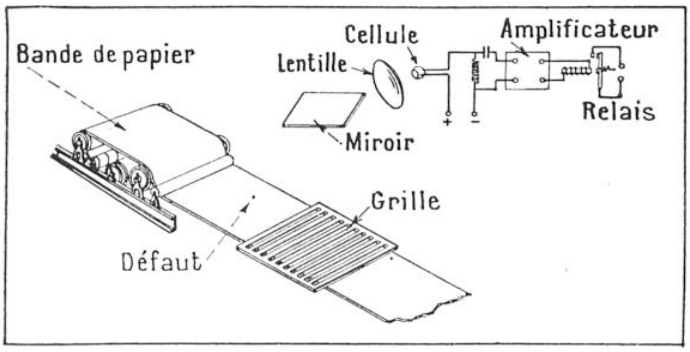


FIG. 4. — CE DISPOSITIF, FONDÉ SUR LE MÊME PRINCIPE QUE LE « PÉTOSCOPE », PERMET DE DÉCELER DES DÉFAUTS DE FAIBLE ÉTENDUE SUR UNE BANDE DE PAPIER QUI SE DÉROULE, PAR EXEMPLE

Une seule cellule photoélectrique détecte le passage de la tache à travers les intervalles de la grille placée sur la bande de papier.

Les applications industrielles du « pétoscope »

Industriellement il trouvera un champ d'applications très étendu dans le contrôle et l'inspection des matériaux ou des produits manufacturés, en particulier ceux qui sont utilisés ou fabriqués d'une manière continue, tels que les tissus, le papier, les tôles, etc. Le « pétoscope » décélera des défauts de dimensions très réduites, qui n'auraient pu être mis en évidence par une cellule ordinaire, car ils n'occupent qu'une partie trop réduite du champ. Ils donnent au contraire naissance à un signal caractéristique lorsque leur image parcourt l'écran grillagé du pétoscope.

Le plus souvent d'ailleurs, un dispositif très simplifié, fondé sur le même principe, suffit pour un tel contrôle (fig. 4). L'écran est remplacé par une grille qui couvre la bande à surveiller et il n'est plus besoin que d'une seule cellule reliée à un amplificateur. Le passage d'un défaut ou d'une tache quelconque met en action le relais.

PAUL LUCAS.

Le nouvel ambassadeur des Etats-Unis en France a affirmé que son pays allait retrouver, au cours de l'année 1937, un revenu national de 80 milliards de dollars (environ), chiffre qui n'avait été atteint qu'en 1929, année correspondant au maximum d'activité économique en Amérique. En 1936, l'augmentation de ce revenu national a déjà dépassé, en effet, 65 milliards de dollars (39 milliards en 1932).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LES LIVRES QU'IL FAUT MÉDITER

Sous cette rubrique, une personnalité éminemment qualifiée pour chaque genre d'ouvrage analyse les livres les plus récents, qui font époque dans les différents domaines de la pensée humaine appliquée à l'interprétation des faits et des idées modernes.

STRATÉGIE ET TACTIQUE DES GRANDES UNITÉS CUIRASSÉES

UNE brochure allemande (1) vient de paraître sur l'emploi des troupes blindées. Son auteur, le général Guderian, commande la deuxième division blindée de la Reichswehr, à Wurzburg. Déjà, dans la *Militarwissenschaftliche Rundschau* du 1er janvier 1936, il a fait connaître sa manière de voir sur le développement d'une attaque brusquée.

L'attaque brusquée

« Une nuit, écrit-il, les hangars où sont abrités les avions et les chars seront ouverts, les moteurs mis en marche, et tout s'ébranlera. Une première attaque par surprise permettra de conquérir des régions industrielles ou minières, ou au moins de les détruire partiellement à l'aide d'attaques aériennes, en les mettant ainsi hors d'état de produire. L'action du gouvernement et de l'état-major sera paralysée. Les voies de communication seront coupées... Le coup de force stratégique pénétrera plus ou moins profondément au cœur du pays ennemi.

« La première vague d'avions et de chars sera suivie par des divisions d'infanterie transportées en camions, qui occuperont la zone conquise pour permettre aux unités rapides de renouveler leur choc.

« L'assaillant aura alors mobilisé son armée nationale... Il portera des coups puissants. L'effet de surprise sera obtenu par la concentration des chars et des avions. Les unités cuirassées, sans s'arrêter sur les objectifs, essaieront toujours d'utiliser au maximum leur vitesse et leur rayon d'action pour désorganiser totalement la ligne ennemie...

« L'attaque sera poussée sur la plus grande profondeur possible. »

Il est intéressant d'étudier les idées contenues dans la brochure, afin d'examiner les procédés de l'attaque brusquée.

L'organisation des grandes unités cuirassées

Le général Guderian passe en revue l'action du *corps de reconnaissance* et l'action du *corps de combat*. Ainsi voyons-nous, tout d'abord, que les moyens cuirassés ne sont jamais, comme en France, subordonnés aux divisions d'infanterie, mais qu'ils sont, au contraire, constitués en grandes unités blindées ayant à remplir des missions particulières.

Discutant la solution française, l'auteur est amené à conclure que les partisans de l'infanterie, arme principale et reine des batailles, estiment que toutes les autres armes sont destinées à l'aider. Pour ceux-là, les chars doivent marcher à la vitesse du fantassin : leur mission est de réduire les mitrailleuses qui s'opposent à son avance. « Cette méthode, dit l'auteur, n'utilise pas pleinement la vitesse des chars ; elle leur causera des pertes très lourdes ; elle ne permet pas d'envisager les grandes opérations stratégiques. »

Au contraire, la constitution des chars en détachements cuirassés, ayant des missions particulières sur les flancs ou sur les arrières ennemis, doit, d'après les tenants de l'école opposée, amener la décision.

Le général Guderian adopte une solution moyenne :

« On s'arrêtera à une solution qui permette aussi bien d'aider les autres armes que de mener à bien les actions stratégiques ou tactiques à grande envergure que permet le nouveau moyen de combat.

« Il faut, en tout cas, éviter une organisation rigide, qui enserre dans des cadres périmés le développement futur des chars. »

Les engins blindés, réunis en grandes unités, recevront une instruction de détail et une instruction d'ensemble. La faute commise par la cavalerie allemande de 1914 ne doit pas être renouvelée : elle s'est présentée sur les champs de bataille avec des escadrons bien instruits, mais qui n'avaient jamais été entraînés en grandes masses. A la hauteur de sa tâche tactique, elle a été inférieure à sa mission stratégique.

Les propriétés des chars seront utilisées à plein. Pour cela, ils ne seront pas liés à l'infanterie. Même dans le combat en commun, les chars recevront des directions, des objectifs et des missions qui ne seront pas nécessairement les mêmes que ceux de l'infanterie et dépendront surtout de la nature du terrain.

(1) *Die Panzertruppen und ihr Zusammenwirken mit den anderen Waffen*, par le généralmajor GUDERIAN, Mittler et Sohn, éditeur, Berlin.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Bien mieux, l'infanterie et l'artillerie auront à se modifier pour mieux suivre les chars et ne plus freiner leur action. Ainsi est sous-entendue cette idée que les engins blindés sont devenus l'arme principale, à laquelle les autres armes doivent plier leur action. Et tant pis si les cadres traditionnels sont brisés, car ces résultats découlent de l'étude positive des propriétés des chars.

Les grandes unités blindées sont-elles à employer dans le cadre d'une armée? Dans ce cas, leurs arrières, leur ravitaillement et leurs évacuations sont assurés. Mais ceci encore ne doit pas les freiner. Il est nécessaire d'envisager leur emploi indépendant et d'assurer, dans ce cas, leur sûreté et leurs communications, en particulier pour les voitures de service, qui ne sont pas blindées. Si le front d'attaque est large, les communications des corps cuirassés auront peu de chance d'être inquétées.

Les divisions cuirassées doivent se substituer à la cavalerie

Au milieu des divergences de doctrine, discutées dans les milieux militaires de tous les pays, le général Guderian prend parti et donne des conclusions précises.

Il voit dans les chars l'aide la meilleure aux opérations aériennes, ce qui concorde avec ses vues sur l'attaque brusquée exposées plus haut. « L'importance de l'arme aérienne est indiscutée, écrit-il ; elle est même reconnue par ceux qui ne veulent pas admettre dans leur ensemble les idées du général italien Douhet (1). Les opérations de l'arme aérienne ont besoin d'un partenaire sur terre, qui puisse compléter leurs actions de reconnaissance et de combat, et aussi les couvrir. Plus vite, plus puissant et plus fort sera ce partenaire, mieux cela vaudra. »

Pour les actions terrestres proprement dites, les armes anciennes sont peu puissantes et lentes : enfoncé, l'ennemi a toujours le temps de se reformer.

Les chars, lancés sur un large front, pénétrant profondément chez l'ennemi, désorganiseront son système de défense. Leur vitesse est leur qualité essentielle : la faible durée de la crise empêchera l'adversaire de parer les coups à l'aide de ses réserves stratégiques. Dans l'attaque, les autres armes, auxiliaires des corps cuirassés, doivent se déplacer à la même vitesse, sous peine de les ralentir.

La cavalerie, arme mobile et cuirassée, était autrefois l'arme essentielle. Rapides et blindés, les chars la remplaceront pour l'action décisive (1). Or, la constitution et l'instruction des armes rapides et de leurs états-majors ne s'improvisent pas. L'entraînement devra comprendre, en temps de paix, « une instruction solide des petites unités, et une instruction d'ensemble des corps cuirassés ».

La parade à l'attaque des corps cuirassés ne peut pas consister uniquement en un système de défense antichars. Le défenseur ne pourra espérer arrêter l'attaque blindée, débouchant par surprise, que s'il dispose, lui aussi, d'unités blindées.

A propos du rôle difficile des chefs des corps cuirassés, le général Guderian cite, en terminant, le mot de Frédéric le Grand : « Soyez actif et infatigable, et débarrassez-vous de toute paresse du corps et de l'intelligence. »

* * *

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 219, page 175.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 236, page 87.

UN EXEMPLE D'ORGANISATION SCIENTIFIQUE SANS PRÉCÉDENT DANS L'INDUSTRIE DE LA CHAUSSURE

Après *Standards*, ou « Le travail vu par un ouvrier français », voici, de M. Hyacinthe Dubreuil, un volume sur Bat'a (1) le plus grand fabricant de chaussures du monde, dont *La Science et la Vie* a déjà décrit (2) les installations modernes où les derniers progrès de la science appliquée ont abouti à une organisation de la production qui réalise — à la fois — la qualité dans la quantité et le bas prix de revient. C'est grâce à de patientes et minutieuses études systématiquement poursuivies — comme Ford le fit pour l'automobile, ou Taylor pour les aciers — sur l'objet de leur propre industrie que les frères Bat'a ont pu la pousser à un degré de perfectionnement inégalé dans les autres pays, même aux Etats-Unis. C'est la description d'une telle entreprise industrielle qui offre le spectacle d'un succès commercial aussi évident (même incroyablement contradictoire à la « crise » ambiante) qu'a tentée — et avec quel bonheur — M. Dubreuil pour nous montrer la solidité de la thèse chère à l'auteur, à savoir : possibilité de sauvegarder l'esprit d'initiative individuelle des travailleurs, au sein même de la grande industrie, par la subdivision des entreprises ou groupes, auxquels on concéderait une autonomie relative, en laissant ces travailleurs se gouverner eux-mêmes pour tout ce qui concerne strictement l'*exécution* du travail qui leur est confié. L'exemple concret de Bat'a, créant dans sa Tchécoslovaquie natale la plus grande manufacture de chaussures du monde, est

(1) *L'Exemple de Bat'a*, Paris 1936. Prix franco : France, 19 f 40 ; étranger, 21 f 80.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 219, page 213.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'un des plus démonstratifs à cet égard. On sait cependant à quelles protestations cette création a donné lieu en Europe de la part de concurrents qui se sont laissé « surprendre » par le prodigieux développement de l'affaire Bat'a, parce qu'elle a su s'assurer le bénéfice d'une supériorité technique écrasante. Ce sont précisément les sources de cette supériorité que M. Dubreuil a cherché à déterminer dans son ouvrage, afin que les incrédules comme les ignorants en tirent profit. Les aspects techniques et sociaux des problèmes posés à Bat'a sont ceux, en effet, que l'auteur a plus particulièrement étudiés au cours de son enquête, à la fois descriptive et critique, où une scrupuleuse information s'impose au lecteur impartial, c'est-à-dire qui ne condamne pas l'expérience Bat'a.. sans la connaître.

L'expérience de Zlin (le Detroit de la chaussure comme Bat'a, le fondateur, en est le Ford) se caractérise par ce fait : dans la *structure* de l'atelier et ses divers prolongements, c'est l'intelligence qui est intervenue pour la résolution des problèmes d'organisation industrielle. En effet, là comme ailleurs, la technique de la chaussure est étroitement reliée à une technique générale : celle de l'industrie mécanique. H. Dubreuil a vécu longtemps dans les milieux de la méca nique et a pu apprécier, en connaisseur, ce qu'il y avait de mieux dans cette technique, notamment aux Etats-Unis. Or les ateliers mécaniques de « chez Bat'a » peuvent être classés parmi les meilleurs : aucun ne les surclasse tant au point de vue de l'organination scientifique qu'à celui de l'utilisation des machines les plus perfectionnées. C'est une formidable usine « où chaque individu a sa chance », où l'esprit d'invention fait naître une multitude de dispositifs originaux et de machines spécialement adaptées aux besoins des fabrications Bat'a. Voilà pour la machinofacture... Sur le terrain « humain », l'auteur de cette enquête a particulièrement développé les problèmes suivants : physionomie de commandement, évolution du rôle des chefs, situation et psychologie du personnel, formation professionnelle. On ne peut, en effet, séparer le chapitre des « hommes » de celui de l'organisation technique : dans le succès de l'expérience de Zlin, ces deux facteurs constituent une entité une et indivisible depuis l'école jusqu'à l'atelier : la classe élémentaire commence, en effet, la formation de l'individu, qui accomplira, par la suite, sa *destinée* dans le travail de l'industrie... Certains, dans l'ordre social, s'élèvent contre cette manière de concevoir. Pour notre part, nous ne croyons pas que les ouvriers soient à Zlin moins heureux — ou plus malheureux — qu'ailleurs (1), bien au contraire, à en juger par les « œuvres » qui les entourent et leur assurent, dans de bonnes conditions, le « service social ». Mais, parcourez le livre de Hyacinthe Dubreuil : vous serez mieux édifiés que par cette courte analyse, consacrée à la carrière prestigieuse d'un fabricant de chaussures tel que Thomas Bat'a, mort tragiquement en avion en 1932 (2), sur la portée et l'originalité de son activité créatrice et organisatrice. G. B.

(1) On a trop souvent flétri les propositions relatives à de nouvelles formules d'organisation du travail. Les récentes expériences soviétiques du genre de celle de Stakhanov n'ont-elles pas, elles aussi, leurs partisans comme leurs détracteurs ?...

(2) C'est son demi-frère J.-A. Bat'a qui lui a succédé.

Parmi les nations les plus favorisées au point de vue de la production des matières premières, ce ne sont ni les Etats-Unis d'Amérique, ni la Russie soviétique, encore insuffisamment exploitée en dépit de son immense réservoir de richesses de son sol et de son sous-sol, qui tiennent la première place. C'est l'Empire britannique, qui produit à lui tout seul 23 % environ du blé récolté dans l'univers, 55 % du cacao, 24 % du coton, plus de 50 % de la laine, 99 % du jute, près de 60 % du caoutchouc de plantation, 30 % du cuivre, près de 95 % du nickel, 43 % de l'étain, près de 45 % du plomb, 35 % du zinc. Les Américains du Nord ne sont avantagés, vis-à-vis des Anglais, que pour le maïs (55 % de la production mondiale), le coton (49 %), le pétrole (60 %). Quant à la France, elle arrive au premier rang pour le minerai de fer dont elle produit près de 30 % du tonnage consommé dans le monde. Pour l'aluminium, la France, avec 28 700 t, se classe après les Etats-Unis (102 000 t), l'Allemagne (95 200 t) et l'U. R. S. S. (30 000 t).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LES RÉCENTS PROGRÈS DE LA TÉLÉVISION EN ALLEMAGNE

Les nouveaux câbles pour le téléphone télévisé

L'INAUGURATION, le 1er mars 1936, du service téléphonovisuel entre Berlin et Leipzig a constitué, l'an dernier, un des faits les plus saillants dans le domaine de la télévision (1). On sait que la principale difficulté d'une telle réalisation réside dans la transmission sans distorsions gênantes de la très large bande de fréquences (1 250000 périodes par seconde) nécessaire pour obtenir des images satisfaisantes (2). Il est également indispensable de combattre l'affaiblissement inévitable des courants modulés le long de la ligne. Dans ce but, on utilise — comme du reste sur les lignes téléphoniques ordinaires — des répéteurs spéciaux capables d'amplifier sans distorsion des courants dont la modulation varie de quelques périodes par seconde (exploration des zones uniformes du sujet) à plus d'un million, ces variations se reproduisant 25 fois par seconde (cadence de transmission des images).

Entre Berlin et Leipzig, distants de 150 km, ces répéteurs sont installés tous les 35 km (sur les lignes téléphoniques usuelles à basse fréquence, ils sont à 70 km les uns des autres). Pour une bande de fréquences de 4 000 000 p/s, il faudrait les rapprocher à 17,5 km. Mais la constitution du câble lui-même intervient, pour une large part, dans la qualité de la transmission (1). Celui adopté en Allemagne se compose d'un conducteur intérieur (fil de cuivre) et d'un conducteur extérieur cylindrique (fils de cuivre méplats enroulés suivant une hélice à grand pas) séparés par une cordelette et un ruban de *styroflex* (2). Une bande métallique recouvre les fils de cuivre méplats pour les maintenir en place, et le tout est entouré d'un ruban de toile isolante et d'une enveloppe de plomb. Le diamètre du câble ne dépasse pas 18 mm et sa souplesse en rend la pose facile. Les remarquables propriétés du styroflex (pertes diélectriques extrêmement faibles, même aux très hautes fréquences) ont permis d'obtenir avec ce câble un affaiblissement de 0,16 néper (3) seulement par km pour 1 million de p/s.

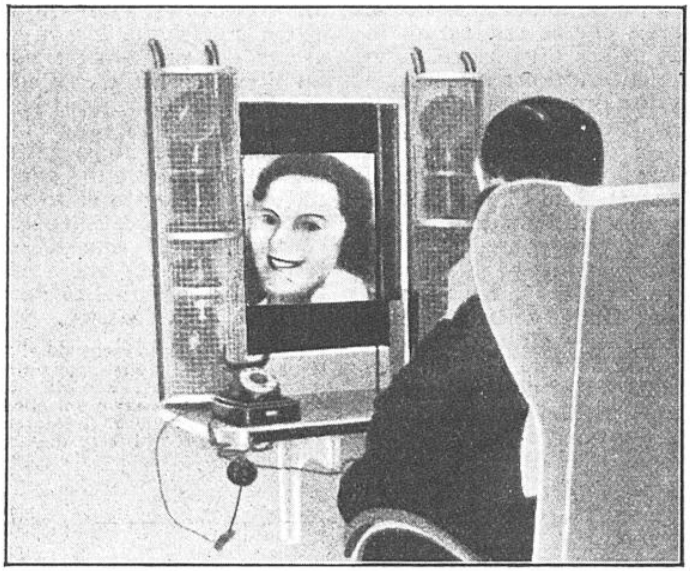


FIG. 1. — VOICI, A BERLIN, UN POSTE DE TÉLÉPHONE « TÉLÉVISEUR » OU LA PERSONNE QUI PARLE VOIT DANS L'OUVERTURE SOMBRE L'IMAGE DE SA CORRESPONDANTE
A droite et à gauche de l'ouverture se trouvent les cellules photo-électriques qui transforment en courants électriques modulés les variations du faisceau lumineux qui explore le sujet à transmettre.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 231, page 234.
(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 221, page 407.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 224, page 159.
(2) Le styroflex est un diélectrique extrait d'une substance organique, dite « trolitul » (polystyrol), dérivée de l'hydrocarbure styrolène que l'on retire de la résine connue sous le nom de *styrax*.
(3) Le « néper » est, à peu près, l'équivalent du « bel ». L'unité d'intensité sonore est le « décibel », qui correspond à l'excitation physique produite par une onde sonore dont la pression est de 1 « millibar » (1 dix-millionième de kg par dm²). Voir *La Science et la Vie*, n° 229, page 20.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Cet affaiblissement croît d'ailleurs avec la fréquence (0,325 néper pour 4 millions de p/s), d'où des distorsions possibles, puisque les fréquences transmises oscillent entre des limites très larges. Les répéteurs employés sont tels qu'en définitive la distorsion d'affaiblissement ne dépasse pas ± 0,05 néper et n'affecte aucunement les qualités des images animées « télévisées ». Leur exploration est effectuée par 180 lignes, et ces images sont transmises à la cadence de 25 par seconde. Les répéteurs sont d'ailleurs protégés contre toute perturbation d'origine extérieure au moyen de boîtiers métalliques. En outre, la salle où sont disposés ces appareils est mise à l'abri de tout champ électromagnétique étranger au moyen d'un réseau de fils de cuivre à mailles serrées.

Un deuxième type de câble a été également étudié ; son conducteur extérieur est formé de courts tronçons de tubes de cuivre s'articulant les uns aux autres pour donner la souplesse nécessaire aux opérations de la pose. Le conducteur central traverse des rondelles de *stéatite* (1) situées à chaque articulation. Elles assurent à la fois l'isolement et le centrage de ce conducteur. L'ensemble est revêtu d'une enveloppe de plomb et d'une armure protectrice en fil de fer. Les caractéristiques de ce câble au point de vue de la transmission des hautes fréquences sont analogues à celles du câble à styroflex.

(1) Silicate naturel de magnésie.

On peut transmettre à la fois la parole, la musique et les images « télévisées » sur les lignes téléphoniques urbaines

L'installation de câbles spéciaux ne peut être envisagée, en raison de leur prix élevé, pour desservir à domicile un grand nombre de récepteurs. Aussi a-t-on procédé, à Berlin, dès 1936, à une autre série d'essais en vue d'étudier la diffusion simultanée, pour les abonnés au téléphone, des émissions de télévision, de la musique et des communications ordinaires. A cet effet, la station émettrice de Berlin-Witzleben transmettait les signaux de télévision au récepteur situé à Berlin-Tempelhof en utilisant un câble spécial dans lequel était insérée une boucle de lignes téléphoniques ordinaires (2 900 m en fil de 0,8 mm et 650 m en fil de 0,6 mm, ce qui équivaut au total, au point de vue de l'affaiblissement, à 3 750 m de ligne en fil de 0,8 mm). La qualité des images ainsi obtenues sur l'écran fluorescent du tube cathodique récepteur montra que, sur une distance de 3 à 4 km, on pouvait utiliser d'une façon satisfaisante le réseau téléphonique urbain pour la télévision.

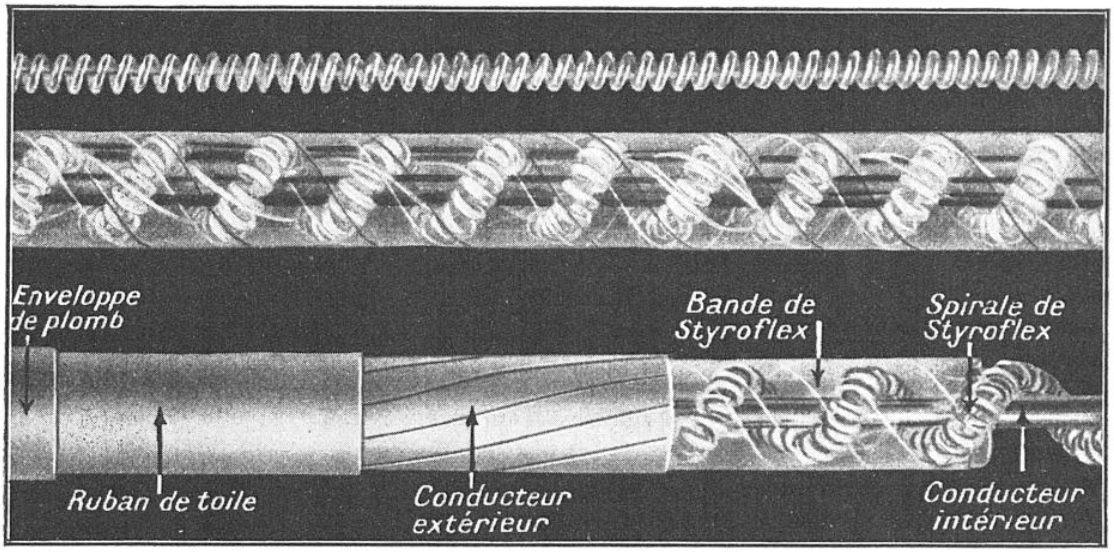


FIG. 2. — LE CABLE SPÉCIAL UTILISÉ POUR LE SERVICE TÉLÉPHONOVISUEL QUI A ÉTÉ INAUGURÉ, AU DÉBUT DE 1936, ENTRE BERLIN ET LEIPZIG

En haut, les spires du nouvel isolant « styroflex », dont les remarquables propriétés diélectriques donnent au câble des caractéristiques particulièrement intéressantes pour la transmission des très hautes fréquences utilisées en télévision ; au centre, détail du conducteur intérieur du câble montrant son isolement par la spirale et la bande de « styroflex » ; en bas, l'ensemble du câble.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En vue de compléter l'expérience, une ligne de télédiffusion de musique fut branchée à l'entrée de la boucle téléphonique. A l'arrivée, un filtre séparait ces courants de télévision (qui étaient acheminés vers le récepteur cathodique) des courants de télédiffusion (qui agissaient sur le récepteur sonore). Aucune perturbation des images reçues ne fut alors constatée. Enfin, on put également transmettre, avec un amplificateur intermédiaire, à une distance de 7 km. Pratiquement, on ne doit guère dépasser 4 km par suite des bruits existant dans les réseaux téléphoniques.

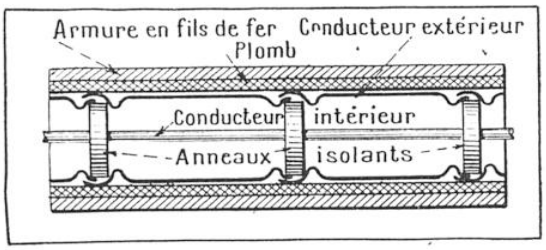


FIG. 3. — COUPE DU CABLE SPÉCIAL POUR TÉLÉVISION UTILISANT DES ANNEAUX DE STÉATITE POUR ISOLER LE CONDUCTEUR INTÉRIEUR DU CONDUCTEUR EXTÉRIEUR

Voici maintenant la réalisation. Chez certains techniciens dirigeant ces essais se trouvent les récepteurs de télévision. Les signaux de Berlin-Witzleben sont transmis par câble spécial au service central technique ; puis, par ligne ordinaire, au bureau Sudring (à Berlin), d'où un amplificateur les diffuse aux abonnés. Là encore, on a constaté que, grâce à l'emploi de filtres, on pouvait recevoir, parfaitement séparées, les images télévisées ainsi que les conversations. De cette façon, l'organisation, dans certains centraux téléphoniques, d'amplificateurs recevant les émissions de télévision et de musique d'une station voisine (à laquelle ils seraient reliés par câbles spéciaux) pourrait permettre — dès maintenant — d'utiliser les réseaux existants pour diffuser chez les particuliers images et sons.

Cette ingénieuse solution particulière du problème général de la télévision affranchit sa technique de certaines difficultés que rencontre la solution envisagée dans son ensemble. Seule, la *radiovision* — c'est-à-dire la transmission des images par ondes hertziennes et non par lignes — peut, en effet, assurer la diffusion de ces images à *tous* les propriétaires d'un appareil récepteur, abonnés ou non au téléphone. Mais la large bande de fréquences qu'il faut transmettre, en télévision, de part et d'autre de l'onde porteuse, nécessite l'emploi d'ondes courtes (inférieures à 10 m), afin d'éviter le chevauchement des émissions. Ces ondes se propageant en ligne droite, leur portée est limitée par la courbure de la Terre ; elle demeure cependant supérieure à celle d'une transmission satisfaisante par lignes téléphoniques ordinaires, puisque, pour la station de la Tour Eiffel, par exemple, elle atteint, théoriquement, 64 km (1).

J. M.

(1) Cette portée est donnée pratiquement par la formule P (milles marins de 1 852 m) $= 2\sqrt{H}$ (mètres). — H, hauteur de l'antenne.

Aux Etats-Unis, depuis la reprise économique amorcée en 1935, le marché des matières premières a donné lieu à de fortes hausses pour la plupart d'entre elles. Ainsi, le *cuivre*, en février 1935, était aux environs du cours de 26 livres sterling ; en février 1937, il atteignait 56 livres. Le *plomb*, pendant la même période, est passé de 10 livres à 28 ; le *zinc* de 12 à 23 ; le *caoutchouc*, de 6 d (pence) à 10 d. La *laine*, de son côté, a doublé de valeur de 1935 à 1937. Par contre, le *coton* n'a pas suivi le mouvement (1), puisqu'il valait 12 cents il y a deux ans et en vaut 13 cents seulement au début de 1937. Le *blé* américain a progressé de 80 à 130 cents, le sucre de 4 à 6 schillings, et il en a été de même pour le riz, le maïs. Cette évolution résulte non seulement des besoins, mais aussi, pour une part, de la spéculation. Devant la revalorisation des *produits*, il est évident que la *production* a augmenté pour répondre à la demande, l'exploitation du sol et du sous-sol redevenant, de son côté, plus rémunératrice parallèlement à la « reprise » des marchés.

(1) Les besoins en coton sont, en effet, largement assurés par suite des récoltes des années 1935 et 1936, qui ont été supérieures à la moyenne (9 millions de balles en 1934, 10 en 1935 et 12 en 1936).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'AVIATION VA-T-ELLE REVENIR AU MOTEUR ROTATIF ?

Une nouvelle conception du moteur rotatif en étoile : suppression des soupapes

Le moteur rotatif en étoile pour avion, dont la construction a été abandonnée vers 1923, dérive de la théorie établie dès 1907 par notre éminent collaborateur M. R. Esnault-Pelterie au cours de ses recherches sur un « moteur extra-léger à explosion » (1). Reprenant cette question, M. Sklénar a conçu un moteur qui, tout en restant dans la théorie générale du moteur rotatif en étoile, présente de nouveaux perfectionnements. Son originalité réside dans le mode de distribution adopté. Celle-ci est assurée par une culasse fixe circulaire, au centre de laquelle tournent les cylindres radiaux refroidis par l'air (fig. 2). Elle constitue, en quelque sorte, un tiroir annulaire à surface intérieure sphérique comportant les lumières d'admission, les bougies d'allumage et les lumières d'échappement. Sur le type à 9 cylindres ainsi construit, la culasse-distributeur porte cinq séries équidistantes d'orifices d'admission, d'échappement et de bougies. Le vilebrequin fait neuf tours dans un sens pendant que les cylindres en accomplissent un seul dans l'autre (1). Dans ces conditions, les lumières du tiroir coïncident avec celles des cylindres aux moments correspondants des phases du cycle, admission ou échappement. Au contraire, pendant la course de compression, d'allumage et de combustion, le fond du cylindre est obturé par les parties pleines du tiroir annulaire distributeur fixe sur lesquelles sont fixées les bougies d'allumage.

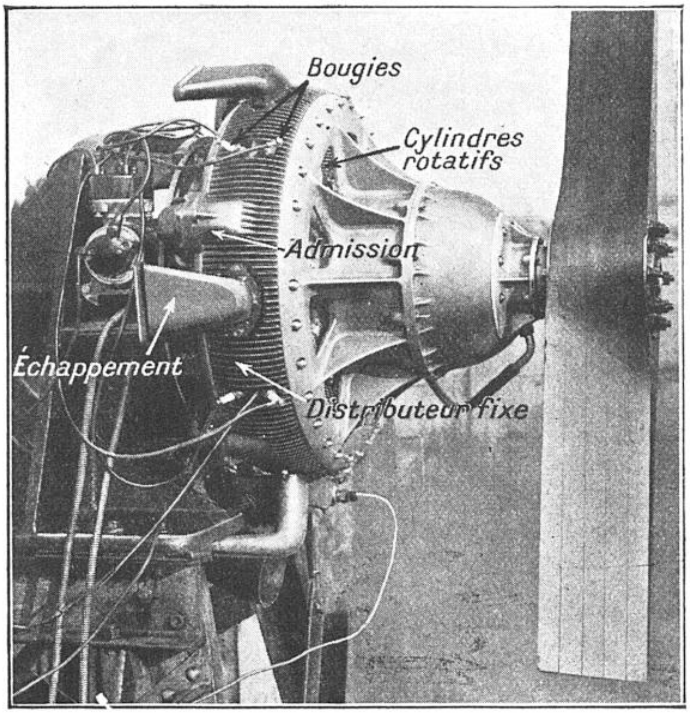


FIG. 1. — VOICI LES ESSAIS AU BANC DU MOTEUR ROTATIF « MAWEN », A 9 CYLINDRES, 160 CH, ÉTABLI D'APRÈS LES CONCEPTIONS DE M. SKLÉNAR.

La suppression des soupapes et de leurs commandes lui ayant fait adopter une came unique pour assurer la distribution dans les cylindres, M. Esnault-Pelterie établit que, pour un moteur de N cylindres, cette came (tournant dans le même sens que le moteur) devait comporter $\frac{N+1}{2}$ bossages et être animée d'un régime de rotation $(N+1)$ fois moins rapide que celui du vilebrequin.

(1) En voici le résumé succinct : pour obtenir un effort aussi régulier que possible, les explosions successives dans les cylindres doivent être appliquées sur un même maneton, d'où la disposition obligatoire en étoile. Le cycle adopté à 4 temps s'étend, on le sait, sur deux tours. Afin de répartir exactement les explosions de N cylindres sur ces deux tours, il faut donc provoquer au premier tour l'allumage successif des cylindres $1, 3, 5, \ldots, N$, et au second tour, celui des cylindres $2, 4, \ldots, (N-1)$, c'est-à-dire d'abord les cylindres impairs. Le N^e cylindre faisant partie de cette série, le nombre N doit être impair.

En outre, le souci de la simplification des com-

(1) Le distributeur étant fixe, le vilebrequin doit tourner en sens inverse des cylindres et $(N+1)$ fois plus vite que ceux-ci, donc accomplir N tours dans un sens pendant que les cylindres en accomplissent un dans l'autre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dispositifs de commande rend ce moteur très robuste (l'un des modèles construits a accompli d'emblée 300 heures de marche par séries de 10 heures) et diminue considérablement son prix de revient. En outre, la culasse circulaire offre une surface de refroidissement bien supérieure à celle des moteurs actuels. Les bougies ne sont en contact avec les gaz chauds que pendant un temps très court.

Comment est réalisée l'étanchéité entre les cylindres rotatifs et le distributeur fixe

Dans la réalisation d'un tel moteur, l'étanchéité du joint entre le sommet des cylindres et la face interne de la culasse sphérique est particulièrement délicate à assurer. M. Sklénar y est cependant parvenu au moyen de boisseaux, sortes de champignons (fig. 2) à surface extérieure sphérique, que la force centrifuge applique d'autant plus fortement contre l'intérieur de la culasse que le régime de rotation est plus élevé. D'ailleurs, les inégalités du frottement entraînent ces champignons dans un lent mouvement de rotation autour de leur axe ; le rodage ainsi produit accroît encore l'étanchéité (1). L'échauffement de ces organes résultant du frottement et du passage des gaz chauds (échappement) est réduit par celui des gaz froids (admission). Enfin, leur graissage est assuré par l'huile projetée par la force centrifuge.

Et voici les résultats obtenus : deux types de ce moteur ont été construits et essayés en France : l'un à 5 cylindres (cylindrée totale 490 cm³), l'autre à 9 cylindres (4 328 cm³). Le nombre de chevaux obtenus par litre et par 1 000 t/mn est compris entre 11 et 11,5. Au régime nominal de 3 000 t/mn du vilebrequin la consommation du moteur 9 cylindres (donnant près de 160 ch, soit 36 ch par litre) est de 217 g par ch/h (1). Quant à la température, à 4 000 t/mn, celle du joint d'une bougie d'allumage ne dépasse pas 245° C, et celle de l'huile de sortie 90° C (2). J. M.

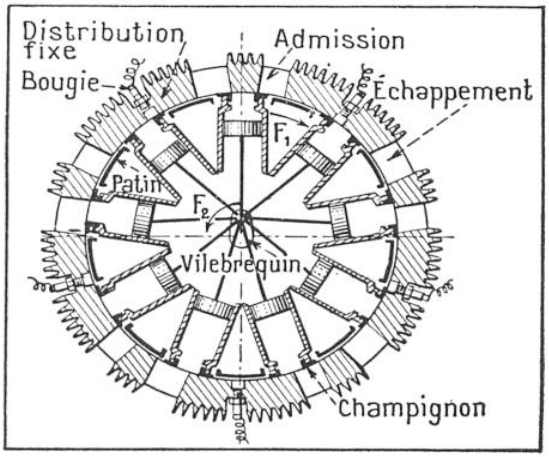


FIG. 2. — COUPE SCHÉMATIQUE D'UN MOTEUR ROTATIF « SKLÉNAR », 9 CYLINDRES

Les cylindres tournent dans le sens de la flèche F_1 *et accomplissent un tour pendant que le vilebrequin en accomplit neuf dans le sens de la flèche* F_2. *Les phases du cycle à 4 temps correspondent aux cinq groupes d'ouvertures (admission et échappement) et aux cinq bougies portées par la culasse de distribution, qui est fixe.*

(1) L'intervalle entre les champignons est comblé par des patins légers également appliqués contre la culasse par la force centrifuge, ce qui assure un fonctionnement correct de l'aspiration d'admission.

(1) Si l'on se rappelle que le moteur 7 cylindres établi en 1907 par M. Esnault-Pelterie donnait 30 à 35 ch au frein à 1 500 t/mn, pour un poids de 52 kg (avec son allumage, sa tuyauterie et ses carburateurs), soit 1,5 kg par ch en ordre de marche, on juge aisément le progrès réalisé.

(2) M. Esnault-Pelterie a fait, au sujet de ces nouveaux moteurs, une remarque intéressante. On sait que, dans les moteurs rotatifs, l'ovalisation des joints de piston sous l'action des accélérations tangentielles est particulièrement à craindre, surtout pour les régimes élevés utilisés en vue d'obtenir le maximum de puissance spécifique. Cet inconvénient s'élimine de lui-même dans le moteur Sklénar, car la multiplication de la puissance dépend ici non du nombre de tours des cylindres, mais de celui des pulsations des pistons pendant un tour de ces cylindres. M. Sklénar peut ainsi utiliser des segments ordinaires sans aucune difficulté, tout en obtenant une grande puissance volumique par le moyen d'une fréquence élevée.

Le docteur Schacht a toujours proclamé que la prospérité économique internationale dépendait de la redistribution du crédit dans le monde.

Or, l'Angleterre possède actuellement, nous l'avons vu (1), la plus forte réserve métallique qu'elle ait jamais eue depuis la guerre. Plus une nation possède d'or, plus son potentiel de crédit est élevé. Lorsque le moment sera venu, la Grande-Bretagne jouera à ce point de vue en Europe un rôle primordial.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 233, page 404.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

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.

La chimie dans les mines et la métallurgie

Les progrès de la chimie industrielle ont profondément modifié la technique minière et métallurgique. La houillère moderne ne se contente plus de vendre du charbon tel qu'il est extrait du sol, le haut fourneau d'aujourd'hui n'est plus un simple fabricant de fonte. Le charbon est considéré maintenant comme un agent chimique qui, distillé à haute ou basse température, permet d'obtenir un nombre considérable de produits précieux, liquides, gazeux ou solides (1); goudron, ammoniaque, benzols, engrais chimiques, essences synthétiques, etc. De même, le haut fourneau constitue un puissant gazogène dont le gaz (3 700 m³ par tonne de métal produit), recueilli et épuré au lieu de brûler inutilement au gueulard, présente une valeur considérable. Contenant en effet de 27 à 30 % d'oxyde de carbone et 3 % d'hydrogène, il possède un pouvoir calorifique d'environ 1 000 calories qui le fait utiliser comme source d'énergie pour certains moteurs des usines métallurgiques ou électriques, ou comme source de chauffage. Il faut citer également les applications du laitier par sa transformation en béton, cailloutis, briques, ciment, etc. ; la récupération du fer, voire même de l'iode des poussières, celle de la potasse. Enfin, on recueille l'acide phosphorique contenu dans les gaz et, aux Etats-Unis, certains hauts fourneaux ne sont utilisés que dans ce but. Ainsi, la chimie a complètement transformé l'industrie minière et métallurgique, qui peut aujourd'hui tirer parti de tout ce que renferment les richesses du sous-sol.

L'essence synthétique et le lignite

Il est exact que la France possède dans son sol des réserves assez importantes de lignites, notamment dans les Landes, où on évalue à 200 millions de tonnes la masse exploitable. Or, étant donné la grande proportion d'eau contenue dans le lignite, celui-ci ne constitue qu'un bien pauvre combustible. Par contre, — et l'Allemagne a tracé la voie dans ce sens, — il est possible de l'hydrogéner en vue de la préparation de l'essence de synthèse, sa teneur en matières volatiles atteignant de 20 à 22 %. Si les essais entrepris en 1924 n'ont pu passer dans le plan industriel par suite du prix trop élevé du traitement, la technique a progressé depuis et la facilité d'extraction du lignite qui, en de nombreux points, affleure le sol, peut faire considérer l'opération comme plus économique. N'oublions pas que la France manque de houille et qu'elle doit en importer. D'autre part, le charbon constitue un excellent combustible. Il paraît donc plus intéressant pour nous de chercher à hydrogéner le lignite plutôt que la houille pour la synthèse des huiles minérales.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 51, p. 63, n° 127, 17, n° 133, p. 21, et n° 179, p. 397.

Cinéma et aviation

Les essais de prototypes d'avions demeurés longtemps du domaine de l'empirisme, — le pilote spécialiste faisait connaître son avis à la suite de vols plus ou moins prolongés et le moteur était éprouvé au banc à la puissance maximum — deviennent de plus en plus scientifiques, grâce à la mesure exacte des caractéristiques de l'appareil : vitesse, montée, plafond, descente, atterrissage, stabilité, rendement, etc. L'utilisation du cinéma, notamment en Amérique, donne, à cet égard, de précieux renseignements.

Ainsi, une camera montée sur un appareil constitue un excellent enregistreur des indications données au même instant par les nombreux instruments de bord. Elle permet, par exemple, au cours d'un « piqué » suivi d'un redressement brusque de mesurer les accélérations, les efforts supportés par les organes de l'avion, la maniabilité, la sensibilité des commandes. Dans une telle épreuve, qui ne dure que quelques secondes, la mémoire du pilote, soumis lui-même à de pénibles réactions physiologiques, ne pouvait suffire pour lui permettre d'établir une opinion raisonnée.

De même, le cinéma permet, par l'enregistrement des indications de différents instruments, de connaître la résistance de l'eau sur la carène d'un hydravion pendant le décollage ; de mesurer avec précision la vitesse d'atterrissage en photographiant des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

repères tracés sur l'aire d'atterrissage et un chronomètre. D'ailleurs, l'appareil cinématographique peut être également situé sur le sol, l'avion qui atterrit venant vers lui. Connaissant les caractéristiques optique des la camera et une dimension de l'avion, on calcule la vitesse en comptant le nombre d'images enregistrées (à une cadence connue), ce qui donne le temps, entre deux positions de l'avion, avant et après le point d'atterrissage. L'espace parcouru se détermine en mesurant sur les clichés la dimension connue de l'avion, avant et après le point d'atterrissage. La vitesse s'obtient alors aisément.

Enfin, en cinématographiant en vol les organes de l'avion, par exemple les ailes, on peut se rendre compte de leurs déformations en vol pendant des accélérations mesurées par un accéléromètre instantané, méthode plus exacte que celle des essais statiques. Un tel contrôle rationnel constitue un important facteur pour la sécurité de la navigation aérienne.

Les automobiles emprunteront-elles le tunnel du Simplon ?

Parmi les projets proposés pour faciliter les relations par route à travers les Alpes, celui qui envisage l'utilisation du tunnel du Simplon paraît des plus intéressants, et l'accord entre les autorités italiennes et suisses serait à peu près conclu. L'adaptation de ce tunnel ferroviaire à deux galeries se ferait de la façon suivante : une des deux voies serait aménagée afin de servir au train ou à l'automobile. En été, les voitures suivraient les routes actuelles et la circulation des trains électriques, intense à cette époque propice au tourisme, resterait normale. En hiver, saison où le nombre de rames est plus faible, un service à voie unique serait adopté dans une galerie, tandis que l'autre servirait pour les véhicules routiers. L'aménagement de cette dernière consisterait à enlever les rails, traverses et ballast, puis à construire une route en ciment dans laquelle seraient placés les nouveaux rails, comme on le fait dans les villes pour les tramways. Il faudrait, en outre, assurer une ventilation suffisante, les gaz d'échappement des moteurs étant dangereux à respirer, prévoir l'éclairage de la galerie, la signalisation nécessaire et construire les routes d'accès. La circulation des voitures serait réglementée suivant les heures de la journée, car deux automobiles ne pourraient se croiser dans le tunnel. Les passages reliant les deux galeries du tunnel seraient utilisés comme points de garage pour les réparations des voitures arrêtées. On estime à 3 millions de francs suisses le coût de ce projet, et à 80 le nombre de voitures pouvant circuler par heure. Il faudrait un trafic de 30 000 autos par hiver, payant un droit de passage de 17 francs, pour assurer les dépenses d'entretien, le versement aux chemins de fer suisses, l'amortissement et la rémunération du capital.

Les câbles à 287 500 volts du Boulder Dam

Nous l'avons déjà annoncé (1), la tension adoptée pour le transport de l'énergie électrique produite par les usines du Boulder Dam (2) sur le Colorado (États-Unis) atteint 287 500 v ; ce sera la tension la plus élevée utilisée sur une ligne de transport d'énergie dont la longueur est de 426 km. Nous avons dit aussi que, pour réduire l'effet « corona » (effluves autour des câbles), effet qui diminue notablement le rendement, il fallait accroître le diamètre des conducteurs et que, pour ne pas aboutir à un poids de métal prohibitif, on ferait appel à des câbles tubulaires de 35 mm de diamètre extérieur. Il était évidemment impossible d'envisager l'emploi de tubes obtenus par tréfilage, les câbles devant être continus. Aussi ceux installés au Colorado seront-ils constitués par dix bandes de cuivre enroulées sur une matrice en bois qui les oblige à s'emboîter les unes dans les autres. Le pas de cet enroulement est de 0 m 70. Les câbles ainsi constitués résistent à une traction de 10 t. Le poids total du câble, pour les 426 km sera de 6 170 tonnes seulement.

En Italie, les camions ont aussi une autoroute

Il est exact que, pour relier le littoral méditerranéen à la Lombardie, une route spéciale a été établie en vue d'assurer la circulation des véhicules industriels. En effet, d'une part, la première voie de communication entre Gênes et la vallée du Pô, qui date de 1831, est une route de montagne, aux fortes rampes et aux nombreux lacets ; d'autre part, les deux voies ferrées construites en 1868 et 1889 sont devenues insuffisantes devant l'augmentation du trafic, malgré l'électrification de la ligne qui a permis de faire passer de 700 à 3 000 le nombre de wagons qui y circulent par jour. Aussi a-t-on projeté l'établissement d'une voie directe comportant un tunnel de près de 16 km. Le développement des transports automobiles a fait adopter en même temps la solution de l'autoroute pour camions. Celle-ci a une largeur de 10 m, dont 9 m de chaussée, formant trois pistes. Les courbes ont un rayon de 100 m au minimum et les rampes ne dépassent pas 4 %. Tous les 2 km environ, des plate-formes de 30 m de longueur et 3 m 50 de largeur sont aménagées pour servir de garage aux véhicules en

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 230, page 165.
(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 199, page 61.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

panne. Onze postes de garde, reliés par téléphone, sont installés sur les 50 km entre Gênes et Senovalle (point de raccordement à la route Turin-Milan). Signalons encore les nombreux ouvrages d'art nécessités par la configuration du terrain : 10 ponts, dont un de 269 m de long et 47 m de haut ; 27 km de murs de soutènement ; 11 tunnels, dont un de 892 m de long près du col de Giovi. Tous les tunnels laissent libre une chaussée de 9 m et sont éclairés, comme toute la route pendant la nuit, par de puissantes lampes à incandescence. Cette autoroute a coûté 211 millions de lires et son trafic doit dépasser 1 000 véhicules par jour.

Locomotive électrique à grande puissance

Le réseau de chemin de fer P.-O.-Midi possédait vingt-cinq locomotives électriques de 4 000 ch, lorsque quatre nouvelles machines plus puissantes furent commandées pour être mises en service entre Vierzon et Brive (ligne Paris-Toulouse), où se trouvent de fortes rampes. Ces locomotives ont une puissance continue de 4 220 ch à 88 km/h et une puissance unihoraire de 4 780 ch à 84 km/h ; du type 2-D-2 (1 bogie, 4 essieux moteurs, 1 bogie), elles pèsent 136 tonnes, développent un effort de traction de 12 à 15 000 kg. Leur vitesse maximum sera normalement de 140 km/h sur des sections moins accidentées (Paris-Tours et Les Aubrais-Vierzon), où le maximum légal de 120 km/h est relevé, et de 85 km/h entre Vierzon et Brive, mais l'équipement peut se prêter à des vitesses de 145 km/h.

Chaque locomotive comporte quatre moteurs de traction à double induit ; avec trois groupements différents de moteurs, on obtient un nombre total de 15 vitesses de régime économique. Ajoutons que le freinage par récupération a été installé sur ces machines et qu'il est capable de freiner un train sur des pentes de 10 mm par mètre à toutes les vitesses de 140 à 25 km/h.

Construites en acier, ces machines comptent cependant certains éléments en alliages légers, ce qui a permis de ne pas dépasser le poids maximum autorisé par essieu.

Les freins d'automobiles s'améliorent encore

Il est exact que la technique du freinage en automobile enregistre aujourd'hui un nouveau progrès. Depuis plus de deux ans (fin 1934), certains dispositifs (came d'égale action, auto-centreur) avaient permis de régulariser le serrage du frein et l'usure de la garniture ; mais les perfectionnements apportés aux garnitures n'avaient pas résolu le problème de la liaison à la-fois onctueuse et puissante de l'amiante métallisée avec le tambour en acier (1). En effet, le coefficient de frottement des garnitures actuelles laiton-amiante sur le tambour est tel que le freinage est brutal aux petites allures, et moins puissant aux grandes vitesses (2). D'autre part, des érosions du tambour sont à craindre. Mais voici le remède : c'est l'emploi du plomb pour le tissage des garnitures d'amiante (3). Le plomb accroît, en effet, le coefficient de frottement du frein ; il permet une attaque et une fin de freinage plus progressive. En outre, il s'oppose à la soudure des petits grains d'acier qui résultent d'une érosion du tambour par un corps dur (grain de sable, copeau d'acier) sur la garniture. L'emploi du plomb constitue, affirme Ch. Faroux, le plus gros progrès réalisé depuis l'apparition des freins avant.

A propos des moteurs qui « cognent »

Vous nous signalez que, depuis quelque temps, le moteur de votre voiture « cogne ». Ce phénomène peut provenir, vous le savez, d'un allumage prématuré du mélange carburant (détonation) sous l'effet d'un excès de compression, d'une avance à l'allumage exagérée, de l'encrassement des culasses, ou de la qualité de l'essence utilisée. Le nombre de plaintes du même genre que nous avons reçues démontre que c'est cette dernière qui doit être mise en cause. On ne peut évidemment admettre un déréglage simultané de l'avance à l'allumage pour un assez grand nombre de moteurs, pas plus qu'un encrassement des culasses qui en réduisant le volume de la chambre de combustion provoque le même effet qu'un excès de compression. Or, par contre, la quantité d'alcool mise à la disposition des raffineries de pétrole serait, paraît-il, depuis quelques mois, insuffisante et réservée au carburant poids lourd. Dans ces conditions, le nombre d'octane (4) de l'essence de tourisme non alcoolisée a légèrement baissé (il doit être compris normalement entre 60 et 62), car l'alcool est un antidétonant. D'où le cognement des moteurs un peu poussés qui se trouvent normalement à la limite de ce phénomène.

(1) L'amiante seul résiste mal au frottement et évacue difficilement les calories développées au cours du freinage.

(2) Un frein étant serré sous une certaine pression, et le véhicule à l'arrêt, l'effort nécessaire au démarrage doit vaincre le coefficient de frottement *statique* pour le décollage. Lorsque le mouvement est commencé, c'est le frottement *cinétique* qui entre en jeu. Or, celui-là est supérieur à celui-ci. De même, pendant le ralentissement, le coefficient de frottement croît lorsqu'on se rapproche de l'arrêt, d'où les broutements parfois constatés. La présence du plomb a précisément pour effet de diminuer le coefficient de frottement statique et d'augmenter le coefficient de frottement cinétique.

(3) Les premiers essais ne sont pas très récents, mais une technique nouvelle a permis d'incorporer le plomb métallique aux garnitures.

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

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

RÉFLEXIONS SUR LA PRODUCTION ET LA DISTRIBUTION DE L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE

De quelques difficultés actuelles

L'INDUSTRIE électrique, qui dessert 94 % des communes françaises — représentant 98 % de la population de notre pays (1), — est cependant parmi les plus mal connues. On l'imagine volontiers comme une industrie privilégiée, qui, à l'abri des concessions, jouit d'une sorte de monopole et s'exploite sans effort. La réalité est tout autre. Nous avons rappelé les dures étapes qu'elle dut franchir dans le passé : mais les difficultés sont loin d'être terminées et ne le seront sans doute jamais.

Les unes sont inhérentes à la nature même de l'électricité, non susceptible d'être stockée, et dont il faut produire la quantité demandée à l'instant précis de la demande. Si l'éclairage ne représente qu'une faible consommation d'énergie électrique, c'est cependant le principal élément perturbateur. A la tombée du jour, tout le monde s'éclaire en même temps, d'où ces pointes qui exigent un accroissement de puissance considérable, d'ailleurs variable avec les saisons. Les installations de production et de distribution doivent être prévues pour la puissance maximum.

Toute l'économie de l'industrie électrique se trouve ainsi dominée par une notion essentielle : celle de la durée de l'utilisation des usines, quotient du nombre de kW.h produits pendant un temps déterminé par la puissance installée. Elle est généralement très faible : sur les 8 640 heures que comporte l'année, l'utilisation annuelle moyenne de l'ensemble des usines françaises — qui ont produit, en 1935, 15 milliards 1/2 de kW.h avec une puissance installée de 10 millions 1/2 de kW — est seulement de 1 400 à 1 500 heures, soit à peine un sixième.

Ce qui équivaut à dire qu'une machine sur six seulement travaille toujours à plein rendement : les cinq autres, indispensables pour les pointes et la sécurité du service, n'en doivent pas moins être payées, amorties et entretenues.

D'autres difficultés proviennent des conditions géographiques et climatériques.

Les sources d'énergie, houille noire et houille blanche, sont inégalement réparties et ne coïncident pas forcément avec les centres de consommation. D'où la nécessité des transports d'énergie à grande distance, très onéreux avec des postes de transformation, des longueurs énormes de lignes à très haute tension, des installations de régulation et de compensation, des postes de commande centralisée, des télécommunications radioélectriques, etc. D'autre part, une fraction importante de l'énergie transportée se perd dans les lignes et les transformateurs.

A une certaine distance de l'usine productrice, l'énergie hydraulique transportée sur plusieurs centaines de kilomètres revient aussi cher, parfois même plus cher, que l'énergie thermique produite à proximité. Ainsi, dans la région parisienne, l'utilisation de l'énergie hydraulique constitue une lourde charge pour l'industrie électrique; celle-ci l'accepte cependant dans l'intérêt général, notamment afin de participer à l'amortissement des installations hydrauliques.

Autre problème : le développement régulier de la consommation, de 1923 à 1930, a conduit à équiper de nombreuses chutes d'eau pour satisfaire aux besoins futurs que, par extrapolation, on pouvait estimer à 25 milliards de kW.h pour 1935 ; mais la crise est venue, et l'on est désormais en présence d'un suréquipement hydraulique.

Cependant, la production thermique, nécessaire à l'équilibre économique du pays, reste indispensable pour pallier à l'insuffisance de la production hydraulique dans les périodes de sécheresse ; on l'a bien vu dans les derniers mois de l'année 1936.

Par ailleurs, le développement de l'électrification conduit à desservir des populations de moins en moins denses et à plus faible consommation. La longueur des lignes nécessaires croît plus vite que l'énergie distribuée : actuellement, il faut poser en moyenne environ 46 m de ligne basse tension pour desservir un nouvel abonné, au lieu de 13 m en 1923, et le nombre de kW.h transportés, par mètre de ligne et par an, est tombé de 39 en 1926 à 19 en 1935.

En outre, par les progrès incessants de la technique, les installations deviennent vite démodées ou insuffisantes.

Enfin, la dure loi de la concurrence oblige l'électricité à lutter avec le gaz et le moteur Diesel. Preuve éclatante de l'inexistence de son prétendu monopole.

Qui prouve d'ailleurs que l'industrie électrique, sous sa forme actuelle, ne se trouvera pas, un jour, anéantie par la découverte d'autres formes d'énergie, si l'on parvient, par exemple, à libérer celle que contient l'atome?

(1) A ce point de vue, la France n'est guère dépassée que par la Suisse ; elle est, au point de vue de l'électrification rurale, dans une situation beaucoup plus favorable que l'Angleterre, et plus encore que les Etats-Unis où, sur sept millions de fermes, six millions sont dépourvues de toute distribution d'électricité.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LES A COTÉ DE LA SCIENCE

INVENTIONS, DÉCOUVERTES ET CURIOSITÉS

Par V. RUBOR

Une belle série de radiorécepteurs

Depuis quelques années la technique du radiorécepteur a constamment évolué et nous avons montré ici les perfectionnements successifs qui ont été apportés aux postes de toutes catégories. Il est évident que pour mettre au point, aujourd'hui, un appareil moderne, il faut un laboratoire qui ait suivi de très près, au jour le jour, les découvertes concernant non seulement les montages, mais aussi les lampes, les accessoires nouveaux pour l'accord, etc. C'est précisément le cas des *Etablissements Radio-Source* qui, après avoir étudié toutes les réalisations, des plus simples aux plus compliquées, ont pu établir une série de radiorécepteurs susceptibles de donner entière satisfaction aux auditeurs, selon le but qu'ils désirent atteindre et les moyens dont ils disposent. Nous ne saurions songer à décrire ici la dizaine d'appareils différents qui constituent cette série. *Radio-Source* a d'ailleurs effectué ce travail sous la forme d'un catalogue illustré qui forme une documentation complète à cet égard.

Depuis le récepteur « réflex R. S. 3 » jusqu'au « Super 46 rouge push pull », en passant par le « Simpladyne type 44 rouge », le « 46 rouge de 11 à 2 000 m », l' « Octodyne S. V. 637 », le « Super ferrobloc 5 + 1 », le « P B 6 à éléments autodécoupleurs » le « P B 5 rouge » (1), le « P B 5 rouge de luxe » et le « P B 5 rouge tous courants », tous les postes sont minutieusement étudiés.

Le premier cité est un des meilleurs appareils à trois lampes. Il ne comporte pas de gammes d'ondes courtes, mais est muni d'un antifading et donne des auditions de haute musicalité. Tous les autres appareils reçoivent les ondes courtes en une ou plusieurs gammes (de une à trois). Signalons l'accord par présélecteur, les changeuses de fréquence octodes, les bobinages d'accord et oscillateurs à noyaux magnétiques pulvérulents, la moyenne fréquence accordée sur 135 et 460 kc, l'indicateur visuel par trèfle cathodique (2), la commande de réglage unique rigoureuse, la sélectivité variable, la commande automatique de volume différée et la commande manuelle de volume, le réglage silencieux, qui font de ces récepteurs des appareils de haute sensibilité, d'excellente musicalité, fort agréables et fort simples à manœuvrer. Quant à la basse fréquence, elle utilise des lampes pentodes qui permettent d'obtenir la puissance désirée.

Nous avons réuni ici simplement quelques-unes des nombreuses particularités de ces appareils. Il faudrait un volume pour les détailler quelque peu. L'amateur peut être assuré de trouver dans cette série le poste qui lui convient, quelles que soient ses exigences et ses possibilités.

ETABLISSEMENTS RADIO-SOURCE, 82, avenue Parmentier, Paris-11e.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 229, page 8.
(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 231, page 253.

Pour le contrôle exact du temps

Les chronographes, qui permettent de mesurer le temps au 1/5 de seconde, sont ordinairement des appareils dont les dimensions sont analogues ou supérieures à celles d'une montre de poche. Cependant, on fabrique aujourd'hui des « chronomètres » excellents dont la trotteuse marque le 1/5 de seconde, à peine plus gros que les montres-bracelets ordinaires. Ainsi, l'automobiliste peut, sans lâcher le volant, mesurer sa vitesse, quelle que soit son allure de marche. Quant au motocycliste, il est évident qu'il ne peut utiliser le chronomètre de poche.

CHRONO-BRACELET « SARDA »

Automobilistes, coureurs, docteurs, essayeurs, garagistes, ingénieurs, sportifs, etc., pourront ainsi, sous une forme gracieuse et pratique, avoir au poignet, partout et toujours, la montre qui, sans défaillance, les servira. Les Etablissements Sarda ont mis précisément au point plusieurs séries de chronographes-bracelets de grande précision.

ETABLISSEMENTS SARDA, Besançon (Doubs).

Pour le perfectionnement des radiorécepteurs

Dans le but d'encourager les ingénieurs dans l'étude des radiorécepteurs dont les directives ne sont pas les directives « standard » des services commerciaux, un « concours du meilleur récepteur de T. S. F. » est organisé, dont le jury comprend à la fois des techniciens réputés, des représentants de la presse technique et des services commerciaux de la grande industrie. Deux classes de récepteurs ont été prévus : appareils de luxe et populaires ; 15 000 f de prix récompenseront les meilleures réalisations. Les maquettes doivent être présentées au début du mois de mai.

ECOLE CENTRALE DE T.S.F., 12, r. de la Lune, Paris-2e.

Les téléfériques légers

Les alliages légers et résistants à base d'aluminium viennent d'être appliqués au téléférique du Mont-Dore-Sancy. Sur le chariot, les alliages légers ont été utilisés pour les 8 roues (à la place de la fonte), d'où un gain de poids de 50 %. La tête de suspension, en duralumin forgé, ne pèse que 12 kg. Le poids de l'ensemble suspendu ne dépasse pas 720 kg, soit 23 kg 20 par personne transportée. Signalons qu'il a été fait un large emploi de rivets en duralumin.

V. RUBOR.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHEZ LES ÉDITEURS (1)

Nouvelle encyclopédie pratique d'électricité.

Le but d'une encyclopédie rationnellement conçue est de présenter, sous une forme accessible à tous, l'ensemble des questions relevant d'une même discipline scientifique. La librairie Quillet a particulièrement réussi cette tâche délicate, qui consiste à donner des explications claires sans s'écarter de la vérité scientifique. L'*Encyclopédie pratique d'Electricité*, où les auteurs ont su réunir la théorie et la pratique, permet à l'homme de métier de trouver rapidement les données techniques ou théoriques que le temps lui a fait oublier, et au lecteur non spécialisé d'apprendre et de comprendre sans fatigue tout ce qui concerne l'étude des phénomènes électriques et de leurs applications.

Précis de méthodes analytiques de chimie végétale et de chimie biologique, *par les docteurs Louis Reutter et L. de Foulschié.* Librairie médicale Maurice Lamertin, 58, rue Coudenberg, Bruxelles (Belgique).

L'analyse chimique dans le domaine végétal en particulier, et le domaine biologique en général, constitue une technique délicate du laboratoire où les ouvrages scrupuleusement mis à jour des derniers progrès de la chimie appliquée n'abondent pas. A ce titre, ce précis (qui vient de paraître à Bruxelles) fournit aux spécialistes une documentation complète et mise à jour qui, jusqu'ici, leur faisait défaut. C'est en effet un véritable lexique où toutes les substances, si nombreuses, de la chimie biologique sont représentées.

Ce manuel, essentiellement pratique, renferme les méthodes et modes opératoires analytiques les plus récents et qui ont fait leur preuve au laboratoire. A ce titre, il doit trouver place dans la bibliothèque du chimiste comme du pharmacien, depuis que l'industrie des produits pharmaceutiques a pris un tel essor.

(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.

Pêcheurs de rêves, *par Odette Arnaud.* Prix franco : France, 13 fr 50 ; étranger, 16 fr.

Parmi les ouvrages reçus, nous signalons un ouvrage agréablement écrit et bien documenté sur les « pêcheurs de rêves ». Ce récit d'un voyage au pays des merveilles à la recherche des Lipovans, pêcheurs d'esturgeons aux bouches du Danube, peut intéresser ceux de nos lecteurs à la recherche du pittoresque.

L'oscillographe cathodique, *par Hémardinquer.* Franco : France, 46 fr 80 ; étranger, 50 fr.

Ce n'est pas aux lecteurs de *La Science et la Vie* qu'on apprendra les services que rend l'oscillographe cathodique dans le domaine de la télévision. Aussi nous signalons particulièrement l'ouvrage, fort bien documenté et très bien présenté, qu'un spécialiste de la radio vient de publier sur les principes, la pratique et les applications de l'oscillographe. Sous une forme accessible à tous, avec des schémas explicatifs fort clairs, ce volume constitue un instrument précieux d'initiation.

Théorie du déraillement des locomotives et automotrices, *par Celoiu Constantin.* Franco : France, 76 fr 40 ; étranger, 78 fr 80.

Nous tenons à signaler ce petit ouvrage d'actualité (à cause des autorails), qui intéressera les techniciens curieux de savoir comment, au point de vue scientifique, se comportent les véhicules roulants de nos chemins de fer dont la vitesse s'est notablement accrue.

TARIF DES ABONNEMENTS A « LA SCIENCE ET LA VIE »

FRANCE ET COLONIES

Envois simplement affranchis	1 an..... 55 fr. 6 mois ... 28 —	Envois recommandés.....	1 an..... 65 fr. 6 mois ... 33 —

BELGIQUE

Envois simplement affranchis	1 an... 70 f. (français) 6 mois. 36 f. —	Envois recommandés.....	1 an... 90 f. (français) 6 mois. 45 f. —

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, Rhodésia. Suède.*

Envois simplement affranchis	1 an..... 90 fr. 6 mois ... 46 —	Envois recommandés.....	1 an.... 110 fr. 6 mois.. 55 —

Pour les autres pays :

Envois simplement affranchis	1 an..... 80 fr. 6 mois ... 41 —	Envois recommandés.....	1 an..... 100 fr. 6 mois.. 50 —

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.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

BULLETIN DE COMMANDE DU GUIDE COMPLET DES CARRIÈRES DE L'ÉTAT

Je désire que l'*Ecole Spéciale d'Administration, 28, boulevard des Invalides, Paris-7e*, envoie *gratuitement*, à l'adresse suivante, son guide de 96 pages in-8° coq., contenant la totalité des renseignements désirables sur toutes les fonctions publiques en France et aux colonies, pour les hommes et les femmes.

Prière d'envoyer, en même temps, la liste des concours annoncés.

Nom et prénoms .....

Rue et n° .....

Ville .....

Département .....

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires