

Conditions d'utilisation des contenus du Conservatoire numérique

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

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

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

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

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

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

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

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

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

NOTICE BIBLIOGRAPHIQUE

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

Notice du Volume	
Auteur(s) volume	[s.n.]
Titre	La science et la vie
Volume	Tome 50. n. 234. Décembre 1936
Adresse	Paris : La Science et la Vie, 1936
Collation	1 vol. (XXXIV p.-p.[427]-512) : ill., couv. ill. en coul. ; 24 cm
Cote	SCI. VIE 234
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.234

France et Colonies : 4 fr.

N° 234 - Décembre 1936

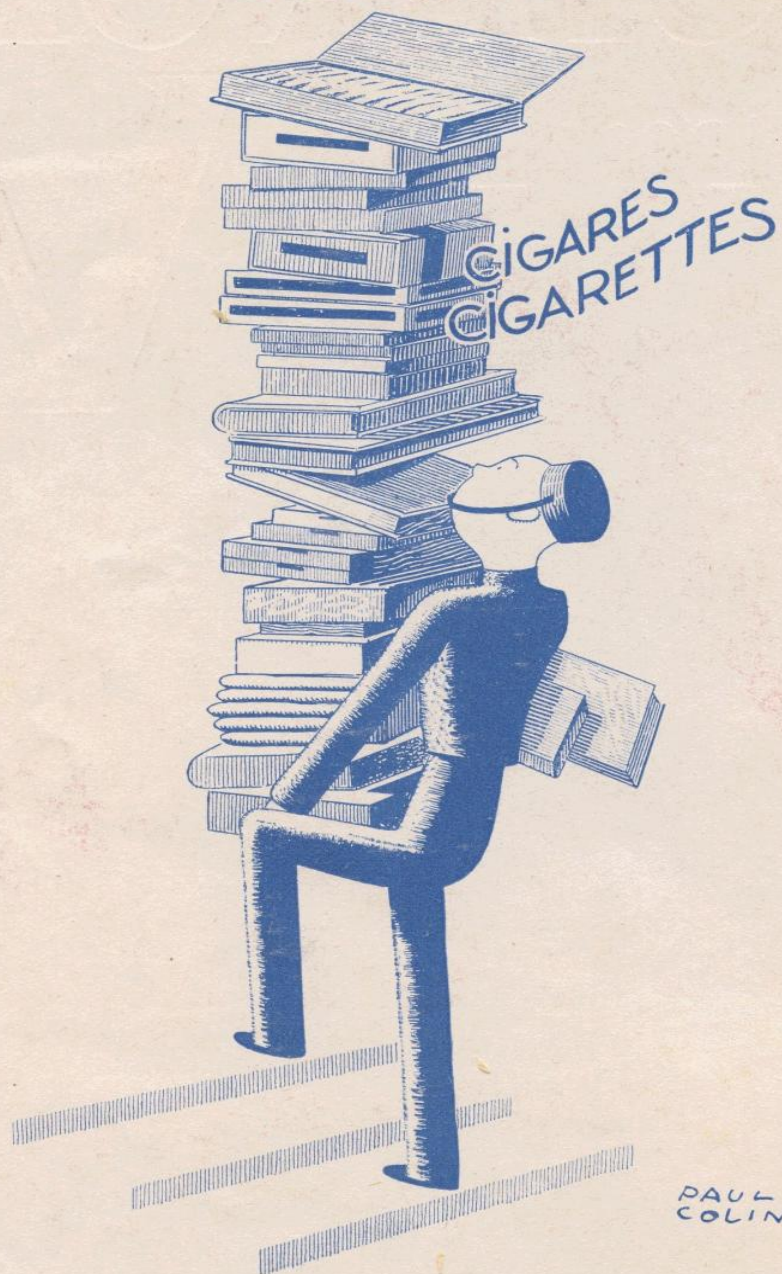
LA SCIENCE ET LA VIE



LA LUMIÈRE À L'EXPOSITION DE 1937.

NOËL 1936

ETRENNES 1937



Création 1936 JOSEPH CHARLES PARIS
des imprimeries

RÉGIE FRANÇAISE DES TABACS
CAISSE AUTONOME D'AMORTISSEMENT



ÉCOLE DU GÉNIE CIVIL **ÉCOLE DE NAVIGATION**

placées sous
le haut patronage
de plusieurs Ministères

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

Cours sur place ou par correspondance

COMMERCE ET INDUSTRIE

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

ARMÉE

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

P. T. T.

BREVETS D'OPÉRATEURS
DE T. S. F. de 1^{re} et 2^e classe
Préparation spéciale au Concours
de Vérificateur des Installations
électromécaniques.

Tous les autres concours :
DES ADMINISTRATIONS
DES CHEMINS DE FER, etc.
Certificats - Brevets - Baccalauréats

PROGRAMMES GRATUITS (Joindre un timbre pour toute réponse)

MARINE MILITAIRE

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

AVIATION

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

MARINE MARCHANDE

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

TOUS LES INGÉNIEURS

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

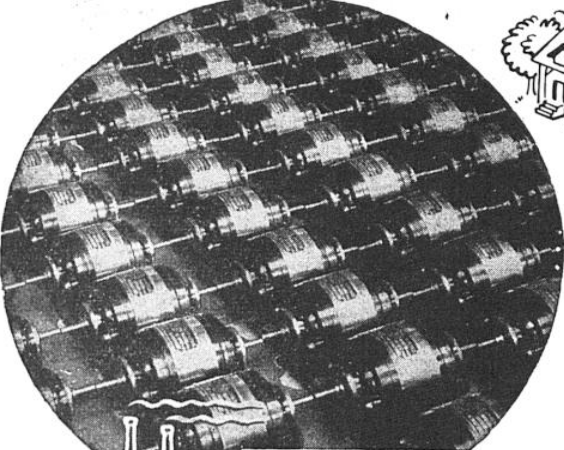
SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS PROFESSIONNELS

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

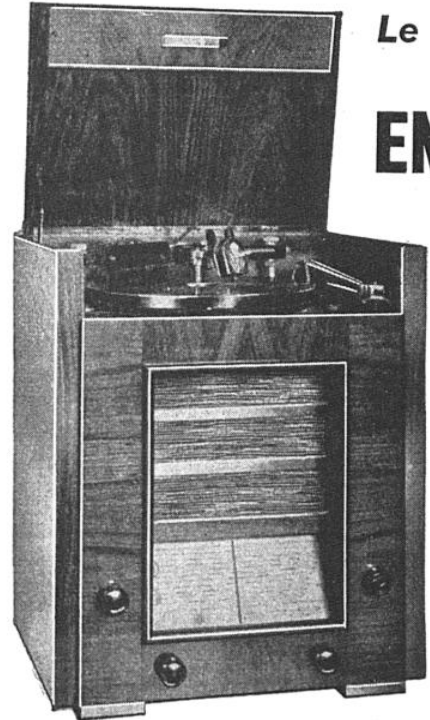
Les Statuts de la Société seront envoyés gratuitement sur simple demande.

LUBI-ELGY

E. Paladini

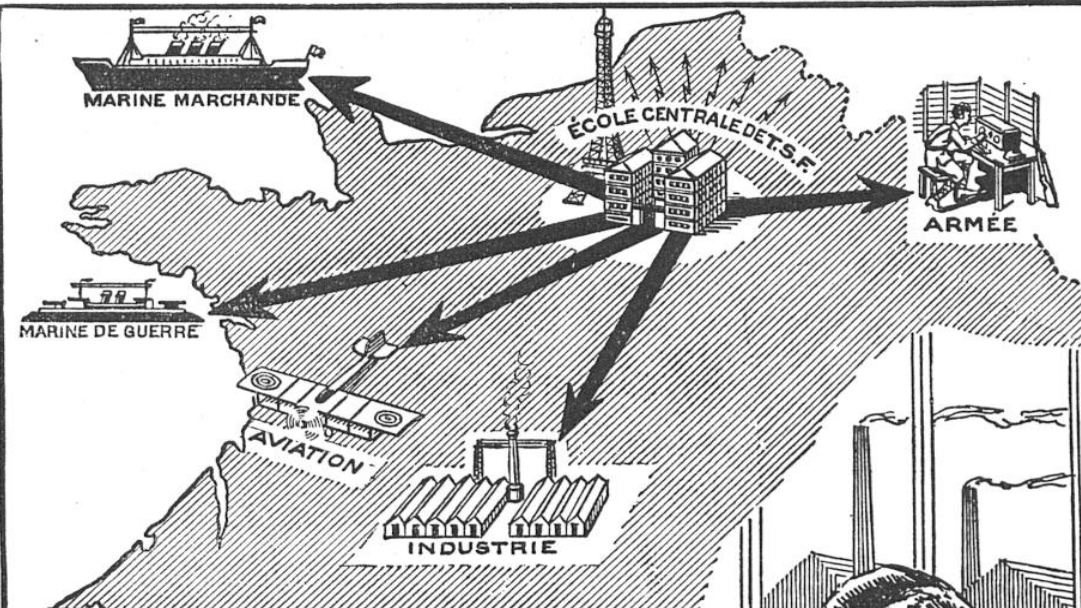



Pas de foyer
Pas d'atelier
Pas d'usine
sans un
MOTEUR
RAGONOT-ERA
moteurs à réducteurs de vitesse · moteurs spéciaux · génératrices · convertisseurs
Ragonot-Delco
(Licence Delco)
...ou un
ET E. RAGONOT, les grands spécialistes des petits moteurs, 15 rue de Milan, Paris. Tri. 17-60
Pub. R.-L. Dupuy



Le SUMMUM de la PERFECTION :
1° Le Combiné
ENREGISTREUR "VOXIA"
enregistre RADIO et MICRO
• •
◀ Vient d'être adopté par le Conservatoire nat^l de Musique.
◀ C'est un grand succès français.
◀ Indispensable aux Artistes, Orateurs, Ecoles de Musique, Chefs d'Orchestres, Théâtres, Industriels, Médecins, Familles, etc.
• •
2° **LES RÉCEPTEURS DE T. S. F.**
MODULADYNE et SECTADYNE
(de 1.175 à 3.600 francs)
PRODUCTIONS
Horace HURM & DUPRAT
Premiers Constructeurs-Vulgarisateurs de la T. S. F. (28^e année)
14, rue J.-J. Rousseau, PARIS (1^{er})
Etude sur les possibilités de l'enregistreur sonore et notices sur demande

Enregistreur Voxia équipé avec Moduladyne 737



MARINE MARCHANDE

MARINE DE GUERRE

AVIATION

INDUSTRIE

ÉCOLE CENTRALE DE T.S.F.

ARMÉE

ÉCOLE CENTRALE DE T.S.F.

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

Toutes les préparations

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

MILITAIRES :

- Génie.** - Chefs de Postes et Elèves Officiers de Réserve.
- Aviation.** - Brevetés Radio.
- Cours spéciaux de Navigateurs Aériens.**
- Marine.** - Brevetés Radio.

Durée moyenne des études : 6 à 12 mois
L'Ecole s'occupe du placement et de l'incorporation

Cours du jour, du soir et par correspondance
 DEMANDER RENSEIGNEMENTS POUR SESSION JANVIER






- Arrêtez, arrêtez, nous avons oublié le Dentol.

LE DENTOL

eau - pâte - poudre - savon

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

Maison FRÈRE, 19, rue Jacob, Paris.

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

Dentol

Recherches des Sources
Filons d'eau

Minerais, Métaux,
Souterrains, etc.

PAR LES

DÉTECTEURS
ÉLECTRO-MAGNÉTIQUES

L. TURENNE

INGÉNIEUR E. C. P.

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

Vente des Livres et des Appareils
permettant les Contrôles.

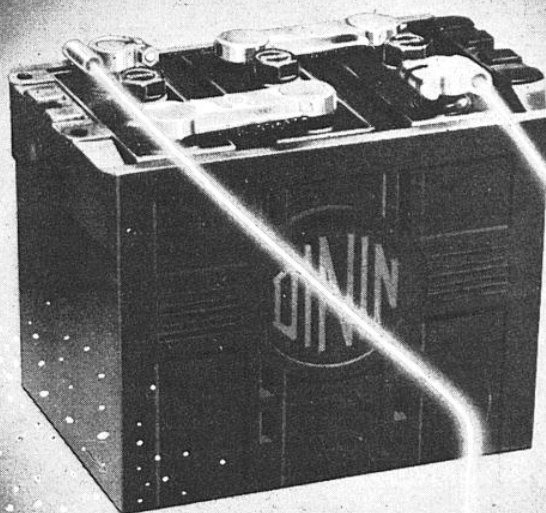
POMPES - RÉSERVOIRS
ÉLECTRICITÉ - CHAUFFAGE

LE QUATRE-MINES



EN VENTE PARTOUT

LA NOUVELLE BATTERIE **DININ** **POREX**



MÊME
PAR LES PLUS GRANDS FROIDS
2 FOIS PLUS
DE DÉMARRAGES
ET DE PUISSANCE
QU'AVEC UNE BATTERIE COURANTE

MAKOWSKY, PARIS 1936

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 29 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° 20.703, 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° 20.709, 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° 20.712, 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° 20.715, 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° 20.720, concernant la préparation à *toutes les carrières administratives* de la Métropole et des Colonies.

(Enseignement donné par des Fonctionnaires supérieurs des Grandes Administrations et par des professeurs de l'Université.)

BROCHURE N° 20.726, 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° 20.731, 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° 20.735, 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° 20.740, 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° 20.746, 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° 20.750, concernant la préparation aux carrières du Cinéma : Carrières artistiques, techniques et administratives.
(Enseignement donné par des Techniciens spécialistes.)

BROCHURE N° 20.758, concernant la préparation aux carrières du Journalisme : Rédacteur, Secrétaire de Rédaction, Administrateur-Directeur, etc.
(Enseignement donné par des Professeurs spécialistes.)

BROCHURE N° 20.761, 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° 20.767, 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 longtemps séjourné dans les pays dont ils enseignent la langue.)

BROCHURE N° 20.772, 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° 20.774, 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° 20.777, 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° 20.781, concernant l'Art d'écrire (Rédaction littéraire, Versification) et l'Art de parler en public (Eloquence usuelle, Diction).

BROCHURE N° 20.786, enseignement pour les enfants débiles ou retardés.

BROCHURE N° 20.790, concernant les carrières féminines dans tous les ordres d'activité.

BROCHURE N° 20.795, Coiffure, Manucure, Pédicure, Massage, Soins de beauté.

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

L'ÉCOLE UNIVERSELLE

59, boulevard Exelmans, PARIS (16^e)

PETITS MOTEURS INDUSTRIELS

MICRODYNE

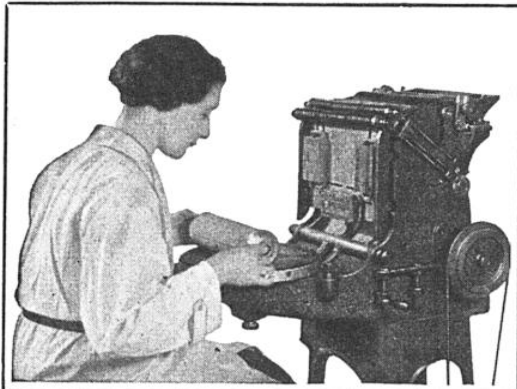
L. DRAKE CONSTRUCTEUR

240^{ème} B-JEAN-JAURES
BILLANCOURT

TELEPHONE
MOLITOR 12.39

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

LA
**POLYCHROME
DUBUIT**



NOMBREUSES RÉFÉRENCES DANS
TOUTES LES BRANCHES DE L'INDUSTRIE

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

PRÉSENTATION MODERNE
4 fois moins chère que l'étiquette
(VOIR ARTICLE DANS LE N° 227, PAGE 429)

MACHINES DUBUIT
62 bis, rue Saint-Blaise

PARIS
Rég. : 19-31

COFFRES - FORTS

FICHET

APPAREILS DE SURVEILLANCE AUTOMATIQUE

SIÈGE
SOCIAL:
26, rue Guyot - PARIS (17^e)

MAGASINS
DE VENTE:
43, rue Richelieu - PARIS (1^{er})

UNIQUE EN FRANCE !!!

L'application nouvelle de notre

GARANTIE STANDARD DE 3 ANS

comprenant :

UN SERVICE D'ENTRETIEN
et 3 VÉRIFICATIONS GRATUITES par AN



ÉCHANGE

INSTANTANÉ

DE TOUS

CHASSIS

OU POSTES

QUELQUE SOIT
LA CAUSE DE L'ARRÊT

SÉCURITÉ - QUALITÉ - RENDEMENT

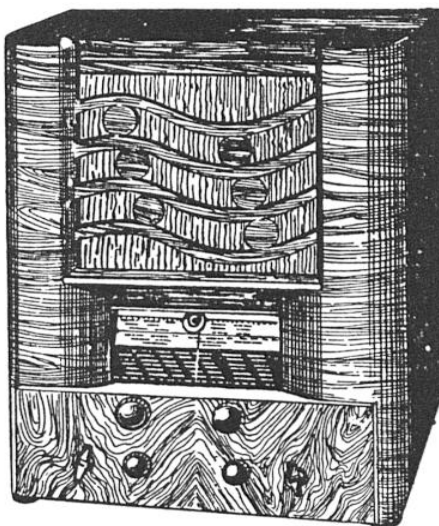
Une gamme complète de nouveaux modèles

TOUTES ONDES — 4 lampes, 5 lampes, 6 lampes, 11 lampes

ULTRAMERIC XI

CARACTÉRISTIQUES

- TOUTES ONDES 13-2.000 M.
- 11 LAMPES MÉTAL
- PUSH-PULL
- SÉLECTIVITÉ VARIABLE
- LAMPE DE SILENCE
- OSCILLATEUR CATHODIQUE
- BOBINAGES AU FER 460 Kcs
- DÉMULTIPLICATION DOUBLE
- CADRAN VERRE (7 allum.)



**HAUTE FIDÉLITÉ DE
REPRODUCTION PAR
ÉLECTRODYNAMIQUE
GÉANT DE 30 C/M**

RELIEF MUSICAL
12 Watts modulés

SUPÉRIORITÉ ÉCRASANTE

SIX MOIS D'AVANCE
sur la production actuelle

UN RÉCEPTEUR D'UNE CLASSE EXCEPTIONNELLE

DEMANDEZ LA DOCUMENTATION ILLUSTRÉE très détaillée
avec **PRIX DE RÉCLAME DU SALON (Référence 901)**

RADIO-SÉBASTOPOL

Téléphone : **100, boulevard de Sébastopol, PARIS** Téléphone :
TURBIGO 98-70
EXPÉDITIONS IMMÉDIATES EN PROVINCE
EXPÉDITIONS CONTRE REMBOURSEMENT
FOURNISSEUR DES GRANDES ADMINISTRATIONS — CHEMINS DE FER — ANCIENS COMBATTANTS — MUTILÉS DE GUERRE, etc.
MAISON DE CONFIANCE

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 préparation, les appareils automatiques épargnant la main-d'œuvre, les articles de sport et d'hygiène, les jouets, accessoires d'automobiles. Les inventions relatives à la T.S.F. sont aussi très appréciées, ainsi que tout ce qui touche au luminaire et à la cinématographie.

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

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

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

UNE USINE ÉLECTRIQUE DANS VOTRE POCHE

avec la Lampe à magnéto

"PYGMY"

qui assure INDÉFINIMENT
l'éclairage de secours.

INDISPENSABLE A TOUS :

Coloniaux
Chasseurs
Touristes

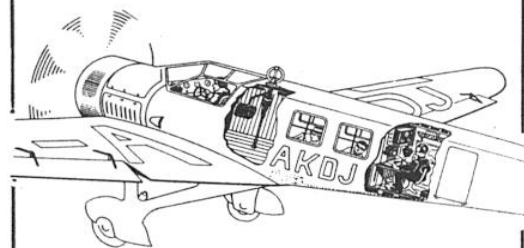
Automobilistes
Cyclistes
Etc.



Prix : 50 fr.

En vente : Electriciens,
Grands Magasins, et à
l'Usine PYGMY
TOURNUS (S.-&-L.)

Notice **G** gratis sur demande à l'usine



RADIO GONIOMÉTRIE

Le
Materiel
Téléphonique

46, 47, QUAI DE BOULOGNE
BOULOGNE-BILLANCOURT

Audiot 90 ou

55 An du Capital de 175 000 000 de francs



Fournisseur du Ministère de l'Air et d'Air France

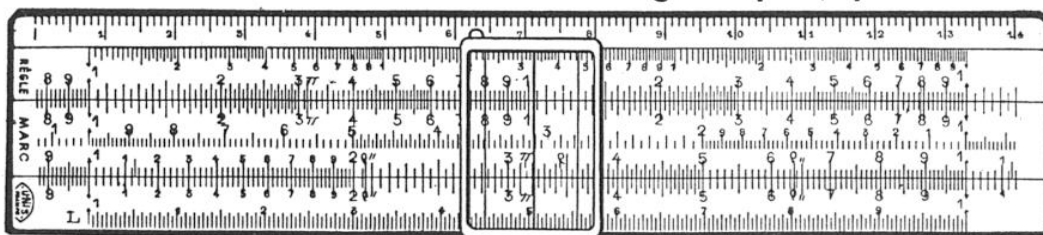
AYEZ TOUJOURS DANS VOTRE POCHE!

une RÈGLE A CALCULS MARC

SYSTEME
RIETZ
36 FR\$
grandeur
145 x 33 x 3 mm

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

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



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

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

UNIS
FRANCE



L'Institut Modern 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, Paralytiques.

2me Partie : ORGANES SEXUELS ET APPAREIL URINAIRE.

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

3me Partie : MALADIES de la FEMME

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

4me Partie : VOIES DIGESTIVES

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

5me Partie : SYSTÈME MUSCULAIRE ET LOCOMOTEUR

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

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

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

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

C'EST GRATUIT

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

SOURDS

Seule, la marque AUDIOS

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

— Sa nouvelle création —

LE CONDUCTOS

est une petite merveille de la technique moderne

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

TOUTES ONDES

A PARTIR DE 16 MÈTRES

(2 gammes ondes courtes)

4 GAMMES

SÉLECTIVITÉ VARIABLE - RÉGLAGE VISUEL
NOUVELLES LAMPES ROUGES

Tout ce qui comporte la
Technique Moderne
— est appliqué au —

Super-Excelsior 637

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

PRIX DE
DÉTAIL **1.650 fr.**

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

S. A. R. R. E.
70, Avenue de la République
PARIS (11^e)

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



SUPERBE INSTRUMENT pour les Amateurs de Microscopie

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

185 francs

Franco de port et d'emballage.

NOTICE S. V. DESCRIPTIVE ENVOYÉE
GRACIEUSEMENT

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

LA CARRIÈRE DE VÉRIFICATEUR DES POIDS ET MESURES⁽¹⁾

La fonction

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

La mission peut se résumer ainsi :

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

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

Avantages de la carrière

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

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

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

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

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

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

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

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

Emoluments (1).

Avancement (1).

Retraite (1).

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



- **G 405** Superhétérodyne 5 lampes - toutes ondes - anti-fading - réglage visuel. **1.640** Fr.....
- **G 506** Superhétérodyne 6 lampes - toutes ondes - anti-fading-sélectivité variable réglage visuel. **2.260** Fr.....
- **G 607** Superhétérodyne 7 lampes - toutes ondes - antifading - sélectivité variable. 2 gammes ondes courtes - Push-pull à transformateur - Double diffuseur dynamique. **2.825** Fr.....

Avant d'acheter un appareil, demandez à l'un de nos 700 revendeurs une démonstration comparative simultanée avec les postes d'autres marques.

EMOUZY.

LA MARQUE FRANÇAISE DE QUALITÉ LA SEULE SPÉCIALISÉE DEPUIS 22 ANS UNIQUEMENT EN T.S.F

63, Rue de Charenton, PARIS (Bastille)

Publ GIORGI

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

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

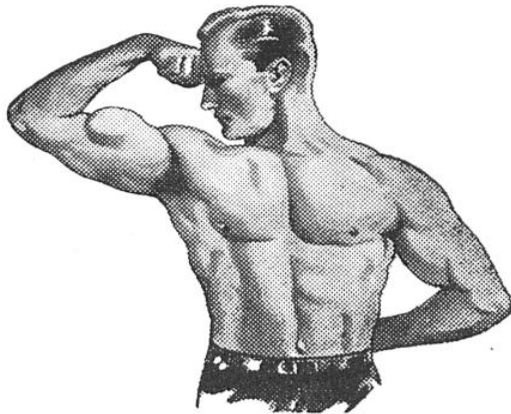
Cours oraux et par correspondance
Quelques mois d'études suffisent

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

LE 25 DECEMBRE...



Vous aurez des MUSCLES

Nous le garantissons

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

ET EN CENT CINQUANTE JOURS

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

NOUS AGISSONS ÉGALEMENT SUR VOS ORGANES INTÉRIEURS

Nous vous ferons heureux de vivre. Vous serez mieux et vous vous sentirez mieux que jamais vous ne l'avez été auparavant. Nous ne nous contentons pas seulement de donner à vos muscles une apparence qui attire l'attention : ce serait du travail à moitié fait. Pendant que nous développons extérieurement vos muscles, nous travaillons

aussi ceux qui commandent et contrôlent les organes intérieurs. Nous les reconstituons et nous les vivifions : nous les fortifions et nous les exerçons. Nous vous donnerons une joie merveilleuse : celle de vous sentir pleinement en vie. Une vie nouvelle se développera dans chacune des cellules, dans chacun des organes de votre corps, et ce résultat sera très vite atteint. Nous ne donnons pas seulement à vos muscles la fermeté dont la provenance vous émerveille, mais nous vous donnons encore l'énergie, la vigueur, la santé. Rappelez-vous que nous ne nous contentons pas de promettre : nous garantissons ce que nous avançons. **Faites-vous adresser par Dynam Institut le livre gratuit : Comment former ses muscles.** Retournez-nous le coupon ci-joint dès aujourd'hui. Ce livre vous fera comprendre l'étonnante possibilité du développement musculaire que vous pouvez obtenir. Vous verrez que la faiblesse actuelle de votre corps est sans importance, puisque vous pouvez rapidement développer votre force musculaire avec certitude. Une demande de renseignements ne vous engage à rien. Postez le bon dès maintenant pour ne pas l'oublier.

BON GRATUIT

(à découper ou à recopier)

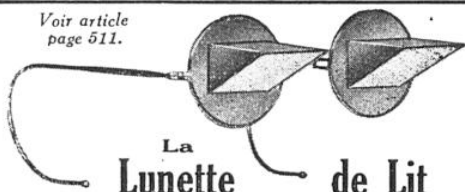
DYNAM INSTITUT (Equipe 61)
25, rue d'Astorg, 25 — PARIS (8^e)

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

NOM

ADRESSE

Voir article
page 511.

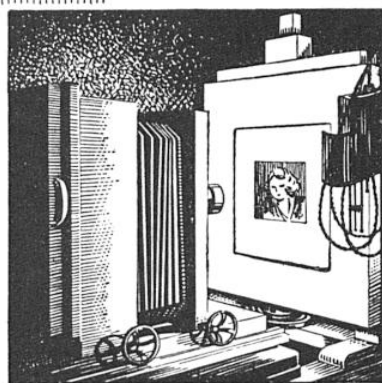


permet, dans la position couchée, de lire sans fatigue

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-17°

POUR LE TOURISME
DEUX
MACHINES
PARFAITES
LE
VÉLOCAR 4 ROUES (en famille)
2 ROUES (en solo)
A PÉDALAGE HORIZONTAL
GRATUITEMENT
NOTICE
VÉLOCAR
68, Rue Roque-
-de-Fillol,
PUTEAUX Seine



ETABLIS"

**LAUREYS
FRERES**

17, RUE D'ENGHIEN
PARIS (10°)

TELEPH.: PROVENCE 99-37
AD. TELEGRAPH.: SYRAL-PARIS 124

DESSINS
PHOTOS

PHOTOGRAVURE
STEREOTYPIE
COMPOSITIONS
PUBLICITAIRES

INVENTEURS

POUR VOS
BREVETS WINTHER-HANSEN
L. DENES Ing. Cons.
35, Rue de la Lune, PARIS 2°

DEMANDEZ LA BROCHURE GRATUITE "S".



TRESORS SOURCES

et nappes d'eau souterraines, gisements
de houille, pétrole, minerais divers, métaux
précieux, une seule pièce d'or ou d'ar.
gent, etc. sont trouvés par le REVELEUR
SCHUMFEEL breveté S.G.D.G.

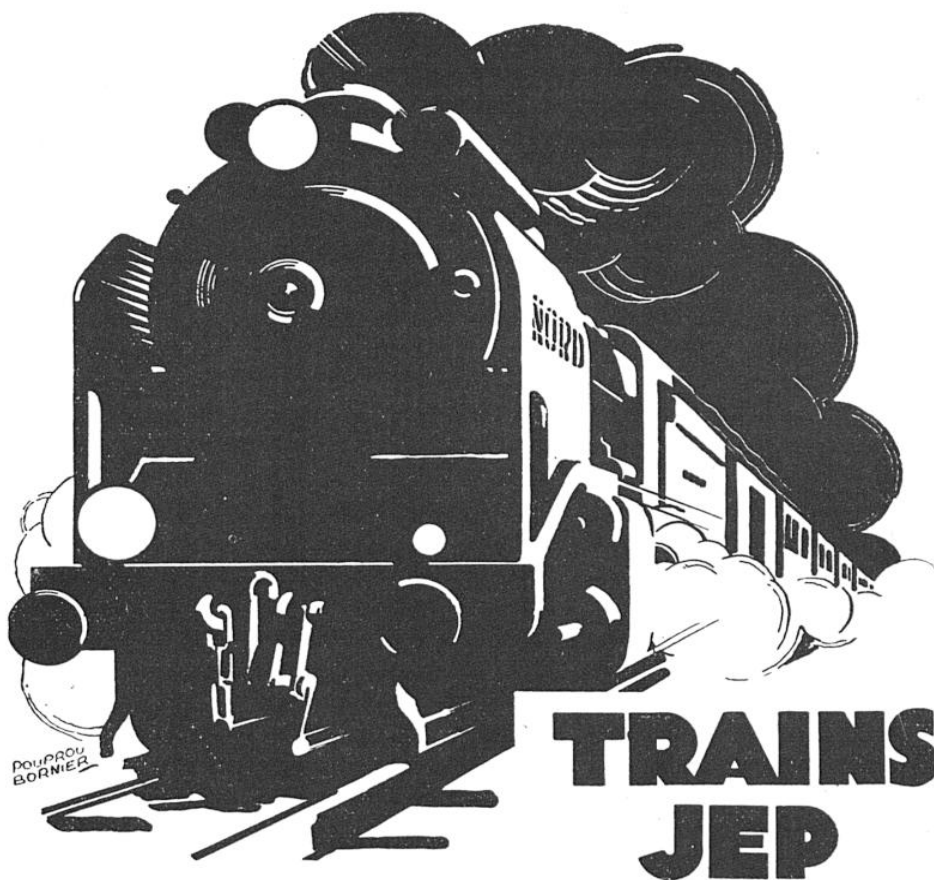
LE PROGRÈS SCIENTIFIQUE
N° III à Poncharva (ISÈRE) France

ÉVITEZ LES ÉPIDÉMIES

◀ **FILTRE** ▶

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

MALLIÉ



TRAINS JEP

Les trains JEP sont les plus perfectionnés et les moins chers de tous les trains jouets. Cette année, comme toujours, nombreuses nouveautés : trains aérodynamiques, automotrices articulées à trois corps, nouveaux accessoires, etc. Les locos et les wagons JEP reproduisent exactement ceux des grands réseaux français.

FORGEACIER

CRÉÉ ET FABRIQUÉ PAR LE JOUET DE PARIS - MÉDAILLE D'OR

FORGEACIER est un véritable petit atelier de construction, muni de merveilleuses machines-outils, qui vous permettent de façonner vous-même tous vos matériaux, avec lesquels vous construirez d'innombrables modèles animés.

GRATUITEMENT !

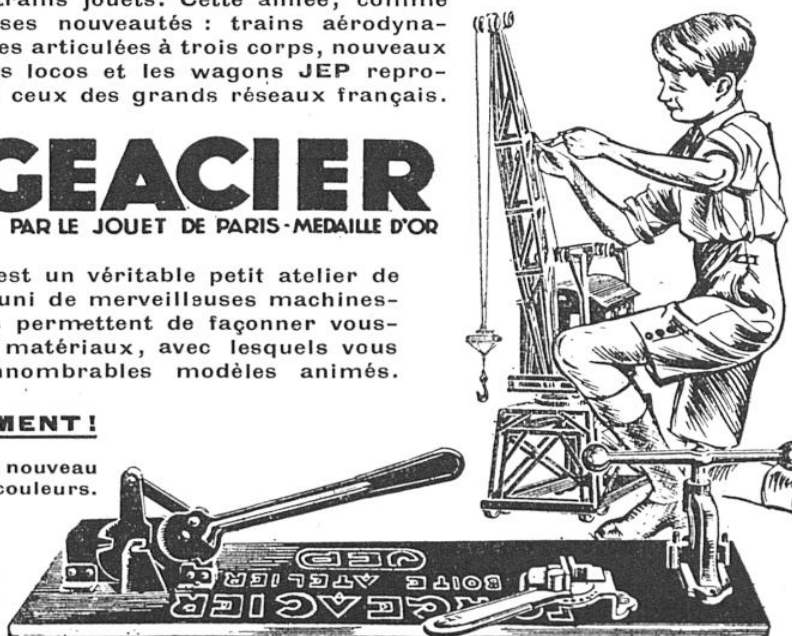
Demandez-nous notre nouveau dépliant illustré en couleurs.

Ecrivez à

"TRAINS JEP"

39, Bd Beaumarchais
PARIS

SERVICE B

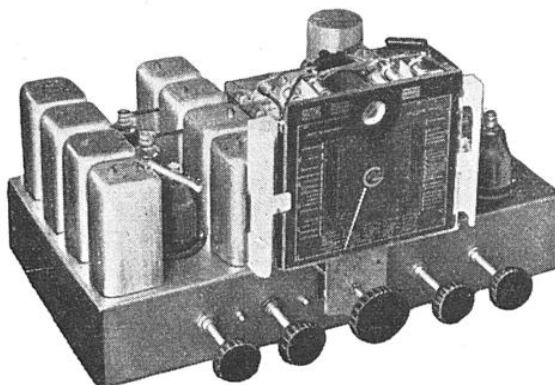


LE F 1050 S

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

RÉCEPTION FACILE DES ÉMETTEURS
MONDIAUX SUR PETITE ANTENNE

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



Demandez les notices complètes
et le tarif au constructeur

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

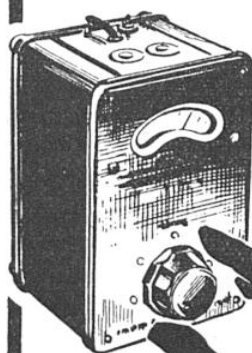
Votre électricien vous le confirmera
"les variations du VOLTAGE
coûtent TRÈS CHER!"

Si le réseau est Dévolté :

- le rendement de vos lampes diminue de 20 %
- vos petits moteurs ne démarrent plus
- la musicalité de votre T.S.F. est défectueuse

Si le réseau est Survolté :

- la vie de vos lampes diminue de moitié
- vos petits moteurs chauffent ou se détériorent
- vos lampes de T. S. F. meurent rapidement



Ayez une TENSION UNIFORME avec un
SURVOLTEUR-DÉVOLTEUR
"FERRIX"

Brochure complète n° 54 sur demande
172, RUE LEGENDRE, PARIS (17^e)
98, AVENUE SAINT-LAMBERT, NICE

Pub. R.-L. Dupuy

Quelques minutes par jour et vous parlerez l'anglais ! avec un accent parfait

**GRATUITEMENT, FAITES PAR VOUS-MÊME,
PENDANT 8 JOURS, L'ESSAI D'UN COURS COMPLET**

CELA vous paraît une gageure, et pourtant rien n'est plus vrai. Dans trois mois si vous le voulez, vous étonnerez ceux qui vous entourent en parlant l'anglais avec un accent parfait. Vous aurez la joie de comprendre les émissions radiophoniques, de lire les auteurs que vous aimez dans le texte original, et, ce qui est le plus merveilleux, c'est que vous n'aurez pas eu à vous déranger, à changer vos habitudes. C'est chez vous que vous aurez appris en vous amusant. Imaginez, en effet, qu'on vous propose un voyage en Angleterre avec le meilleur des guides ! Vous accepteriez ! Ce petit voyage, vous pouvez le

faire chez vous et apprendre l'anglais comme si vous séjourniez à Londres, comme si vous visitiez ses magasins, parcouriez ses avenues. Peut-on rêver une plus passionnante initiation ?

**Un ouvrage très complet vous est offert
DEMANDEZ-LE**

Puisque cette question des langues vous intéresse, renseignez-vous une bonne fois pour toutes sur la méthode moderne qui a rendu l'étude des langues si attrayante et si économique. Vous devez savoir ce qu'elle peut faire pour vous et une documentation illustrée vous en donnera une description détaillée, vous dira comment, sans rien changer à vos occupations, vous pouvez en très peu de temps et à très peu de frais comprendre et parler n'importe quelle langue étrangère. Dans cet ouvrage, vous trouverez l'offre d'un essai gratuit d'un cours complet, pendant une semaine chez vous. Si vous le pouvez, venez assister à une démonstration de la méthode Linguaphone, au siège même de l'Institut Linguaphone, 12, rue Lincoln (Champs-Élysées), Paris, vous recevrez là une première leçon gratuite.

Mais de toute façon, pour recevoir l'ouvrage qui vous est offert et vous sera envoyé franco et sans engagement avec tous les détails sur l'essai de huit jours, complétez et postez ce coupon.

*Réclamez cet intéressant
ouvrage GRATUIT-
Vous devez le posséder
et le lire*



**ENVOYEZ CE BON AUJOURD'HUI-MÊME
POUR RECEVOIR VOTRE EXEMPLAIRE**

**INSTITUT LINGUAPHONE (Annexe 6 E)
12, rue Lincoln, (Champs-Élysées) — PARIS (8^e)**

Veuillez m'envoyer gratuitement et sans engagement pour moi l'ouvrage sur le Linguaphone contenant l'offre d'un essai gratuit de 8 jours chez moi, d'un cours complet.

La langue qui m'intéresse est :

NOM

PROFESSION AGE

RUE N°

VILLE DÉP^t

PARIS-PROVINCE-RADIO

LA MAISON DES PRIX DE GROS
Métro : BASTILLE

6, boulevard Richard-Lenoir, PARIS-XI^e

Tél. : Vol. 04-09

TROIS FORMULES

TROIS TECHNIQUES

Technique classique

Série VERRE

Indicateur visuel d'accord par ŒIL MAGIQUE

6 A 7
6 D 6
75
42
80
R 501
6 E 5

CHASSIS 465 kc
câblé av. lampes

COMP. av. ébén.,
dyn. et lampes

590

775

Technique américaine

Série METAL GLASS

Indicateur visuel d'accord par ŒIL MAGIQUE

6 A 8
6 K 7
6 Q 7
6 E 6
5 Y 3
R 501
6 E 5

615

815

Technique transcontinentale

Série ROUGE

Indicateur visuel d'accord par ŒIL MAGIQUE

E K 2
E L 5
E B C 3
E L 2
E Z 3
R 501
6 E 5

625

843

VENTE A CRÉDIT

Ces modèles doivent SATISFAIRE les plus DIFFICILES

NOS POSTES SONT GARANTIS UN AN ET SONT INCOMPARABLES

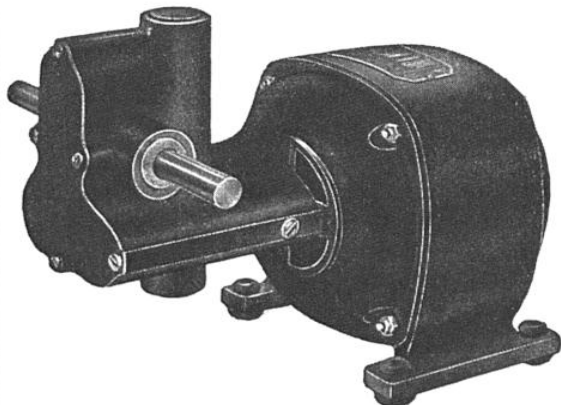
LAMPES européennes et américaines — PIÈCES DÉTACHÉES garanties

EXPÉDITIONS A RÉCEPTION DES MANDATS — C. C Postal :

Magasins ouverts sans interruption de 9 h. à 20 h. — Dimanches et Fêtes de 9 h. à midi.

PUBL. RAPHY

MOTEURS D'INDUCTION POUR TOUTES APPLICATIONS



700 T/m, 900 T/m, 1400 T/m, 2800 T/m

DE 1/100 A 1/2 HP



MOTEUR MONO, BI, TRI

à plusieurs vitesses,
à réglage de vitesses,
avec ou sans réducteur
de vitesse

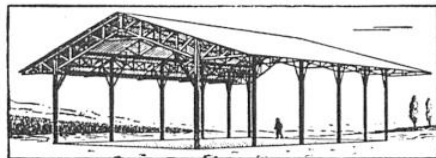
R. VASSAL

INGÉN.-CONSTRUCTEUR

13, rue Henri-Regnault, SAINT-CLOUD (S.-&-O.) — Tél. : Val d'Or 09-68

Quelques-unes de nos Constructions métalliques

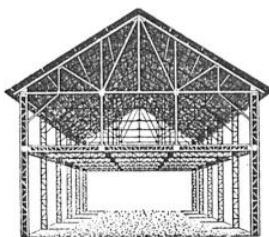
DEMANDEZ LA NOTICE QUI VOUS INTÉRESSE



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



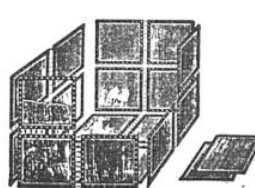
GARAGES MÉTALLIQUES pour voitures et avions de tourisme. (Notice 192)



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



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



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



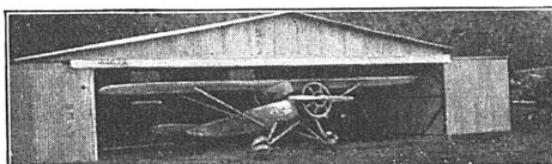
MOULINS A VENT et toutes INSTALLATIONS HYDRAULIQUES. (Not. 198)

Nous invitons nos lecteurs à nous écrire pour la notice qui les intéresse.

Rendez-vous : En atelier, depuis le lundi à 14 heures jusqu'au samedi à midi. — En voyage, depuis le samedi à 14 heures jusqu'au lundi à midi.



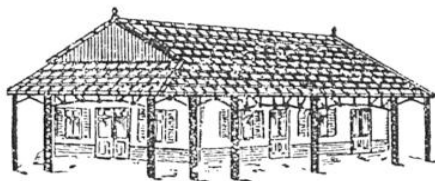
SALLE DE PATRONAGE ET CINÉMA. — Pente de 75 % au mètre, avec plafond voûté également. (Not. 208)



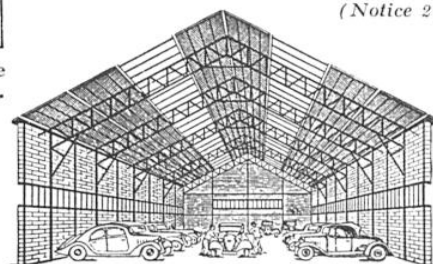
HANGARS A AVIONS, 12 m. de portée sur 8 m. de profondeur, avec 4 portes coulissantes : 9.688 francs.



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



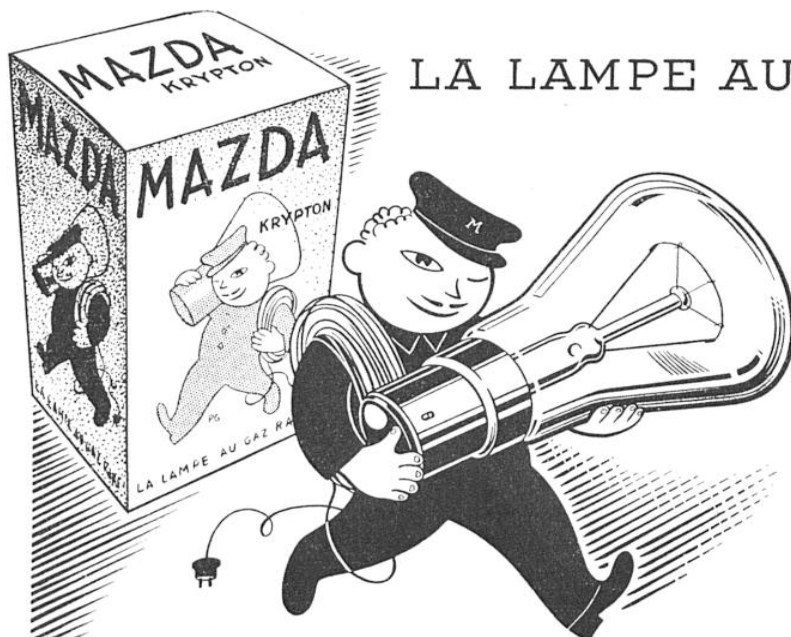
PAVILLONS COLONIAUX de toutes dimensions. Entièrement démont., toutes grandeurs voulues, avec vérandas de 2 m. jusqu'à 4 m.



GARAGES ET ATELIERS Occupez-vous aujourd'hui même de votre agrandissement ou nouvelle construction pour la prochaine saison. (Notice 212)

Etablissements JOHN REID, Ingénieurs-Constructeurs

6 bis, rue de Couronne, PETIT-QUEVILLY-LEZ-ROUEN (Seine-Inf.) — Tél. : 960.35 PETIT-QUEVILLY



LA LAMPE AU GAZ RARE

LA LAMPE AU GAZ RARE LA LAMPE AU GAZ RARE

LA LAMPE AU GAZ RARE

Dans un million de litres d'air, il n'y a qu'un litre de Krypton.
Pourtant des millions de lampes MAZDA seront remplies de ce gaz rarissime.

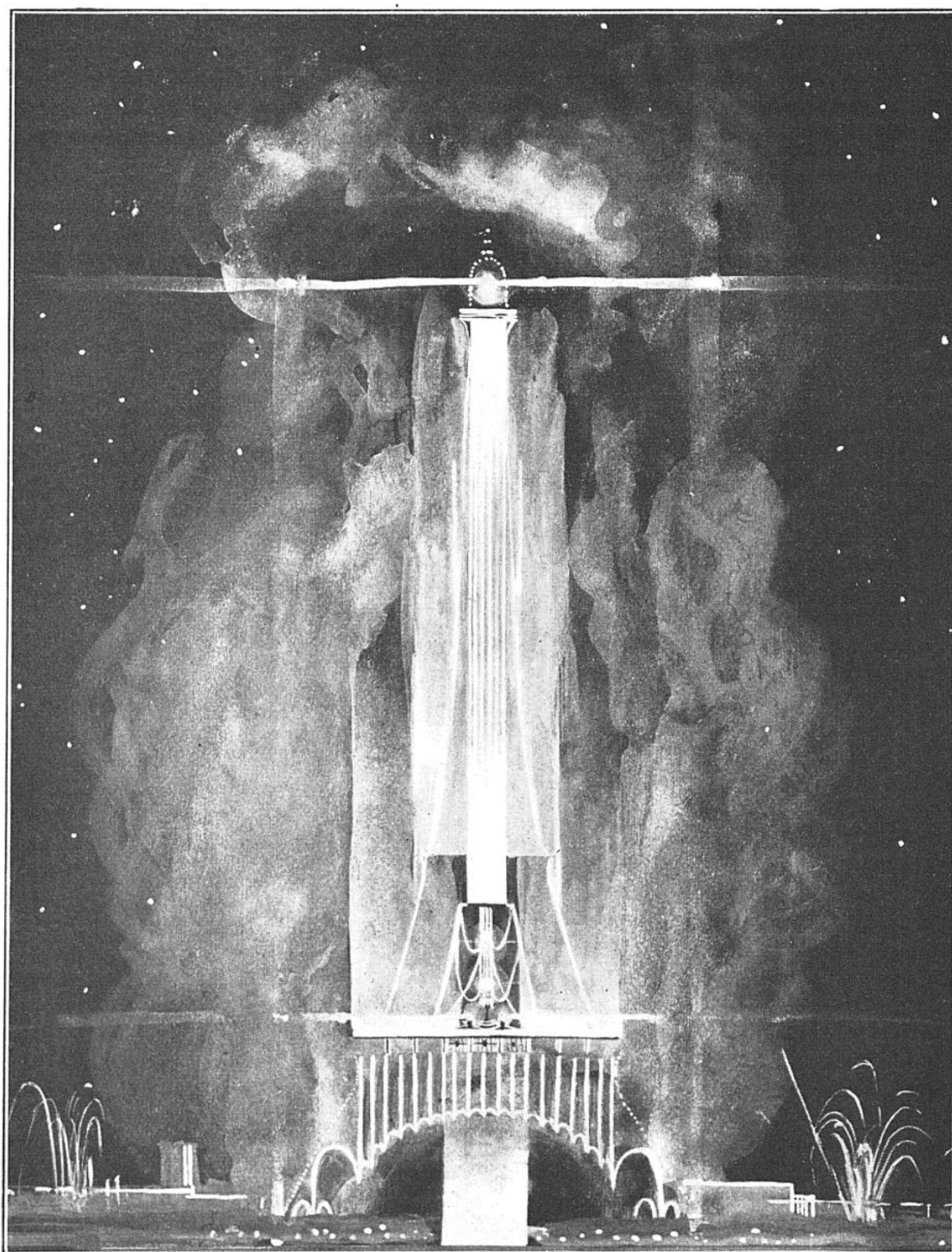
RENDEMENT.	} plus }	élevé blanche réduites
LUMIÈRE.....		
DIMENSIONS		

Forme nouvelle - culot nickelé - pas de noircissement - éclairage constant pendant toute la vie de la lampe.

Par leur efficacité accrue, les lampes MAZDA KRYPTON sont sans conteste les lampes qui donnent le maximum de lumière au prix le plus bas.

*Toutes petites...
...encore plus économiques!..*

MAZDA KRYPTON



VOICI UN PROJET D'ILLUMINATION DE LA TOUR EIFFEL FAISANT APPEL A DES NAPPES DE PROJECTEURS EN RANGÉES DÉCROISSANTES, A DES FILES DE LAMPES A INCANDESCENCE, A DES TUBES LUMINESCENTS ET A DES PRÉPARATIONS PYROTECHNIQUES, TEL QU'IL SERA RÉALISÉ AU COURS D'UNE DES FÊTES DE LA LUMIÈRE ORGANISÉES A L'EXPOSITION DE 1937

LA SCIENCE ET LA VIE

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

Rédigé et illustré pour être compris de tous

Voir le tarif des abonnements à la fin de la partie rédactionnelle du numéro

(Chèques postaux : N° 91-07 - Paris)

RÉDACTION, ADMINISTRATION et PUBLICITÉ : 13, rue d'Enghien, PARIS-X* — Téléph. : Provence 15-21

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

Copyright by La Science et la Vie, Décembre 1936 • R. C. Seine 116.544

Tome L

Décembre 1936

Numéro 234

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

VOICI DES FÊTES DE NUIT NÉES DE LA SCIENCE ET DE LA TECHNIQUE : RADIATIONS LUMINEUSES, RAYONNEMENTS SONORES

Par Charles BRACHET

La lumière est par excellence l'animatrice des arts plastiques. C'est pour cette raison qu'elle a joué un rôle sans cesse croissant dans les grandes manifestations du XX^e siècle, au fur et à mesure que la technique de l'éclairage progressait avec autant d'originalité que de rapidité. L'Exposition des Arts Décoratifs de 1925 a marqué, à ce point de vue, une étape ; puis, pour ne citer que la France, ce fut l'Exposition Coloniale où déjà les jeux d'eau et de lumière apparurent comme des chefs-d'œuvre de l'invention créatrice. Simultanément, en Europe comme en Amérique, les expositions successives se lançaient à l'assaut de la lumière dans ses applications les plus audacieuses. D'étape en étape, voici l'Exposition de 1937, à Paris, qui a su mettre à profit les nouveaux et sensationnels progrès réalisés dans l'asservissement de cette lumière pour le plaisir de nos yeux. C'est à l'art de l'ingénieur que l'on doit ces magnifiques réalisations appliquées à l'art tout court. Les différentes sources de lumière qui sont apparues au cours du siècle ont facilité la résolution des problèmes posés, grâce à l'incandescence (1), la luminescence (2), sans omettre des lampes, encore plus nouvelles, à vapeur de mercure (3) à haute pression, qui sont plus brillantes même qu'une parcelle de matière incandescente empruntée au soleil. Quel choix de moyens le technicien a mis ainsi au service de l'artiste ! L'éclairagiste et le pyrotechnicien ont, à ce point de vue, fait merveille. Les visiteurs de 1937 s'en rendront compte prochainement en contemplant les féeries lumineuses sur la Seine, véritable plateau pour spectacles gigantesques, ainsi que la Tour Eiffel, sorte de cathédrale de la lumière et centre de sonorisation de tout cet ensemble. Mais La Science et la Vie a tenu à disséquer — avant la lettre — cet organisme géant pour montrer quel rôle joue chacun des organes sous l'angle scientifique et technique de la conception.

DANS cette Exposition consacrée aux arts et aux techniques, il convient que la lumière règne en souveraine. La lumière est l'animatrice des arts plastiques en même temps qu'elle exprime, au

suprême degré, le progrès industriel de l'électricité et qu'elle représente la quintessence de l'énergie rayonnante de la « radio », avec les embranchements luxuriants que comporte désormais ce mot prestigieux : Maître Jacques des ondes.

Si l'architecture est faite, depuis qu'elle existe, pour la grande lumière du jour, les

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 223, page 5.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 144, page 447.

(3) Voir *La Science et la Vie*, n° 223, page 20.

puissants moyens dont disposent nos ingénieurs éclairagistes leur permettent de ranimer, la nuit, tous les grands monuments sans exception et d'en rénover pour ainsi dire le style, la valeur esthétique, la signification sociale même. Illuminée de projecteurs invisibles, la place de la Concorde devient une illustration de l'architecture française dont Gabriel n'aurait osé rêver. Modelé par les rayons et les ombres de l'éclairage artificiel, l'Arc de Triomphe prend un aspect entièrement neuf ; jaillie du sol, la lumière reprend les lignes classiques du monument comme un cadre idéalisé de l'œuvre de Chalgrin et de Rude. Il n'est pas un édifice auquel l'éclairage moderne ne puisse refaire une beauté — comme l'art du maquillage transforme et embellit n'importe quel visage humain. Ce premier aspect du pouvoir magique de la lumière sera largement mis à contribution

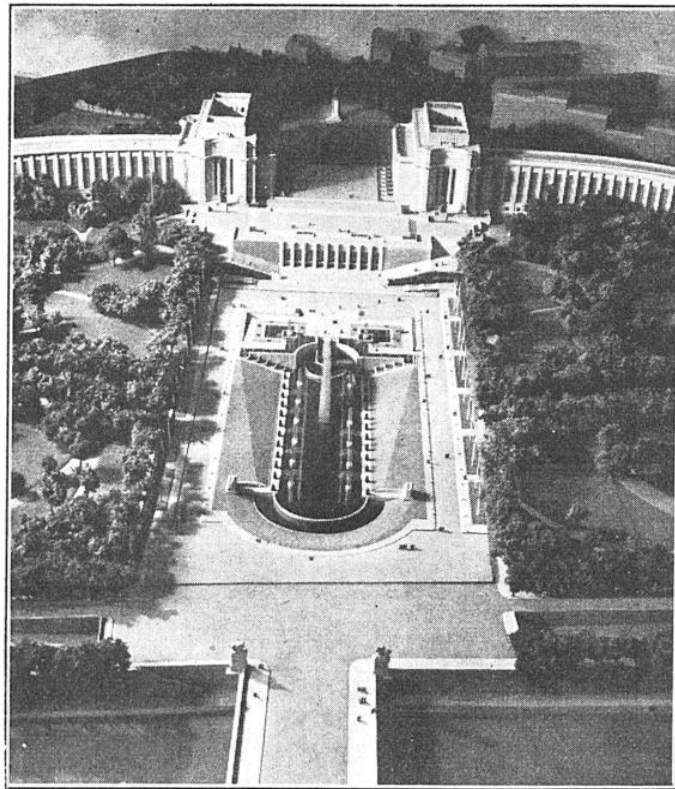


FIG. 1. — VUE GÉNÉRALE DU PALAIS DU TROCADÉRO, TEL QU'IL APPARAÎTRA APRÈS LES TRAVAUX DE TRANSFORMATION, ET DU BASSIN DE LA GRANDE FONTAINE LUMINEUSE DANS L'AXE DU PONT D'IÉNA

dans l'illumination nocturne permanente des palais de l'Exposition. Avec le couronnement de l'architecture aux allures de propylées que les architectes Carlu, Boileau et Azéma ont su donner aux restes du vieux Trocadéro démembré, avec ses cascades lumineuses et son escalier d'eau, la colline de Chaillot illuminée de nuit sera, pour l'architecture française moderne, un digne pendant de la classique place de la Concorde.

A ce premier aspect, permanent, de la féerie lumineuse, l'Exposition

qui se prépare en ajoutera un second, dont le spectacle mouvant prendra la Tour Eiffel comme support. A peu près cinquantenaire en 1937, la Tour Eiffel aura son apothéose en tant que pilier des plus beaux feux d'artifice qu'on aura jamais vus ; puis comme portant d'un décor de lumières obtenues par les procédés les plus récents, depuis la gamme des tubes à vide Georges Claude

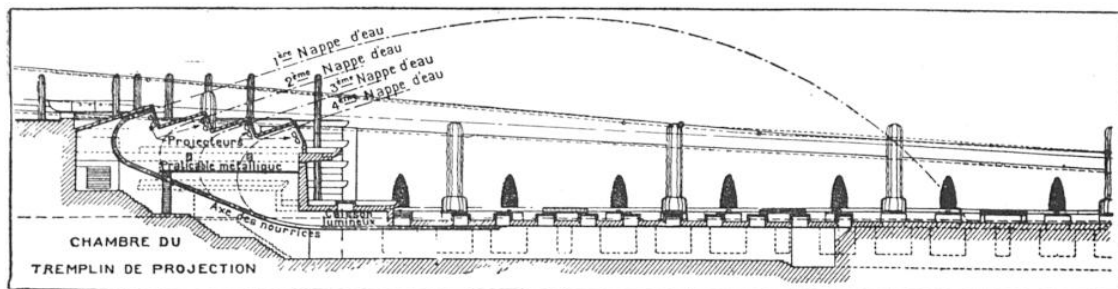
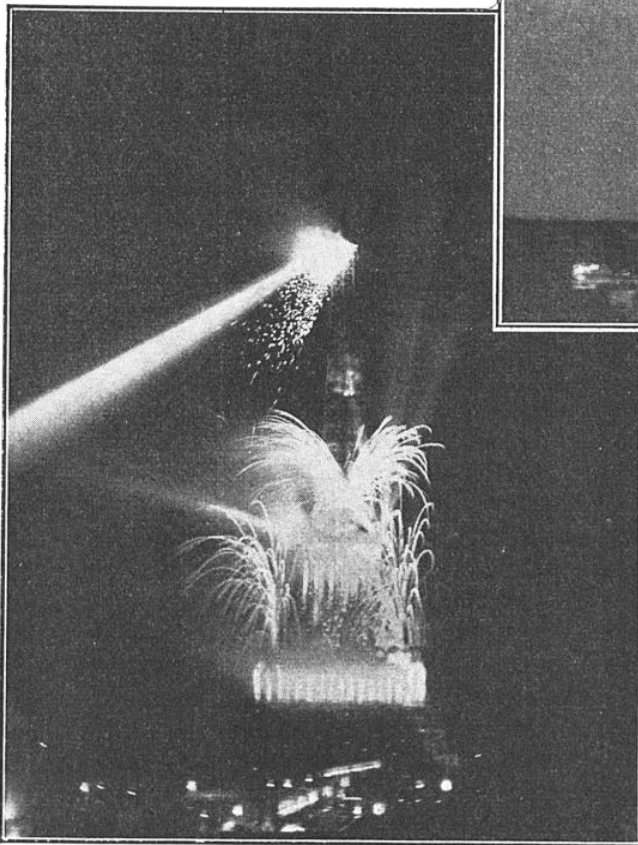


FIG. 2. — LE MOTIF PRINCIPAL DE LA FONTAINE LUMINEUSE DU TROCADÉRO SERA, ENCADRÉE PAR DES JETS VERTICAUX LATÉRAUX, UNE QUADRUPLE NAPPE PARABOLIQUE, DE 50 M DE PORTÉE, ÉCLAIRÉE PAR DES PROJECTEURS ENCASTRÉS DANS LE SOCLE DES CAISSONS DE LANCEMENT

jusqu'aux projecteurs munis de ces lampes Bol, dont chacune est plus brillante qu'une parcelle de matière réellement empruntée au soleil ; et, finalement, la Tour servira comme phare sonore, dispensateur, sur des zones scientifiquement établies, avec une intensité mathématiquement dosée, d'une musique « céleste » que nul ne saurait décrier, à l'avance, sans l'avoir entendue — puisque, aussi bien, les premières expériences ont emporté l'assentiment de nos compositeurs d'avant-garde.

Un troisième aspect de la fête des lumières nous sera présenté entre la Tour et la colline aux palais, sur le plan d'eau du fleuve : là, se dérou-



leront des ballets féeriques dont les chassés-croisés s'effectueront entre des jets d'eau gigantesques et des faisceaux lumineux aux mille nuances, dans un décor dont les lignes ne seront autres que des tubes luminescents à gaz raréfiés.

Et la fête tout entière se déroulera en mesure, orchestrée dans un synchronisme étudié



FIG. 3 ET 4. — RÉCEMMENT ONT EU LIEU DES ESSAIS D'ILLUMINATION DE LA TOUR EIFFEL EN VUE DES FÊTES DE LA LUMIÈRE DE L'EXPOSITION DE 1937. VOICI DEUX ASPECTS DE CES ILLUMINATIONS : CI-DESSUS, AVEC DES PROJECTEURS SEULS ; CI-CONTRE, AVEC DES FUSÉES PYROTECHNIQUES TIRÉES EN GERBES DE DIFFÉRENTS POINTS DE LA CHARPENTE DE LA TOUR

à la seconde, qui reliera les mouvements de l'eau et les variations colorées de la lumière à ceux de la musique. En sorte que, pour la première fois, la féerie de 1937 doit exaucer pleinement le vœu du poète :

Les formes, les couleurs et les sons se répondent.

L'œuvre d'un architecte de la lumière, M. Expert, dans les éclairages de la rive droite de la Seine

Le palais principal, en hémicycle, et ses étages de jardins seront des écrans incomparables pour exercer l'art d'éclairagiste en plein air. Une immense surface cylindrique

coupée de lignes verticales, interrompue en son centre par une échappée dans le ciel, voilà de quoi dresser la plus belle toile de fond. De cet hémicycle aérien descendront les cascades lumineuses dont la gerbe principale comportera quatre nappes lancées à 45°, et dont les jets paraboliques, de 50 m de portée, tomberont dans un bassin rectangulaire principal bordé de jets verticaux et d'escaliers d'eau. Les gerbes paraboliques seront accompagnées de faisceaux lumineux fournis par de puissants projecteurs encastrés dans le socle même des canons hydrauliques. Ainsi la lumière et l'eau s'accompagneront dans leur ruissellement jusqu'au bas de la colline où la féerie lumineuse se continuera par l'éclairage des allées du Cours-la-Reine. Ici, par le jeu de couleurs savamment étudiées, le vert des arbres sera mis en valeur par des projecteurs verticaux. Et l'allée de lumière conduira ainsi au Grand Palais, dont M. Expert aurait voulu masquer les bas-reliefs par de vastes surfaces planes pour conserver le style de son œuvre de clarté.

C'est donc par un contraste triomphal que l'architecture de la lumière s'imposera dans les installations fixes de la rive droite.

La Tour Eiffel, cathédrale de lumière

La rive gauche, par contre, sera consacrée aux jeux de la lumière mouvante avec, nous l'avons dit, la Tour Eiffel comme support.

Tout le parti que l'on pouvait tirer dans ce sens du monument qui maintient aussi solidement son titre de « clou » dans toutes les expositions qui se succèdent, l'architecte André Granet l'a parfaitement compris. Et si la féerie verticale de la Tour n'atteint pas tout ce qu'il serait possible de réaliser, soyez assurés que le seul empêchement en sera l'exiguïté des crédits alloués.

Mieux qu'en 1889, mieux qu'en 1900, la Tour Eiffel figure, cette fois, le nombril de l'Exposition. Elle est située dans son grand axe ; elle est comme le foyer central autour duquel s'organise le spectacle. Elle sera donc tour à tour une gerbe de pyrotechnie et une

cathédrale de lumière, du sommet de laquelle une voix musicale et surhumaine se modèlera sur le ruissellement lumineux, exactement comme la lumière et l'onde liquide des fontaines. L'eau, même, n'avait pas été écartée des projets primitifs : elle devait empanacher la Tour suivant des jets pulvérisés qui eussent réalisé, pour la première fois, une sorte de feu d'artifice permanent — dont les gouttelettes diffuses eussent réalisé, sous les projecteurs colorés, de merveilleux arcs-en-ciel aux courbes cent fois plus variées que l'écharpe d'Iris. Mais il fallut renoncer ; la dépense de pompage nécessaire pour alimenter cet arrosage en altitude excédait le budget autorisé.

Le « feu d'artifice » sera donc organisé non pas à la lumière froide, mais avec les chaudes fusées de la pyrotechnie la plus moderne. Le maître artificier Ruggieri a inventé des procédés inédits pour lancer, de tous les étages, des fusées et des bombes d'artifice qui ne laissent aucun résidu de combustion et dont la chute lente s'organise en fonction de l'altitude des plates-formes de lancement.

Mais le feu d'artifice ne sera, forcément, que passager, — le bouquet de la fête lumineuse quotidienne, — quelque chose comme la mousqueterie dont on salue les couleurs, dans la marine, au coucher du soleil.

Le soleil de l'Exposition ne se couchera, d'ailleurs, que bien après minuit ; ce qui n'empêchera pas la Tour de pavoiser aux couleurs nationales avant de s'éteindre. Le feu d'artifice ne sera donc, la plupart du temps, qu'un point final — en tout cas, fugitif. La féerie permanente sera celle des projecteurs et des tubes à lumière.

M. Granet a mis en jeu tous les moyens de la technique moderne de l'éclairage : les tubes lumineux polychromes, les lampes aux courbes « isolux » soigneusement calculées et les puissants projecteurs munis des dernières ressources de l'électrotechnique. Les maquettes et projets varient à l'infini : les transformations à vue de la Tour lumineuse feront changer, en un clin d'œil, sa structure architecturale apparente.

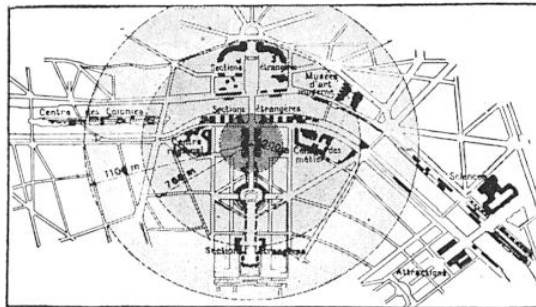


FIG. 5. — LES TROIS ZONES DE L'EXPOSITION DESSERVIES PAR LA SONORISATION À PARTIR DES TROIS ÉTAGES DE LA TOUR EIFFEL. L'Exposition de 1937 sera sonorisée sur un rayon de 1 000 m, l'intensité sonore étant répartie sur les trois zones indiquées ici en grisés différents de manière « isotone » (d'intensité sonore constante).

Les faisceaux lumineux projetés auront des angles de diffusion variables suivant les effets désirés. Voyez, sur la photographie des essais réalisés (fig. 3 et 4), ces fins pinceaux verticaux qui gagnent et dépassent le sommet de la Tour sans perdre leur finesse. Ce résultat suppose qu'au foyer du miroir projecteur se trouve une source lumineuse extrêmement intense et, tout ensemble, concentrée à l'extrême. Ce sont les fameuses lampes Bol — nous les avons décrites ici

L'édifice de lumières conçu par M. Grànet évoque l'un de ces phares auxquels pensèrent certains romanciers de la science en vue d'alerter, par signaux, nos voisins les habitants de la planète Mars.

La « sonorisation » synchrone des effets de lumière

Mais pour nous en tenir aux habitants du Champ-de-Mars et aux visiteurs de l'Exposition, ce seront des flots de musique que la

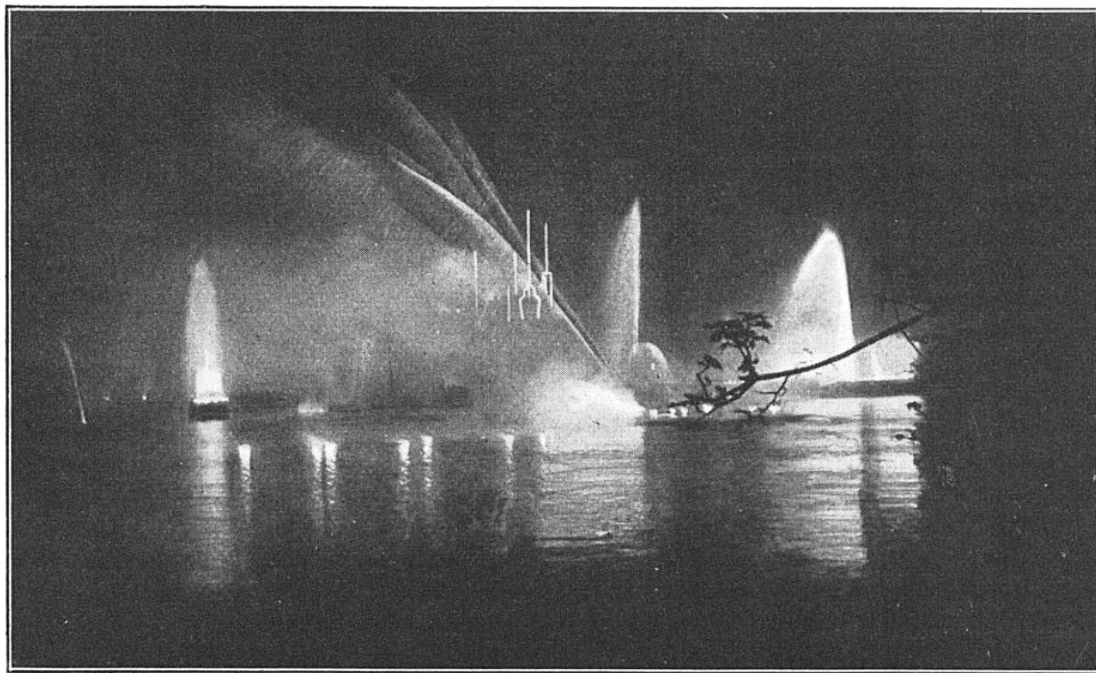


FIG. 6. — VOICI UNE PHOTOGRAPHIE DES ESSAIS EFFECTUÉS A VIRY-CHATILLON POUR LA MISE AU POINT DES FONTAINES LUMINEUSES ET DES CHATEAUX D'EAU QUI SERONT UTILISÉS SUR LA SEINE, LORS DE LA RÉALISATION DES FÊTES DE LA LUMIÈRE DE L'EXPOSITION DE 1937

même (1) — qui fournissent ce faisceau.

Sept cents projecteurs de cette espèce — et d'autres — seront disposés sur les armatures de la Tour Eiffel.

D'autre part, 8 km de tubes luminescents dessineront sur ses flancs les motifs les plus variés.

Des projecteurs dirigeant leurs faisceaux intérieurs dans l'axe des piliers créeront de curieux effets d'ombre. Même illuminée, la Tour se profilera, à certains instants, telle qu'Eiffel la dessina sur ses épures. Et les quatre arches de sa base formeront des arcs de lumière qui illumineront pratiquement la plus grande partie de l'Exposition — rive gauche.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 223, page 20.

Tour déversera sur leur foule — en plus de la lumière nocturne.

Quarante haut-parleurs seront disposés aux divers étages de la Tour, dont l'intensité couvrira le périmètre qu'indique notre schéma ci-joint (fig. 5).

Le problème qui se posait (et les essais ont démontré l'exactitude de la solution) dépassait toutefois de beaucoup la simple question de l'intensité sonore. On sait que toute voix « céleste » se diffuse très bien, lancée de haut : le gouvernement de l'U. R. S. S. n'utilisait-il pas son avion géant, le *Maxime-Gorki*, pour haranguer les foules au moyen d'un haut-parleur ultra-puissant. Mais il s'agit de musique, à l'Exposition, non de meeting politique. La diffusion sonore

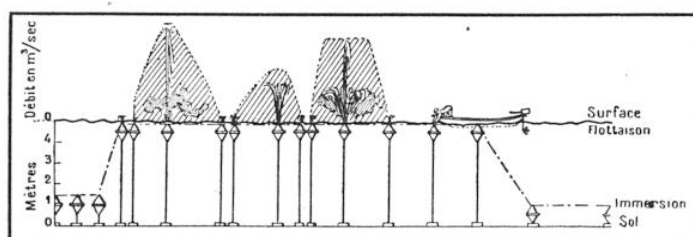


FIG. 7. — LES DIFFÉRENTES POSITIONS DES « TORPILLES » UTILISÉES POUR LES JEUX D'EAU SUR LA SEINE

A gauche, les torpilles immergées ; au centre, les torpilles en action à différentes intensités de fonctionnement, sous des figures différentes ; à droite, les appareils en réparation.

devait être vaste, mais nuancée. Et c'est pourquoi tant de haut-parleurs ont été nécessaires, chacun étant orienté et réglé en intensité d'après l'altitude de sa position et la zone terrestre qu'il doit desservir.

En somme, M. Granet et ses collaborateurs ont traité le problème de la diffusion sonore uniforme sur de larges surfaces à partir d'émetteurs situés en altitude, exactement comme les ingénieurs éclairagistes traitent la diffusion uniforme de la lumière autour d'un lampadaire.

Le résultat se concrétise, pour les éclairagistes, par des courbes « isolux » (d'égale intensité lumineuse). La Tour Eiffel dispensera donc sa musique céleste par courbes « isotones » dont le plan ci-joint marque le tracé sur le terrain — au moins dans ses trois zones principales. Ce sera un effet bien nouveau que le chant d'une Tour Eiffel illuminée, dont les jeux de lumière seront synchrones des jeux de la musique.

La fête de la lumière sur la Seine : le fleuve, théâtre mouvant

Entre l'éclairage statique proprement architectural de la rive droite et la lumière explosive de la Tour, il y avait place, sur le plan d'eau de la Seine, pour une féerie plus nuancée, pour un spectacle où la lumière jouerait son rôle artistique suivant une mise en scène qui lui serait propre.

Un tel projet comportait, avant tout, l'agencement d'une scène spécialement étudiée à l'intention de ce nouvel art : l'exécution de scénarios à base de lumière.

Et puis il fallut inventer les scénarios. Et puis les mettre en musique. Le ballet de la lumière se trouvait ainsi créé, aussi neuf dans sa conception que le ballet russe quand Serge de Diaghilew nous le révéla,

Le Diaghilew du ballet de la lumière sera-t-il M. Eugène Beaudouin, le jeune architecte Grand Prix de Rome, qui a fait accepter ses vues par la direction générale de l'Exposition ? L'avenir le dira. Dès à présent, son effort créateur apparaît indéniable.

MM. Beaudouin, Lods et leurs collaborateurs ont dû, d'abord, concevoir et réaliser la « scène » de leur spectacle. Le fleuve est un plateau merveilleux qui, la nuit, amplifie les décors, par le simple reflet, au delà de tout ce

qu'aucune machinerie pourrait réaliser. Mais le plateau-miroir du fleuve a l'inconvénient majeur d'être mouvant. Comment l'utiliser ?

Lui imposer des pontons flottants, telles les « galères » que Caligula ancrerait sur le lac Némé pour ses festivités, ou, encore, les péniches beaucoup plus modestes que Paul Poiret amarra aux berges de l'Exposition des Arts décoratifs ? Certes, MM. Beaudouin et Lods ne dédaignent pas les pontons — pour loger les haut-parleurs, les appareils fumigènes, les mortiers lanceurs de fusées ; il y aura deux gros pontons spécialisés dans ces fonctions et dix plus petits, chargés de rôles divers. Il y aura aussi peut-être un plateau flottant pouvant supporter une importante figuration humaine. Mais ces « grosses unités » de l'escadre féerique ne sont pas la nouveauté attendue et apportée par la lumière à l'Exposition.

La nouveauté, c'est l'animation directe du plan d'eau fort ingénieusement réalisée par des intermédiaires immergés entre deux eaux et soufflant au commandement — c'est-à-dire par télécommande — leurs bouffées géantes de lumière et d'eau, tantôt fusant en jets de cristal et tantôt se vaporisant en panaches. Ces tritons artificiels ont reçu pour travailler le nom de « torpilles ». En fait de torpillage, le seul à craindre serait non tant celui des remorqueurs et des péniches, dont l'Exposition ne doit à aucun prix interrompre le trafic, que le propre naufrage de ces « torpilles » par le choc de cette marine

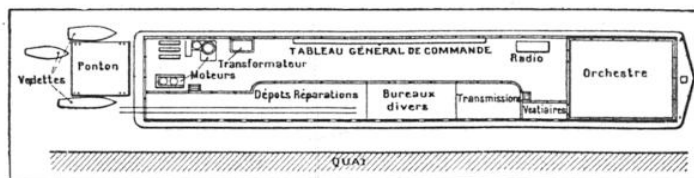


FIG. 8. — LE BATEAU-STUDIO QUI SERA LE QUARTIER GÉNÉRAL DES FÉERIES LUMINEUSES ORGANISÉES SUR LA SEINE

pacifique, au cas où on ne saurait pas l'éviter, ce choc. La grande difficulté, aujourd'hui surmontée, était d'éclipser ces torpilles, une fois close la féerie, afin de laisser la voie au commerce.

On a essayé bien des procédés. Finalement, on a compris que ces ludions géants étant destinés à lancer de l'eau sous pression, par les groupes électromotopompes contenus dans leurs flancs, le meilleur moyen de les éclipser était de les laisser couler automati-

et son cortège, par exemple), sillonneront le décor de jets d'eau, de vapeurs colorées, de lumières de toutes sortes.

Les torpilles lanceront, ensemble, des jets liquides d'un débit total de 5 000 litres par seconde. On étudie présentement le moyen de les « liasonner » par groupes, « d'une façon semi-rigide, afin de réaliser, quand la partition l'exigera, des figures géométriques d'implantation stable. Par des tubes d'accouplement facilement amovibles, ce

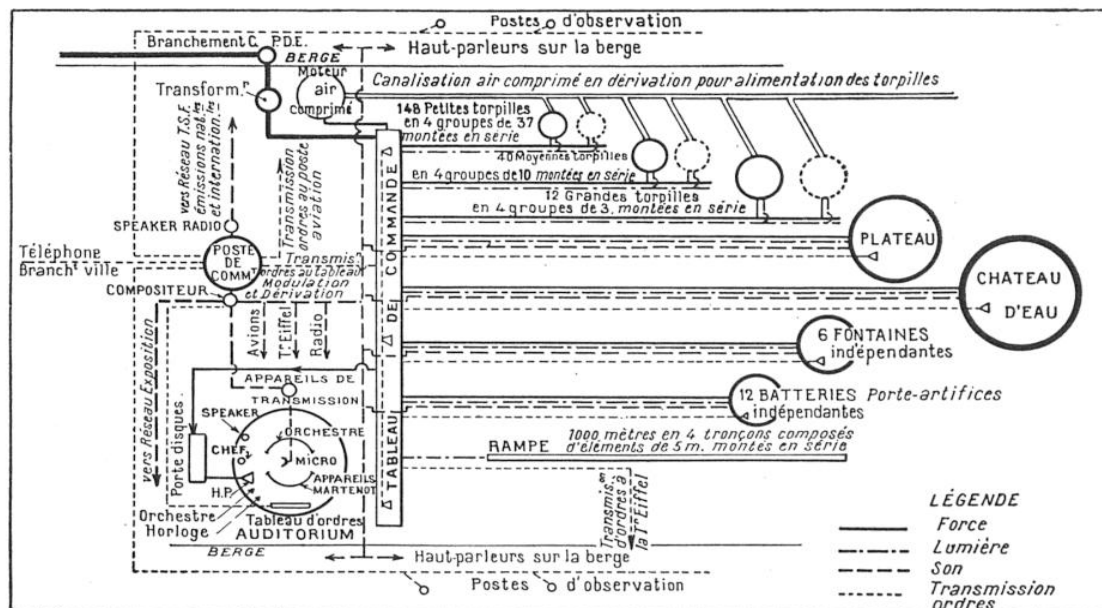


FIG. 9. — DÉTAILS DU TABLEAU DE COMMANDE SITUÉ A BORD DU BATEAU-STUDIO

Le speaker-radio, le compositeur et le machiniste sont groupés autour du poste de commandement, qui transmet directement les ordres au tableau qui fait immerger ou émerger les torpilles ; qui parle aux acteurs du plateau et aux mécaniciens des fontaines indépendantes ainsi qu'aux batteries porte-artifices. (Ce projet initial sera vraisemblablement écourté, faute des crédits nécessaires pour le réaliser.)

quement par le seul effet de la chute de la pression hydraulique à la fin du spectacle. Le système consiste à soumettre un water-ballast à la compression et à la dépression hydraulique. Mais, l'air doit entrer en volume proportionnel à la pression — juste à l'inverse de la loi de Mariotte — si l'on veut que la flottaison soit simultanée avec le jet d'eau. Ce problème a donné lieu à des réalisations intéressantes sur lesquelles nous reviendrons dans quelques mois, lorsque seront terminées les mises au point de ce matériel si original.

La mobilité étant le maître mot des conceptions de M. Beaudouin, nous ne sommes pas étonnés d'apprendre que de petits « hors-bords » très rapides, emportant des personnages de la féerie (le Prince Charmant

dispositif sera aisément réalisé », estiment MM. Beaudouin et Lods.

Les plus petites torpilles (5 ch) produiront chacune une « fontaine » de l'importance des gerbes d'eau situées au rond-point des Champs-Élysées.

Le « bateau-studio » de commande

Chaque groupe motopompe et son installation d'éclairage contenus dans une torpille forme un ensemble complet et indépendant. A tout instant, un tableau général devra pouvoir commander l'intensité lumineuse et hydraulique de chaque groupe.

Un bateau-studio contiendra ce tableau de commande, en même temps que le poste central d'organisation dont les ordres s'adressent aux machines et aux acteurs.

Les ordres à transmettre peuvent s'énumérer ainsi :

1° Mise en flottaison et fonctionnement en débit réduit ;

2° Inversement, rappel sur le corps-mort et encliquetage automatique en position de repos au fond de la rivière ;

3° Commande d'un ou plusieurs dispositifs d'ajustages pour obtenir la variété des effets d'eaux ;

4° Commande de la puissance de ces différents jeux ;

5° Commande de l'éclairage en intensité ;

6° Commande de l'éclairage en couleurs.

Naturellement, chacun de ces ordres doit pouvoir s'adresser à volonté à un élément quelconque ou affecter un groupe préalablement déterminé, afin d'obtenir l'exécution synchronisée d'ordres d'ensemble.

Le bateau-studio, mobile puisqu'il sera le cerveau d'une fête par excellence de la mobilité, groupera sous une seule autorité tous les éléments d'exécution : il hébergera l'orchestre, les chanteurs, le speaker et le « tourne-disques » — car presque toute la musique destinée aux ballets de la lumière sera enregistrée, à l'avance, sur disques. L'ingénieur du son contrôlera à tout instant, de sa cabine, l'effet produit, ainsi du reste, que le compositeur qui surveillera ainsi en personne l'exécution de la partition musicale qu'il aura écrite spécialement à cette intention. A la seconde près, les comparses préposés aux buffets d'eau fixes, comme aux décors fixes de la rive, seront alertés pour l'exécution qui leur revient.

Un exemple de scénario

Un programme très complet a été élaboré pour remplir le temps qui s'écoulera du

1^{er} mai au 31 octobre 1937. Il y aura quatre sortes de fêtes : a) Celle des Fontaines lumineuses flottantes ou fixes ; b) Celle des Grandes Eaux ; c) Les Grandes Fêtes proprement dites ; d) Les Galas. On compte cent soixante fêtes.

Les partitions musicales ont été écrites par Honnegger, Darius Milhaud, Florent Schmidt, Jacques Ibert, etc. Ces noms garantissent la qualité musicale du spectacle.

Les « thèmes » développés par ces partitions musicales, lumineuses et hydrauliques, synchronisées, sont très variés : les Mille et une Nuits, la Mythologie, le Burlesque et le Fantastique, la Chanson, la Danse, les Saisons, la Musique, les Colonies, la Lumière, la Fête nationale, etc...

Nous avons vu, sur les bords de la Seine, à Viry-Châtillon, une répétition générale — partielle d'ailleurs — du conte de la Belle au bois dormant. Le « château » enchanté était représenté par l'usine des bords du fleuve, dont l'architecture était soulignée de tubes colorés. Schématique et irréel, dans la nuit, ce château s'enlevait sur des gerbes d'eau vertes — la forêt. Et le Prince Charmant arrivait en un cortège

marin dont l'éclaboussement lumineux retentissait progressivement sur l'éveil de la forêt, du château, de la Belle enfin... C'était le conte de fées réalisé féeriquement.

Et j'ai sous les yeux un scénario, développé en une dizaine de feuillets, qui débute ainsi : « L'action se déroule entre le pont de Passy et le pont de l'Alma... » C'est le gala inaugural de la Lumière... La naissance d'un monde... Du monde selon la Genèse suivant le thème, mais aussi d'un art entièrement neuf, et entièrement dû à la technique et à la science les plus modernes.

CHARLES BRACHET.

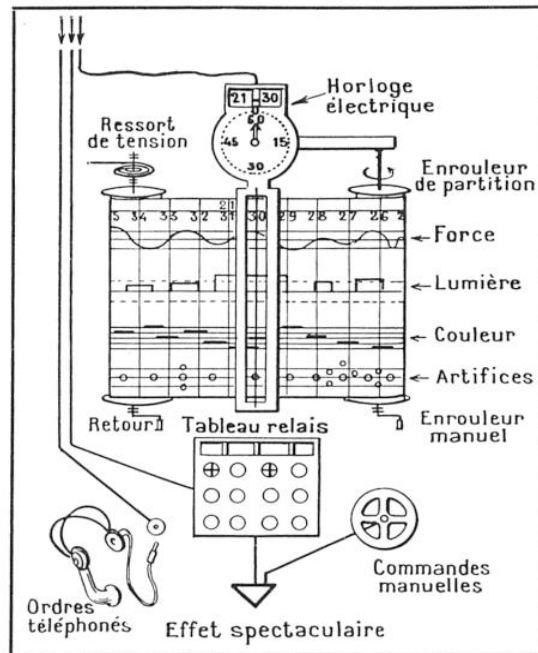


FIG. 10. — LE GRAPHIQUE MOBILE ORDONNANT, DANS LE TEMPS, LES OPÉRATIONS SUCCESSIVES EXIGÉES PAR LE SCÉNARIO DE LA FÊTE DE LA LUMIÈRE

La force (intensité des effets), la lumière, la couleur et les artifices sont réglés à la seconde près. En se déroulant au-dessous d'une horloge, le graphique permet au machiniste de déclencher, à la seconde près, l'effet voulu avec l'intensité voulue.

LA PHYSIQUE DES ULTRASONS A CREE LES COMMUNICATIONS SOUS-MARINES

Par Louis HOULLEVIGUE

PROFESSEUR A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MARSEILLE

Les fréquences dites audibles couvrent la gamme comprise entre 15 périodes par seconde environ et 10 000 ou 15 000 cycles. Au delà s'étend le domaine illimité des ultrasons, vibrations de même nature acoustique que les sons, c'est-à-dire vibrations matérielles de milieux pondéraux et élastiques (solides, liquides ou gaz), mais qui restent sans action sur l'oreille humaine. Les procédés modernes de genèse des ultrasons utilisent la transformation d'oscillations électriques en vibrations mécaniques, réalisée grâce au quartz piézoélectrique (1). L'étude de leur propagation a permis de mettre en évidence, à côté de l'effet d'amortissement (peu accusé dans l'eau, mais cependant d'autant plus sensible que la fréquence est plus élevée), l'existence de phénomènes de cavitation, analogues à ceux observés pour les hélices propulsives des navires (2) et qui limitent l'énergie transmissible par le rayonnement ultrasonore. La faible longueur d'onde des ultrasons dans l'eau douce ou salée (quelques centimètres) permet de les concentrer aisément en faisceaux étroits dirigés (« triplets » du professeur Langevin). C'est sous cette forme qu'ils ont reçu de nombreuses applications pratiques à la détection des obstacles sous-marins (icebergs, épaves ou navires ennemis), à l'établissement de communications entre sous-marins en plongée, et surtout au sondage — continu ou discontinu — par la méthode dite « de l'écho » (3).

Le domaine et la genèse des ultrasons

TANT que l'oreille a été le seul instrument capable de recueillir les vibrations sonores, leur étude était nécessairement limitée à celles qu'on nomme aujourd'hui audibles ; elles sont caractérisées par leur fréquence, qui s'étend depuis 14 ou 15 vibrations par seconde, pour les sons les plus graves, jusqu'à une limite supérieure qu'on peut fixer à 10 ou 15 000, c'est-à-dire, au point de vue musical, depuis la_{-3} jusqu'à la_8 ; en fait, les sons les plus aigus sont à peine entendus par l'oreille, et la surdité naturelle causée par la vieillesse les supprime progressivement ; ainsi, l'action de l'âge se manifeste d'une façon très différente pour nos deux sens les plus précieux : l'ouïe et la vue.

Au-delà de ces limites de fréquence, on savait depuis longtemps que des vibrations peuvent exister ; par exemple, lorsqu'on raccourcit progressivement la longueur d'un sifflet de Galton, on cesse d'entendre un son, bien que l'air soit encore en vibra-

tion, comme on le montre aisément à l'aide d'une flamme sensible. Plus précises encore sont les constatations qu'on peut faire avec des cylindres d'acier suspendus par des cordonnets de soie (fig. 1), qu'on met en vibration en frappant leur extrémité avec un marteau ; plus le cylindre est court, plus aigu est le son rendu ; on peut alors faire vibrer deux cylindres de longueurs peu différentes, rendant, par exemple, 20 000 et 20 500 vibrations par seconde ; excités séparément, ces deux cylindres ne rendent aucun son perceptible ; ils vibrent cependant, et la preuve en est que si on les excite simultanément, on entend le son de battement, de fréquence 500, dû à l'interférence des deux rythmes vibratoires.

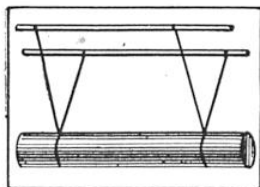


FIG. 1. — UN CYLINDRE D'ACIER COURT ÉMET DES ULTRASONS LORSQU'ON LE FRAPPE

Les ultrasons comprennent donc tout le domaine, indéfiniment étendu, des vibrations dont la fréquence est supérieure à celle des sons audibles ; mais, dans la pratique, et pour des raisons qu'on expliquera tout à l'heure, on se limite aux fréquences inférieures à 100 000 par seconde.

Les moyens employés jadis pour produire ces ultrasons, et pour les étudier, étaient assez primitifs ; d'ailleurs, cette étude paraissait dénuée d'intérêt pratique. Ce n'est

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 145, page 17.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 227, page 383.

(3) Voir *La Science et la Vie*, n° 185, page 377.

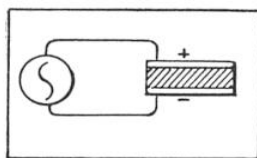


FIG. 2. - UN CONDENSATEUR « CHANTANT »
Les deux armatures reliées à une source de courant alternatif entrent en vibration.

des obstacles sous-marins, tels qu'icebergs, épaves ou navires ennemis, mise en communication des sous-marins en plongée, sondage continu ou discontinu par la méthode d'écho. Nous n'y reviendrons pas ici, l'objet de cette étude étant spécialement de décrire les propriétés grâce auxquelles les applications sont devenues possibles (1). Mais il faut d'abord rappeler brièvement les procédés qui ont permis d'émettre et de recevoir cette catégorie de vibrations.

Tous les procédés modernes de genèse des ultrasons utilisent la transformation d'oscillations électriques en vibrations mécaniques ; cette transformation est réalisée couramment, dans nos récepteurs radio-phoniques, par un organe dérivé du téléphone, qu'on peut réduire, schématiquement, à une membrane élastique actionnée par un électro-aimant ; mais ce dispositif, convenable pour les fréquences moyennes, présente une inertie qui en interdit l'usage pour la production des ultrasons ; il a donc fallu trouver autre chose. De plus, les oscillations électriques de haute fréquence, engendrées d'abord par des alternateurs ou par des arcs électriques chantants, le sont aujourd'hui, avec une régularité et une aisance parfaites, grâce aux lampes électroniques et aux méthodes éprouvées de la T. S. F. Pour les transformer en vibrations mécaniques, on eut d'abord recours au *condensateur chantant* (fig. 2) : les deux armatures de ce condensateur, reliées à une source de courant alternatif, éprouvent, du fait de leurs charges électriques opposées, des attractions périodiques qui les mettent en vibration ; il est alors possible, lorsque l'appareil est en résonance mécanique avec la fréquence utilisée, de donner à ces vibrations, sonores ou ultrasonores, une amplitude suffisante.

Mais ce procédé devait bientôt céder le pas au quartz piézoélectrique, dont les pré-

que lorsqu'on fut amené à les produire régulièrement, qu'on put constater que leurs propriétés étaient nettement différentes de celles des sons ordinaires, et se prêtaient à d'intéressantes applications ; nous avons déjà eu occasion de les décrire : détection

cieuses propriétés, découvertes par Pierre et Jacques Curie, ont trouvé là une intéressante application. Sans vouloir entrer dans plus de détails, je rappelle qu'une lame de quartz, taillée dans ce cristal, suivant certaines directions privilégiées, et métallisée sur ses deux faces, éprouve une déformation lorsqu'on produit entre ces deux faces une différence de potentiel ; lorsque ces faces sont reliées à un générateur produisant périodiquement ces différences électriques, la lame exécute des vibrations de même période.

La piézoélectricité fournit donc un moyen de transformer des oscillations électriques en des sons de telle fréquence qu'on pourra désirer ; mais, lorsqu'on applique à ce problème les formules de Curie, on constate que les amplitudes vibratoires réalisables sont trop faibles ; ainsi, avec un générateur de 3 000 volts et un quartz de 10 cm, l'amplitude n'atteindra que 6,45 cent-millièmes des dimensions choisies. C'est ici qu'intervient l'ingénieuse découverte de M. Langevin, qui a permis d'acroître, dans de larges proportions, l'amplitude vibratoire. Sur les deux faces de la lame de quartz sensible, collons à la bakélite deux plaques d'acier dont l'épaisseur est choisie de telle sorte que l'ensemble soit en résonance avec les vibrations imposées au quartz ; ces vibrations, amplifiées par celles de l'acier qui les « sandwich », prennent alors une amplitude notable : ainsi, lorsque le générateur électrique produit des oscillations de fréquence 38,400, il suffira de doubler une lame de quartz épaisse de 5 mm avec deux lames d'acier de 30 mm pour constituer un « triplet piézoélectrique » (fig. 3) qui, pour un même voltage, produira des amplitudes vibratoires vingt-cinq fois plus grandes que celles qu'on pourrait obtenir avec une dalle formée uniquement de quartz, et de même épaisseur totale 65 mm (1) ; quant à l'énergie vibratoire émise, comme elle est proportionnelle au carré de l'amplitude, elle est multipliée par 625.

Le gain réalisé est donc considérable et justifie les applications du triplet piézoélectrique ; je ne puis que citer ici, en passant, l'emploi qui en est fait actuellement pour stabiliser la longueur d'onde des postes de radiodiffusion ; accouplé sur le circuit d'émission,

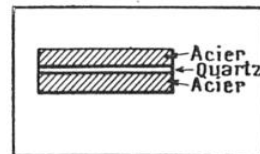


FIG. 3. — COUPE D'UN « TRIPLET » PIÉZOÉLECTRIQUE

(1) Nous empruntons une part importante de cet exposé à une récente conférence de M. Florisson, collaborateur de M. Langevin.

(1) Qu'il serait d'ailleurs impossible de réaliser matériellement.

il joue l'office de régulateur, de volant, à condition, bien entendu, d'être maintenu à température rigoureusement constante.

L'émission des ultrasons étant ainsi assurée d'une manière pratique, il s'agit de les recueillir et de les faire entrer dans le cadre, un peu étroit, de nos sensations ; puisque l'oreille est impuissante, c'est l'œil qui remplira cet office, toujours par l'intermédiaire obligeant de l'électricité. Ce résultat a été atteint par un moyen d'une élégante simplicité ; en effet, les phénomènes piézo-électriques sont réversibles, c'est-à-dire que, si on impose au quartz ou au triplet, en le plongeant dans un milieu où se propagent des ondes, le régime vibratoire auquel il est sensible, il se produira, entre ses armatures conductrices, des variations de potentiel alternatives de même fréquence, qui pourront être amplifiées par l'emploi de lampes électroniques et par les dispositifs qui ont fait leurs preuves en T. S. F. ; ainsi, les émissions seront recueillies, et même enregistrées sur une bande sensible qu'on pourra étudier à loisir.

Si pratique que soit le procédé, il y a intérêt à le doubler, pour les études au laboratoire, par une méthode différente, fondée sur l'existence de la *pression de radiation* : lorsqu'une série d'ondes, électriques, lumineuses ou élastiques, vient frapper contre un obstacle, elle y détermine une pression continue proportionnelle à la puissance transportée par les ondes.

Pour utiliser cette propriété, on emploie le « pendule absolu », représenté par la figure 4 ; les ondes émises par la source ultrasonore viennent frapper une palette soutenue par un fil de torsion ; la pression de radiation repousse la palette et la fait tour-

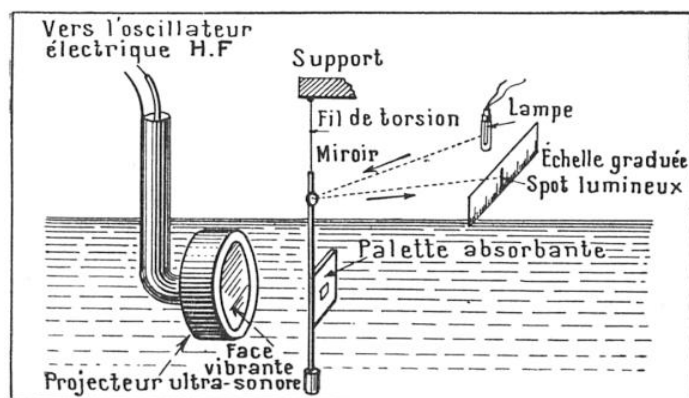


FIG. 4. — COMMENT ON MESURE, D'UNE FAÇON ABSOLUE, LA DENSITÉ D'ÉNERGIE DE L'ÉMISSION VIBRATOIRE D'UN GÉNÉRATEUR ULTRASONORE

ner, proportionnellement à sa grandeur, d'un angle qu'on mesure par les procédés optiques ordinaires, en lisant sur une échelle graduée la déviation du spot produit

par un rayon lumineux après sa réflexion sur un miroir solidaire de la palette mobile.

L'absorption des ultrasons

On a pu étudier par ces procédés l'action des milieux intermédiaires sur la production des ultrasons ; Newton, puis Laplace avaient soumis au calcul le mécanisme de la transmission des ondes dans un milieu parfaitement élastique, c'est-à-dire où l'énergie transportée reste en totalité vibratoire. Ils avaient établi une formule qui permet de calculer la vitesse de transmission dans de tels milieux, vitesse qui dépend à la fois de leur élasticité et de leur densité, et les résultats du calcul ont été remarquablement vérifiés par l'expérience. Voici quelques-uns des nombres ainsi obtenus pour la température de 15 degrés :

	VITESSE
Air	340 m/s
Eau douce.....	1 440 —
Eau de mer.....	1 500 —
Acier.....	5 136 —
Quartz	5 444 —

Pourtant, les milieux matériels ne sont jamais parfaitement élastiques ; une part de l'énergie transportée par les ondes se transforme en chaleur sous l'action du frottement intérieur, ou viscosité. Lord Rayleigh a étudié mathématiquement l'effet d'amortissement causé par la viscosité du fluide interposé et établi une formule, bien vérifiée par l'expérience, qui représente la loi de décroissance des amplitudes vibratoires pour une onde plane se propageant à travers un milieu de viscosité donnée ; cette loi exponentielle, dont l'allure générale est donnée par les courbes de la figure 5, nous

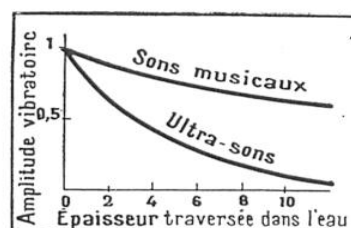


FIG. 5. — L'ABSORPTION DE L'AMPLITUDE VIBRATOIRE EST BEAUCOUP PLUS RAPIDE POUR LES ULTRASONS QUE POUR LES SONS AUDIBLES

apprend que l'absorption varie comme le carré de la fréquence, c'est-à-dire qu'elle sera bien plus rapide pour les ultrasons que pour les sons audibles.

Cette première constatation est évidemment défavorable aux vibrations de haute fréquence, qui sont plus rapidement absorbées que les autres ; elle est d'ailleurs confirmée par une observation que chacun de nous a pu faire : lorsqu'on écoute les sons d'un orchestre éloigné, on constate que les notes aiguës sont supprimées ou très affaiblies ; on n'entend donc que les notes graves, dont l'ensemble produit ce qu'on nomme communément les « flonflons » de l'orchestre ; cet effet s'exagère encore bien entendu lorsqu'il s'agit des ultrasons.

Mais poussons plus loin notre étude : l'absorption dépend encore de diverses propriétés du milieu transmetteur : sa densité, sa compressibilité, sa viscosité. Si bien que, comparant à ce point de vue les deux milieux les plus intéressants, à savoir l'air et l'eau, on constate entre eux des différences importantes : dans l'air, l'absorption des ultrasons est tellement rapide, qu'après un parcours de quelques mètres, ils ont pratiquement cessé d'exister. Ce résultat nous explique pourquoi ces vibrations ne sauraient être utilisées pour établir des communications entre avions et ballons ; tous les essais tentés dans cette voie ont échoué, et nous comprenons maintenant l'inanité de pareilles tentatives ; heureusement, et par compensation, les communications par T. S. F. sont aisément réalisables dans l'air.

Dans l'eau, au contraire, et spécialement dans l'eau de mer, il ne saurait être question de recourir aux ondes électriques, qui sont rapidement absorbées ; mais les ondes élastiques viennent heureusement les remplacer ; leur amortissement, bien que plus sensible pour les ultrasons que pour les vibrations de basse fréquence, est encore assez faible pour permettre leur emploi, tant qu'on ne considère pas des fréquences trop élevées ; les ultrasons compris entre 30 000 et 50 000 vibrations par seconde sont généralement utilisés, car leur domaine de propagation dans l'eau s'étend pratiquement jusqu'à une dizaine de kilomètres ; or, il est très exceptionnel qu'on ait à pousser plus loin ; l'emploi de ces vibrations sera donc pratique pour les sondages en mer, jusqu'à 5 km ; au delà, il sera indiqué de

recourir à des vibrations plus lentes, ou à des ondes isolées comme celles qui sont produites par un choc ou une explosion.

L'eau, douce ou salée, constitue donc un milieu de choix pour l'utilisation des ultrasons ; encore faut-il tenir compte d'un obstacle qui se présente lorsqu'on cherche à accroître la puissance transportée par ces ondes : la *cavitation ultrasonore*.

La cavitation des ultrasons

Tout le monde a entendu parler de la cavitation des hélices propulsives des navires : lorsque la vitesse de rotation dépasse une certaine limite, il se fait un vide autour de l'hélice et celle-ci, ne rencontrant plus aucune résistance, s'emballe. Jusqu'à ces derniers temps, on expliquait la cavitation

par la force centrifuge qui chassait l'eau à l'extérieur. Mais la réalité est plus compliquée ; elle a été, récemment, étudiée de près en Hollande, à l'occasion de la destruction rapide des hélices employées dans les pompes centrifuges qui servent à l'assèchement du Zuydersée ; je rappellerai en quelques mots les résultats de cette étude car ils sont en rapport étroit

avec la question qui nous occupe.

Lorsqu'une paroi rigide, par exemple une aile d'hélice, se déplace dans l'eau, il se produit une compression à l'avant et une dépression à l'arrière ; lorsque cette dépression atteint une valeur suffisante (de 0,5 atmosphère pour l'eau pure à 0,1 atmosphère pour l'eau souillée de particules solides), des bulles microscopiques, formées de vapeur d'eau et d'air dissous, se forment dans la zone dépressionnaire ; leur diamètre est souvent inférieur à 1 dix-millième de millimètre ; elles disparaissent, dès qu'elles sortent de cette zone, en un temps extrêmement court (1 millionième de seconde), et c'est leur disparition brutale qui détermine un choc de l'eau contre les ailettes, dont la surface se désagrège rapidement.

Un phénomène analogue prend naissance dans l'eau traversée par les ultrasons, dès que la puissance transportée par les ondes dépasse une certaine limite, qu'on peut évaluer à 1/3 de watt par cm^2 ; la dépression du passage des ondes dilatées atteint alors une valeur telle qu'il y naît des bulles microscopiques (fig. 6) ; ces bulles disparaissent brusquement dès qu'une onde comprimée a pris la place de l'onde dilatée, pour renaître

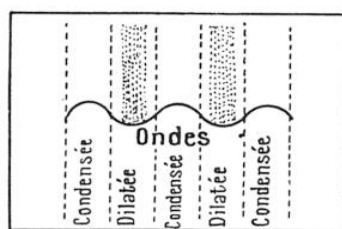


FIG. 6. — REPRÉSENTATION SCHEMATIQUE DE LA CAVITATION ULTRASONORE

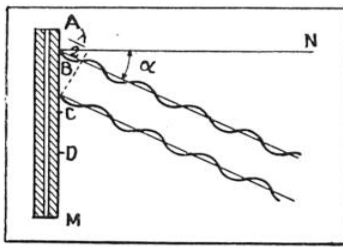


FIG. 7. — LA RÉALISATION D'UN PINCEAU D'ULTRASONS DIRIGÉ NORMALEMENT A L'ÉMETTEUR EST RENDUE POSSIBLE GRACE A UN « TRIPLET » PIÉZOÉLECTRIQUE

donc l'énergie transmissible par les ultrasons ; heureusement, cette limite est assez élevée pour ne pas mettre obstacle aux applications que tout le monde connaît, et qui ont déjà été décrites dans cette revue (1) ; elles sont favorisées par une propriété nouvelle, qu'il nous reste maintenant à exposer.

La direction des ondes ultrasonores

Qu'il s'agisse d'ondes électriques, lumineuses ou sonores, l'émission se fait normalement par ondes concentriques qui embrassent tout l'espace autour de la source ; la production d'un pinceau dirigé n'est réalisable que si la source rayonnante a des dimensions notablement plus étendues que la longueur d'onde de ces radiations ; c'est ainsi que la lumière d'une lampe sera dirigée par réflexion sur un miroir ou réfraction à travers une lentille dont la surface joue le rôle d'une source secondaire comprenant un grand nombre de longueurs d'onde, et que les radiations électriques peuvent être dirigées par un réseau d'antennes jouant un rôle analogue.

Les ultrasons obéissent aux mêmes conditions ; pour en mieux juger, indiquons quelques valeurs de la longueur d'onde, qu'on désigne par la lettre grecque λ :

, Fréquence	λ dans l'air	λ dans l'eau de mer
1 000.....	34	150
10 000.....	3,4	15
20 000.....	1,7	7,5
50 000.....	0,7	3

On voit que, dans l'eau, le seul milieu élastique qui nous intéresse, la longueur d'onde est de l'ordre du mètre pour les sons audibles, tandis qu'elle s'abaisse à quelques

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 185, page 377.

l'instant d'après ; l'effet de ce phénomène est de transformer l'eau en un milieu trouble ou, si on veut, d'accroître la viscosité à tel point que la transmission élastique des ondes y devient impossible. La cavitation limite

centimètres pour les sons de haute fréquence. Et c'est une raison nouvelle qui justifie l'emploi des ultrasons ; en effet, la source d'émission doit avoir, pour donner des ondes dirigées, des dimensions linéaires au moins égales à 5 ou 6 longueurs d'onde, ce qui conduirait, avec les sons musicaux, à lui donner plusieurs mètres de diamètre, condition irréalisable avec un appareil fonctionnant dans l'eau ; au contraire, quelques centimètres suffiront si on utilise des ultrasons dont la fréquence soit comprise entre 30 000 et 50 000.

Précisément, le triplet piézoélectrique permet de réaliser aisément ces conditions ; on peut s'en rendre compte par un raisonnement analogue à celui qu'on emploie en optique pour expliquer les propriétés sélectives des réseaux de diffraction : supposons que le triplet AM (fig. 7) émette, parallèlement à son plan, des vibrations de longueur d'onde λ et considérons ce qui se passe dans une direction faisant un angle α avec sa normale ; si nous décomposons la surface AM en un certain nombre d'éléments $AB, BC, CD, \dots$, il pourra arriver que les vibrations envoyées dans la direction α par deux éléments contigus aient, l'une par rapport à l'autre, un retard, ou différence de marche, égal à $\lambda/2$; elles seront donc en opposition, c'est-à-dire animées à chaque instant de vitesses égales et contraires ; par suite, elles se détruiront deux à deux par interférence, et aucun mouvement ne se propagera dans la direction α ; au contraire, suivant la normale N (c'est-à-dire lorsque α est nul), tous les mouvements vibratoires sont nécessairement « en phase » et s'ajoutent en produisant un maximum d'intensité vibratoire dans cette direction.

Ce raisonnement sommaire peut être précisé par l'analyse mathématique ; on trouve alors que les amplitudes vibratoires varient avec l'inclinaison α comme le représente la figure 8 ; elles présentent donc, au voisinage de la normale, un maximum très accusé, qu'accompagnent des maxima secondaires rapidement décroissants ; en fait, l'émission est localisée

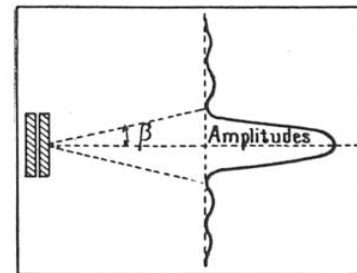


FIG. 8. — COMMENT VARIE L'AMPLITUDE VIBRATOIRE AVEC L'INCLINAISON SUR LA NORMALE A UN « TRIPLET » PIÉZOÉLECTRIQUE

dans un cône dont l'ouverture β est proportionnelle à la longueur d'onde λ et en raison inverse du diamètre AM de la plaque vibrante. Le calcul permet même de prévoir la valeur de cette ouverture β ; si, par exemple, on émet, dans l'eau de mer, un ultrason de fré-

quence 30 000 au moyen d'un triplet piézo-électrique de 24 cm, on trouve que l'angle β est égal à 14° (1) ; on peut obtenir un pinceau encore plus concentré en employant,

(1) Cette même formule, appliquée à l'air, nous apprend que pour obtenir, dans ce fluide, un pinceau dirigé de sons musicaux, le diamètre de la source sonore devrait atteindre, au minimum, 4 m : ce résultat nous permet d'apprécier l'imperfection des porte-voix, dont le cornet, de diamètre vingt fois moindre, ne saurait assurer une véritable concentration des ondes.

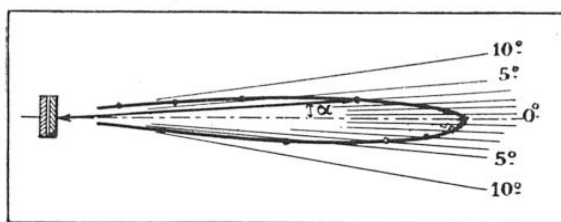


FIG. 9. — COURBE POLAIRE D'ÉMISSION D'UN PROJECTEUR « LANGEVIN » POUR ULTRASONS MONTRANT LA CONCENTRATION DU RAYONNEMENT DANS UNE DIRECTION NORMALE À L'ÉMETTEUR

soit un triplet plus large (ce qui est pratiquement assez difficile), soit des vibrations plus rapides ; la figure 9 montre la concentration obtenue dans une des expériences de M. Langevin, mesurée à l'aide du pendule décrit plus haut.

Il suffit donc de faire varier l'orientation du triplet pour balayer l'espace sous-marin avec un pinceau d'ultrasons, comme on balaie l'atmosphère avec le faisceau lumineux d'un projecteur ; on peut dire par conséquent que les ultrasons jouent dans l'eau le même rôle que la lumière dans l'air ; ainsi s'expliquent et se justifient les nombreuses et intéressantes applications qui en ont été faites.

L. HOULLEVIGUE.

En France, 6 millions d'exploitants cultivent 50 millions d'hectares pour une population qui atteint à peine 42 millions d'habitants. Notre agriculture doit donc être protégée par une politique douanière et des contingents qui ne contrarient pas la politique de revalorisation des produits de la terre, actuellement poursuivie par le gouvernement. Or, à ce propos, il y a lieu de rappeler que si le Canada vend à la France 5 fois plus qu'elle ne lui achète, les Etats-Unis 4 fois, l'U. R. S. S. 3 fois et l'Allemagne 3 fois, cette politique doit aboutir à des accords commerciaux qui ne lèsent plus l'agriculture nationale au profit de certaines de nos industries dites « exportatrices ». Il ne faut pas, en effet, que le paysan français, victime d'une telle politique commerciale, se voie concurrencé par certains produits en provenance de pays étrangers où, notamment, les terres sont plus neuves et la main-d'œuvre moins chère que la nôtre (3 à 4 fois !). Une paysannerie prospère détermine une industrie prospère et contribue, par suite, au développement du commerce intérieur. On a proclamé ces derniers temps que notre effort pour revaloriser les produits agricoles avait déjà abouti à des résultats tangibles qui, pour certains d'entre eux, atteignent une proportion de 100 % par rapport aux prix de l'an dernier. C'est déjà un résultat encourageant. D'autre part, le financement de la récolte par la Banque de France contribue à libérer le cultivateur de l'emprise des Banques ; on a vanté enfin les bienfaits de l'Office du Blé (bienfaits qui ne sont pas, au cours actuel, aussi considérables qu'on veut bien le dire, par suite des frais de coopérative, de stockage, évalués à près de 15 % à défalquer du prix de vente officiel). On laisse entrevoir encore la création d'un Office des Engrais qui contribuerait à affranchir le producteur des prix (souvent exagérés) imposés à l'agriculture par une industrie centralisée qui constitue un véritable monopole de fait. Mais tout cela ne rimerait à rien si, demain, le cultivateur français était sacrifié à une politique — à courte vue — d'échanges commerciaux consécutive à la dévaluation monétaire qui aurait seulement pour objet de ranimer nos exportations industrielles.

LA PHYSIQUE ET LA CHIMIE PEUVENT-ELLES CRÉER DE LA MATIÈRE VIVANTE ?

Par Jean LABADIÉ

Le phénomène purement physique de la croissance d'un cristal, qui « naît » d'un « germe » (parcelle cristallisée) et se « nourrit » de la solution sursaturée ambiante, peut être pris comme type de « fausse analogie » entre une réaction physico-chimique qui ressortit au domaine de la matière et un processus (choisi même parmi les plus simples) lié aux manifestations de la vie. L'expérience classique et déjà ancienne de l'arbre de Saturne, les pseudo-végétations de Stéphane Leduc (1906), les précipités filamenteux de Ralph-S. Lillie (1917) peuvent prétendre tout au plus à reproduire et à expliquer, dans une certaine mesure, le mécanisme suivant lequel s'opèrent certains échanges physiologiques entre les tissus vivants et le milieu extérieur. Ces réactions soumises aux seules lois de l'équilibre chimique laissent entier le problème du « vitalisme » et du caractère spécifique attaché aux phénomènes vitaux. Un « guide invisible » était déjà réclamé par Claude Bernard pour présider à l'organisation de la matière — dans le cadre des lois générales physico-chimiques — lors de la création et de l'évolution des « formes » vivantes. Les expériences toutes récentes de M. Pfeiffer, au laboratoire biologique du Gärtheamum Dorvach (Suisse), ont mis en évidence cette action organisatrice du facteur vie. Il s'agit de la cristallisation de sels minéraux sensibilisés par des doses infinitésimales de matière vivante (extraits de feuilles, de racines, de graines, sang, etc.). L'ordonnance frappante des cristaux ainsi obtenus confirme l'existence de forces encore inconnues, qui dépassent la structure purement matérielle des organismes vivants. Ainsi, la biologie nouvelle, telle que la développe, avec Spemann (Prix Nobel) et Bounoure (professeur à la Faculté des Sciences de Strasbourg), une pléiade de chercheurs audacieux, tend de plus en plus à s'éloigner aujourd'hui des théories purement matérialistes du siècle dernier pour se rapprocher des conceptions vitalistes qu'ont défendues, sous des appellations différentes, des savants tels que le Dr Carrel de l'Institut Rockefeller aux Etats-Unis, et des philosophes comme le génial allemand Goethe et Bergson, du Collège de France.

CERTAIN JOUR de 1905, les journaux lancèrent, en titres explosifs, une nouvelle qui nous troubla profondément, tous les jeunes qui étions déjà passionnés de science : un physicien, Stéphane Leduc, avait artificiellement reconstitué le mécanisme de la végétation. Et l'on nous présentait, dans une longue éprouvette, un « organisme » artificiel qui ressemblait, à s'y méprendre, à certaine plante aquatique, *Antennularia ramosa*, « hydrozoaire » bien connu. C'était, en commençant par le bas, une gerbe de tiges minces comme de la paille de riz, qui se divisaient en branches vers le milieu de l'éprouvette — et les branches, à leur tour, se subdivisaient en fines brindilles. L'ensemble était souple et se balançait au sein du liquide, comme pour narguer les biologistes « vitalistes », ceux qui prétendent que la « vie » commande à « l'organisation » de la matière vivante et que, par conséquent, *jamais* aucun laboratoire ne pourra reconstituer aucun organisme vivant dans un milieu purement « physico-chi-

mique », à moins de « l'ensemencer » d'un germe. Pasteur avait depuis longtemps démontré l'inanité de la « génération spontanée » en ce qui concerne les microbes. A plus forte raison, pensait-on, la génération spontanée d'un végétal devait-elle être impossible.

« L'organisme » artificiel de Stéphane Leduc, poussant « à vue d'œil » sous le regard de quiconque voulait jouer du spectacle, apparaissait donc comme un végétal diabolique. Sa végétation éclatait comme un scandale, à l'intérieur de son bocal.

Aujourd'hui, la belle expérience « physico-chimique » de Leduc ne scandalise plus les physiologistes, moins encore les biologistes. Elle les aide à comprendre comment les organismes vivants utilisent les propriétés de la matière afin de procéder à leurs « échanges » avec le milieu nécessairement physique, dont ils se nourrissent, aux dépens duquel ils prolifèrent. Mais nul ne songe plus à relier par une analogie, même lointaine, la végétation physico-chimique du savant

français de Nantes avec rien de « vivant », fût-ce le plus humble des hydrozoaires.

Nous expliquerons tout à l'heure la végétation artificielle de Leduc. Mais il nous faut reprendre la question d'un peu plus haut, car n'ayant pas l'habitude d'écrire pour le plaisir de critiquer, notre étude a pour objet final de présenter au lecteur certaines expériences nouvelles, toutes récentes, dues à un savant biologiste suisse, M. E. Pfeiffer, qui *renversent* totalement le problème tel que le posait Leduc. Loin de jeter un doute sur la dualité de la vie et de la matière, les expériences du professeur Pfeiffer nous montrent comment la simple cristallisation d'un sel inorganique « s'organise » visiblement sous l'influence d'une quantité infinitésimale de matière extraite d'un corps vivant.

Ces expériences de « sensibilisation » d'un cristal par un extrait de graine végétale, ou une infime gouttelette de sang, doivent, même, rationnellement conduire à des conséquences pratiques, à des méthodes diagnostiques pour juger de la *vitalité* d'un organisme.

La fausse « vie » des cristaux

Commençons par emprunter à M. Louis Bounoure — l'éminent biologiste de Strasbourg, qui n'est pas un inconnu pour nos lecteurs (1) — son exposé magistral touchant la « fausse analogie », vieille d'un siècle, de la « vie » des « cristaux », que beaucoup de chimistes se croient encore autorisés à présenter à leurs élèves, — sans doute parce qu'elle est « claire », c'est-à-dire cartésienne, donc une manière bien française d'éviter l'effort que nécessite la compréhension, si passionnante, de la réalité scientifique.

La forme la plus naturelle de la matière inerte, c'est le cristal. Les sels chimiques, dont les propriétés s'apparentent, cristallisent dans les mêmes formes. On dit que les « espèces » chimiques sont isomorphes (loi de Mitscherlich, 1819). Voilà donc une pre-

mière analogie entre des familles de corps physico-chimiques et les familles de corps vivants : les uns et les autres ont même « air de famille », même *forme*. Passons sur le fait que les formes cristallines sont anguleuses, tandis que les formes vivantes sont extra-souples. Passons, car Leduc a précisément réalisé, sinon de l'extra-souple, du moins de l'arrondi en matière de végétation artificielle.

Munis de la notion « d'espèce » cristalline, les chimistes vont plus loin. Ils observent que la cristallisation commence toujours à partir d'un « germe ».

Voici une solution saline « sursaturée », c'est-à-dire contenant un peu plus de sel que ne le voudrait le coefficient de solubilité normal. C'est un de ces « faux équilibres » bien connus dans tous les ordres de phénomènes. Jetez dans la solution une infime parcelle du sel en question : aussitôt la cristallisation de la solution se déclenche et s'organise autour de ce « germe ».

Allons plus loin. Une fois le bloc de cristal réalisé, mutilons-le, tout en maintenant la solution à saturation. Le cristal cicatrise sa « plaie » par une suractivité localisée à cet endroit, tandis qu'il ralentit sa croissance dans les autres directions.

Ainsi, un cristal naît d'un germe ; se *nourrit* de la solution ; *répare* spontanément ses lésions. « Tout comme

un corps vivant », insistent les chimistes.

— Oui, fait observer, en substance, M. Bounoure. Mais, s'il se nourrit, le cristal n'assimile pas. Il adjoint à ses molécules des molécules en suspension dans le milieu extérieur, sans modifier leur composition chimique. Et le « germe » cristallin n'est que l'une quelconque de ces molécules : or, nous savons — *La Science et la Vie* l'a exposé par le détail (1) — combien les cellules « germinatives » des êtres vivants sont différentes de leurs cellules « somatiques », celles de leur corps.

Entin, le cristal n'a pas de « milieu intérieur » comme tout être vivant. Si vous essayez de créer ce milieu (en dissolvant par lavage, au moyen d'une pipette, le « cœur »

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 225, page 203.

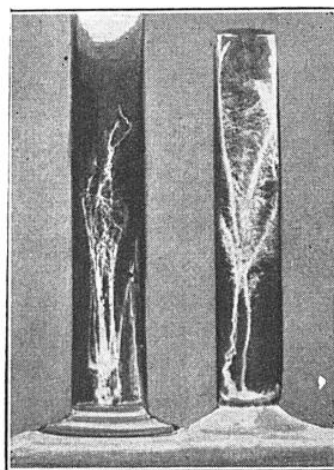


FIG. 1. — LES PSEUDO-VÉGÉTATIONS DE M. LEDUC.

Dans le bocal de gauche : la végétation artificielle de Leduc. Dans celui de droite, un spécimen d'*Antennularia ramosa* hydrozoaire.

(1) Voir *La Science et la Vie* du n° 225 page 206 et *La Revue générale des Sciences*, du 15 juin 1935, du 15-30 septembre 1935.

d'un bloc de sel cristallisé), le « creux » ainsi réalisé prend la forme inverse du cristal lui-même. Dans les cristaux cubiques, c'est un « cube » qui se creuse — et ne se répare pas. Faites la même expérience au centre d'une masse de chair vivante. La poussée de cicatrisation apparaît aussitôt. La matière vivante « sait » ce qu'elle fait. Les racines fouillent le milieu, s'il s'agit d'un végétal. L'animal choisit sa nourriture et parfois au péril de sa vie.

Et la matière vivante qui cesse de se nourrir meurt. Le cristal ayant « épuisé » le milieu — la solution — s'arrête de croître. Et il reste ainsi, immobile, sans plus « durer » — comme dirait M. Bergson — indécomposé pendant des siècles et des siècles. Le cristal de roche est aussi ancien que la montagne qui le porte.

Il n'était donc pas « vivant », puisqu'il ne sait pas « mourir ».

Les « pseudo-végétations » de Leduc

Entrons maintenant dans le détail de l'expérience de Stéphane Leduc.

Comme on va le voir, il ne s'agit plus d'une cristallisation, mais d'un phénomène de « croissance osmotique ».

Pour en comprendre le mécanisme, rien n'est meilleur que de suivre le phénomène par le détail.

Dans l'éprouvette, le milieu aux dépens duquel la végétation doit s'effectuer est une solution de *ferrocyanure de potassium*. Ce « poison », l'une des substances minérales les plus toxiques qu'ait fabriquées l'industrie humaine, le « ferrocyanure », tel est le milieu nutritif que le chimiste offre donc à son futur végétal pour lui faire imiter les fins hydrozoaires nourris dans l'eau de nos rivières, — l'eau dont tout être vivant est constitué dans la proportion de 40 %.

Ce milieu nutritif d'une autre planète, inconcevable même par Wells, le chimiste l'« ensemence » d'une « graine », non moins méphistophélique, de sa fabrication : une boulette de sulfate de cuivre et de sucre intimement broyés.

La boulette s'entoure aussitôt d'une *pellicule* de « ferrocyanure », non pas de

« fer » constituant le « milieu », mais de *cuivre*. Il y a donc eu « décomposition » du milieu nutritif par le germe. C'est l'acide sulfurique de la boulette qui a joué le rôle de « suc gastrique ». Par cette première opération, le « germe » s'est perfectionné, il s'est *donné* une membrane « semi-perméable ».

Grâce à cette membrane, un autre phénomène que la cristallisation va jouer : c'est l'« osmose ». La solution de sucre, fortement concentrée à l'intérieur de la membrane, crée une *pression osmotique* qui tend à la gonfler, tandis qu'elle laisse rentrer l'eau du milieu extérieur. Tant et si bien qu'en un point quelconque la membrane cède, s'allonge et

« forme une protubérance qui grandit dans le milieu extérieur en forme de tige verticale. » (Voir notre schéma fig. 2.)

Sur un autre point de cette tige, le même phénomène se reproduit et une branche latérale se développe. Les branchioles, finalement, « portent des organes terminaux en forme de feuilles, de boules, d'épines, de vrilles, de chatons », à la manière

d'une algue ou d'autres plantes aquatiques.

En ajoutant des traces de différents sels au milieu fondamental du ferrocyanure, on varie cette « végétation ».

Dans l'expérience de Stéphane Leduc, un fait capital est apparu : la nutrition du « milieu intérieur » de la plante artificielle aux dépens du milieu extérieur, avec transformation de la matière absorbée.

L'imitation physico-chimique de la vie est, en effet, parvenue à réaliser l'aspect physique indéniable des « échanges » nutritifs — qui s'effectuent à travers des membranes dans tous les corps vivants.

Cependant, les botanistes savent bien « que, chez le végétal, il existe une organisation compliquée qui n'a rien de commun avec la constitution très simple, et *uniforme*, d'un précipité minéral ». Comme la cristallisation, la végétation de Leduc se forme *de l'extérieur*, par précipitation des matières en suspension dans le milieu. Une plante se nourrit par la racine et n'exploite le milieu

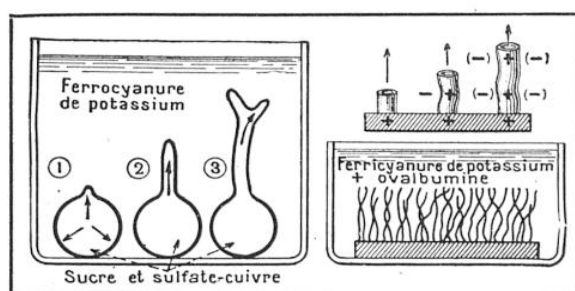


FIG. 2. — COMMENT S'EXPLIQUE L'EXPÉRIENCE RÉALISÉE PAR M. STÉPHANE LEDUC

A gauche : schéma de la croissance osmotique des « végétations » de Leduc (voir le texte). A droite : en bas, exemple de « précipités filamenteux » obtenus par R.-S. Lillie (voir le texte); en haut, schéma de la croissance osmotique et électrolytique des précipités.

extérieur que par la plus subtile des chimies : la chimie chlorophyllienne, qui utilise l'énergie du rayonnement solaire.

Et c'est une opération de synthèse que les chimistes n'ont encore pas su imiter — sous réserve d'une expérience déjà ancienne de Daniel Berthelot.

Du point de vue physiologique, non plus, aucune analogie fonctionnelle n'apparaît : une fois que la « plante osmotique » est parvenue à l'état d'équilibre avec le milieu, — état purement physique, du même ordre que l'équilibre de cristallisation, — la croissance s'arrête, *sans mourir*, elle non plus. Une plante vivante réagirait sur elle-même de mille et une façons avant de permettre à la mort de l'envahir, sous prétexte que le milieu serait épuisé.

Le dernier argument présenté par M. Bounoure est capital : « Toute cellule vivante, écrit-il, aussitôt née dans un milieu de culture convenable, peut devenir un centre actif de synthèse chimique, de croissance morphologique et de génération cellulaire, lorsqu'on la transporte dans un milieu neuf : le moindre filament d'algue verte, prélevé dans une mare et placé dans un bocal d'eau, prolifère dans ce nouveau milieu. Une seule cellule de levure transportée d'une cuve de fermentation dans un moût sucré intact se multiplie et fait fermenter ce milieu... » Or, rien de semblable ne se produit avec la végétation osmotique. « Si on détache un des fragments de cette formation purement minérale pour le porter dans une solution identique à celle où il a pris naissance, *il reste tout à fait inerte* et même se désagrège. »

Les « précipités filamenteux » de R.-S. Lillie

Il convient d'indiquer un autre processus de végétation artificielle réalisé plus récemment, en 1917, par Ralph-S. Lillie, qui met en œuvre un autre agent physique que la pression osmotique : l'électrolyse.

Vous connaissez peut-être le phénomène classique de l'« arbre de Saturne ». Quand on plonge une *lame de zinc* dans une solution très étendue d'acétate de plomb, le zinc déplace le plomb de l'acide *par électrolyse*. Le plomb se dépose à l'état métallique sur la lame de zinc, où il forme une seconde électrode qui s'accroît d'un nouveau dépôt, etc... Cet accroissement se développe suivant une arborescence extrêmement ramifiée.

Lillie a perfectionné cette vieille expérience. Il prend une solution de ferrocyanure de potassium à laquelle il mélange du blanc

d'œuf très dilué (ovalbumine), ce qui n'est autre chose qu'un « colloïde ». En plongeant une *lame de fer* dans ce mélange, un phénomène électrolytique s'amorce, comme dans le cas de l'arbre de Saturne, mais de façon bien différente. Le *potassium* de la solution est déplacé par le fer, et le *ferricyanure de fer* ainsi produit se « précipite » sur la lame de fer. Seulement, en chaque point où elles s'« enracinent », les parcelles de ce précipité forment un anneau, dû à la présence des micelles colloïdales isolantes. Et l'arborescence prend, par superposition de ces anneaux, la forme d'un tube. La paroi de ce tube constitue ici encore, comme dans la membrane végétative de Leduc, une paroi « semi-perméable », c'est-à-dire qui attire l'eau à l'intérieur du tube par voie latérale. A la base de son implantation sur le fer, le tube est, ainsi que le long de sa paroi interne, chargé positivement, tandis qu'il reste négatif sur sa paroi externe, celle qui baigne dans le ferrocyanure de potassium. Un courant *liquide* s'établit le long du tube par capillarité. Le tube s'allonge (toujours par dépôt de ferricyanure de fer), tout en restant *ouvert* à son extrémité. Finalement, la plaque de fer s'est recouverte d'une foule innombrable de filaments en forme de tubes capillaires, quasi microscopiques, qui évoquent le *thalle* recouvrant la face interne des champignons vulgaires.

Cette « chevelure » est-elle assimilable à une végétation ?

Ralph-S. Lillie développe la comparaison. Ici encore, il y a « nourriture » aux dépens du milieu extérieur, par juxtaposition d'éléments, mais d'éléments *choisis* dans ce milieu.

Si l'on coupe l'extrémité d'un filament, il se régénère. Et pourquoi ne le ferait-il pas, puisqu'il est parcouru par une « sève » montante qui dépose le *ferricyanure de fer* à son extrémité par déplacement du potassium dans la solution de *ferrocyanure de potassium* où baigne cette extrémité. Nous voici donc en présence, cette fois, de la « circulation » nutritive le long d'une « artère ».

Une artère ? Que dis-je ! Un nerf. En effet, si l'on *touche* le morceau de fer qui représente le champ de culture (c'est curieux comme ici tout est antinomique de la vraie culture vivante : un « champ » de fer !), si l'on touche ce fer avec du zinc, on atténue la *polarité* du phénomène d'électrolyse. La croissance se ralentit. Si l'on touche le fer avec du platine (métal noble), la polarité du courant électrolytique *s'accroît* et la croissance s'accélère. Ce sont exactement les

mêmes fonctions apparentes d'*inhibition*, d'une part, et d'*excitation*, d'autre part, que l'on rencontre dans le phénomène biologique de transmission de l'*influa nerveux*. On connaît l'influence de ces excitations, comme de ces inhibitions, dans la croissance des organismes (un nerf tranché, cela suffit pour atrophier un muscle).

L'immense intérêt « physiologique » des précédentes expériences

Toute expérience ne vaut que par son interprétation.

R.-S. Lillie interprète les siennes en concluant qu'elles donnent le schéma de l'*activité fonctionnelle* générale chez les êtres vivants : toute activité physiologique s'accompagne à la fois de *transformations chimiques* et du passage de *courants électriques* qui sont la condition même de la « nutrition » et de l'« accroissement ».

« La vie apparaît comme la manifestation de circuits électriques développant, localement ou à distance, un ensemble de décompositions et de synthèses étroitement liées. » Localement, c'est-à-dire dans les échanges du métabolisme, qui se font tous à travers des membranes, en commençant par la membrane qui délimite chaque cellule ; à longue distance, c'est-à-dire par transmission nerveuse. On pourrait même ajouter que les « glandes » (responsables de la sécrétion des hormones) peuvent être considérées comme des organes électriques : parmi les poissons électriques, les *siluriné*s préparent leurs décharges au moyen de glandes. En somme, les expériences de R.-S. Lillie ne font qu'ajouter une nouvelle confirmation à la découverte géniale de d'Arsonval que nous avons exposée ici (1), qui a démontré que tout organisme vivant est, en tant que mécanisme, une machine électrique.

Elles sont d'accord, par conséquent, avec

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 193, page 63.

la physiologie des tissus la plus classique.

Mais elles laissent entier le problème du « vitalisme », de la « spécificité » de la vie, en tant que phénomène supérieur aux phénomènes physico-chimiques.

Le travail de « création vitale » — selon l'expression de Claude Bernard, que cite M. Louis Bounoure — n'a aucun rapport avec les phénomènes simples, *passifs*, et d'allure géométrique qui président à l'accroissement du cristal. Il n'est pas davantage figuré par les réactions de Leduc ou celles de Lillie, lesquelles se stabilisent de par les lois de l'équilibre chimique. Une fois cet équilibre atteint, le processus s'arrête. Très éclairantes pour le « physiologiste »,

ces réactions laissent le « biologiste » parfaitement libre de définir l'être vivant comme composé de deux principes : la matière et... la vie.

Le professeur Bounoure fait d'ailleurs observer, avec un sens philosophique très aigu, que l'être vivant, indivisible, l'« individu », se définit d'abord par son unité. Et

puis, par la permanence de sa forme : une forme qui ne relève pas de la mesure géométrique. Les formes biologiques sont essentiellement stables ; sans doute, le milieu influe sur leur développement quantitatif, matériel, mais non sur leur morphologie. « Mettons, nous dit-il, dans le même bocal d'eau, côte à côte, un œuf de truite et un œuf de grenouille : nous verrons inévitablement sortir de l'œuf de truite un alevin de truite, et de l'œuf de grenouille un têtard... L'eau, l'oxygène dissous, qui baignent ces œufs, les aliments dont commencent à se nourrir le jeune alevin et le jeune têtard ne sont pour rien dans l'acquisition de la forme Truite et de la forme Grenouille. »

« Le milieu n'apporte à l'être vivant, pour ce qui est de sa morphogenèse (génération de sa forme), que des conditions accessoires de réalisation. Le milieu n'est pas indifférent au développement. Il le permet, le faci-

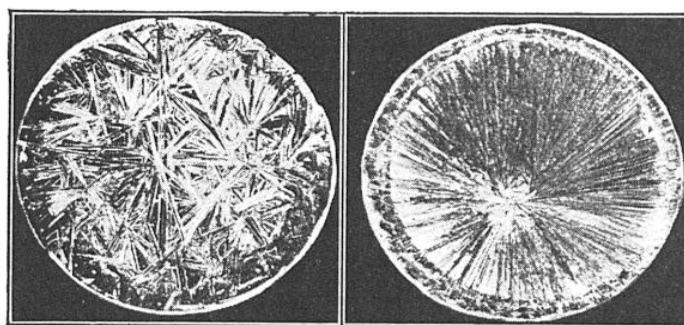


FIG. 3. - LE PHÉNOMÈNE DE « CRISTALLISATION SENSIBLE »

A gauche : un « givre » obtenu par cristallisation normale d'un sel sur un disque de verre. A droite : le « givre » du même sel auquel on a mélangé une infime parcelle soit d'extrait végétal, soit d'un sérum animal. Dans ces conditions, la cristallisation normale, visiblement désordonnée, s'est orientée spontanément autour du « pôle » très précis ainsi créé.

lite, le gêne ou l'empêche, mais ne le dirige pas. » (CAULLERY.) Les vrais ressorts de la morphogénèse sont immanents à l'organisme, et, en ce sens, l'être vivant, *en tant que possesseur d'une FORME SPÉCIFIQUE, ne dépend que de LUI-MÊME.*

Autrement dit, tout individu est marqué d'une personnalité que vous cherchiez en vain dans les « pseudo-organismes » physico-chimiques, cristallisés ou précipités, que nous venons de montrer.

En outre, l'organisme possède une finalité. La génération propage la forme de l'espèce au delà de l'individu. Et nous avons étudié, ici même, les horizons qu'ouvrent, dans ce sens, les problèmes de l'embryogénie et de l'hérédité mendélienne (1).

Tel est le point de vue scientifique de toute l'école « néo-vitaliste » moderne, qui compte des noms comme Spemann, Th. Hunt Morgan, deux Prix Nobel, Caullery,

de la Sorbonne, Cuénot, le maître de Nancy, Bounoure, celui de Strasbourg, J. Duclaux, du Collège de France, etc.

Claude Bernard, cet adversaire de la *force vitale*, en tant qu'énergie de l'ordre physico-chimique, a défini comme il suit le caractère de la vie : « Il y a comme un dessin préétabli de chaque être, écrit-il, et de chaque organe. En sorte que si, considéré isolément, chaque phénomène de l'économie est tributaire des *forces générales* de la nature, pris dans ses relations avec les autres, il révèle un lien spécial et semble dirigé par quelque *guide*

1) Voir *La Science et la Vie*, n° 225, page 203.

invisible. » Claude Bernard parle donc dans les lignes précédentes absolument comme si les êtres vivants avaient une âme qui dirige leur vie en utilisant les énergies naturelles — sans fournir elle-même d'énergie.

Que reste-t-il d'« expérimentalement possible » dans ce cas, pour révéler l'activité spécifique de ce « guide invisible » qui s'appuie sur la physico-chimie, mais ne

s'occupe que de créer et de maintenir des « formes » — et des formes échappant à la mesure géométrique (1) ?

Pas de mesure, pas de science exacte.

Eh bien ! voici, étalées sur une plaque de verre, dans les expériences de M. Pfeiffer, les traces de la main invisible qui « guide » la matière dans son évolution vivante.

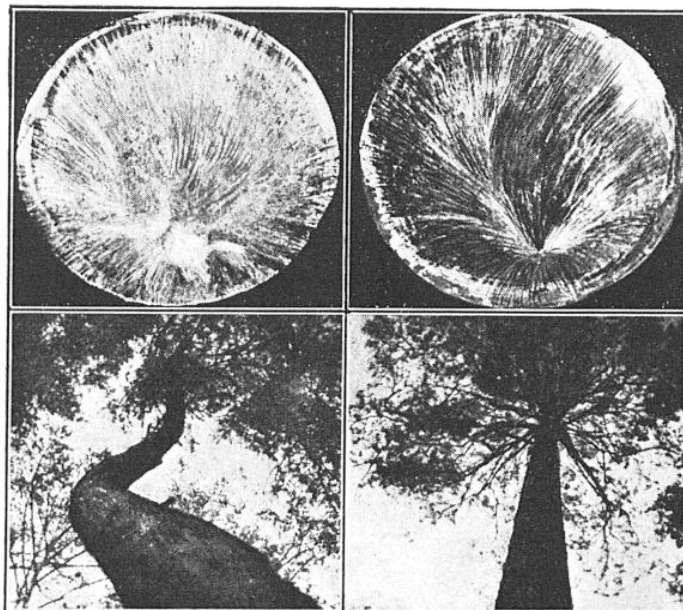


FIG. 4. — UN CAS PARTICULIÈREMENT NET DE « CRISTALLISATION SENSIBLE »

En bas, à gauche : un pin mal conformé de même espèce que celui de droite très bien conformé. Le test de la « cristallisation sensible » appliqué aux extraits de graines de l'un et de l'autre arbres donne deux « givres » de chlorure de cuivre particulièrement contrastés. L'un et l'autre « givres » (placés au-dessus de l'arbre qu'ils concernent) semblent refléter, par leur degré d'organisation cristalline, la qualité de l'organisme végétal lui-même. Le « guide invisible » qui dirige la végétation semble avoir présidé, aussi, à la formation du givre cristallin.

de huit années de « travail quotidien » au laboratoire biologique du Goetheanum-Dornach (Suisse).

Ce sont des expériences de cristallisation.

Des cristallisations imitant les « fleurs de givre », que chacun de nous connaît pour les avoir trouvées réalisées sur les vitres de sa

Le doigt du « guide invisible » « aiguille » les cristallisations de M. Pfeiffer

Il s'agit de trente mille expériences « obtenues au cours

(1) Cette « irrationalité » de la forme vivante, au regard de la mesure quantitative, n'est nulle part mieux mise en lumière que dans la théorie des chromosomes de Hunt Morgan qui montre la relation d'un « gène », particule infinitésimale du noyau cellulaire, et des formes les plus grosses de l'individu « mouche : les ailes, l'œil, etc. (Voir *La Science et la Vie*, n° 221, page 358.)

chambre, en tirant ses rideaux par un matin glacial, en hiver. Dans l'étude à laquelle nous venons de faire appel et qui date de 1934, M. Bounoure observait que « la formation de cristaux de glace sur une vitre dessine des plantes artificielles encore plus belles que celles de Leduc. De tels aspects, ajoutait-il, n'ont, bien entendu, aucun rapport avec les organismes réels. »

La cause est entendue. Ces végétations n'ont rien d'organique. Mais que diriez-vous si l'on vous démontrait que la *forme* de ces cristaux dépend peut-être de l'état de santé, ou simplement des caractères biologiques, de l'« individu » qui a fourni leur matière, la vapeur d'eau, issue de ses poumons, tandis qu'il respirait, endormi, dans la chambre tiède?... Nous n'en sommes pas encore là, mais c'est une démonstration strictement équivalente qu'apporte M. Pfeiffer, non pas avec un « givre » de glace, mais avec des givres spéciaux obtenus en laissant cristalliser, dans des chambres à température constante et soigneusement calfeutrées, quelques gouttes de chlorure de cuivre ou d'acétate de plomb sur une rondelle de verre.

Quand ces sels chimiques sont pris à l'état pur, les « givres » réalisés prennent un aspect désordonné.

Quand, sur des préparations identiques, l'opérateur mélange à la solution saline une seule goutte d'un sérum sanguin ou d'un extrait de graine végétale, la « végétation givrée » du sel apparaît, après cristallisation, merveilleusement centrée sur un point précis d'où elle diverge comme autour d'un germe ! Remarquez que l'extrait « organique » tiré d'un être vivant est intimement *mêlé* à la solution. Il ne s'agit donc pas d'une hétérogénéité physique provoquée, par exemple, par le dépôt de la gouttelette étrangère en un point précis de la lamelle de verre. Non. Il n'y a pas de raison spéciale pour que la « fleur de givre »

se polarise sur un seul point plutôt que sur deux ou sur dix...

Il semble que, cette fois, c'est bien le doigt du « guide invisible » de Claude Bernard qui a touché la matière en train de cristalliser, à la manière dont un aiguilleur touche un levier de commande dans une gare de triage.

Comment la « cristallisation sensible » reflète le degré d'organisation de l'individu vivant

Mais voici qui est encore plus déconcertant, — du moins pour les biologistes qui ne veulent plus continuer de penser en physico-chimistes et réclament pour leur science la méthode indépendante que le grand philosophe Bergson a si fortement esquissée.

L'organisation d'une cristallisation purement minérale par une parcelle infinitésimale de matière vivante pourrait, à la rigueur, être attribuée à la nature « physico-chimique » de cette matière, non à son

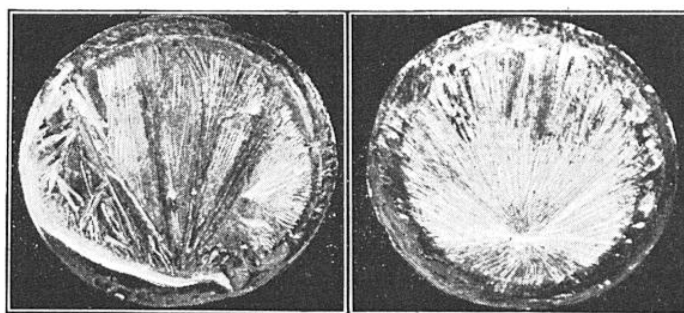


FIG. 5. — DEUX AUTRES EXEMPLES DE « CRISTALLISATIONS SENSIBLES » OBTENUES PAR L'ACTION D'EXTRAITS DE RACINES DE HÊTRES

L'image de gauche a été obtenue au moyen d'échantillon de racines d'arbres mal venus, en terrain marécageux; l'image de droite, sur un échantillon de beaux arbres poussés en excellent terrain. La différence des cristallisations est très nette.

caractère de « matière vivante ». Ce serait assez malaisé à soutenir, étant donné que M. Pfeiffer nous avertit que l'expérience échoue si l'on force la dose. Dans ce cas, ni le chlorure, ni l'acétate ne marquent aucune velléité d'organisation. Nous reconnaissons là les procédés ordinaires de la vie qui n'a jamais besoin de grosses doses de matière pour agir morphologiquement. (Voyez les hormones, les vitamines... Voyez les chromosomes.)

Voici, néanmoins, la réponse péremptoire à l'objection.

Puisque la « forme » est le caractère spécifique de la vie, les vices de conformation de l'individu doivent retentir sur les cristallisations sensibles de M. Pfeiffer. Le savant reçut un jour d'un forestier de ses amis deux pommes de pin provenant de deux arbres différents. Il prépara séparément les extraits de l'une et de l'autre sortes de graines, et les deux cristallisations de chlorure de cuivre

sensibilisées par l'un et par l'autre de ces extraits donnèrent les figures que représentent les photographies ci-jointes. L'un des givrages est, de toute évidence, organisé de manière beaucoup plus précise que l'autre. Renseignement pris, le givrage très net était produit par la graine d'un pin au fût très droit, aux étages de branches très réguliers. Le second givrage, moins net, se rapportait à un pin de même espèce que le précédent, mais singulièrement mal tourné. Comparez, d'ailleurs, les photographies de l'un et de l'autre de ces arbres (fig. 4). L'ordre régulier, la « symétrie » de l'arbre droit se révélait dans la symétrie de la cristallisation. Le caractère morphologique de l'arbre tordu se traduisait, semblablement, par le trouble constaté dans l'organisation de la seconde cristallisation. La « fleur de givre » apparaissait comme l'ombre de la végétation réelle, du point de vue de la « forme ».

La substance empruntée à l'être vivant conservait donc le pouvoir d'« orienter » aussi la cristallisation. Le « guide invisible » de Claude Bernard persistait jusque dans le suc fraîchement extrait de la graine.

La portée des expériences de M. Pfeiffer

La méthode Pfeiffer permet d'apprécier la force de croissance des graines. Les meilleures graines donnent les images cristallines les plus précises.

Les « extraits de feuilles » donnent d'autres formes que des extraits de racines ; des nénuphars d'autres images que des primevères, ou que l'avoine ou que l'orge...

Le sang sensibilise également les cristal-

lisations de M. Pfeiffer. Inutile d'insister sur l'avenir pratique de cette méthode.

« Au point de vue purement théorique, écrit l'auteur, il faut constater qu'apparemment la solution de chlorure de cuivre est soumise ainsi à un principe formateur qui agit sur elle *en dehors de toute réaction chimique*, ordonnant les cristaux de telle sorte qu'ils nous apparaissent sous des *formes* caractérisées ».

Et ceci, aux yeux de l'auteur, confirme « l'existence de systèmes de forces organisant les cellules, *qui dépassent la structure purement matérielle* des organismes vivants ».

Que l'on parle d'un principe « dynamique » comme Hans Driesch, le professeur de Leipzig, acquis, ainsi que le docteur Carrel, aux sciences métapsychiques ; d'un « champ dynamique » supérieur à la matière, comme Mittasch ; d'un « champ de forces » biologique, comme Bertalanffy, ... les expériences de M. Pfeiffer — qui invoque les thèses de tous ces biologistes — mettent en évidence l'existence de ce facteur immatériel, de ce principe « vital » que Goethe avait déjà pressenti lorsqu'il invoquait « un élément vital supérieur » dont dépend la *forme* de l'organisme.

La philosophie de l'élan vital de M. Henri Bergson domine hautement le débat. Tous les biologistes précités se réfèrent plus ou moins à la pensée de l'auteur de *L'Évolution créatrice* pour fonder la nouvelle Biologie générale, que le professeur Louis Bounoure a si magistralement définie dans son cours de la Faculté de Strasbourg.

JEAN LABADIÉ.

Au moment où un nouvel aménagement des impôts est envisagé pour 1937 sur l'initiative du gouvernement, il est opportun de donner ici quelques indications concernant l'évolution de la fortune nationale.

D'après notre administration des Finances, le fléchissement des impôts sur les revenus a été — de 1931 à 1935 — de 3 milliards 300 millions (soit de 43 %). Comme, en 1932, les assujettis à l'impôt général étaient de 2 080 164, et qu'en 1935, ils ne sont plus que de 1 754 035, il y a lieu d'en conclure qu'en trois ans, plus de 325 000 contribuables, en cessant de figurer sur les rôles de l'impôt général, démontrent que leurs revenus sont tombés au-dessous de 10 000 francs (loi du 30 décembre 1928).

Ceci tend à prouver que la France s'appauvrit. — Quant à l'annuité successorale, si on l'évalue en francs-or, pour simplifier le calcul, on trouve qu'elle atteignait avant 1914 le chiffre de 5 milliards 500 millions (années 1910 à 1913), alors qu'elle n'est plus que de 2 milliards 900 millions (près de 50 % de diminution).

Ainsi notre pays voit non seulement ses revenus fléchir par suite de la crise économique — ce qui est logique, — mais encore — ce qui est plus grave — le capital de la nation (mobilier et immobilier) diminuer de valeur.

QUELQUES PROBLÈMES DE PHOTOGRAPHIE QUE LA SCIENCE A RÉSOLUS RÉCEMMENT

Par L.-P. CLERC

Le dernier Congrès international de Photographie scientifique, qui se tient en général tous les trois ans dans une des grandes cités industrielles du monde, avait signalé à l'attention du public éclairé les principaux problèmes que soulève le développement, aussi considérable que rapide, des industries photographiques. Il nous a paru opportun de demander à l'un des savants les plus qualifiés dans ce domaine d'exposer à nos lecteurs l'état actuel de ces questions primordiales au point de vue technique : sensitométrie, cinéma en couleurs, lumière polarisée et applications. Cette documentation complètera utilement l'étude d'ensemble publiée ici sur la photographie (1), envisagée alors au point de vue de l'optique pratique des appareils. Elle constitue, en cette fin de 1936, une mise au point de cette magnifique application de la physique et de la chimie à la vie, maintenant que la photographie s'est affranchie de toutes saisons.

Le procédé « Kodachrome » de cinématographie en couleurs

LE procédé Kodachrome, dû à *Mannes et Godowski*, est exploité aux Etats-Unis depuis dix-huit mois et a été introduit en France au printemps dernier ; ce procédé, d'emploi aussi simple pour l'usager que l'obtention d'un film en noir et blanc, a exigé, au contraire, de véritables tours de force pour la fabrication du film et pour son traitement automatique.

Le film s'emploie dans un appareil cinématographique de 16 mm avec ouverture d'objectif au moins égale à $F/8$, sans l'adjonction d'aucun accessoire quand la prise de vues est faite en lumière naturelle. Le film en couleurs est présenté au moyen d'un projecteur quelconque pour films de ce format. Les très beaux spécimens réalisés comprenaient, entre autres, les ébats de plongeurs, montrant ainsi que ce procédé est parfaitement applicable à des mouvements très rapides.

Le film, représenté schématiquement en coupe (fig. 1), porte sur sa face dorsale une couche noire absorbante qui sera décolorée au cours des traitements et, au recto, cinq couches superposées dont l'épaisseur totale n'est pas supérieure à celle de l'unique couche d'émulsion d'un film inversible pour cinématographie d'amateur. Ces couches sont, à partir du support : une émulsion sensible au rouge et au bleu ; une couche incolore de gélatine durcie ; une émulsion sensible au vert et au bleu ; une couche de

gélatine durcie teinte provisoirement en jaune pour absorber les radiations bleues non utilisées dans la couche supérieure ; et, enfin, une émulsion ordinaire sensible seulement au bleu-violet (le colorant jaune, constituant filtre de lumière, peut être incorporé à cette couche d'émulsion, au lieu d'être employé à colorer la couche de gélatine sous-jacente). Pour qui connaît les difficultés que présente la fabrication régulière d'un film à une seule couche d'émulsion, il est facile de se rendre compte du tour de force que représente la réalisation commerciale d'un tel film, où les sensibilités relatives des trois émulsions à trois groupes de radiations doivent être parfaitement équilibrées.

Du fait de la sensibilité chromatique des trois émulsions et de la présence du filtre jaune, ces trois émulsions enregistrent respectivement les trois couleurs primaires bleu-violet (couche externe), vert (couche moyenne) et rouge (couche profonde) ; aux trois images négatives ainsi sélectionnées doivent donc correspondre, conformément aux principes de la trichromie par synthèse soustractive, des images positives constituées, dans le même ordre d'énumération que ci-dessus, par des pigments jaune, rose et vert-bleu. Voyons à la suite de quelles acrobaties ce résultat est obtenu sur machines automatiques.

Parvenu à la station de traitement, le film est d'abord développé en négatif, puis traité dans un bain qui dissout l'argent (inversion de l'image) ; avant le redéveloppement en positif de l'image formée par le

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 214, page 335.

bromure d'argent non utilisé à constituer l'image négative provisoire, et pour permettre la compensation des erreurs de pose, tout au moins entre certaines limites, le film reçoit une lustration uniforme réglée automatiquement d'après la densité optique du bromure d'argent résiduel, mesurée pour chacune des images successives par une pile thermoélectrique qu'excite un flux d'infrarouge traversant le film, suivant la technique déjà employée à l'inversion des films Ciné-Kodak pour cinématographie en noir.

Le second développement est effectué dans un révélateur composé de telle sorte que, par réaction entre les produits d'oxydation du développeur et un copulant approprié, la formation de l'image argentique noire s'accompagne du dépôt dans la gélatine d'une quantité proportionnelle d'un colorant insoluble bleu-vert. Le développement terminé, l'excès du bromure d'argent est éliminé par un bain fixateur, et le film est lavé, puis séché. A ce moment, l'image bleu-vert de la couche profonde est définitivement

constituée, sauf à la débarrasser ultérieurement de l'image argentique dont elle est doublée ; mais les images des couches médiane et externe sont constituées indûment par un colorant bleu-vert. Le film passe donc dans un bain capable à la fois de transformer l'argent métallique en chlorure d'argent développable et de détruire le colorant bleu-vert, l'action de ce bain devant être arrêtée à mi-épaisseur de la plus profonde des deux couches de gélatine nue ; après rinçage, la machine conduit le film sous une lampe, puis dans un révélateur analogue à celui utilisé à l'opération précédente, mais qui double l'image argentique d'une image rose, constituée par un colorant insoluble ; le film est ensuite lavé et séché.

Dans une dernière partie de la machine, le film passe à nouveau dans un bain chlorurant et décolorant, sous une lampe, et dans un révélateur déposant sur l'image argentique une quantité proportionnelle d'un colorant jaune insoluble ; après lavage, un bain élimine l'argent des trois images superposées, puis le film est lavé et définitivement séché. Le plus extraordinaire est peut-être que, après

une telle suite d'opérations, on obtienne une image et même une image parfaite.

Le procédé « Gasparcolor »

Le second procédé de cinématographie trichrome présenté au Congrès est un procédé de synthèse soustractive d'après films sélectionnés par l'une quelconque des méthodes connues ; en fait, les films « Gasparcolor », établis suivant la technique de B. Gaspar, n'ont été employés jusqu'ici qu'à la production de films publicitaires d'après dessins animés ou mannequins, et plusieurs de nos lecteurs en ont probablement pu voir quelques-uns sur les écrans de Paris et de quelques grandes villes.

Le film est constitué en coulant sur l'une des faces du support une émulsion ordinaire sensible au bleu-violet et teinte uniformément en bleu-vert par un colorant insoluble ; sur l'autre face du support, on a coulé d'abord une émulsion sensible au rouge, uniformément teinte en jaune, puis une émulsion sensible au bleu, uniformément

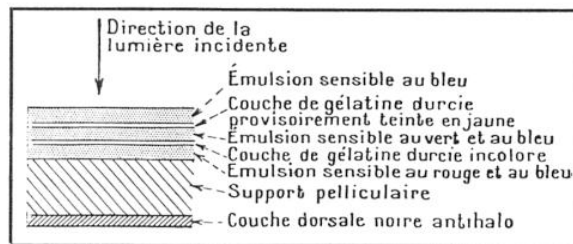


FIG. 1. — COUPE DU FILM « KODACHROME »
C'est par une série de traitements chimiques et physiques que l'on obtient dans le film la production des images colorées dont la synthèse, à la projection, fournit l'image en couleurs naturelles.

teinte en carmin. Les colorants employés sont tels que, traités par un bain approprié, ils soient décolorés au contact de l'argent constituant les images négatives intermédiaires, en quantité proportionnelle à la quantité d'argent, chacune des couches colorées constituant ainsi, après ce traitement, une image positive. La copie, d'après films positifs convenablement établis à partir des négatifs sélectionnés, est faite en trois passages dans la tireuse, avec les précautions nécessaires pour assurer le repérage des trois images copiées successivement chacune dans l'une des couches d'émulsion. Le positif du bleu-vert (établi d'après le négatif sélectionné sous le filtre rouge) est copié en lumière bleue sur la couche d'émulsion teinte en bleu-vert ; puis, sur l'autre face, on copie successivement en lumière rouge le positif du jaune, et en lumière bleue le positif du vert. Après développement en négatif des trois images superposées, le film passe dans le bain assurant la décoloration localisée, puis dans des bains dissolvant à la fois l'argent et le bromure d'argent résiduels.

Les films présentés sont à couleurs très

vives, convenant d'ailleurs parfaitement à la publicité ; il n'y aura vraisemblablement aucune difficulté à produire des tons moins éclatants quand le procédé sera étendu à la production de films en couleurs d'après nature.

Utilisations photographiques de la lumière polarisée

D'abord, rappelons ce qu'est la polarisation de la lumière.

Tandis que les sons se propagent par vibrations longitudinales, orientées dans le sens même de la propagation, la lumière se propage par vibrations transversales, orientées perpendiculairement à la direction de ce que l'on est convenu d'appeler le rayon lumineux ; habituellement, ces vibrations sont réparties au hasard dans tous les plans qui peuvent être menés par le rayon lumineux. Divers dispositifs, généralement les « nicols », assemblages de prismes taillés dans des cristaux de spath d'Islande, ne laissent subsister dans la lumière qui les traverse que les vibrations parallèles à un plan déterminé, dit « plan de polarisation », qui accompagne le cristal dans ses rotations ; les vibrations

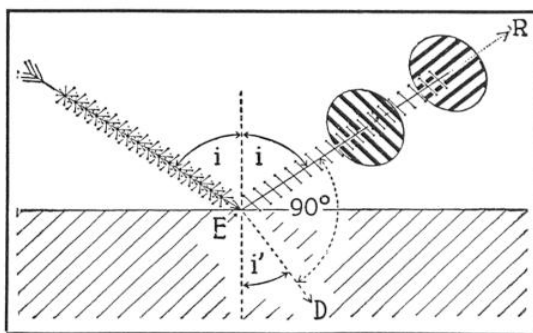


FIG. 2. — REPRÉSENTATION SCHÉMATIQUE DE LA POLARISATION DE LA LUMIÈRE PAR RÉFLEXION

Un rayon de lumière tombant en E peut être comparé à une corde vibrant dans toutes les directions normalement à la sienne. Une partie est réfractée en ED. Une autre est réfléchi en ER ; sur cette dernière, les vibrations ne s'effectuent plus que dans le plan d'incidence (pour une valeur convenable de l'angle i). Le rayon réfléchi ainsi polarisé peut alors traverser un « réseau » dont les éléments sont parallèles à la direction des vibrations, et est arrêté lorsque le « réseau » pivote de 90°.

perpendiculaires à ce plan ont été éteintes ; des vibrations d'orientation intermédiaire, il ne subsiste que la composante parallèle au plan de polarisation. Un second système, identique au premier, transmettra la totalité de la lumière polarisée s'il est orienté comme le premier, l'éteindra plus ou moins complètement dans toutes autres orientations, avec ce résultat paradoxal que la superposition en orientations croisées de deux systèmes transparents forme un ensemble opaque.

La lumière en provenance du ciel bleu

est polarisée en majeure partie et peut donc être partiellement éteinte par un polariseur convenablement orienté. La lumière ordinaire est partiellement polarisée par réflexion sur une surface polie non métallique, quand les faisceaux incident et réfléchi font avec la surface réfléchissante un angle d'environ 32° ; pour d'autres obliquités, la fraction de la lumière qui est polarisée décroît rapidement quand on s'éloigne de l'incidence critique.

La lumière polarisée conserve sa polarisation après traversée de milieux transparents, ou après réflexion sur toutes surfaces

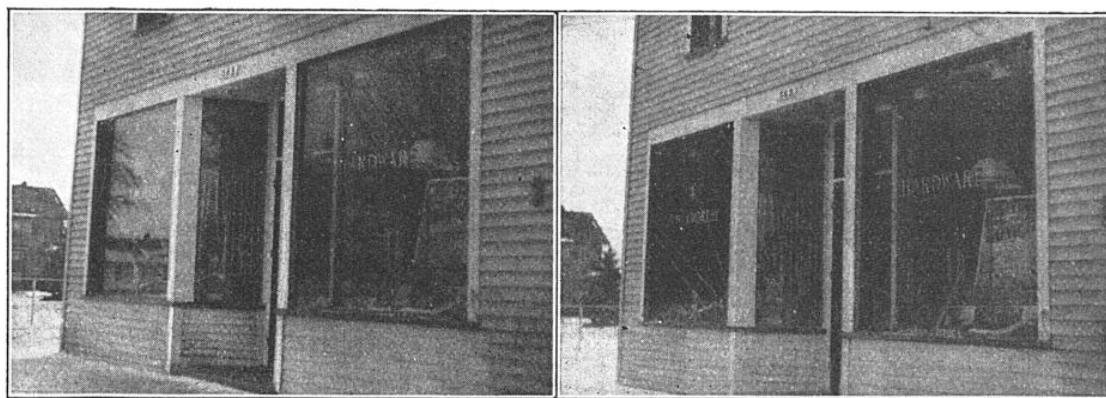


FIG. 3. — LA PHOTOGRAPHIE D'UNE VITRINE PRISE SANS INTERPOSITION D'UN ÉCRAN POLARISEUR REPRODUIT LES IMAGES QUI SE REFLÈTENT DANS LES GLACES (A GAUCHE). SI L'ON FAIT USAGE D'UN ÉCRAN POLARISEUR, CES REFLÈTS DISPARAISSENT (A DROITE)

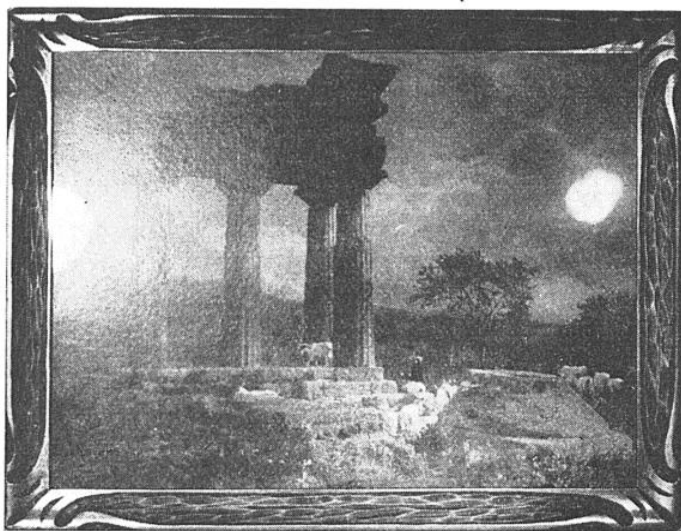


FIG. 4. — PHOTOGRAPHIE D'UNE GRAVURE SOUS VERRE
DANS LES CONDITIONS ORDINAIRES

On voit sur ce document les reflets fort disgracieux dus à un placement maladroît des lampes éclairant le sujet.

polies ; mais elle est dépolarisée par traversée de milieux troubles, ou par diffusion sur surfaces mates.

Quelques applications photographiques de la lumière polarisée avaient été depuis longtemps suggérées mais n'avaient pu être pratiquées, faute de polariseurs (efficaces et maniables) de dimensions suffisantes et de prix abordable. Des écrans polariseurs ont pu être réalisés aux Etats-Unis, par *E. H. Land*, par mise en suspension dans des feuilles cellulosiques minces d'aiguilles cristallisées semblablement orientées, ces feuilles étant ultérieurement scellées entre glaces. De très nombreuses applications photographiques de ces « Ecrans Pola Eastman » ont été décrites par *J. W. Mc Farlane*, utilisant soit un seul écran monté sur l'objectif, soit à la fois un écran sur l'objectif et un écran devant chacune des sources de lumière.

Citons, dans le premier cas, l'assombrissement d'un ciel bleu, ou de ses reflets sur une nappe d'eau, pour la mise en valeur des nuages, ce moyen étant d'ailleurs le seul applicable au cas de la photographie ou de la cinématographie en couleurs. On

sait que la photographie d'une vitrine montre toujours, et souvent mieux que les objets qui y sont exposés, l'image réfléchie des objets extérieurs (fig. 3) ; en braquant l'appareil de telle sorte que son axe optique fasse un angle d'environ 32° avec la glace, les reflets sont éteints et le contenu de la vitrine devient apparent. La même technique suffira souvent à atténuer les reflets sur surfaces trop grandes pour que l'on puisse songer à les éclairer par de la lumière polarisée.

Le second mode d'application est beaucoup plus général : un sujet quelconque étant éclairé par de la lumière polarisée, tous reflets seront atténués ou éliminés suivant l'orientation donnée au polariseur dont l'objectif est muni, tandis que la lumière diffusée par l'objet lui-même est dépolarisée et n'est donc pas arrêtée par le second polariseur ;

à titre d'exemple, nous donnons ici deux reproductions d'une même photographie encadrée sous verre, dont l'une, exécutée en conditions ordinaires, présente les reflets dus à un placement maladroît des lampes (fig. 4), reflets éliminés sur l'autre (fig. 5) par croisement des polariseurs.

On remarquera que la seconde de ces

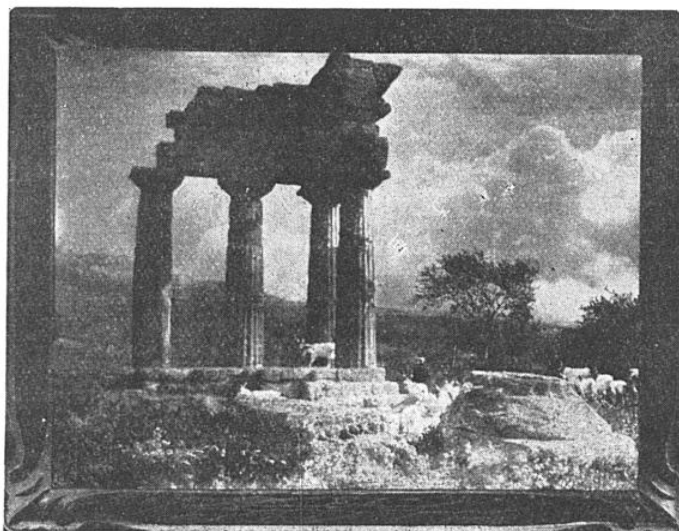


FIG. 5. — PHOTOGRAPHIE DE LA MÊME GRAVURE SOUS VERRE PRISE EN LUMIÈRE POLARISÉE

Les reflets sont éliminés par interposition du polariseur.

reproductions est notablement plus contrastée que la première ; il s'agit, en effet, d'une épreuve mate, à la surface de laquelle se manifestent, sur d'innombrables facettes microscopiques, des reflets qui noient plus ou moins les détails de l'image proprement dite et qu'élimine le croisement des polariseurs. On éliminerait du même coup la texture, souvent gênante, d'un papier à grain, toutes épreuves sur un tel papier, quelle que soit la nature de leur surface, devenant plus vigoureuses qu'une épreuve sur papier brillant et présentant une gamme plus étendue.

La courbe de noircissement caractérise la rapidité des couches sensibles

C'est là un problème qui intéresse au plus haut point les usagers souvent fort embarrassés dans le choix de leurs plaques ou de leurs pellicules. Nous allons voir qu'il est beaucoup plus difficile à résoudre qu'on pourrait le croire au premier abord. En effet, chercher à exprimer par un seul nombre la rapidité des couches photographiques revient à vouloir caractériser la forme et la position d'une courbe par les coordonnées d'un seul de ses points, problème évidemment insoluble. Les propriétés d'une émulsion sensible sont, en effet, représentées par une courbe caractéristique que l'on appelle COURBE DE NOIRCISSEMENT (fig. 6).

Mais pour en comprendre la signification, nous devons d'abord définir la *densité optique* d'un noircissement. La *transparence* est évidemment le rapport entre la lumière que laisse passer le dépôt d'argent d'un cliché et la lumière reçue par ce dépôt. Si la lumière transmise est le dixième de la lumière reçue, la transparence est de $1/10^e$. L'*opacité* est l'inverse de la transparence ; elle est de 10 dans le cas ci-dessus. Mais les opacités des dépôts photographiques peuvent atteindre 1 000, 10 000, et même davantage. Pour construire la courbe donnant l'opacité en fonction de l'éclairage, on serait donc conduit à prendre pour les opacités une très petite échelle, et pour les faibles opacités, on ne pourrait se rendre compte avec précision des propriétés de l'émulsion. Aussi

utilise-t-on les logarithmes décimaux (1) des opacités, que l'on appelle *densités optiques* (Hurter et Driffield). Dans ces conditions, lorsque l'opacité varie de 10 à 10 000, la densité optique varie de 0 à 4 seulement. Cette façon de procéder est d'autant plus pratique que les logarithmes possèdent d'intéressantes propriétés : ainsi le logarithme d'un produit est égal à la somme des logarithmes des facteurs. Donc, si l'on place une plaque de densité 2 sur une de densité 1, la densité totale est 3.

D'autre part, on appelle *lumination reçue* par une émulsion le produit de l'éclairage par le temps de pose. Afin de pouvoir prendre la même échelle que pour les densités, on considère aussi leurs logarithmes.

On peut alors définir la *courbe de noircissement* comme donnant les noircissements obtenus (ou densités optiques) en fonction des logarithmes des luminations reçues (fig. 6). Il existe d'ailleurs, pour une même plaque ou pellicule, autant de courbes de noircissement que de modes et de durées de développement. On se limite donc généralement à un révélateur déterminé et à une

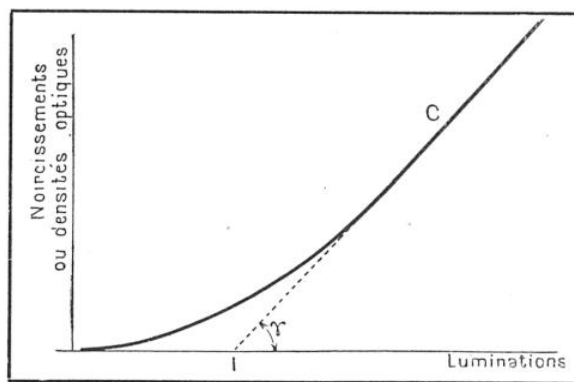


FIG. 6 — COURBE DE NOIRCISSEMENT D'UNE ÉMULSION SENSIBLE

durée de développement telle que la pente de la partie rectiligne de la courbe soit égale à l'unité. Cette pente est définie par la tangente γ de l'angle indiqué figure 6.

Cette partie rectiligne correspond d'ailleurs à l'intervalle de pose correcte (2). En effet, pour que le négatif soit bon, il faut que les rapports des luminosités des divers points du sujet soient conservés. Cette condition est remplie lorsqu'on reste sur la partie droite de la courbe de noircissement.

Comment définir numériquement la rapidité d'une émulsion ? La rapidité « H et D »

Voyons maintenant comment on peut définir au mieux une émulsion. Autrefois,

(1) Les logarithmes décimaux des nombres (donnés par des tables) sont des nombres qui correspondent aux nombres considérés de la manière suivante. A la progression géométrique 1, 10, 100, etc., on fait correspondre la progression arithmétique 0, 1, 2, etc. : 0 est le logarithme de 1, 1 celui de 10, 2 celui de 100.

(2) On ne l'aurait pas mise en évidence si l'on n'avait pas utilisé les logarithmes.

les émulsions sensibles des divers fabricants étaient peu différentes les unes des autres. Hurter et Driffeld suggérèrent de caractériser la rapidité d'une plaque (il n'était pas encore question de pellicules) par la lumination i définie par l'intersection du prolongement de la région rectiligne de la courbe de noircissement avec l'axe des abscisses, point qu'ils considéraient comme indépendant de la durée de développement. La plaque à essayer était exposée à la lumière d'une bougie et les diverses luminations étaient obtenues en faisant varier les temps de pose, depuis une fraction de seconde à un peu plus d'une minute. La rapidité H et D (Hurter et Driffeld) s'obtenait alors en divisant le nombre 34, choisi arbitrairement, par le nombre mesurant l'« inertie » de l'émulsion en lux-seconde. L'inertie correspond à la distance de l'origine des axes de coordonnées au point où le prolongement de la partie droite de la courbe coupe l'axe des abscisses.

Les progrès de la sensitométrie et de la photométrie photographique ont bientôt montré que la courbe de noircissement n'a pas la même forme; quand les diverses luminations sont obtenues par variations du temps de pose, comme dans la méthode ci-dessus, ou par variations de l'éclairement, comme c'est toujours le cas dans la réalité pratique; dans ce dernier cas, d'ailleurs, la forme de la courbe et sa position relativement aux axes de coordonnées varient quand on passe des temps de pose de l'ordre de la minute — comme ceux employés aux essais jusqu'à une époque assez récente — à des temps de pose de l'ordre du $1/20^{\text{e}}$ de seconde, d'usage courant en photographie et peu différents de ceux employés en cinématographie ($1/50^{\text{e}}$ environ), ou enfin à des temps de pose ultra-courts, comme ceux utilisés pour l'enregistrement des sons. En outre, la source de lumière ne correspond à aucune utilisation réelle (on l'a remplacée par des lampes à incandescence et, pour tenir compte grossièrement des différences d'actinisme, on a exprimé la rapidité par $10/i$)

et il est bien établi que, sur les émulsions modernes, la valeur i de l'inertie dépend très largement de la durée du développement. L'expression numérique de la rapidité « H et D » ne correspond donc plus à rien.

La méthode de « Scheiner »

Tandis que ce système était établi en Angleterre, un astronome allemand, *Scheiner*, proposait de caractériser la rapidité des plaques, exposées dans des conditions peu différentes de celles adoptées par *Hurter* et *Driffeld*, par le seuil de leur noircissement, c'est-à-dire par la plus faible lumination donnant un noircissement qui se puisse

différencier du fond, caractère qui n'intéresse guère que l'astronome ou le spectroscopiste, ou ceux qui ne cherchent dans la photographie que le moyen d'enregistrer, dans le plus court temps possible, une silhouette à la limite de visibilité. La rapidité est alors exprimée numériquement par une échelle logarithmique, un accroissement de 3 degrés représentant une rapidité deux fois plus grande. Cette méthode de *Scheiner*

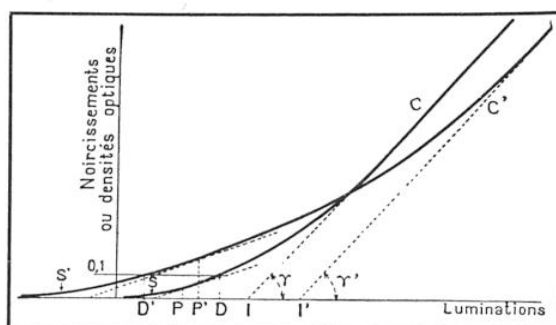


FIG. 7. — COMMENT DÉFINIR UNE ÉMULSION ?

On voit sur cette figure, qui reproduit des courbes de noircissement de deux émulsions de « rapidités » différentes, que la simple indication de la position des points I et I' (méthode H et D) ou des points S et S' (méthode de *Scheiner*) est insuffisante pour caractériser les émulsions. Dans le cas considéré, les résultats sont, en effet, contradictoires.

n'était applicable, sous sa forme initiale, qu'à des émulsions peu rapides; chacun de ceux qui l'utilisent encore l'a donc modifiée, de son propre chef, pour l'adapter à la mesure de la rapidité des émulsions modernes. Remarquons immédiatement que deux couches sensibles ne se classent pas nécessairement dans le même ordre, quand on les soumet successivement à ces deux méthodes d'essai: sur la figure 7, les courbes C et C' , correspondant à deux émulsions de types différents, sont caractérisées, dans la première méthode, par les points I et I' , et dans la seconde, par les points S et S' ; dans le premier cas, C correspond à une émulsion plus rapide que C' , et, dans le second cas, les conclusions sont inversées.

Disons d'ailleurs tout de suite que les indications numériques qui figurent sur les emballages d'un grand nombre de pellicules sensibles et invoquent l'un ou l'autre de ces systèmes ne correspondent à aucune réalité,

et ne sont même, le plus souvent, appuyées sur aucune mesure, étant adoptées par les services commerciaux sans consultation des services techniques. Il en résulte des surenchères. Les fabricants sérieux ont résisté longtemps à cette mode fâcheuse ; mais ils ont été contraints de suivre le mouvement, la clientèle exigeant absolument un nombre sur chaque paquetage, et chaque fois le nombre le plus élevé, sans se préoccuper d'ailleurs de sa signification. On a donc pu voir, dans certaines marques, une émulsion, pratiquement toujours identique à elle-même, porter successivement des nombres de plus en plus élevés.

Le système « D. I. N. 4 512 », officiel en Allemagne

Les fabricants allemands avaient, au Congrès de 1931, proposé un perfectionnement très appréciable de la méthode *Scheiner* ; ce système, qu'aucun autre pays n'a adopté, est maintenant officiel en Allemagne sous la dénomination « D. I. N. (*Deutsche Industrie Normen*) 4 512 ». La pose est de durée constante ($1/20^{\text{e}}$ s) en lumière *blanche* (lumière solaire artificielle adoptée au Congrès de Londres en 1928) ; la rapidité est caractérisée par la lumination nécessaire pour donner à l'émulsion un noircissement supérieur de 0,1 au voile ; malheureusement, cette méthode prévoit un développement surpoussé jusqu'à faire apparaître la rapidité maximum.

Les clichés ainsi développés seraient inutilisables et, en maintenant le développement dans des limites raisonnables, il n'y a plus aucune relation entre la rapidité pratique et la rapidité mesurée (en fait, les points *D* et *D'* de la figure 7, pris sur des courbes dont le gamma est l'unité, ne sont pas ceux que donnerait l'application de la

méthode « D. I. N. » et peuvent même se présenter dans un ordre différent).

Les très nombreuses objections formulées en tous pays contre ce mode de développement n'ont pu obtenir son abandon par les délégués allemands ; il est probable que, après retouche de cette recommandation anormale, la méthode « D. I. N. » aurait eu quelques chances d'être adoptée, au moins provisoirement, comme méthode internationale.

Une très intéressante proposition américaine, formulée par *Jones* et *Russel*, des laboratoires Kodak, n'a pu être prise en considération, n'ayant pu être étudiée avant la séance même où elle fut présentée au Congrès de Paris. Elle décrivait un instrument simple (photomètre différentiel) pour la mesure (sans tracé préalable de la courbe de noircissement) de la pente de la courbe de noircissement d'un échantillon exposé sous un coin sensitométrique (écran dégradé à section prismatique, préparé suivant la technique indiquée par *E. Goldberg* (1), au Congrès de Bruxelles, en 1910). L'emploi de cet instrument supprimerait toutes les objections opposées aux nombreuses propositions qui ont été déjà faites de caractériser la rapidité d'une émulsion par la lumination au point de la courbe où la pente est une fraction déterminée de la pente maximum (gamma), points tels que *P* et *P'* de la figure 7.

Si aucune entente n'a pu être établie, les débats ont du moins dégagé une doctrine, et on peut espérer qu'une méthode acceptable pourra être établie ; souhaitons qu'alors le service de la répression des fraudes obtienne que soit arrêtée l'inflation actuelle des degrés sensitométriques.

L.-P. CLERC.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 166, page 297.

L'Exposition des Arts et Techniques que la France organise pour le printemps de 1937 sera suivie de deux grandes manifestations américaines : en 1939, à New York (*New York World Fair of 1939*), et à San Francisco (*San Francisco Bay Exposition*). Bientôt les travaux d'aménagement seront entrepris, car les plans sont d'ores et déjà arrêtés. Bien qu'ayant lieu simultanément, les commissaires généraux de ces deux expositions estiment qu'elles ne se feront nullement concurrence, et qu'au printemps de 1939, elles ouvriront leurs portes à la date fixée du 30 avril. Une nation aussi vaste et aussi prospère que les Etats-Unis peut évidemment réaliser avec succès deux expositions à la fois.

LES TRÈS HAUTES ET TRÈS BASSES TEMPÉRATURES

COMMENT LEUR ÉTUDE RÉCENTE A BOULEVERSÉ NOS CONNAISSANCES PHYSIQUES

Par Jean LABADIÉ

Le plus grand nombre des fours et creusets utilisés dans les industries thermiques ne dépassent pas, dans la pratique courante, 1 700° C, mis à part les fours à carbure de calcium (1), à carborundum, à graphite et certains fours de verrerie, etc. Les procédés mis en œuvre pour produire de très hautes températures dans les laboratoires spécialisés sont aujourd'hui extrêmement variés. Ils sont dus, pour un certain nombre, aux remarquables travaux du professeur Ribaud, qui dirige le Laboratoire des Hautes Températures à la Faculté des Sciences de Paris. Ainsi, la combustion normale du gaz d'éclairage porte déjà certaines parties de la flamme à 1 840° C ; le préchauffage de l'air permet d'atteindre 2 200° C, et son remplacement par de l'oxygène pur, 2 800° C. Mais c'est à la pointe du « dard » de la flamme d'hydrogène atomique (2) que l'on rencontre, avec 3 400° C, la plus haute température que peut fournir une flamme. Les méthodes électriques (chauffage par résistance, par arc, par induction à haute fréquence) présentent de grands avantages à la fois en souplesse de réglage et en sécurité (fissurage des creusets). Elles fournissent aisément des températures de l'ordre de 3 000° C et permettent d'effectuer des réactions chimiques dans de très grandes conditions de pureté (sans contamination par les réfractaires du creuset). Enfin, il faut signaler les réalisations toutes récentes de fours à rayons cathodiques (par notre éminent collaborateur le professeur Urbain, de la Sorbonne) et de fours à concentration de rayonnement. Ces derniers, concentrant le rayonnement du soleil par des jeux de miroirs concaves, auraient permis de réaliser des températures voisines de 6 000° C (vaporisation du thorium et du tungstène) ! A l'autre extrémité de l'échelle des températures bien au-dessous de celles utilisées industriellement pour la liquéfaction des gaz et, en particulier, la fabrication de l'air liquide (—190° C), les savants poursuivent, là aussi, l'étude des propriétés nouvelles de la matière, et, en particulier, de la supraconductivité (3) au voisinage du zéro absolu (—273° 16). C'est, de nouveau, aux méthodes électriques (brusque disparition d'un champ magnétique intense) que l'on fait appel pour se rapprocher de plus en plus de la limite absolue fixée par lord Kelvin à notre échelle thermométrique. Ainsi, au Laboratoire du Froid, à Leyde (4) (Hollande), M. de Haas a pu obtenir récemment une température supérieure de 3 millièmes de degré seulement au zéro absolu !

AVANT d'aborder ce domaine infiniment vaste des très hautes et des très basses températures dont l'exploration ménage, à chaque pas, les plus étonnantes surprises aux savants et les plus vastes perspectives aux industriels, il convient de vous poser une question préalable : qu'est-ce qu'une température ?

La « température » fut la reine de la physique au XIX^e siècle. Cette notion de « degré de chaleur » est née de l'invention, par

Réaumur, du « thermomètre », — ce petit instrument familier que chacun pense connaître et qui, aujourd'hui encore, échappe à toute définition générale. Songez à ce que deviendrait un thermomètre « à mercure » dans un four de la manufacture de porcelaines de Sèvres. Son enveloppe fondrait et le mercure se volatiliserait.

Dans un four électrique, le mercure vaporisé deviendrait la matière d'un « arc » qui s'établirait entre les deux électrodes, pour peu que l'enceinte du four fût soumise à une pression assez basse. Et si ce « four » vide est, en outre, conçu comme une enceinte parfaitement réfléchissante, le « rayonne-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 231, page 240.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 201, page 197.

(3) Voir *La Science et la Vie*, n° 109, page 37.

(4) Voir *La Science et la Vie*, n° 180, page 439.

ment » qui en jaillit par une étroite ouverture devient lui-même le plus parfait des thermomètres. C'est par le rayonnement du « corps-noir » (1) et son « spectre » que l'on définit en effet, aujourd'hui, avec le plus de certitude théorique, la température à tous les degrés de l'échelle « thermométrique ».

Ce n'est donc pas uniquement par amour du paradoxe que je me plais à « volatiliser » sous vos yeux le thermomètre familier, au début de cette brève étude sur les températures extrêmes, les plus hautes comme les plus basses, qu'ont réalisées les physiciens dans leurs laboratoires et qu'utilisent les industriels dans leurs puissantes usines. C'est uniquement pour satisfaire à la règle que nous propose Pascal, dès la première ligne de son *Traité de l'esprit géométrique* : « Ne parler d'une chose qu'après l'avoir définie. »

Celle-ci, la température, échappe donc à toute définition élémentaire. Mais, faute de définitions, le physicien se contente de « mesures ». La mesure est même identique, pour lord Kelvin, à la définition.

C'est donc à partir du thermomètre le plus parfait de son temps, le thermomètre « à gaz » (2), — et à gaz dit « parfait », — que lord Kelvin se mit en devoir de définir avec rigueur la température. Le résultat fut assez inattendu. Entre ses mains et par sa puissante logique, la dilatation et la contraction gazeuses, traitées en s'appuyant sur le principe de Carnot, révélèrent que la mesure des températures devait prendre pour « zéro » non pas, on s'en doute, le point de congélation de la glace, ni celui d'aucun autre corps connu, mais un « zéro » inaccessible, situé, dans le langage courant, à $273^{\circ}16$ au-dessous de la « température » à laquelle l'eau se congèle. C'est le zéro absolu, point de départ de l'échelle des températures absolues — de l'échelle « Kelvin » — et que l'on écrit : 0° K, pour le distinguer du zéro centésimal (0° C).

Ce zéro « Kelvin », aucun physicien ne l'a jamais atteint, dans aucun laboratoire, ni ne l'atteindra jamais, puisqu'il est inaccessible par définition. Toutefois, en liquéfiant l'hélium, en 1908, au laboratoire cryogé-

nique de Leyde, Kammerlingh Onnes s'en approchait de $4^{\circ}2$ K.

En solidifiant, dix-huit ans plus tard, ce même hélium, son disciple et successeur, M. Keeseom, poussait encore plus loin l'approche du zéro Kelvin. A quel « degré » s'était solidifié l'hélium ? Il aurait été impossible de le faire dire à aucun thermomètre à colonne « liquide », puisqu'il ne restait plus au monde aucun liquide pour garnir un tel thermomètre. Par d'autres considérations que la dilatation, les physiciens pouvaient, toutefois, fixer à $0^{\circ},7$ K la température ainsi réalisée. Au surplus, les phénomènes nouveaux observés dans l'enceinte (cryostat), où l'hélium s'était liquéfié, puis solidifié, dépassaient l'intérêt d'une simple « mesure ». Un fait étonnant était révélé : dans ce cryostat, le plomb et beaucoup d'autres métaux devenaient « supraconducteurs » (1). Sous l'épaisseur d'une aiguille, un fil de plomb se révélait capable de conduire, sans sauter, tout le courant que débite une grande centrale moderne.

Parvenue au point de solidification de l'hélium, la « thermométrie » allait-elle renoncer à l'approche du zéro Kelvin ? Pas le moins du monde. Nous venons de voir que l'électricité et, par conséquent, le magnétisme sont en relation étroite avec le froid. Le second disciple de Kammerlingh Onnes, M. de Haas, mit en œuvre une méthode suggérée par MM. Debye et Giauque : il appliqua un puissant champ magnétique aux corps solides contenus dans le cryostat et provoqua la détente brusque de l'aimantation ainsi produite. Cette détente provoque un nouvel abaissement de température. Par cette méthode, M. de Haas a atteint récemment un degré de froid qu'il évalue à $0^{\circ},003$ K. Trois millièmes de degré au-dessus du zéro absolu !

Le champ magnétique « produit » et « détendu », en l'occasion, est obtenu par induction, au moyen d'une bobine entourant le cryostat. Dans un instant, nous allons voir que de très hautes températures industrielles sont obtenues également par l'induction de courants de haute fréquence appliqués à un bobinage encerclant le « four ».

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 109, page 37.

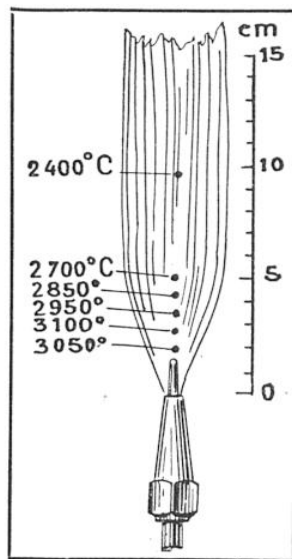
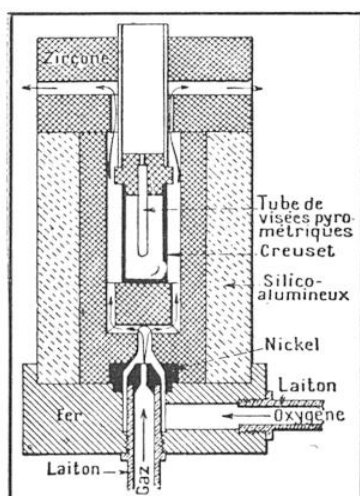


FIG. 1. — LA FLAMME OXYACÉTYLÉNIQUE ET LES TEMPÉRATURES ATTEINTES EN SES DIVERS POINTS

Les hautes températures de flammes

Dans sa conférence au Congrès de Chimie industrielle de septembre 1935, M. Ribaud proposait le chiffre de 1 700° C comme limite inférieure de ce qu'il faut appeler une haute température. C'est, en effet, une limite que dépasse rarement la métallurgie courante. Par contre, les températures supérieures sont d'usage courant dans la fabrication du carbure de calcium (1), du carborundum, du graphite, — et aussi dans les fours qui donnent certaines pierres précieuses de synthèse.



Les températures, évaluées d'après le rayonnement observé au tube de visées pyrométriques, sont fonction de la nature des gaz brûlés. Nous avons indiqué les principales dans le tableau ci-dessus.

elle n'en a pas chassé les flammes. Tout au contraire, les flammes utilisées aujourd'hui, en particulier celle d'hydrogène atomique, se sont enrichies d'une puissance toute nouvelle. Mais il s'agit de flammes dont la structure physique, savamment étudiée, donne lieu à la plus grande émission d'énergie que puisse fournir la combustion de deux gaz. Et, ici encore, la notion de température se résorbe, à l'analyse, en un phénomène physique qui définit la température au lieu d'être défini par elle : la théorie « cinétique » des gaz nous enseigne que leur température est fonction du « carré moyen » des vitesses qui animent les molécules constituant le gaz considéré. Si, par exemple, on préchauffe à 1 000° l'air destiné à la

1) Voir *La Science et la Vie*, n° 231, page 240.

Composition de la flamme	Combustion dans l'air	Dans l'oxygène
	Degrés C	Degrés C
Gaz de ville + 6,5 O ²	1 840	2 800
(Avec préchauffage de l'air à 1 000°).	2 200	—
Hydrogène (H ²) + 1/2 O ²	2 000	2 700
Oxyde de carbone (CO) + 1/2 O ² ...	2 025	2 720
Méthane (CH ⁴) + 2 O ²	1 850	2 850
Butane (C ⁴ H ¹⁰) + 6,5 O ²	1 900	2 900
Acétylène (C ² H ²) + O ²	2 050	3 100

TABEAU DES TEMPÉRATURES FOURNIES PAR DIVERSES FLAMMES DE GAZ BRULANT DANS L'AIR OU L'OXYGÈNE

L'électricité, disons-nous, s'est emparée du domaine des hautes températures. Néanmoins,

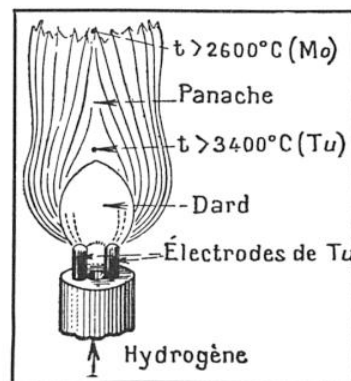
FIG. 2. — COUPE D'UN FOUR À FLAMMES MONTRANT LES DIVERSES MATIÈRES RÉFRACTAIRES QUI LE CONSTITUENT

combustion du gaz de ville, on augmente, par là même, la vitesse de ces molécules : celles-ci parviennent au contact du gaz combustible avec une grande « énergie cinétique », que la réaction chimique de la combustion ne fait qu'accroître, en sorte que la température de combustion du gaz de ville s'élève, par ce procédé, de 1 840° C (combustion normale) à 2 200° C. Si on substitue l'oxygène pur (O²) à l'air, l'on obtient une flamme de 2 800° C. Remplaçons le gaz de ville par l'acétylène, on arrive à 3 100° C.

Nous touchons ainsi au maximum de ce que peut produire une flamme de combustion. Aucun gaz, ni l'hydrogène pur, ni l'oxyde de carbone, ni le méthane, ni le butane ne peuvent rivaliser avec l'acétylène. La raison du fait est contenue dans les formules de constitution de ces hydrocarbures. La dissociation de leurs molécules absorbe, en effet, une quantité d'énergie supérieure à celle qu'exige la dissociation de la molécule d'acétylène : le bilan thermique de la combustion s'en trouve affecté.

On voit, par le tableau ci-dessus, que la molécule d'hydrogène (H²) est celle qui coûte le plus à disso-

FIG. 3. — LA FLAMME INDUSTRIELLE LA PLUS CHAUDE, CELLE DE L'HYDROGÈNE ATOMIQUE



L'hydrogène moléculaire est dissocié en hydrogène atomique par l'arc électrique jaillissant entre deux électrodes de tungstène. En brûlant aussitôt après dans l'oxygène, cet hydrogène fournit, à la pointe du « dard », une température de 3 400° C.

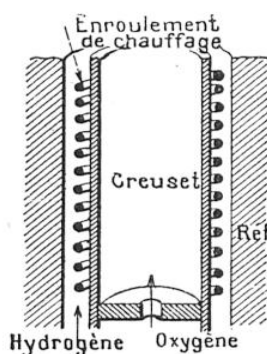


FIG. 4. — FOUR ÉLECTRIQUE À RÉSISTANCE

En disposant l'enroulement chauffant sans support entre le creuset et la matière réfractaire, on peut atteindre dans un tel four de 2 400 à 2 800° C.

En disposant l'enroulement chauffant sans support entre le creuset et la matière réfractaire, on peut atteindre dans un tel four de 2 400 à 2 800° C. Tel est le secret de la haute température fournie par la combustion de l'hydrogène « atomique », qui atteint, en certaine

région de la flamme, une température supérieure à 3 400° C. Il est évident que la même opération de dissociation préalable pratiquée sur les composés de l'hydrogène — même sur l'acétylène — serait d'un effet moindre, puisque c'est la dissociation de l'hydrogène moléculaire qui libère le plus d'énergie : 100 000 calories par « molécule-gramme ».

La Science et la Vie a déjà rapporté, en son temps (1), cette belle découverte, due au physicien américain Langmuir, qui obtient la dissociation préalable de l'hydrogène en le faisant traverser un arc électrique incorporé au chalumeau oxyhydrique, ainsi que le rappelle notre schéma figure 3. Ce schéma révèle, d'ailleurs, la complexité de cette flamme, dont les applications industrielles se multiplient.

Les ultra-réfractaires

Le contact direct de la flamme, qui constitue le grand atout industriel de la combustion, met en question la nature même du four.

Il faut inventer des matières ultra-réfractaires.

Au laboratoire, la magnésie, la zirconie, la thorine, obtenues à l'état pur, peuvent supporter des températures voisines de 3 000° C. Ce ne sont pas là des produits que puisse utiliser en grand l'industrie. Si la métallurgie du tungstène est restée jusqu'à maintenant à un stade si primitif, c'est dû à l'impossibilité de fondre et de couler ce métal, « au sens métallurgique du mot », au sein d'un

(1) Voir La Science et la Vie, n° 201, page 197.

cier dans les phénomènes de combustion. Si on peut dissocier la molécule H^2 avant de la présenter à l'oxygène comburant, la réaction de combustion bénéficiera de ce travail de « préparation ». Les deux atomes H viendront se combiner directement à l'oxygène, apportant au bilan général, libérée, l'énergie moléculaire que représentait leur association H^2 . Tel est le secret de la haute température fournie par la combustion de l'hydrogène « atomique », qui atteint, en certaine

oxyde réfractaire. Dans ce cas, le contact direct suffit à détruire le creuset.

Mais, que dire si l'on veut interposer le creuset (dans un chauffage extérieur) entre la flamme et la matière à traiter ! Et c'est ici qu'apparaît l'immense supériorité du chauffage par induction électrique qui produit la chaleur, nous le verrons, au sein même de la substance à chauffer.

Le chauffage électrique par contact, par rayonnement, par arc

Le moyen le plus immédiat pour obtenir la chaleur à partir de l'énergie électrique, c'est de transformer celle-ci dans un conducteur « résistant » : c'est l'effet Joule. Entourons un creuset d'un enroulement en métal peu fusible, susceptible de supporter de hautes températures (nickel-chrome, platine), nous obtiendrons une température de chauffage « habillant » rigoureusement la surface à chauffer : c'est très pratique si l'on ne prétend pas dépasser 1 400° C. Avec des enroulements (de gros diamètres) en tungstène ou en molybdène, le résultat serait encore plus élevé (2 000° C) ; mais, alors, les réfractaires courants sont décomposés par la réaction de ces métaux s'ils sont à leur contact direct. Il convient donc d'établir un enroulement qui ne touche pas le creuset et qui demeure suspendu par sa propre cohésion mécanique.

À 2 500° et 2 800° C, les plus gros filaments ainsi établis en spirale s'affaissent. Ces limites peuvent cependant être atteintes industriellement, à condition d'envelopper les spires d'une enveloppe réfractaire et de leur assurer une atmosphère neutre ou réductrice (d'hydrogène, par exemple). Établie en tubes de graphite, la résistance de chauffe peut, dans ce système, faire monter la température à 3 000° C. Si on fait le vide

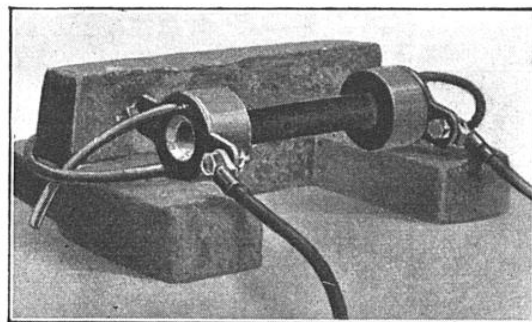


FIG. 5. — FOUR À TUBE DE CARBONE CONSTITUANT LA RÉSISTANCE DANS LAQUELLE CIRCULE LE COURANT

dans l'enceinte qui la contient, l'évaporation du carbone qui se produit comme dans les ampoules électriques à filament de charbon limite nettement cette technique.

Parfois, la « résistance » peut prendre la forme d'un *tube* parcouru par le courant ou d'une tige de graphite traversant le creuset réfractaire.

Citons, enfin, l'ancêtre des fours électriques, le four « à arc » (1) créé par Moissan.

Le chauffage par induction de courants à haute fréquence

L'induction électromagnétique, nous avons vu qu'elle constituait le dernier recours pour l'abaissement de la température, au voisinage du zéro absolu. La voici, telle qu'on l'utilise, à l'autre extrémité de l'échelle : elle permet d'obtenir le chauffage des corps sans aucune substance auxiliaire. Le « four » n'est plus que le récipient de la matière traitée. Ses parois peuvent même garder une température inférieure à celle de la matière en question.

Nous rappellerons simplement le principe du chauffage par induction. Il consiste à provoquer des « courants de Foucault » à l'intérieur de la masse traitée, qui s'échauffe ainsi par sa propre résistance à ces courants. L'induction étant fonction du « temps » d'établissement du « champ », les courants inducteurs seront alternatifs, et d'autant plus efficaces pour l'élévation de la température qu'ils seront eux-mêmes de plus haute fréquence. Nous retrouvons ainsi la relation, perpétuelle en physique, des « potentiels » de l'énergie : au potentiel thermique « température » correspond la fréquence qui, dans toute énergie rayonnante, fait également figure d'un potentiel.

Le four, ou le simple creuset qui contient la matière, est entouré d'un enroulement parcouru par ces courants alternatifs. Nous

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 13, page 91.

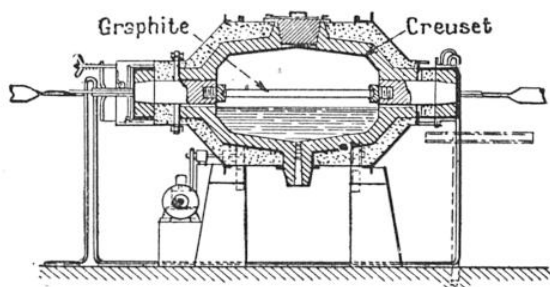


FIG. 6. - FOUR A RÉSISTANCE A RAYONNEMENT
La tige centrale de graphite, parcourue par le courant, rayonne la chaleur dans le four.

donnons le schéma d'un four industriel de cette espèce ; l'enroulement en est de grande section, puisqu'il lui faut subir une grande intensité de courant (de laquelle dépend non plus la température, mais la *quantité* de chaleur). La substance traitée, conductrice, joue le rôle de l'enroulement secondaire d'un transformateur : le courant induit dans la substance peut atteindre plusieurs dizaines de milliers d'ampères.

Mais ici apparaît l'éternel conflit entre la quantité d'énergie et sa qualité (potentiel) : les gros enroulements ne se prêtent pas aux hautes fréquences. Les très hautes températures s'obtiendront, en conséquence, dans des fours de petites dimensions. C'est le cas de l'appareil installé au laboratoire de la Manufacture nationale de Sèvres ; les très hautes fréquences qu'il utilise sont obtenues par l'éclatement d'étincelles sur une batterie de condensateurs : c'est la même source de « haute fréquence » qu'utilisait la T. S. F. à ses débuts.

Si la substance à traiter n'est pas très conductrice, on la place dans un creuset à la fois réfractaire et conducteur, en graphite ou en tungstène : le chauffage devient alors indirect.

Il est évident que le chauffage direct permet de choisir pour le creuset la substance dont l'affinité chimique pour la matière traitée est la plus faible. L'industrie réalise ainsi les réactions *les plus pures* qu'elle ait jamais obtenues.

Voici un exemple extrêmement curieux de ce qu'on peut obtenir du chauffage direct à haute fréquence. Une sphère de graphite est noyée dans du sable, chauffée à très haute température, elle fond le sable à sa périphérie et s'enveloppe d'une gangue de *silice fondue*. Dans ces conditions, on peut alors laisser couler la silice par étirage et la travailler comme le verre. On peut, aussi, laisser refroidir la boule ; brûler le graphite et l'on a une sphère de silice. Quelle surprise

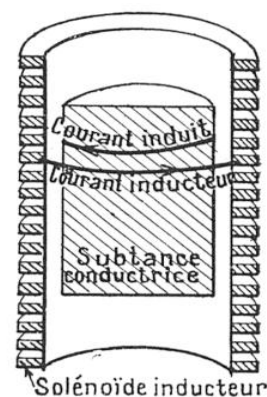


FIG. 7. — FOUR A INDUCTION A HAUTE FRÉQUENCE

Le courant de haute fréquence qui circule dans le solénoïde extérieur développe, par induction dans une substance conductrice, des courants qui échauffent cette dernière.

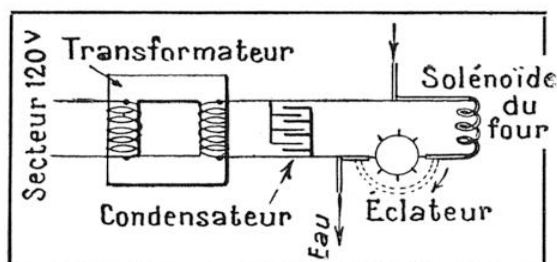


FIG. 8. — SCHÉMA DE MONTAGE D'UNE INSTALLATION DE FOUR A HAUTE FRÉQUENCE A ÉTINCELLES POUR LABORATOIRE

si, un jour, en cassant l'enveloppe de silice fondue, on trouvait le graphite transformé en diamant ! Un diamant et sa gangue... la nature ne nous les offre-t-elle pas précisément ainsi ? Il y faut, dit la théorie, des pressions énormes, simultanées avec la haute température.

Or, précisément, le chauffage par induction pourrait permettre d'opérer à l'intérieur d'un creuset soumis à 40 000 atmosphères, — pression que réalise couramment M. Basset dans son laboratoire spécialisé. Le docteur Hans Karacek, de Vienne, opérant par étapes progressives à 1 500 atmosphères et à 1 000°, sur une fonte carbonée de sa composition, aurait obtenu des diamants de l'ordre du millimètre alors que ceux de Moissan n'étaient que « microscopiques ». Ce fait aurait cependant besoin d'être contrôlé.

Pour l'instant, les fours à induction sont infiniment plus utiles en permettant de créer les aciers spéciaux extrêmement purs grâce auxquels, par exemple, l'aviation prend tous les jours plus de sécurité.

Le chauffage par « rayonnement »

L'induction électromagnétique obtenue dans l'axe d'un solénoïde est une première forme de l'énergie rayonnante. L'onde électromagnétique, la lumière « toutes ondes », en est la forme la plus libre ; le soleil nous l'offre. Les laboratoires qui recherchent les hautes températures n'ont pas dédaigné de reprendre l'antique procédé des « miroirs ardents » d'Archimède et de Buffon, et de le moderniser par des systèmes optiques d'une telle efficacité qu'un creuset de tungstène placé à leur « foyer » est porté à une température qui dépasse 3 000°. La maison Zeiss, d'Iéna, a réalisé l'un de ces « fours solaires ». Le soleil rayonne une énergie correspondant à 2 calories par minute et par cm², un miroir de 1 m² peut, dès lors, recevoir 1 kW.

Sans doute, les fours solaires ne sont guère pratiques, surtout en hiver, dans les pays nordiques. Mais en Egypte, où les années se succèdent sans pluie, dans l'extrême-sud algérien?... Qui sait si une industrie future n'ira pas installer là, quelque jour, des batteries de miroirs, à perte de vue. Remarquez bien que je ne parle pas des fameuses machines à foyer solaire : il n'est pas pratique de rechercher dans le rayonnement solaire une source d'énergie motrice. Je fais donc allusion seulement aux possibilités que le soleil offre à certains *traitements chimiques*, nécessitant les hautes températures, en chauffage direct. Ce n'est pas le même ordre d'utilisation. En effet, la transformation d'une énergie rayonnante en énergie cinétique se fait avec une immense déperdition ; sa transformation en énergie chimique est immédiate, dans certaines réactions.

Les fours cathodiques

Avec l'énergie rayonnante, nous voici parvenu à l'utilisation de la plus « dématérialisée » des énergies pour l'obtention des hautes températures. On pourrait croire qu'il ne reste plus aucune autre ressource.

Il n'en est rien. Nous avons encore à mettre en œuvre un « rayonnement corpusculaire » — le rayonnement cathodique.

Vous connaissez les tubes à rayons cathodiques, si souvent décrits ici même, imaginés pour la production des rayons X. Le « faisceau d'électrons » qui, jailli de la cathode, vient frapper l'anticathode, pour y provoquer l'émission des rayons X, chauffe cette électrode : les anticathodes des grands appareils à rayons X doivent être refroidies. Il était donc naturel de demander au faisceau d'électrons, au « rayonnement cathodique », de travailler, lui aussi, à la production des hautes températures. Et nous voyons ainsi reparaître, dans ce domaine, l'énergie

électrique sous sa forme non plus d'induction « rayonnante », mais *corpusculaire*. Et cette forme se rapproche de celle des flammes pures, dont l'énergie thermique

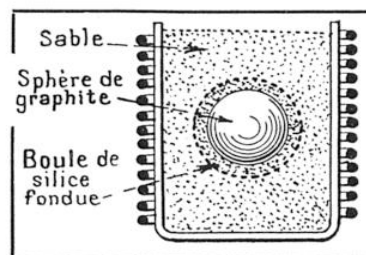


FIG. 9. — COMMENT ON FABRIQUE UNE SPHERE DE SILICE FONDUE PAR CHAUFFAGE PAR INDUCTION D'UNE BOULE DE GRAPHITE DANS DU SABLE

provient, nous l'avons rappelé, de l'énergie cinétique de chacune de leurs molécules — molécules d'ailleurs « ionisées », donc électrisées. C'est donc une véritable « flamme électrique » que représente, en l'espèce, le rayonnement cathodique.

Le schéma ci-contre suffit à comprendre le dispositif utilisé. Plusieurs « cathodes » font converger leur rayonnement corpusculaire sur le corps à chauffer. Si c'est du tungstène, avec une tension de 20 000 volts appliquée à l'ampoule, la fusion est obtenue très rapidement, en vingt secondes.

L'utilisation industrielle de ce procédé, récemment perfectionné au Laboratoire de M. le professeur Urbain, à la Sorbonne, se heurte donc à l'obstacle suprême : la constitution du récipient réfractaire chargé de contenir la matière traitée. De plus, le four cathodique est, par définition, une chambre « à vide » ; les réactions qui supportent les très basses

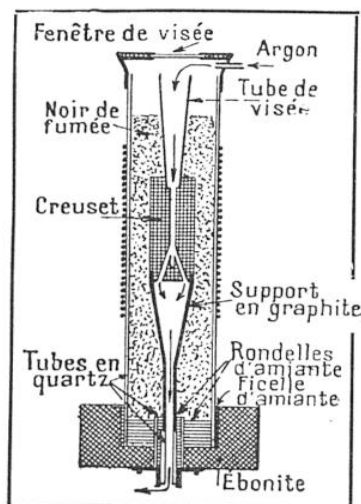


FIG. 10. — FOUR A INDUCTION POUR L'ÉTUDE DE LA TEMPÉRATURE DE VOLATILISATION DU CARBONE

pressions sont rares et l'élévation de la pression par vaporisation de la substance traitée, détruit, *ipso facto*, le vide indispensable au fonctionnement de l'appareil.

Une anticathode tubulaire, suffisamment réfractaire, permettra-t-elle de contenir des réactions industrielles? Laissons à l'avenir le soin de trancher la destinée de ce nouveau progrès. Et revenons, pour terminer, aux très basses températures, puisqu'aussi bien nous possédons, maintenant, le sens relatif au suprême degré du mot température.

L'avenir des basses températures

Une récente exposition, au Musée de la Science à Londres (South Kensington), présentait l'état actuel de la technique des très basses températures.

L'air liquide en est la matière première la plus abondante, cela va sans dire. Nous

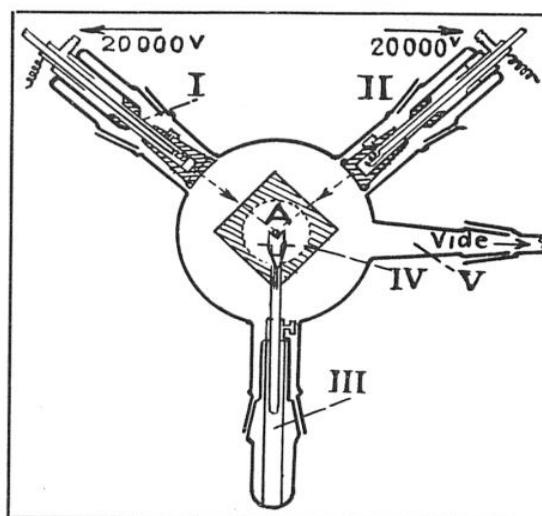


FIG. 11. — SCHÉMA D'UN FOUR A RAYONS CATHODIQUES RÉALISÉ AU LABORATOIRE DU PROFESSEUR URBAIN, A LA SORBONNE I et II, cathodes ; III, anode ; IV, support ; V, tubulure de pompage. Un petit cylindre de tungstène placé en A, au point de convergence des faisceaux cathodiques, peut être fondu en 15 ou 20 secondes.

avons suivi, dans cette revue, tous les progrès de la féconde industrie créée par M. Georges Claude, qui, le premier, a « industrialisé » la production de l'air liquide et mis au point la savante « distillation fractionnée » grâce à laquelle les gaz rares : l'argon, l'hélium et, depuis peu, les plus rares : le xénon, le krypton, se sont dégagés de l'air liquide pour garnir nos lampes électriques d'une atmosphère qui en multiplie le rendement éclairant, et donne tout son développement à l'éclairage par tubes luminescents.

L'oxygène, extrait de l'air à l'état pur,

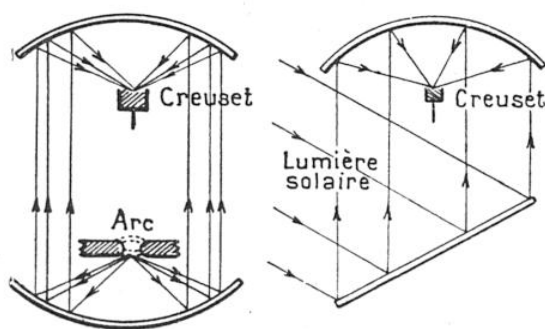


FIG. 12. — SCHÉMAS DE TYPES DE FOURS A CONCENTRATION DE RAYONNEMENT A gauche, la source de chaleur est un arc électrique ; à droite, c'est le soleil.

s'en va par bouteilles frettées alimenter les chalumeaux oxyhydriques de la soudure autogène. Ainsi, les très basses températures sont venues ranimer les flammes les plus chaudes qu'utilise l'industrie.

Un gaz solidifié, la neige carbonique, est entré dans l'usage courant comme succédané de la glace ordinaire.

Du point de vue industriel, le problème qui se pose en première ligne pour l'utilisation des gaz liquéfiés est, avant tout, celui des récipients capables d'assurer leur transport.

Toutefois, on pouvait voir, à l'Exposition de Londres, un appareil quasi portatif pouvant fournir 2 litres d'air liquide par heure. Qui sait si, quelque jour, la réfrigération par l'air liquide (-190°C) ne sera pas l'un des plus puissants auxiliaires des machines électriques, dont les circuits verront leurs « résistances » diminuées dans des proportions inouïes. Les moteurs électriques n'ont pas d'autre moyen, semble-t-il, de s'alléger.

Le mystère qui relie les très basses températures et la conductivité électrique des métaux n'est éclairée qu'en partie par les théories corpusculaires actuelles, qui nous montrent dans le courant électrique une propagation « d'électrons » que se renvoient les atomes dont la chaîne constitue la matière du câble conducteur. Le fait que toute résistance disparaît au-dessous d'un certain « seuil » de température, au voisinage du zéro absolu, demeure, sans doute, lourd de conséquences pratiques. La théorie « cinétique » appliquée aux électrons, après être née de la théorie

thermodynamique des gaz, peut, une fois de plus, rénover nos moyens d'emprise sur la matière.

L'abaissement de la température au voisinage du zéro absolu, dans une région où la « dilatation » et la « contraction » du « thermomètre » le plus parfait n'ont plus de signification, est désormais suspendu — nous l'avons montré — à la détente magnétique.

C'est au « gaz d'électrons » imprégnant toute matière que s'applique évidemment cette « détente » — comme la détente par laquelle Linde a réussi la liquéfaction de l'air (en détendant dans le vide un air fortement comprimé et déjà refroidi) s'applique aux molécules du gaz matériel.

Qui sait si ces expériences, créées par M. de Haas et M. Kapitza, n'auront pas une suite inattendue, analogue à celle que M. Georges Claude donna à la liquéfaction par simple détente réalisée par Linde, lorsque le grand physicien français imagina la détente non plus libre, mais avec « travail extérieur » ?

La température des gaz est fonction de leur pression. On les comprime, ils s'échauffent. On les détend, ils se refroidissent. On les chauffe, leur pression monte. On les refroidit, leur pression baisse.

L'électricité, énergie corpusculaire dont nous avons vu les relations immédiates avec la température, nous réserve probablement avec les grands froids les mêmes progrès dont les hautes températures ont animé la thermodynamique de Carnot et la chimie que les Gibbs et les Le Chatelier en ont fait découler.

JEAN LABADIÉ.

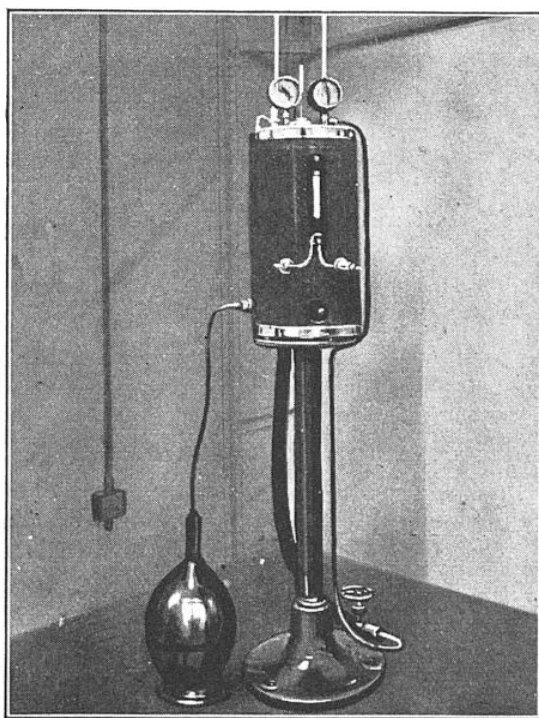


FIG. 13. — VOICI UN APPAREIL DE DIMENSIONS RÉDUITES CAPABLE DE FOURNIR 4 LITRES D'AIR LIQUIDE PAR HEURE

A gauche : la bouteille argentée à double paroi, récipient classique des gaz liquéfiés.

LE TÉLÉPHONE AUTOMATIQUE SERA UN JOUR UNIVERSEL POUR TOUTES LES COMMUNICATIONS INTERNATIONALES ET RURALES

Par Willy THUROW

La Science et la Vie a déjà exposé les principes fondamentaux des deux systèmes les plus généraux de téléphonie automatique (1) : le système à entraînement mécanique et le système à entraînement individuel (appelé aussi « pas à pas »). Elle a montré, en particulier, les diverses fonctions que doivent remplir, dans les deux cas, les organes de connexion pour établir la liaison, d'abord « physique », puis « téléphonique », entre la ligne du demandeur et celle du demandé. Les nouveaux progrès de l'automatisme permettent maintenant de résoudre de multiples problèmes notablement plus compliqués que la simple mise en communication de deux abonnés d'un même réseau. Non seulement des circuits auxiliaires remplissent actuellement les tâches de signalisation en cas de dérangement, de contrôle, de statistique, etc., mais il est aujourd'hui possible de rattacher des installations automatiques privées à certains réseaux locaux sans l'intervention d'une téléphoniste, de donner une même ligne à plusieurs abonnés à faible trafic (« party-lines »), et surtout, grâce au procédé des groupements de réseaux, d'étendre à des régions de plus en plus vastes la possibilité d'appeler un correspondant par la simple manœuvre du cadran. Le problème de la sélection à grande distance, enfin résolu par l'emploi des fréquences musicales, nous oriente ainsi vers la réalisation d'un service automatique universel, — qui serait aussi permanent, — parfaitement réalisable du point de vue technique, et dont seules des considérations d'ordre financier limitent encore l'extension.

LES premiers travaux de téléphonie automatique remontent à 1879. Il s'agissait alors d'un projet devant permettre à vingt-cinq postes d'entrer en communication les uns avec les autres sans interposition d'un opérateur à l'organe commutateur. Le dispositif de commande était un disque numéroté au moyen duquel le demandeur appelait son correspondant. Il est curieux de noter que, dès l'origine, l'attention des chercheurs s'est portée sur le disque numéroté qui est devenu le cadran d'appel bien connu aujourd'hui.

Dès cette époque, d'ailleurs, apparaissent les deux genres de systèmes qui continuent à coexister dans leur principe : les systèmes à entraîne-

ment mécanique (1) et les systèmes à entraînement individuel (dits pas à pas) (2) que nous avons eu déjà l'occasion de décrire ici.

Le développement de la téléphonie dans les divers pays

Sans aucun doute, le développement de la téléphonie automatique est corrélatif de celui de la téléphonie manuelle, pourvu que les conditions techniques et économiques le permettent.

L'examen de la répartition des postes d'abonnés dans le monde (fig. 1, 2 et 3) montre la diversité des densités téléphoniques des divers pays. Cela tient d'abord à la vie économique différente

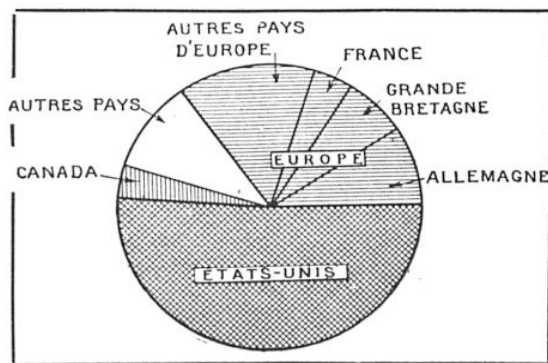


FIG. 1. — COMMENT SE RÉPARTISSAIENT LES TÉLÉPHONES ENTRE TOUS LES PAYS DU MONDE, AU 1^{er} JANVIER 1934 (DERNIÈRE STATISTIQUE OFFICIELLE)

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 184, page 265.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 119, page 355.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 184, page 265.

suivant les pays ; mais la psychologie des habitants de ces pays entre pour une part dans cette diversité.

Si on considère les modifications dans le temps de cette carte téléphonique du monde, on voit que la croissance de la densité reflète, dans une certaine mesure, les variations de la vie économique du monde. Ainsi la courbe de croissance montre des irrégularités en temps de crise (fig. 4).

Quels sont les progrès accomplis par le téléphone automatique ?

Si l'on imagine une série de mouvements d'organes, successifs ou simultanés — tels que ceux qui doivent être effectués pour l'établissement d'une communication téléphonique — il est toujours possible de les réaliser automatiquement au moyen de commandes électriques. Toutefois, ce principe doit être complété par deux remarques fondamentales : pour que la loi précédente soit économiquement applicable, il faut que le système employé soit relativement simple, et pour que cette loi soit pratiquement utilisable, il faut que le système donne une sécurité absolue non seulement à une seule communication, mais encore à un nombre quelconque de communications simultanées entre des points quelconques arbitrairement choisis parmi tous les points du réseau.

Il semble donc que, sous ces seules réserves, la transformation de tous les réseaux en automatique devrait s'effectuer avec une égale rapidité. Or, il n'en est rien.

Comment s'explique le retard pris par certains pays vis-à-vis de leurs voisins dans la transformation de leurs installations ? Par des difficultés techniques particulières ? Non ; par des conditions d'ordre économique ou psychologique !

Nul ne discute les premières et nous

n'y insisterons pas. Voyons les secondes.

On est étonné, quand on examine certains systèmes semi-automatiques (1), de leur ingéniosité, nécessitée par la volonté absolue de garder des opérateurs. Les gens préfèrent, a-t-on dit, entendre une voix humaine pour prendre leur demande. Et, pourtant, il est inutile d'insister sur les possibilités d'erreur dans l'établissement d'une communication par ce procédé.

Certes, les systèmes automatiques sont délicats et peuvent se dérégler. Peut-être, mais les causes de dérangements sont toujours les mêmes : ce sont des erreurs systématiques que l'on diminue constamment.

Aussi la téléphonie automatique gagne-t-elle du terrain.

Les progrès techniques peuvent être divisés en deux grandes classes : 1° les perfectionnements réalisés pour l'accomplissement d'une même fonction ; 2° ceux qui conduisent à l'élargissement du champ des possibilités de l'automatisme en téléphonie.

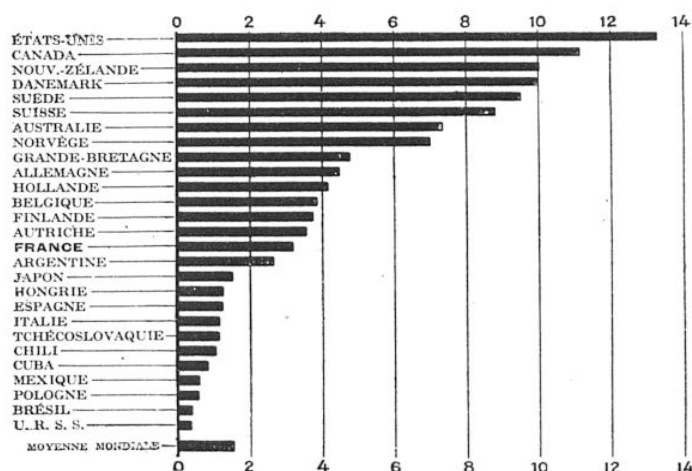


FIG. 2. — CE GRAPHIQUE INDIQUE COMBIEN ON COMPTAIT DE TÉLÉPHONES PAR 100 HABITANTS DANS LES PRINCIPAUX PAYS DU MONDE, AU 1^{er} JANVIER 1934. LA FRANCE N'ARRIVE QU'AU QUINZIÈME RANG

Voici les récents perfectionnements du téléphone automatique

On peut envisager les premiers au double point de vue économique et technique. Au point de vue économique, on a recherché l'allégement des bâtis, le calcul plus rationnel des organes. Choisissons un exemple simple. On sait que les diverses manœuvres en automatique sont commandées par des jeux de relais, organes qui, au passage d'un courant, effectuent un travail mécanique ; en première approximation, ce travail est proportionnel au volume du relais. L'utilisation du relais plat a permis de diminuer l'encombrement de 40 % par rapport aux relais utilisés antérieurement.

Au point de vue technique, on a cherché à diminuer les risques de défaillance du sys-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 131, page 437.

tème dans l'établissement des divers circuits ; à cet effet, on a notamment augmenté le contrôle des diverses opérations, de façon à permettre à un opérateur spécial d'intervenir aussitôt s'il y a lieu.

Voici un exemple simple de ce qu'il est possible d'obtenir dans cet ordre d'idées : dans certains réseaux, un abonné forme-t-il un numéro à trois chiffres là où cinq chiffres sont nécessaires, il est aiguillé sur un opérateur qui lui indique son erreur et l'invite à recommencer son appel.

D'une manière générale, les opérations qui s'effectuent dans une installation automatique répondent à deux sortes de conditions :

1^o Ce sont d'abord celles qui doivent se retrouver dans toutes les communications téléphoniques.

Dans tous les cas, en effet, le seul fonctionnement d'un organe, le disque numéroté, doit mettre le demandeur en communication avec son correspondant. *La Science et la*

Vie a exposé déjà (1) quels sont les circuits indispensables à la réalisation de cette communication suivant les systèmes adoptés : *Strowger, Rotary, Ericsson*. Dans le *Rotary*, avec trois étages de sélecteurs, on peut avoir 20 000 abonnés au lieu des 10 000 du *Strowger*. Par contre, on aura en plus, non seulement les enregistreurs, mais encore les chercheurs d'enregistreurs. Les premiers doivent recevoir et enregistrer le numéro demandé par l'abonné appelant. Ils jouent donc le même rôle que les téléphonistes dans les systèmes manuels et peuvent être prévus en moins grand nombre que les circuits de connexion. L'enregistreur est le seul élément qui redevient libre dès que la communication est établie. Quant aux chercheurs d'enregistreurs, ce sont des organes spéciaux chargés de se mettre à la recherche d'un enregistreur libre dès la réception d'un appel.

Revenons à notre jonction des deux abonnés ; diverses fonctions doivent donc être remplies par les divers organes de connexion.

Une première série de ces fonctions a pour mission de prolonger progressivement la ligne du demandeur et d'en établir la liaison, pour ainsi dire physique, avec la ligne du demandé.

C'est ainsi que dans un réseau comme celui de Paris, le demandeur doit atteindre successivement la centaine de mille, la dizaine de mille, le mille, la centaine et enfin la ligne du demandé en empruntant à chaque étape une jonction disponible parmi toutes les jonctions existantes.

Dans les systèmes de téléphonie du type pas-à-pas, s'il n'y a pas de jonction disponible à une étape quelconque, un signal d'encombrement souvent confondu avec le signal d'occupation est envoyé au demandeur et l'appel est perdu, c'est-à-dire qu'il

(1) Voir *La Science et la Vie*, n^{os} 119, page 355 et 184, page 265.

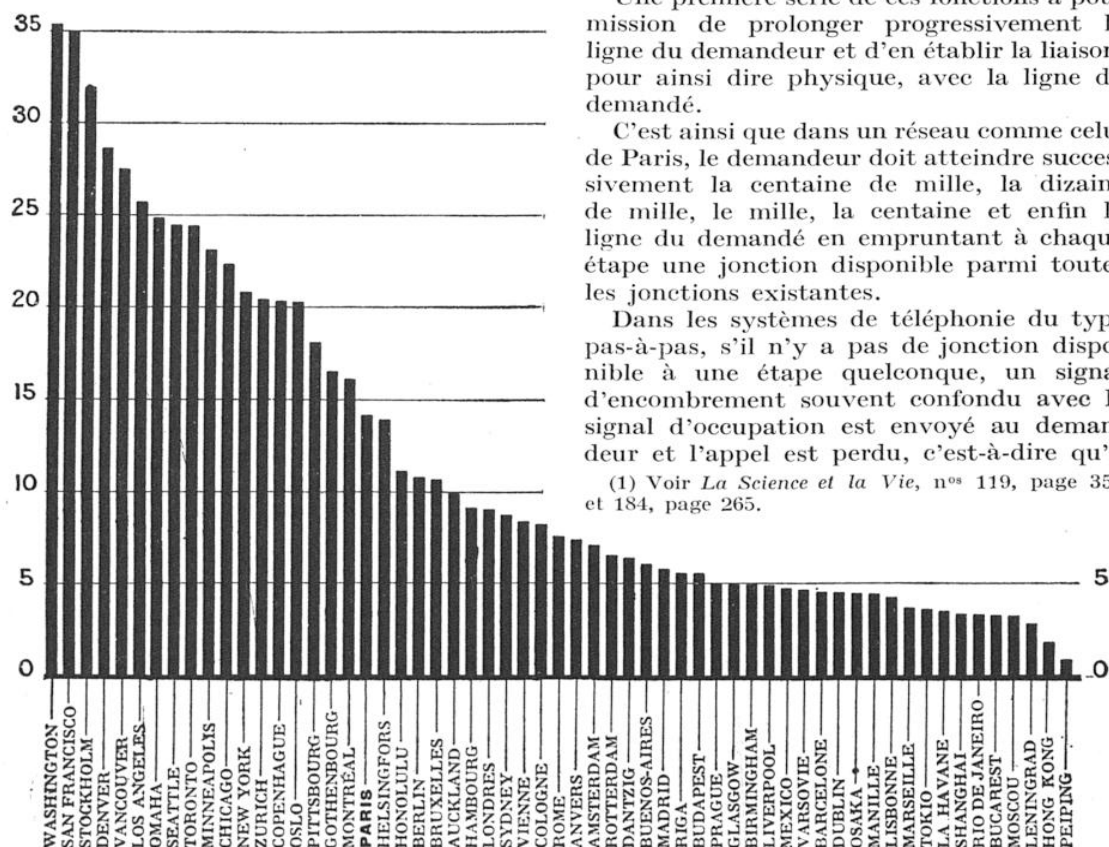


FIG. 3. — SUR CE GRAPHIQUE, QUI MONTRE COMBIEN EXISTAIENT EN 1934 (DERNIÈRE STATISTIQUE OFFICIELLE) DE TÉLÉPHONES PAR 100 HABITANTS, DANS LES GRANDES VILLES DU MONDE ENTIER, PARIS ARRIVE SEULEMENT AU DIX-NEUVIÈME RANG

devra être renouvelé entièrement au moment que le demandeur jugera opportun. Dans la plupart des systèmes à enregistreurs, s'il n'y a pas de jonction disponible à une étape quelconque, l'appel n'est que différé : le demandeur ne reçoit aucun signal et sera desservi aussitôt qu'une disponibilité se présentera parmi les jonctions.

Après l'établissement de la liaison physique de la ligne du demandeur avec la ligne du demandé, une seconde série d'opérations exécute la liaison téléphonique et constate l'état d'occupation ou de disponibilité du demandé. Si le demandé est occupé, le demandeur reçoit le signal d'occupation l'informant qu'il doit raccrocher pour renouveler entièrement son appel au moment qu'il jugera opportun ; si le demandé est libre, le courant d'appel lui est envoyé, tandis que le demandeur

2° Mais l'automatisme permet de résoudre bien d'autres problèmes : rappelons tout d'abord que des circuits auxiliaires servent à attirer l'attention du personnel d'entretien en cas de dérangement d'un appareil : ce sont les *circuits de signalisation*. Dans un même ordre d'idées, on a établi des *circuits de contrôle* et de *statistiques* ; ainsi, des compteurs indiquent le

nombre de communications données par un sélecteur ou par les sélecteurs d'un même groupe : ceci permet d'établir des mutations d'abonnés d'une façon rationnelle. On a pu aussi faire desservir automatiquement les services spéciaux, tels que les « dérangements », les « renseignements », l'« interurbain », etc.

Mais toutes ces fonctions nouvelles n'intéressent, en somme, que des points de détails et ne visent à perfectionner le système automatique qu'à

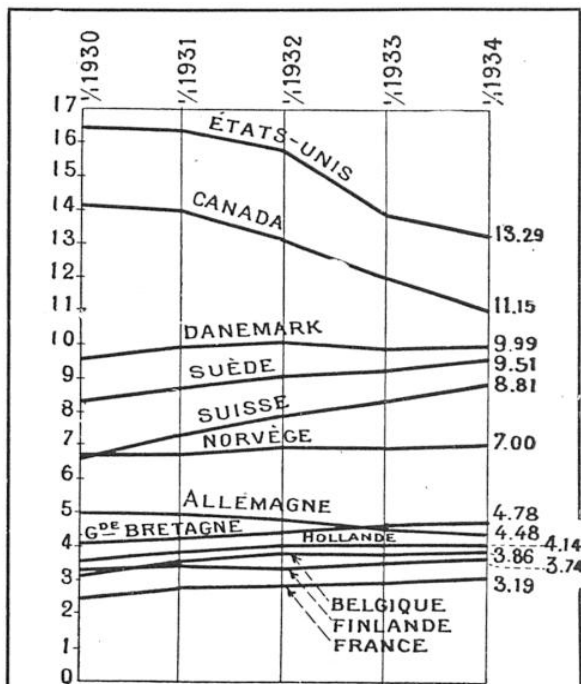


FIG. 4. - L'INFLUENCE DE LA CRISE ÉCONOMIQUE SUR LE DÉVELOPPEMENT DU TÉLÉPHONE

Ce graphique montre comment a varié le nombre de téléphones par 100 habitants dans différents pays, entre 1930 et 1934. Il est naturel de constater qu'une forte dépression économique frappe l'exploitation téléphonique là où le téléphone est le plus répandu. C'est ainsi que la densité téléphonique a baissé, aux États-Unis, de 16,4 à 13,3 téléphones par 100 habitants, et au Canada de 14,2 à 11,2. Pendant la même période, la Suède et la Suisse, en particulier, accusent une augmentation très forte. Les États-Unis, qui ont la plus grande densité téléphonique du monde, ont perdu 3 490 718 téléphones en 1930, 1931 et 1932. Durant la dernière partie de 1933, le nombre des téléphones commença à croître de nouveau aux États-Unis, et une augmentation de 298 000 téléphones se produisit en 1934.

reçoit le retour d'appel lui indiquant que son correspondant est sonné.

Le demandé ayant décroché, le compteur du demandeur doit marquer une ou plusieurs unités, soit immédiatement — et être ensuite bloqué, — soit à l'achèvement de la conversation.

Pendant la conversation, les deux correspondants doivent être alimentés en courant microphonique ; enfin, les circuits doivent être libérés au raccrochage des deux abonnés. Toutes ces fonctions sont indispensables.

l'intérieur d'un même réseau. D'autres progrès, par contre, sont d'un intérêt plus général : ce sont ceux qui intéressent : a) les installations privées ; b) le groupement des réseaux en vue du service universel et permanent ; c) les mesures prises pour diminuer la longueur moyenne des lignes d'abonnés.

Les installations automatiques privées

L'automatisme des réseaux intérieurs de certains particuliers a permis de satisfaire à une foule de conditions telles que : trans-

fert d'un appel du réseau extérieur sur un poste libre ; écoute à partir de plusieurs postes simultanément ; appels entièrement automatiques à partir de postes secondaires et faculté d'appeler directement ces postes à partir de l'extérieur. Les installations qui permettent ces manœuvres fonctionnent depuis plusieurs années en Bavière, en Wurtemberg et en Suisse, où la clientèle apprécie leur commodité. Le central particulier n'intervient dans l'établissement des communications émanant de l'extérieur que lorsqu'un délai de vingt secondes s'est écoulé à partir de l'appel. Après ce délai, destiné à laisser le temps à l'appelé de décrocher, une téléphoniste entre en rapport avec l'appelant et peut soit le connecter directement au demandeur, soit lui indiquer le numéro intérieur d'un autre poste, afin que le demandeur établisse lui-même sa communication. Ainsi, pour le service de nuit, ce dispositif permet de se dispenser totalement de la téléphoniste habituelle.

Le groupement des réseaux permettra un service automatique universel et permanent

La transformation des réseaux téléphoniques des grandes villes en automatique a été complétée par la mise en automatique des campagnes et par le *groupement des réseaux*. Avec ce système, des centres régionaux centralisent le trafic à grande distance de leur district. A chaque groupe de réseaux d'un même district est attribué un numéro particulier. Lorsqu'un abonné veut communiquer avec un correspondant relié à un groupe de réseaux différent du sien, il doit d'abord former le numéro du groupement demandé.

Plusieurs groupes de réseaux ont été installés sur ce principe en Bavière, en Suisse (Lausanne, Zurich, Bâle, Genève), en Hollande (Haarlem), en Italie (Pise, Grossetto), en Belgique (Bruxelles, Anvers), ainsi que

dans de nombreux autres pays européens.

En France, nous pouvons citer entre autres le réseau de Saint-Malo ; quant au groupement des environs de Paris, qui se caractérise par son étendue et son importance, nous croyons savoir que la question de son automatisa-tion est à l'étude et recevra très prochainement une solution.

Le problème des groupements des réseaux n'eût été, somme toute, que peu différent de celui des grandes villes à plusieurs centraux s'il n'y avait pas de difficultés supplémentaires provenant des lignes beaucoup plus longues et des comptages de communications plus compliqués et plus divers.

C'est ainsi que le comptage doit permettre :

d'une part, d'enregistrer des unités de taxes différentes suivant la zone demandée ; d'autre part, d'enregistrer des taxes proportionnelles au nombre d'unités de conversation. Pour cela, il suffit que les taxes des différentes zones soient des multiples de la taxe locale, une

différente de la taxe de jour pouvant être appliquée automatiquement par la simple réduction du nombre des unités de taxe locale ; on généralise ainsi les facilités accordées dans le trafic interurbain pendant les heures creuses. On a même pu, chez les abonnés dont le trafic est intense (hôtels, restaurants), s'arranger pour que, aussitôt la conversation terminée, le montant de la taxe apparaisse sur un compteur spécial annexé au poste et renseigne le demandeur sur son dû.

Cette généralisation du système automatique a permis d'envisager, dans divers pays, l'établissement du service téléphonique permanent qui complète le système universel. Le système universel doit permettre à un abonné d'un réseau quelconque d'entrer en communication avec un abonné d'un autre réseau quelconque. Une étude judicieuse des *affaiblissements* dus à la longueur des lignes et de la répartition des

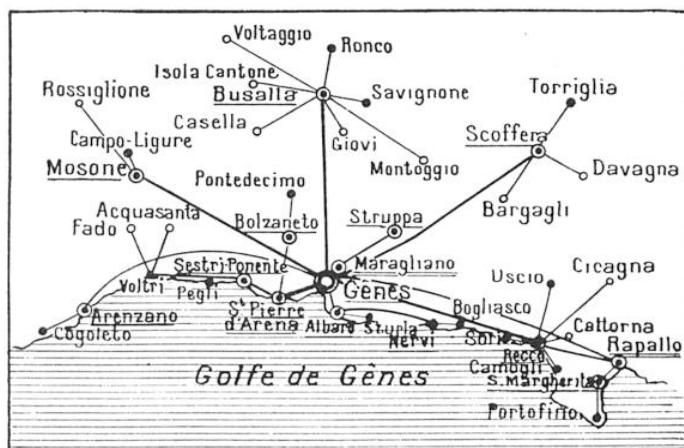


FIG. 5. — EXEMPLE D'UN GROUPEMENT DE RÉSEAUX DANS LA RÉGION DE GÈNES (ITALIE)

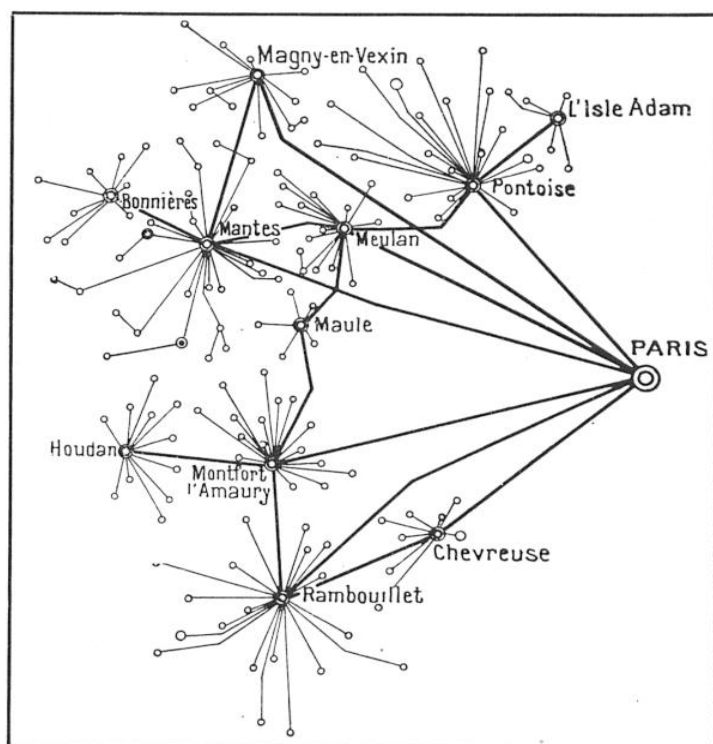


FIG. 6. — SCHÉMA DES CONNEXIONS D'UN GROUPEMENT DE RÉSEAUX ÉVENTUEL POUR L'EXTENSION DU TÉLÉPHONE AUTOMATIQUE DANS LA RÉGION PARISIENNE

amplifications doit permettre cet établissement. Comment sera réalisé ce service en France ? Les différents centraux sont classés en centres de transit, de distribution, de groupement et en bureaux ruraux. Le groupement automatique doit s'arrêter, en principe, au centre de groupement. Ce dernier aura un service permanent. L'amplification sera effectuée théoriquement au centre de transit.

Comment diminuer le nombre et la longueur moyenne des lignes de jonction et d'abonnés

Les diverses jonctions intervenant dans un groupement automatique sont les lignes de connexions intérieures, les lignes de service entre les divers automatiques et les lignes d'abonnés.

Les lignes de service sont calculées afin d'écouler un volume de trafic avec une probabilité de « ligne libre » déterminée. Par des groupements judicieux d'abonnés, par des « multiplages » convenables, on arrive à réduire le nombre total de jonctions entre les divers sélecteurs.

Toutefois, le gain essentiel provient de la diminution des lignes d'abonnés. En effet, la partie la plus importante d'une installation téléphonique est le *réseau*. Les chiffres suivants montrent cette importance au point de vue de l'immobilisation des capitaux :

Réseau local	42 %
Réseau à grande distance ..	27 %
Centraux	19 %
Terrains et bâtiments	7 %
Installations d'abonnés	5 %

On diminue la longueur des lignes soit en établissant des centraux auxiliaires, satellites placés au centre de gravité des abonnés d'un groupe donné, soit en donnant une même ligne à plusieurs abonnés (lignes partagées ou *party-lines*) ; les réseaux avec satellites peuvent compter parmi les groupements dont nous avons déjà parlé. Étudions quelque peu les lignes communes.

Les lignes communes à plusieurs abonnés

Une même ligne, au départ du central, peut parfois se subdiviser en un certain nombre de lignes d'abonnés : lignes à deux abonnés, lignes à raccordements en série ou à raccordements en parallèle. Les abonnés choisis pour être placés sur une même ligne doivent avoir un trafic assez faible pour que la probabilité d'occupation de la ligne soit elle-même faible. Ces raccordements existent d'ailleurs aussi dans des installations non automatiques, à batterie centrale ou locale. Deux essais de ces raccordements ont été faits en France (à Saint-Claude et à Lons-le-Saunier).

L'automatique à grande distance

Pour montrer l'extension considérable du téléphone automatique, examinons la façon

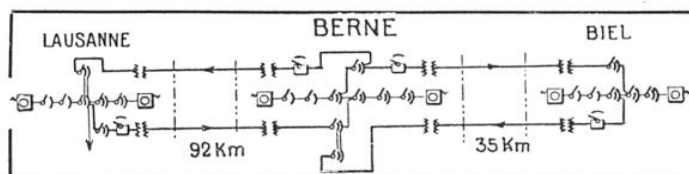


FIG. 7. — SCHÉMA DE LA COMMANDE AUTOMATIQUE À GRANDE DISTANCE DES SÉLECTEURS, RÉALISÉE ENTRE LES VILLES DE BERNE, BIEL ET LAUSANNE

dont on a résolu certains problèmes posés par la téléphonie automatique à très grande distance. Si on examine la répartition du trafic téléphonique suivant la distance kilométrique des deux correspondants, on trouve que 85 % de tout le

trafic téléphonique intéresse la première zone de 100 kilomètres. Il y a donc le plus grand intérêt à la rendre automatique et à écouler son trafic sur des sélecteurs. Avec le procédé de tarification par zones, dont nous avons parlé plus haut, il n'y a plus, au point de vue technique, aucune difficulté.

Le problème de la sélection à grande distance est résolu de la manière la plus simple par l'emploi de la sélection à fréquence musicale. Elle permet de disposer sur la ligne, aussi longue que l'on veut, un nombre d'amplificateurs aussi grand qu'il est nécessaire. La figure 7 montre l'utilisation de la commande à grande distance entre les villes de Berne, Biel, Lausanne et Montreux. Les abonnés de ces villes peuvent communiquer directement entre eux, et aussi avec les abonnés des autres groupes de réseaux, d'une manière entièrement automatique, les taxes étant enregistrées suivant les zones et la durée ainsi que cela a été dit.

Le récepteur à fréquence musicale (500 pé-

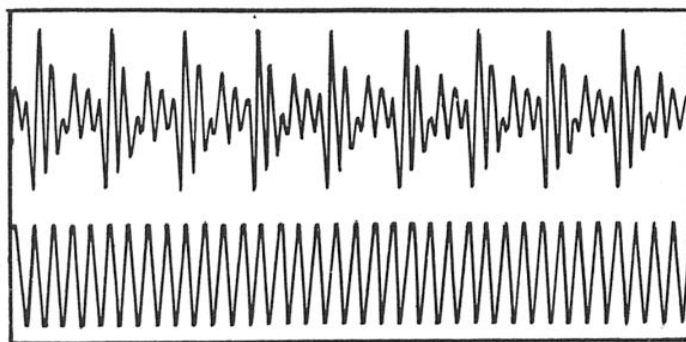


FIG. 8. — CES DEUX COURBES METTENT EN ÉVIDENCE LA DIFFÉRENCE ENTRE LES VIBRATIONS ENGENDRÉES DANS UNE LIGNE TÉLÉPHONIQUE PAR LA PAROLE (EN HAUT) ET CELLES DE NATURE PUREMENT SINUSOÏDALES DUES A UN ÉMETTEUR A FRÉQUENCE MUSICALE (EN BAS)

riodes par seconde), dont nous venons de parler, est construit de telle manière que la voix ne puisse agir sur lui. Il y a, en effet, une différence de nature entre le courant téléphonique modulé par la voix et un courant purement sinusoïdal. La figure 8 montre, dans sa par-

tie supérieure, les vibrations provoquées dans la ligne par la parole, et en-dessous, ces vibrations engendrées par un émetteur à fréquence musicale. Ce fait est mis à profit pour différencier la fréquence de commande des fréquences vocales. Le récepteur est construit de telle sorte qu'il ne fonctionne que lorsqu'il reçoit un courant purement sinusoïdal, d'une fréquence déterminée, et, au contraire, se bloque dès que d'autres courants alternatifs le traversent, comme c'est le cas pour le courant microphonique.

On voit, par cette rapide revue des derniers progrès du téléphone automatique, que les transformations de tous les réseaux existants, urbains, ruraux ou interurbains en automatique, ne présentent aucune difficulté technique. L'exécution des travaux correspondants n'est plus conditionnée que par des questions économiques qui sont toujours, comme dans tous les autres domaines, primordiales.

WILLY THUROW.

Lorsque la marine allemande s'est décidée à adopter le moteur à huile lourde (Diesel) pour la propulsion de ses « cuirassés de poche » de 10 000 tonnes W, type *Deutschland*, certains reconnurent immédiatement les qualités militaires de ces navires, dont la moindre n'est pas son rayon d'action considérable. Pour un déplacement de 10 000 tonnes W, le *Deutschland* porte un approvisionnement de 1 200 tonnes de Diesel oil, qui lui permet un rayon d'action de 10 000 milles, à 20 nœuds, soit 18 500 km à plus de 35 km/h. Mais on pourrait redouter que des moteurs alternatifs à huile lourde qui développent 54 000 ch fussent la cause de vibrations anormales compromettant la précision du tir. D'après nos renseignements au sujet des dernières écoles à feu du *Deutschland*, marchant à toute vitesse (maximum dans la pratique, 26 nœuds) contre le navire-but télécommandé, le *Zæhringen*, on constate qu'après une salve « courte », le tir est réglé, et bien que les moteurs à cette vitesse causent une très légère vibration, le tir continue normalement sans être gêné.

VOICI UN PROCÉDÉ DE CINÉMA EN RELIEF SANS LUNETTES

Par Jean MARCHAND

INGÉNIEUR I. E. G. — LICENCIÉ ÈS SCIENCES

La sensation du relief ne peut être obtenue, dans une projection cinématographique, que par la reconstitution du phénomène de la vision binoculaire. Le problème consiste donc à distribuer aux spectateurs deux images distinctes formant un couple stéréoscopique, et à réserver à chaque œil, droit ou gauche, celle qui doit lui revenir normalement. Nous avons exposé (1) la solution imaginée et perfectionnée par M. Louis Lumière, grâce à l'utilisation de binocles sélecteurs colorés. Mais on peut aussi, laissant libres les yeux des spectateurs, charger l'écran, ou un dispositif placé devant lui, du « truquage » nécessaire. C'est ainsi que M. Noaillon vient de résoudre ce problème au moyen de grilles spécialement étudiées, qui permettent de réaliser la vision stéréoscopique pour tous les spectateurs d'un amphithéâtre occupant des places déterminées dans le plan de vision. Ce nouveau procédé se caractérise, notamment, par une bonne luminosité de l'image et par la possibilité de combiner le relief et la couleur qui, avec le son, permettront au cinéma d'aboutir à la reproduction intégrale du mouvement, c'est-à-dire de la vie.

La sensation du relief provient, on le sait, de la fusion des images perçues par chaque œil dans la vision binoculaire. Pour l'obtenir au cinéma, il faut donc projeter deux films correspondant à cette vision binoculaire et faire en sorte que chaque œil ne reçoive que les rayons provenant de l'image qui doit normalement lui être réservée.

La Science et la Vie a déjà exposé (1) comment M. Louis Lumière a résolu le problème du cinéma en relief par vision stéréoscopique avec l'emploi de lunettes : les deux films stéréoscopiques sont projetés sur l'écran à travers deux filtres colorés, et le spectateur les observe à travers deux verres de la même couleur que les filtres. Le choix des couleurs complémentaires est tel que chaque œil ne perçoit que l'image qui doit normalement lui revenir.

Au cinéma, le relief peut être obtenu sans lunettes

Cependant, cette solution n'est pas la seule ; on peut, en effet, ou bien établir l'écran de telle manière qu'il offre directement à chaque œil de chaque spectateur celle des deux images couplées qui lui est destinée — et, dans ce cas, les yeux demeurent libres, tandis que c'est l'écran qui doit être chargé du truquage ; ou bien projeter sur l'écran un seul couple d'images que chaque spectateur devra sélectionner par des moyens individuels, c'est-à-dire par un binocle sélecteur (procédé Lumière).

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 214, page 324.

Un ingénieur français, M. Noaillon, a cherché, au contraire, à résoudre le premier cas : les projections effectuées tout récemment en Belgique ont été concluantes.

Deux procédés s'offraient à lui : le premier consiste, suivant la méthode du docteur Herbert Ives (1), à s'inspirer du relief intégral de Gabriel Lippmann, qui permet d'obtenir le relief en un point quelconque d'une salle. Mais le gaspillage de lumière est si considérable que ce principe est pratiquement inapplicable. Le second procédé consiste à renoncer à la vision en tous les points de la salle, et à faire converger les rayons lumineux utiles en un plan privilégié où les yeux des spectateurs pourront percevoir une image bien éclairée.

C'est cette dernière solution qu'a « travaillée » M. Noaillon, en créant, dans un plan horizontal ou légèrement incliné vers l'écran, des zones fixes de vision exclusive de chacune des deux images projetées. Ces zones sont alternatives et jointives ; les spectateurs doivent être placés de telle sorte que chacun d'eux ait son œil droit dans une zone de vision de l'image droite, et son œil gauche dans une zone de vision de l'image gauche. Cette obligation pour le spectateur n'entraîne pour lui ni fatigue ni contrainte excessives, car l'expérience a montré que les mouvements du corps pouvaient fort bien s'accommoder d'une certaine immobilité de la tête.

Le nouveau procédé s'apparente avec

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 214, page 327.

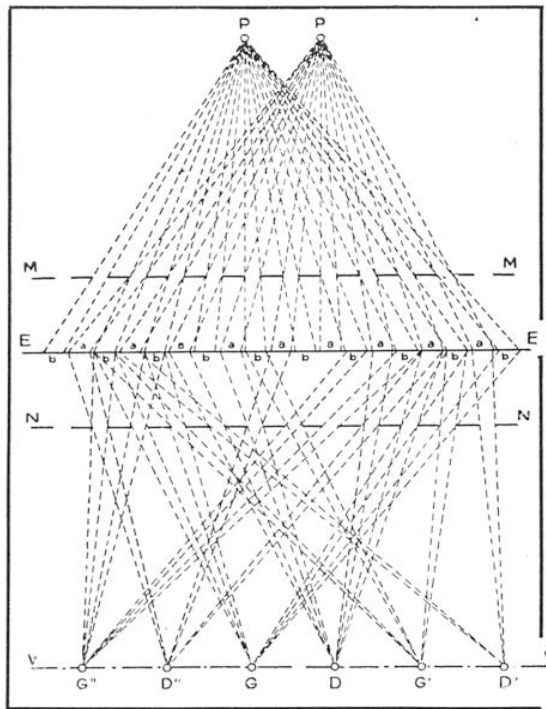


FIG. 1. — PRINCIPE DE LA PROJECTION EN RELIEF SANS LUNETTES

E, écran translucide ; *MM*, *NN*, grilles formées de bandes noires équidistantes ; *PP'* projecteurs des films stéréoscopiques. À travers *MM*, le projecteur *P* éclaire les zones *a*, et *P'* éclaire les zones *b*. Un spectateur ayant son œil droit en *D* et son œil gauche en *G* voit, à travers *NN*, avec l'œil droit uniquement les zones *a*, et avec l'œil gauche uniquement les zones *b*. Il a la sensation du relief stéréoscopique. Il en est de même pour les positions *D'G'*, *D''G''*, etc.

celui des écrans stéréoscopiques de M. Estanave (1). Imaginons (fig. 1) un écran translucide *E*, sur lequel deux projecteurs *PP'* dirigent chacun une des vues stéréoscopiques conjuguées à travers une grille *M* (constituée par des bandes noires verticales équidistantes séparées par des fentes de moindre largeur). La position de *P* et *P'* est telle que les zones *a* projetées sur *E* par *P* s'intercalent entre les zones *b* projetées par *P'*. Supposons que se trouvent en *D* et *G* l'œil droit et l'œil gauche d'un spectateur, qui regarde *E* à travers une grille *N* analogue à la précédente. Son œil droit ne verra que les zones *a* et son œil gauche que les zones *b*. La sélection cherchée est ainsi obtenue et, par suite, le relief stéréoscopique réalisé.

On voit d'ailleurs que, pour les positions

1) Voir *La Science et la Vie* n° 163, page 45.

D', G', D'', G'', etc., de part et d'autre de *D* et *G*, le même phénomène se représente. En outre, la vision stéréoscopique s'effectue aussi sur toute la longueur des droites *D, G, D', G', D'', G''*... perpendiculaires au plan de la figure.

Dans ces conditions, on peut simplifier l'appareil en utilisant un écran opaque au lieu de l'écran translucide *E*, et supprimer la première grille *M*. Si, en effet, on place les projecteurs en *D* et *G*, il est évident que l'on obtient à travers la grille *N*, sur un écran opaque situé en *E*, les mêmes zones *a* et *b* que celles produites sur *E* par *P* et *P'* à travers la grille *M*. Les spectateurs dont les yeux droits seront sur les verticales *D, D', D''*, etc., et les yeux gauches sur les verticales *G, G', G''*, etc., auront donc la sensation du relief.

Comment ont été résolues les difficultés de la mise au point du nouveau système

Mais deux difficultés se présentent : 1° Les images obtenues ne sont pas continues, mais formées de raies sombres correspondant aux barreaux de la grille *N* ; 2° Le plan où s'effectue la vision stéréoscopique est vertical et, par conséquent, les spectateurs devraient se placer les uns au-dessus des autres.

Pour remédier au premier inconvénient, M. Estanave a imaginé de constituer ses grilles au moyen de barreaux très fins et très rapprochés, de sorte que l'œil voit une image en grisaille en apparence continue.

Toutefois, réaliser avec précision une grille de 2 m de côté, composée de barreaux

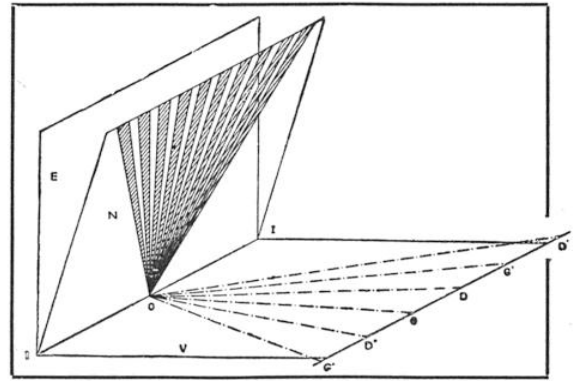


FIG. 2. — DISPOSITIF A GRILLE INCLINÉE

Les bandes de la grille *N* convergent en *O* sur la droite *II* d'intersection de *N* et de l'écran *E* opaque. Les zones de vision d'un œil droit et d'un œil gauche se trouvent sur les droites *OD'OG''*, *OD''OG''*, etc., dans le plan *V* qui passe par la ligne *II* et celle des projecteurs situés en *D* et *G*. On peut donc incliner ce plan par rapport à l'écran.

de 3 mm, présente de grandes difficultés. Une solution acceptable, due à un chercheur tchèque, M. Frantisek Cisar, consiste à animer la grille d'un rapide mouvement de va-et-vient dans son plan. Ce mouvement n'enlève rien à la fixité de l'image projetée sur l'écran *E*, puisque projecteurs et écran sont fixes.

Voyons maintenant comment M. Noaillon a tourné la deuxième difficulté.

Remplaçons (fig. 2) la grille verticale à bandes parallèles par une grille inclinée *N* dont les bandes convergent en *O*. (Cette grille oscille dans son plan, autour de *O*, d'un mouvement très rapide et de faible amplitude pour, selon le principe précédent, assurer la continuité de l'image.) Les projecteurs, situés en *D* et *G*, dirigent toujours sur *E*, à travers *N*, les deux images conjuguées formées de zones alternatives éclairées et sombres. De tous les points de la droite *OD*, on verra uniquement l'image projetée par *G*. De même, pour *OD'*, *OD''*, etc., *OG'*, *OG''*, etc. Ainsi, le plan des yeux sera maintenant le plan *V* contenant les projecteurs et passant par l'intersection des plans de l'écran et de la grille. Ce plan peut évidemment présenter une inclinaison égale à celle du plan des fauteuils d'une salle.

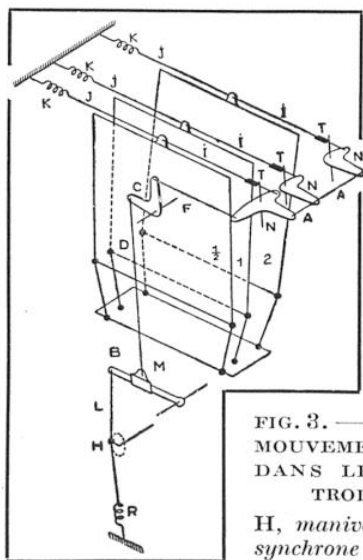


FIG. 3. — COMMANDE DU MOUVEMENT OSCILLANT DANS LE SYSTÈME A TROIS GRILLES

H, manivelle d'un moteur synchrone ; B, balancier avec son cavalier mobile M ;

L, D, F, liaison de H et B au renvoi C et aux leviers coudés N reliés par le fil A. I, fils commandant les grilles F ; T, tendeurs ; K, ressorts antagonistes liés par les fils J aux grilles. En faisant coulisser le cavalier M sur le balancier B, on peut régler l'amplitude des oscillations des grilles.

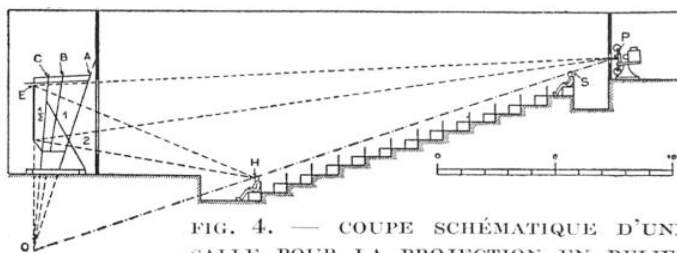


FIG. 4. — COUPE SCHÉMATIQUE D'UNE SALLE POUR LA PROJECTION EN RELIEF

P, projecteur ; E, écran ; A, B, C, grilles ; O, point de convergence des bandes des grilles. On peut donner au plan de vision la même inclinaison que celle des fauteuils de la salle.

teurs, divergent au fur et à mesure qu'on s'éloigne de l'écran, tandis que l'écartement des yeux reste invariable. Il faut donc que les zones de vision pour chaque œil forment des bandes d'une certaine largeur. Mais ce résultat n'est obtenu qu'au détriment de l'intensité lumineuse, qui décroît rapidement quand l'œil s'éloigne du centre de cette bande. De plus, l'écartement des bandes de vision peut devenir inférieur à celui des yeux (66 mm). A ce moment, la vision stéréoscopique cesse. Un calcul simple montre que la vision stéréoscopique est réalisée dans les quatre cinquièmes de la salle. Quant à la clarté, elle varie de un tiers à un douzième.

Voici maintenant la réalisation du cinéma en relief sans lunettes, même en salle éclairée

L'inventeur a étudié géométriquement la répartition des bandes de vision dans une salle, et en a conclu qu'en plaçant convenablement trois grilles, on peut réaliser une bonne vision stéréoscopique dans les deux tiers de la salle, sans que les spectateurs soient astreints à une immobilité absolue de la tête. De plus, la clarté des images ne varie plus beaucoup : elle est égale aux 3/10^e environ de la clarté d'une image sans relief fournie par un des projecteurs.

Il y a lieu de noter que ce dispositif à trois grilles autorise la projection en salle éclairée, puisqu'une très petite fraction de la lumière diffuse dans la salle (exactement 9 %) parvient à l'écran à travers les grilles. Le contraste avec la salle reste suffisant pour permettre de suivre le film.

Pour animer les trois grilles du mouvement rapide d'oscillation qui donne la sensation d'une image continue, chacune d'elles est entourée d'un cadre fixe auquel elle est reliée par des ressorts. Ceux-ci sont calculés de façon à produire des efforts antagonistes

légèrement supérieurs aux forces d'inertie provoquées par les oscillations de la grille. Ainsi, l'ensemble de la grille et de ses ressorts constitue un système accordé en quasi-résonance, dont le mouvement peut être entretenu au moyen d'une force minime (fig. 3).

Enfin, les trois cadres fixes auxquels sont suspendues les trois grilles sont reliés à un châssis unique, posé sur quatre blocs de caoutchouc, de façon à absorber les réactions d'inertie des grilles. Comme, d'autre part, les articulations du mécanisme et des ressorts des grilles sont soumises à des efforts qui ne changent pas de sens, elles peuvent avoir du jeu sans devenir bruyantes.

Pourra-t-on combiner bientôt la couleur, le relief et le son ?

Lorsque le film en couleurs naturelles sera devenu une réalité pratique (1), rien ne s'opposera, grâce au procédé Noaillon, à la combinaison du *relief*, de la *couleur* et du *son*, alors qu'au contraire, l'emploi de binocles à verres colorés ne permettrait pas cette combinaison. En effet, considérons par exemple les parties jaunes de l'image. Pour

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 222, page 461.

l'œil droit, elles paraissent très assombries, puisque les rayons lumineux qui lui correspondent ont traversé les verres bleus du projecteur et du binocle. L'œil gauche, au contraire, les voit très éclairées, les rayons n'ayant rencontré que des verres jaunes. La couleur de l'image stéréoscopique n'en est pas sensiblement affectée, mais le relief ne subsiste pas. Il faut pour cela que les deux yeux voient chacun une image dont les parties correspondantes aient le même éclairement et la même couleur.

Ajoutons, pour terminer, que l'on peut obtenir la perspective sonore en utilisant simultanément la marge réservée au son sur chaque film stéréoscopique. A la projection, deux haut-parleurs placés de la même façon que les microphones utilisés pour l'enregistrement procurent aux spectateurs le relief du son en

même temps que le relief de l'image.

Ainsi le cinéma, d'abord muet, puis sonore et parlant, s'achemine vers la reproduction intégrale du mouvement et de la vie, grâce à la sensation du relief jointe à la projection en couleurs naturelles.

JEAN MARCHAND.

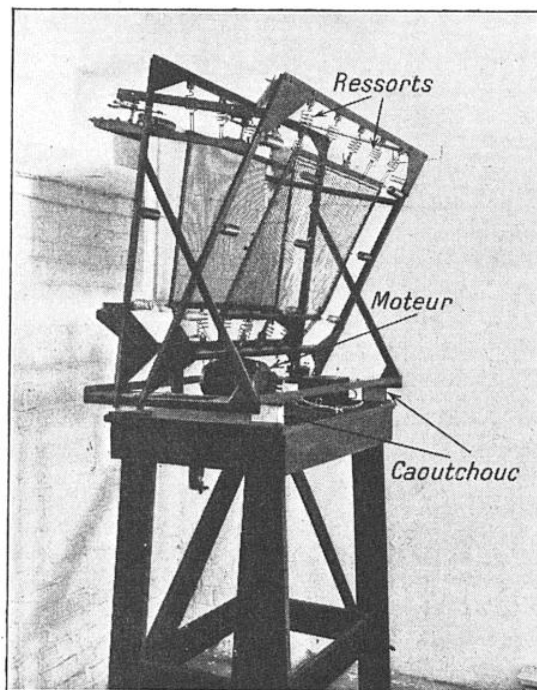


FIG. 5. — APPAREIL D'EXPÉRIENCE A DEUX GRILLES, SUFFISANT POUR UNE PETITE SALLE

Depuis 1929, l'industrie automobile américaine n'avait pas enregistré une prospérité comparable à celle de 1935-1936. On estime, en effet, que les plus grandes sociétés de construction automobile réaliseront un bénéfice global de près de 14 milliards de francs pour l'exercice de fin mars ! Voici, dans l'ordre décroissant, les plus gros producteurs et le nombre de voitures vendues en 1935 : General Motors (1 052 297), Chrysler (629 243), Hudson (75 425), Studebaker (39 573), Packard (37 653), Nash (35 184), Graham (15 965). La Société Ford n'est pas comprise dans cette statistique. Si nous envisageons la statistique annuelle de 1935, nous ajouterons que Ford a vendu 828 889 voitures et que le total des voitures vendues pendant cette année a été de 2 743 908. Par contre, la Société Chevrolet, au train où elle vend, aura produit, d'après les estimations les plus modérées, au moins 2 millions de voitures pour l'exercice 1936-1937, chiffre record.

QUAND LES INGÉNIEURS RUSSES FONT PROGRESSER LA TECHNIQUE...

Par Victor JOUGLA

Les bouleversements politiques amènent parfois les ressortissants d'une grande nation — telle que la Russie — à s'expatrier. C'est le cas d'un certain nombre de sujets russes appartenant à l'élite intellectuelle émigrés il y a vingt ans. Combien de ces personnalités se sont révélées « éminentes » dans les différents domaines de l'activité créatrice orientée vers les conceptions artistiques, la recherche scientifique, les réalisations techniques. La race slave est, en effet, considérée — à juste titre — comme particulièrement douée de par ses facultés d'interprétation, d'assimilation et de création originale ; elle possède notamment un génie inventif dont les extériorisations apparaissent nettement aussi bien dans les manifestations des arts — ceux de l'espace (volumes et surfaces) comme ceux du temps (sons et mouvement) — que dans les applications de la science. C'est ainsi que, dans les domaines techniques, — qui intéressent plus particulièrement les lecteurs de la Science et la Vie, — quatre « exemples » typiques illustrent et vérifient cette opinion. Ce sont Sikorsky, qui, parti de Pétrograd pour les Etats-Unis, y accomplit la plus belle carrière de constructeur qui soit dans l'aviation moderne : les appareils créés par lui (China-Clipper entre autres) contribuent à la gloire de l'aéronautique américaine. Puis voici Yourkevitch, cet audacieux ingénieur naval — naturalisé français — auquel nous devons les plans du paquebot Normandie. Quant au professeur Zworykin, de l'Université de Pittsburg, c'est l'un des créateurs de la télévision. Ses recherches dans les laboratoires de Camden, aux Etats-Unis, ont le plus contribué à faire passer cette invention — pleine de promesses — du plan de la science pure sur celui des applications pratiques de la radio. Enfin, Makhonine est venu également en France, où il s'orienta lui aussi, comme Sikorsky en Amérique, vers l'aviation. Il a recueilli récemment la prime d'un million de francs du ministère de l'Air pour son avion à surface variable (1). Associons enfin à ces techniciens un savant de grande valeur : le professeur Kapitza, actuellement rentré en U. R. S. S., mais qui a pu conquérir, pendant son séjour à l'Université de Cambridge, une place de premier plan, par ses travaux de renommée mondiale sur la physique moléculaire et les très basses températures. Rendons — impartialement — hommage à ce savant comme à ces ingénieurs qui, ayant reçu la haute culture scientifique dans leur patrie d'origine, ont su, par leur génie créateur, éminemment constructif, contribuer sous d'autres climats au progrès des sciences et de leurs applications à la vie moderne. Quel talent dans la conception, quelle ténacité dans la réalisation, ils ont dû déployer pour savoir ainsi s'imposer même sur la terre étrangère !

L est un « capital » qu'aucune révolution n'exproprie jamais, c'est celui de la science accumulée dans un cerveau, avec la manière de s'en servir.

Aucun révolutionnaire n'oserait, aujourd'hui, lancer le cri trop fameux : « La République n'a pas besoin de savants ! »

Tout au contraire, sitôt passées les premières convulsions, les révolutions modernes appellent à elles le plus possible de savants techniciens. Elles en demandent à l'étranger. Pourtant, quelques-uns des leurs, les plus riches d'avenir, ont secoué leurs sandales sur le seuil de la patrie. Ils ont émigré.

Le climat révolutionnaire n'est jamais favorable à l'épanouissement d'une forte personnalité scientifique. C'est à ce phé-

nomène de la migration du génie devant le trouble social, que la Russie actuelle doit sans doute d'avoir perdu, à notre connaissance, des techniciens remarquables, dont les succès à l'étranger furent retentissants. C'est un architecte naval russe, Yourkevitch, dont les formules ont inspiré le dessin de la coque de *Normandie* ; c'est un avionneur, Sikorsky, dont les appareils sont actuellement en montage à New York, en vue d'assurer le premier service aérien trans-atlantique ; c'est Makhonine, qui crée en France le premier avion aux ailes extensibles ; en Amérique encore, Zworykin est en train de révolutionner l'amplification des courants photoélectriques et, par là, de préparer l'essor immédiat de la télévision ; en Angleterre, l'Université de Cambridge

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 226, page 276.

a créé, sous la direction d'un savant russe, Kapitza, un laboratoire unique au monde où se réalisent les courants et les champs magnétiques les plus intenses qu'on ait jamais obtenus.

Le lecteur nous saura peut-être gré de lui offrir ici comme un bilan raccourci de l'œuvre scientifique ainsi réalisée, à l'étranger, par des esprits mûris cependant dans la pensée russe.

Vladimir Yourkevitch, le modeler de navires

Voici d'abord Vladimir Yourkevitch, l'inventeur de l'étrave à bulbe, l'initiateur des formes « creuses », le géomètre des fluides qui a donné à la *Normandie* la possibilité de garder le ruban bleu plusieurs mois après la mise en service de son concurrent britannique, plus puissant d'un quart.

Sorti de l'Ecole Polytechnique supérieure de Russie, Vladimir Yourkevitch s'était déjà spécialisée dans les études de construction navale, quand la guerre vint le surprendre. Sitôt après la révolution, n'apercevant aucune possibilité de travail libre et indépendant, le jeune ingénieur vint à Paris, — plus exactement à Billancourt où il commença par gagner sa vie, six mois durant, en qualité d'ouvrier tourneur aux usines Renault. De là, il passa comme dessinateur aux chantiers Nieuport - Astra, à Argenteuil. Déjà, il se rapprochait ainsi de son élément de prédilection, la mécanique des fluides.

Bientôt ses relations lui permettent de se faire apprécier comme spécialiste des constructions navales : il s'établit ingénieur-conseil et prend contact avec nos grandes entreprises de construction navale. Le grand



VLADIMIR YOURKEVITCH
Le rénovateur des « formes » des coques de navires.

paquebot français est à l'étude, le *T.-6*, celui qui, plus tard, sera baptisé *Normandie*. Yourkevitch soumet aux Chantiers de Penhoët ses conceptions concernant les formes à donner à la coque pour en obtenir le meilleur rendement hydrodynamique, la moindre résistance à l'avancement, qui exigera le minimum de puissance aux vitesses prévues. Le spécialiste russe est loin d'être un inconnu. Cependant, les profils qu'il propose pour la coque ne manquent pas d'inquiéter ; ils sortent complètement des formules classiques, dites « de Taylor », celles-là même qui serviront à établir les dimensions du paquebot *Queen Mary*. On décide donc d'éta-

blir une maquette et de la conduire pour les essais au bassin des carènes de Hambourg, à peu près unique en Europe pour ces études. (Voir *La Science et la Vie*, n° 195, p. 195.)

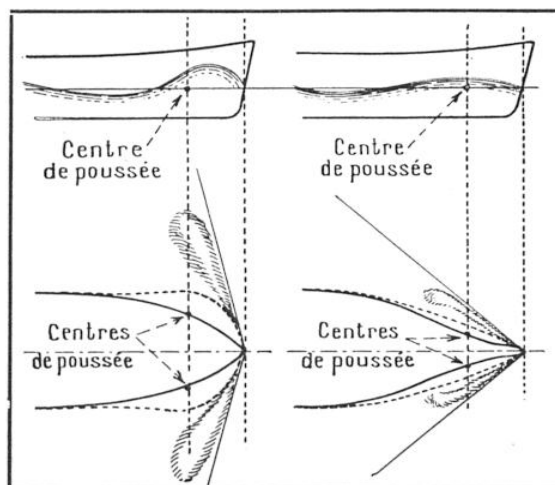


FIG. 1. — FIGURES GÉOMÉTRIQUES MONTRANT LA FORMATION ET LA DIFFÉRENCE DE PROPAGATION DE LA VAGUE D'ÉTRAVE D'UN NAVIRE DANS LES FORMES CLASSIQUES (A GAUCHE) ET DANS LES FORMES YOURKEVITCH (A DROITE)

Ce ne sera pas la première fois que Yourkevitch fait un semblable voyage : en 1913, n'était-il pas venu, délégué par la marine impériale russe, essayer à Bremerhafen, dans un autre bassin des carènes allemand, les maquettes des nouveaux croiseurs de 32 000 tonnes dont il avait établi les plans. C'est donc par l'ouest que Yourkevitch aborde, cette fois, l'Allemagne : on le reçoit à bras d'autant plus ouverts que ses précédentes études, visant la construction de l'*Atlantique*, en France, avaient ébranlé la confiance des constructeurs allemands dans les célèbres « formes » de leur spécialiste national Maier. A tel point qu'ayant bénéficié d'indiscrétions touchant les études de Yourkevitch, les constructeurs du *Bremen* et de l'*Europe* avaient cru devoir modifier, au cours du

travail, les étraves des deux grands transatlantiques. Et l'on se souvient de l'impression que fit, dans le monde, le record de vitesse du *Bremen* dont l'étrave « bulbée » fut reproduite dans les photographies de toute la Presse. Cette étrave était une « idée » approximative de ce qu'allait faire Yourkevitch sur la *Normandie*. Il suffit de comparer deux images de l'une et de l'autre étraves pour voir que le bulbe du *Bremen* est à celui de la *Normandie* à peu près ce qu'est un potiron à une pomme. Visible-ment, on n'avait eu ni le temps, ni la science nécessaires pour

après expérience, la promesse d'une réduction de 15,5 % sur l'effort prévu pour avancer à la vitesse de 30 nœuds (5 kg 70 par tonne, au lieu de 6 kg 74). Les essais au bassin montraient que la vague de l'avant s'aplatissait dans son profil, s'étirait, s'allongeait le long de la coque et disparaissait promptement.

Les dirigeants de la Compagnie Transatlantique et des Chantiers Penhoët prirent une grande responsabilité en adoptant les

FIG. 2. — LE PAQUEBOT « QUEEN MARY » EN VITESSE DE CROISIÈRE
On voit à l'avant et sur le côté la propagation d'un système de perturbation hydraulique représentant une perte d'énergie considérable.

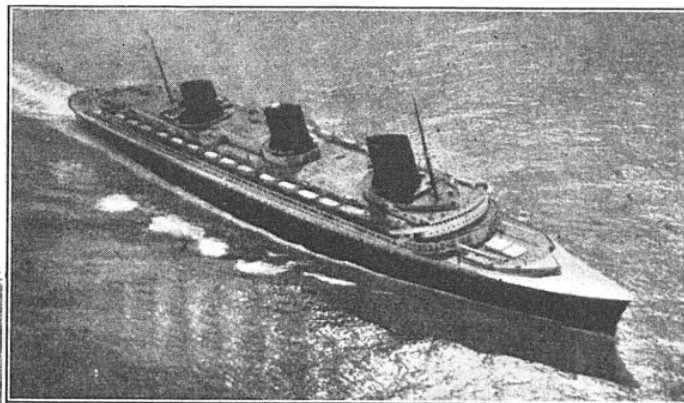
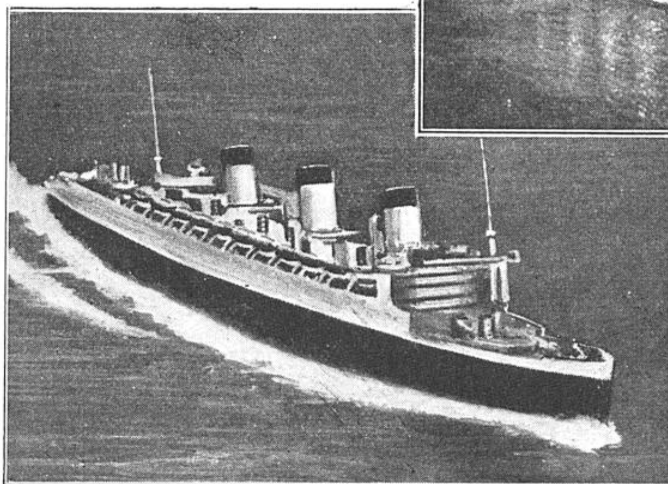


FIG. 3. — LE PAQUEBOT « NORMANDIE » PHOTOGRAPHIÉ ÉGALEMENT EN VITESSE DE CROISIÈRE
On remarque l'absence de vague d'étrave et de tourbillons latéraux.

retrouver les résultats obtenus, avec une précision désormais mathématique, par Yourkevitch en vingt ans de travail et d'expériences continus.

Du reste, la présence du bulbe n'est pas tout : le profil de l'étrave est nettement « creux », alors que, jusqu'ici, les formes classiques étaient le biseau ou la ligne renflée. Les schémas ci-joints montrent, aux yeux comme à l'intelligence, la grande supériorité de la coque Yourkevitch. La vague d'étrave (les « moustaches ») accompagnant le navire est considérablement atténuée par la construction de l'ingénieur russe. Or, l'importance de cette vague mesure rigoureusement la quantité d'énergie dissipée sans profit. Finalement, les plans de M. Yourkevitch, entièrement originaux, apportent,

plans Yourkevitch ; nos amis les Anglais furent moins audacieux et conservèrent, pour construire la *Queen Mary*, les formules classiques qui avaient fait le succès du *Mauretania*. Les résultats à la mer sont aujourd'hui probants :

sans doute, la *Queen Mary* a fini par ravir le « blue ribbon » à la *Normandie*, avec un record de la vitesse moyenne du voyage transatlantique établi aux environs de 30 nœuds. Mais le liner britannique, pour un tonnage sensiblement égal à celui du français, disposait d'une puissance de 200 000 ch au lieu de 160 000 à la *Normandie*. De plus, en arrivant à New York, quand les moustaches impressionnantes de son étrave furent tombées, à quai, on put se rendre compte qu'il fallait repeindre la coque au-dessous de la flottaison : la vague, dissipatrice d'énergie, avait rongé la peinture. Le sillage de la *Normandie*, au contraire, réalise le minimum de ce qu'a jamais connu un navire à cette vitesse : l'eau, de l'étrave à la poupe, épouse la coque avec le moindre frottement.

D'ailleurs, si on voulait bien changer les hélices et les moteurs électriques de la *Normandie*, il serait aisé de trouver dans ses chaudières, simplement en poussant les feux, les 40 000 ch qui suffiraient à gagner 2 nœuds de vitesse-horaire et de reconquérir, par conséquent, le ruban bleu. Mais il en coûterait 500 000 fr de frais supplémentaires par voyage. Pour gagner quatre heures sur une traversée de quatre jours, c'est vraiment trop cher.

On a donc décidé de monnayer en mazout et même en économie de peinture, non en ruban bleu, l'immense supériorité que les formes Yourkevitch ont donnée au grand paquebot français sur tout autre navire actuellement à flot.

Pour résumer l'œuvre de Yourkevitch, on pourrait dire qu'il dessine les formes des navires en fonction de leur taille et de la vitesse qu'on leur demande. Les unités extra-rapides (torpilleurs) des flottes de combat sont, de même que les paquebots, assujettis à la technique Yourkevitch, qui leur donne une nouvelle forme arrière.

Igor-I. Sikorsky, le précurseur du trans- atlantique aérien

Le 21 septembre 1926, un avion géant fut amené sur la piste d'envol de Roosevelt Field, à Long Island, près de New York⁽¹⁾. L'as de guerre français René Fonck et son mécanicien prirent place. Le départ fut donné pour Paris. La machine se mit en marche, roula quelque 600 m. Elle devait laisser à terre un train spécial uniquement destiné au lancement. Quand Fonck tira sur le manche pour amorcer l'envol, son mécanicien se hâta un peu trop de déclencher à son tour l'attelage roulant. En sorte que celui-ci, détaché, fut heurté par les gouvernes arrière. Et l'avion, capotant, se mit à flamber. Fonck, projeté hors des flammes, était sauf; son mécanicien périssait. Un grand rêve s'écroulait du même coup : celui d'Igor Sikorsky, le constructeur.

Le rêve a, toutefois, repris corps aussitôt. Un accident de clavetage ne pouvait annuler une conception aéronautique que son auteur portait en lui depuis qu'il avait quitté, lui aussi, l'Ecole Polytechnique impériale de

Moscou, — où il était d'ailleurs condisciple de Vladimir Yourkevitch.

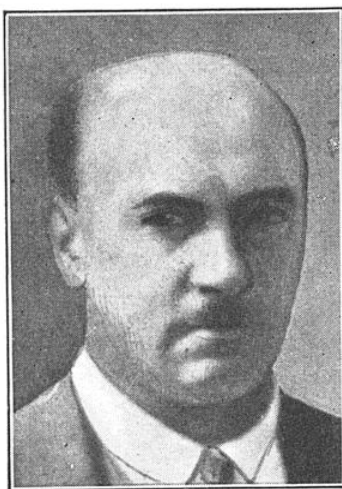
A peu près à l'époque où Paul Painlevé volait à Auvours comme premier passager de Wilbur Wright, à l'époque où l'un de nos confrères demandait, extasié, à Wilbur : « Pensez-vous voler un jour à 500 mètres d'altitude ? » et recevait comme réponse : « Pourquoi pas ? », Igor Sikorsky se posait, lui, une question d'ordre différent : « Pourrait-on voler, un jour, avec 40, 50 passagers, ou davantage, d'une rive à l'autre de l'Atlantique ? » Pas de réponse évasive : il fallait entrer dans le sujet, *techniquement*.

La sustentation tangentielle de l'aéroplane créé par Wright, Blériot, Farman, ne lui paraissait pas devoir réaliser jamais de grands tonnages. Sikorsky s'essaya donc à la construction d'hélicoptères : en 1910, son premier modèle lui démontra que, de longtemps, les gros tonnages n'étaient pas dévolus aux voilures tournantes. (Aujourd'hui, M. Louis Breguet semble être mieux armé pour prouver le contraire.) Sikorsky s'orienta donc, comme chacun, vers l'aéroplane. Son premier modèle, le *S.-1*, vit le jour en 1910. Un moteur de 15 ch réussit à le faire décoller contre le vent. Bientôt, avec une puissance de 25 ch, le *S.-2* de Sikorsky s'envola sur 200 mètres de parcours.

On était en 1910. L'année suivante, le *S.-3*, équipé d'un moteur Anzani de 40 ch, tint l'air durant 59 secondes.

En 1912, le *S.-6 A* fut primé hors concours au meeting de Moscou. La guerre allait éclater, comme Sikorsky pensait déjà aux multimoteurs à fort tonnage; au printemps de 1913, son premier « bateau volant », à quatre moteurs de 100 ch, s'envolait.

La guerre et la révolution laissèrent Sikorsky désemparé. Le grand constructeur avait toutefois livré 73 appareils géants à l'armée de son pays, qui effectuèrent plus de 400 vols, dont plusieurs avec un ou deux moteurs mis hors de combat par la mitraille. Après un court séjour en France, où Sikorsky reçut en 1918 une commande d'avions de bombardement qui fut annulée par l'armistice, l'ingénieur russe s'en alla aux États-Unis, où les concours affluèrent. Immédiatement, les modèles géants se succèdent.



IGOR-I. SIKORSKY
*Le pionnier de l'aviation trans-
atlantique de gros tonnage.*

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 121, page 3.

Fin 1924, c'est le bi-moteur *S.-29*, qui comporte une cabine à 14 places de passagers.

En 1925, plusieurs modèles se succèdent ; l'inventeur est en pleine recherche. A la fin de 1926, son choix s'est arrêté sur la formule du trimoteur à 400 ch par unité. C'est l'appareil qui devait passer l'Atlantique avec René Fonck... Le désastre ne décourage pas Sikorsky. Seulement, on change de locaux et d'aérodrome. La Compagnie Sikorsky va s'établir à College Point, où elle occupe désormais d'immenses bâtiments.

On renonce aux performances pour penser au voyage pratique. Aussi bien, Lindbergh

atlantiques » de Sikorsky présentent, à partir de cette époque, une physionomie très caractéristique : ce sont bien les croiseurs aériens qu'attendent les gens pressés de traverser du Havre à New York à 300 km/h.

C'est avec le *S.-42* que Sikorsky réalise enfin les premiers « Clippers » mis désormais en service régulier sur la ligne Miami-La Havane, par les *Panamerican Airways*. Quatre moteurs Hornet de 750 ch transportent 36 passagers et 5 hommes d'équipage, dans des conditions de confort, de luxe et de vitesse qui ne laissent plus rien à désirer. Le paquebot aérien se trouve réalisé tel que Sikorsky l'imaginait il y a vingt-

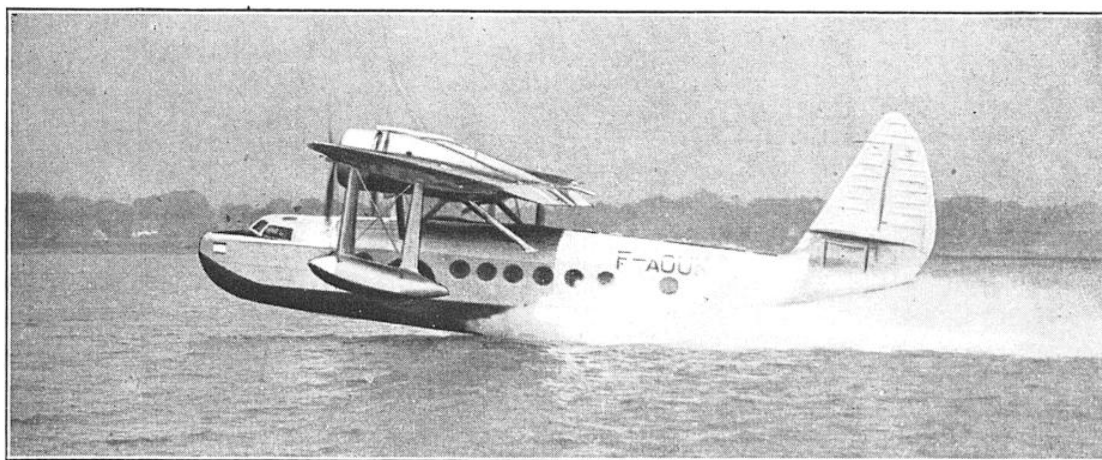


FIG. 4. — L'AMPHIBIE « S.-43 » DE SIKORSKY AU DÉCOLLAGE

Les roues d'atterrissage sont encastrées dans la partie claire du fuselage. On aperçoit sur la photographie, au-dessus du stabilisateur de gauche, le sommet du cercle de la roue bâbord entre les premiers hublots.

a déjà réalisé le vol prestigieux. Sikorsky veut que l'aéronef transatlantique soit « amphibie », c'est-à-dire qu'il dispose à volonté, et suivant la circonstance, des deux moyens classiques d'atterrir, sur roues ou sur sa carène flottante. Un type *S.-37* comporte une cabine à 18 passagers. En 1927 !

La crise ne ralentit pas l'activité de Sikorsky : en 1929, ses établissements couvrent — à Stratford, dans le Connecticut, où ils ont été transportés — cinq fois la superficie qu'ils avaient à College-Point.

L'année 1930 voit la naissance du *S.-40* « amphibie », pour 40 passagers ou hommes d'équipage. La puissance n'est que celle de quatre moteurs Hornet de 575 ch. Sikorsky économise, sur ses mastodontes, les chevaux-vapeur, tout comme Riffard sur ses avions de course. L'aérodynamique n'est pas une technique de force brutale. Le profil importe avant tout. Aussi bien, les amphibies « trans-

atlantiques » de Sikorsky présentent, à partir de cette époque, une physionomie très caractéristique : ce sont bien les croiseurs aériens qu'attendent les gens pressés de traverser du Havre à New York à 300 km/h. C'est avec le *S.-42* que Sikorsky réalise enfin les premiers « Clippers » mis désormais en service régulier sur la ligne Miami-La Havane, par les *Panamerican Airways*. Quatre moteurs Hornet de 750 ch transportent 36 passagers et 5 hommes d'équipage, dans des conditions de confort, de luxe et de vitesse qui ne laissent plus rien à désirer. Le paquebot aérien se trouve réalisé tel que Sikorsky l'imaginait il y a vingt-

ans. Réalisation qui dépendait moins d'une question de puissance que du problème aérodynamique. On a vu d'autres constructeurs échouer à coups de milliers de chevaux dans l'établissement de ces « bateaux volants » que Sikorsky a su créer avec le minimum de puissance motrice, donc le plus grand rayon d'action, pour une vitesse donnée qui ne saurait dépasser, pour l'instant, 300 km/h en croisière. Il y a vingt-cinq ans, même si un devin avait pu révéler les plans de ces grands avions modernes, nul n'aurait pu les construire. On ignorait les aciers spéciaux, les alliages d'aluminium, les moteurs de 1 000 ch dont la puissance massique atteint la livre ou même la demi-livre par ch. On ignorait les méthodes de navigation qui donnent aux cabines de pilotage, avec leurs cinq ou six douzaines d'instruments de précision, l'aspect de vrais laboratoires. En sorte que les vols transocéa-

niques, dont les premiers services réguliers sont ceux de la Compagnie Air-France, sur l'Atlantique-Sud, arrivent maintenant à leur heure, et maintenant seulement. Nous admirons en Sikorsky l'homme qui a suivi le progrès en le talonnant, depuis l'ère du bambou et de la corde à piano jusqu'à celle des hélices à pas variable et du guidage hertzien.

Le *S.-43*, qui est le dernier « amphibie » construit par Sikorsky, n'est qu'une réplique du *S.-42* à échelle réduite de moitié. Il est moins poussé, visant à des buts très définis. C'est ainsi que la charge par ch, qui était de 6 kg sur le *S.-42*, n'est plus que de 5 kg 60 sur le *S.-43*, et la charge par unité de surface alaire est également descendue de 146 à 118 kg/m².

« Pour l'Atlantique-Nord, disait récemment Sikorsky, en transformant le *S.-42*, 18 tonnes, pour le service postal, — c'est-à-dire en l'allégeant d'une partie de ses aménagements pour passagers — on peut porter son rayon d'action de 4 800 km à 7 250 km. Il aurait ainsi une marge de sécurité qui semble permettre d'affronter la traversée sans escale entre les deux continents. Mais, économiquement, ce n'est pas intéressant. »

Envisageant le transport des passagers, avec 4 passagers et 8 hommes d'équipage, Sikorsky arrive à concevoir un hydravion d'un minimum de 50 tonnes. C'est ce qu'il prépare.

En sorte qu'au printemps prochain, il pourrait être fidèle au rendez-vous que son compatriote et ami Yourkevitch lui a assigné dans le port du Havre.

Ivan Makhonine

Makhonine est, comme Sikorsky, comme Yourkevitch, ancien élève de l'Ecole Polytechnique impériale. Tout comme ses deux éminents compatriotes, Makhonine est posé par le démon de l'invention.

Nous insisterons seulement ici sur celle de ses créations qui, récemment, étonna le monde de l'aéronautique : l'avion à ailes extensibles (1). J'ai assisté à sa genèse.

Venu de Russie à Paris, après la seconde révolution de 1920, Makhonine, encore tout

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 226, page 276.

jeune (il n'avait pas trente-cinq ans), avait derrière lui tout un passé d'industriel : il avait créé les premières balles à double enveloppe capables de crever les blindages des automitrailleuses, puis des tanks allemands. Il a dirigé, jusqu'en 1917, l'une des plus importantes usines de guerre de Petrograd.

Quand la Russie se trouva désemparée, après la révolution et la paix de Brest-Litovsk, les voies ferrées étaient quasi paralysées : ni le charbon, ni le mazout n'étaient distribués régulièrement aux locomotives à vapeur. Sur l'invitation du gouvernement, Makhonine construisit une machine trac-

trice autonome, c'est-à-dire indépendante du ravitaillement d'étape. Il utilisait le moteur à explosion tout en conservant le carburant lourd, spécialement traité par ses procédés. La transmission électrique assurait la liaison des roues motrices au moteur. Le train « Makhonine » parcourut toutes les Russies avec un plein succès. Cet engin était, d'ailleurs, le résultat d'études antérieures en vue de mobiliser un convoi blindé à l'arrière des lignes pendant la guerre.

Venu en France, Makhonine crut pouvoir transposer au moteur à explosion très léger, d'auto et d'aviation, la technique qu'il avait mise sur pied en Russie. Il n'est pas impossible que cette voie ne

soit pas sans issue. En attendant, le carburant lourd et ininflammable — voilà sa grande qualité pour l'aviation — s'installe à bord des avions par le truchement du moteur Diesel. Le carburant Makhonine n'a peut-être pas dit son dernier mot. Mais c'est l'aviation pure qui procura sa revanche au jeune inventeur.

C'est en 1931 qu'il commença la construction de son avion à ailes « télescopables », avec, comme encouragement, un marché à primes du Ministère de l'Air. Toutes les ressources personnelles de l'inventeur fondirent à ce travail. Quand l'avion fut sur pied, mille incidents et beaucoup de lenteurs administratives l'empêchèrent de remplir immédiatement les conditions imposées. Ce fut seulement en 1935 que l'avion Makhonine remporta cent pour cent toutes les primes offertes par le Ministère. Et ce résultat vraiment remarquable fut obtenu avec un seul



IVAN MAKHONINE

Le créateur de l'avion à ailes à surface variable par extension.

prototype, le premier et l'unique construit.

En 1935, l'avion de grande vitesse Makhonine, les ailes rentrées, en vol, battait le record de vitesse sur bases de sa catégorie. Il avait été établi sur des données techniques vieilles de cinq ans !

Nous ne doutons pas que si Makhonine est mis à même — et nous croyons savoir qu'on y pense — de construire des avions modernes suivant sa formule, l'avion de chasse volant à 600 km/h sera réalisé sans peine. L'extension des ailes permettrait de conserver une vitesse d'atterrissage acceptable.

déjà traité à plusieurs reprises les problèmes à propos desquels elle est née (1).

Nous nous contentons également de donner une image schématique très détaillée de l'« iconoscope », la camera électronique établie par Zworykin pour transmettre les images de haute définition. Nous en avons exposé, ici même, le principe.

D'ailleurs, c'est toute l'« optique électronique » — laquelle englobe également les microscopes à électron (2) — qu'il faudrait passer en revue, si l'on voulait détailler l'œuvre de Zworykin.

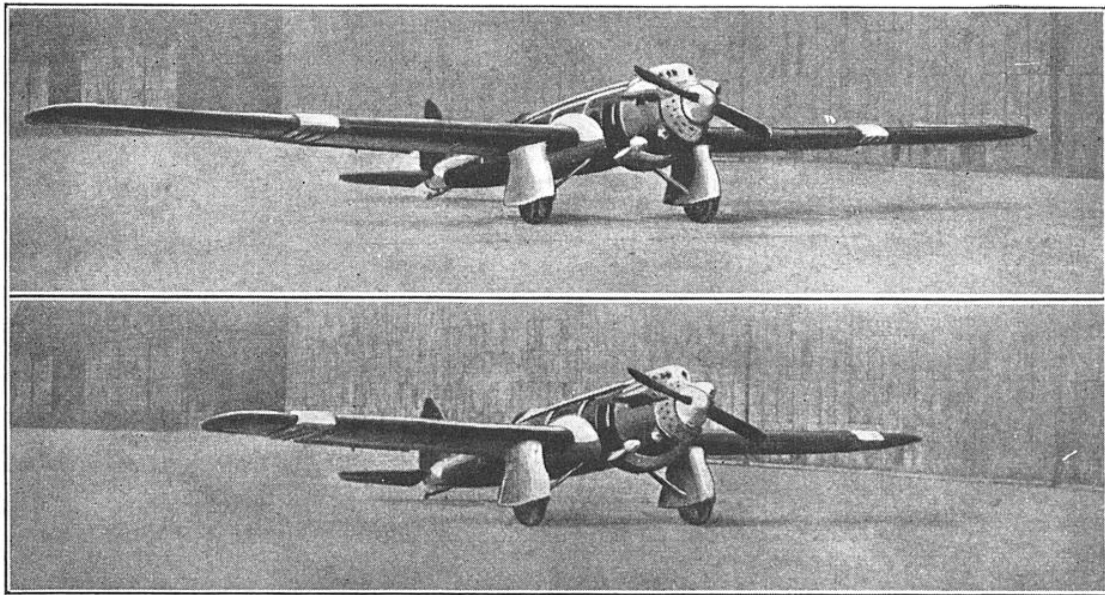


FIG. 5. - L'AVION « MAKHONINE » A AILES EXTENSIBLES (ÉTENDUES EN HAUT, RENTRÉES EN BAS)

Vladimir-I. Zworykin et l'optique électronique

Avec Vladimir Zworykin, nous entrons dans l'autre secteur des communications humaines : la « radio », messagère de pensée, de sons et d'images.

La technique hertzienne semble parvenue à l'extrême de ce qu'elle peut faire par le moyen de la lampe à électrodes multiples. A bout de souffle, elle réclame des *intensités* d'émissions sans cesse accrues, principalement en matière de télévision.

Le *multiplicateur d'électrons* de Zworykin vient, à point, ouvrir un nouvel horizon sur ce problème qui était « bouché ». C'est à propos de télévision que Zworykin, l'inventeur du « multiplicateur » électronique, a fait sa découverte. Nous nous contentons de signaler cette invention, cette revue ayant

Durant la guerre, Zworykin a servi en qualité d'officier radiotélégraphiste. Il sortait de l'Institut technologique de Petrograd, où il avait pris contact avec la télévision en collaborant avec celui qui, le premier, a posé les conditions scientifiques du problème : Boris Rosing. Entre temps, Zworykin avait fait un saut à Paris où il avait travaillé avec P. Langevin, au laboratoire du Collège de France, les rayons X. Mais, aussitôt après la guerre et la révolution, s'exilant à son tour, Zworykin aborda en Amérique, où les Laboratoires de la Radio Corporation l'accueillirent avec un empressement dont la puissante compagnie n'a qu'à se louer.

Membre de l'Institut des ingénieurs de la Radio depuis 1930, Zworykin a reçu en 1934

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 231, page 229.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 211, page 13.

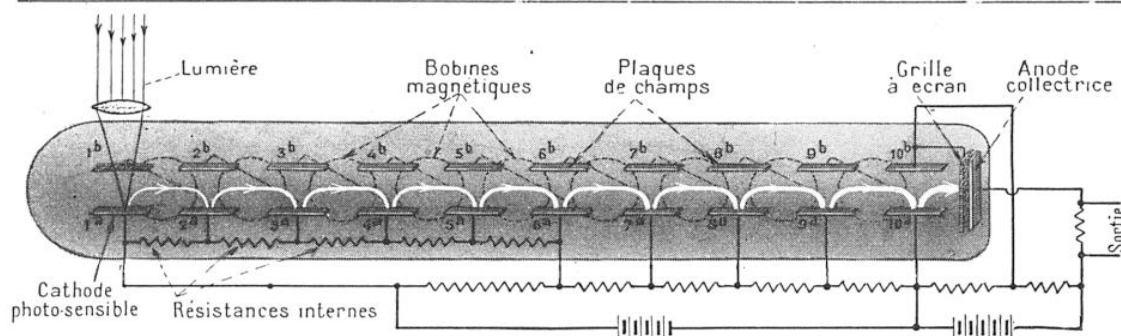


FIG. 6. — UNE INVENTION IMMÉDIATEMENT PRATIQUE ET D'UTILITÉ GÉNÉRALE DE ZWORYKIN QUI A SPÉCIALEMENT ÉTUDIÉ L'OPTIQUE ÉLECTRONIQUE : LE « MULTIPLICATEUR D'ÉLECTRONS »

Ce schéma de principe peut comporter des variantes. Dans le montage présenté ici, destiné à la télévision, le faisceau de lumière modulée tombe (à travers une grille 1 b qui peut, éventuellement, devenir modulatrice) sur une cathode photosensible 1 a. Les électrons émis par cette cathode, en réponse au flux lumineux, rebondissent sur les émetteurs suivants : 2 a, 3 a, etc., dont la tension électrique va en croissant de gauche à droite. Chaque électron qui passe par l'un de ces émetteurs se multiplie un nombre de fois qui correspond à la différence de potentiel séparant deux plaques successives : mettons 4 fois. Parvenu à l'extrémité du tube représenté ici, c'est-à-dire sur l'anode collectrice, le faisceau électronique se trouve donc multiplié plus de 250 000 fois. En ajoutant seulement trois plaques, la multiplication dépasserait 15 millions. Naturellement, les difficultés croissent avec le nombre d'étages : il faut guider le flux électronique, c'est l'office des « plaques de champs » 1 b, 2 b, 3 b, etc., électrisées négativement de manière à défléter les électrons négatifs. D'autre part, des bobines magnétiques (indiquées ici en pointillé et disposées perpendiculairement au plan du tableau, c'est-à-dire au trajet électronique) ont pour mission de concentrer le flux d'électrons au fur et à mesure de sa progression. Le guidage du faisceau devient de plus en plus difficile à obtenir, sans fuites, à mesure qu'il avance. Sans quoi, il est évident que la « multiplication » de l'intensité d'un courant « électronique » (celui d'une cellule photoélectrique, d'une lampe triode émettrice ou réceptrice ou modulatrice) pourrait être portée directement à telle intensité qu'on demanderait. Condensant en un seul tube tous les avantages des lampes triodes multiples, en éliminant leurs inconvénients (notamment l'effet de capacité qui limite leur emploi pour l'amplification des courants de très hautes fréquences), le multiplicateur d'électrons de Zworykin constitue la plus belle invention réalisée depuis la lampe triode en question.

une récompense enviée, le « Morris Liebman Memorial Prize ».

L'optique électronique de Zworykin est une des sciences fondamentales par laquelle toute l'industrie future des ondes conquerra son standing définitif de souplesse et d'intensité : pas une cellule photoélectrique, pas un tube « à vide » qui ne relèvent de cette optique corpusculaire.

**Le tour
de force
du professeur
Kapitza :
220 000 kW
en 1/100^e de
seconde**

Bien que notre étude rapide n'ait pris pour objet que la réussite industrielle d'ingénieurs russes

expatriés à la suite de la révolution, nous croyons devoir associer à ces techniciens un savant que les événements surprisent en cours d'études, qui se fixa en Angleterre pour les continuer et qui, les ayant poussées à un degré de perfection tel que l'Uni-

versité de Cambridge lui offrit un laboratoire spécial, s'est trouvé brusquement prié de rentrer au bercail par le gouvernement soviétique.

Le professeur Kapitza, gradué de Cambridge, directeur d'un puissant laboratoire dont l'équipement, réalisé sur ses plans, coûta 15 000 livres sterling à la Royal Society de Londres, a

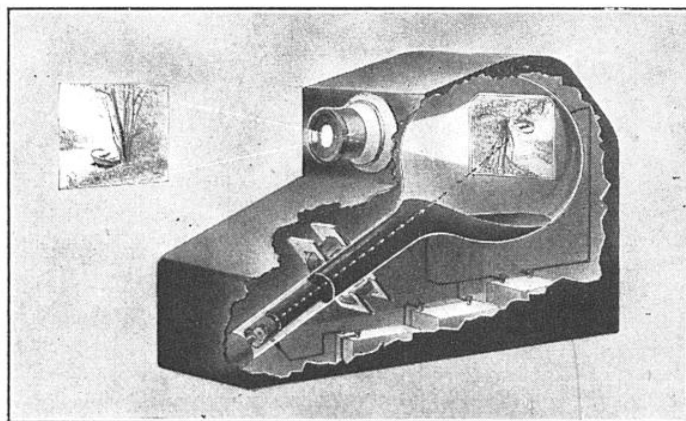


FIG. 7. — L'ICONOSCOPE DE ZWORYKIN TEL QU'IL EST RÉALISÉ EN CAMERA DE PRISE DE VUE DIRECTE

Dispensant de tout mécanisme, l'iconoscope Zworykin, aujourd'hui imité dans le monde entier, a donné à la camera de télévision située à la base de la transmission une souplesse supérieure à celle du cinématographe le plus perfectionné.

obéi au rappel de sa patrie, dans laquelle, d'ailleurs, il allait passer depuis dix ans, très régulièrement, ses vacances. Ce fait significatif montre à quel point la République soviétique « a besoin de savants ».

L'œuvre de Kapitza concerne la physique moléculaire, mais elle touche à l'échelle industrielle par les moyens physiques qu'elle met en œuvre. Un alternateur qui fournit, sans dommage, 220 000 kW de puissance et, par l'induction que développe ce courant, un champ magnétique de 350 000 gauss ! Voilà, certes, une machine herculéenne... Cependant son constructeur, le professeur Kapitza — voyez l'étude très détaillée que cette revue a consacrée à ce laboratoire de Cambridge (1) — a évité de réquisitionner la centrale électrique que ces nombres permettaient de prévoir : toute sa ruse consiste



VLADIMIR ZWORYKIN

L'un des créateurs de l'optique électronique et de la télévision.

à court-circuiter un puissant alternateur durant 1/100^e de seconde seulement. Et cela suffit pour fournir les puissances instantanées que nous venons d'énoncer et pour que soient photographiés non moins instantanément les spectres lumi-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 200, p. 117.

neux concernant la matière étudiée. On peut les étudier ensuite à loisir.

Par contre, il suffit également de ce centième de seconde pour que la bobine d'induction, qui supporte un effort de plusieurs centaines de kg au cm, risque d'exploser comme une bombe sous l'effet du court-circuit. Et pour produire ce

court-circuit, le contacteur utilisé n'est pas, vous le concevez, un contacteur ordinaire. Il faut, pour le manier dans le centième de seconde requis, lui imprimer une accélération mille fois supérieure à celle de la pesanteur.

Qu'un savant russe ait eu l'audace de provoquer par « condensation » dans le temps, si l'on ose dire, les champs magnétiques les plus intenses qu'on ait jamais obtenus et dont le plus grand électroaimant connu (celui de notre Académie des Sciences) n'approche que de très loin (1/7^e environ des champs obtenus par Kapitza), voilà, certes, qui marque le génie scientifique russe d'une auréole où semble s'insérer une devise jadis familière aux Français : « Rien n'est impossible. »

VICTOR JOUGLA.



LE PROFESSEUR KAPITZA

Savant déjà spécialisé, à l'Université de Cambridge, dans l'étude de la physique moléculaire et des très basses températures.

La Société des Nations dresse périodiquement des statistiques qui, comme toutes les statistiques, sont discutables. Ainsi, elle a estimé récemment que la population totale de notre planète s'élevait, à la fin de 1934, à quelque 2 077 000 000 d'individus, ce qui représente une augmentation d'environ 20 millions par rapport à l'année précédente. Mais le statisticien de la Société des Nations estime que le taux moyen d'accroissement de la population est d'environ 16 millions par an. D'autre part, 132 millions de km² du globe seraient peuplés par ces 2 milliards d'êtres humains.

Avec des statistiques de ce genre, toutes les interprétations sont possibles. Il est évident qu'il est difficile de dénombrer les petits Chinois et les habitants de la Forêt vierge... et la S. D. N. elle-même n'a pu se livrer qu'à des évaluations.

PRENONS L'ÉCOUTE

LES « MATIÈRES PREMIÈRES STRATÉGIQUES » AUX ÉTATS-UNIS

On sait que les États-Unis d'Amérique sont riches en matières premières variées. C'est, avec l'U. R. S. S., l'un des plus grands « réservoirs » de richesses minérales : fer, cuivre, plomb, zinc, houille, naphte, dont les gisements abondent dans le sous-sol, sans oublier les produits du sol : blé et coton. Cependant, il leur manque encore des denrées de première importance d'origine tropicale, telles que caoutchouc, café, thé, cacao. Parmi les minéraux, il y en a aussi de très importants pour les différentes industries modernes qui font défaut totalement ou partiellement. Il faut citer notamment le nickel, l'étain, le chrome, le manganèse, l'antimoine. On se souvient que, pendant la guerre 1914-1918, le gouvernement de Washington avait fait dresser un inventaire de ce qu'il désignait sous le vocable de « matières premières stratégiques ». Elles comprenaient les matières ci-dessus énoncées et, en outre, le platine, le mercure, le tungstène, ainsi que d'autres produits de plus ou moins grande importance telles que nitrates, camphre, mica, iode, soie, jute, laque, sans oublier le sucre (1) et la laine. Depuis vingt ans, l'Amérique a — comme les autres nations industrielles — développé ses fabrications de synthèse; aujourd'hui, elle se suffit en nitrates (industrie synthétique de l'azote), en iode (sous-produit du traitement du pétrole), en camphre artificiel, en soie (rayonne). Même pour la préparation de la laque, la chimie vient de mettre au point des succédanés préparés à l'intérieur même du territoire. Elle a su également remplacer, pour certains usages, le jute par le coton, le cuir des peaux par le cuir artificiel, etc.

Parmi les matières premières encore importées et plus particulièrement nécessaires aux industries de guerre, il faut surtout citer : le caoutchouc, l'étain, le manganèse, le chrome, le nickel. Rien que pour le caoutchouc, les États-Unis importent des seules possessions anglaises et hollandaises plus de 600.000 tonnes de gomme, sans compter le Brésil, les Philippines, le Libéria. La revue franco-américaine *l'Amérique du Nord* estime que les besoins des États-Unis en caoutchouc représentent plus de la moitié de la production annuelle du monde (1 million de tonnes en 1934). En vue d'atténuer quelque peu l'importation, on a eu recours à la régénération des vieux caoutchoucs (reclaimed rubber) ; mais la proportion de caoutchouc ainsi traité n'atteint pas actuellement 20 %, depuis que la gomme naturelle a considérablement baissé de prix (1932). On a aussi cherché à cultiver en territoire américain les plantes à latex. Enfin, la préparation de caoutchouc artificiel a donné lieu à divers procédés industriels. Il faut citer notamment les produits de synthèse *duprene* et *thiokol* qui, paraît-il, auraient donné aux essais de bons résultats quant à la qualité. Ces produits se rapprocheraient du *buna* allemand (2).

Dans l'industrie moderne, l'étain occupe aussi une place prépondérante : les États-Unis consomment actuellement, à eux seuls, la moitié de la production mondiale

(1) Les importations américaines de sucre sont très importantes : d'autre part, le café représente la denrée importée dont la valeur en dollars est la plus forte des importations étrangères aux États-Unis. Pour le bois (papeteries) et le papier journal, les États-Unis font un sérieux appel à leur voisin : le Canada.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 227, page 414.

(plus de 70 000 tonnes par an), alors qu'ils n'en produisent à peine que le cinquième, et cela en dépit de toutes les prospections et essais poursuivis depuis la guerre. Du reste, en Amérique, non seulement on récupère les déchets d'étain, mais une loi en interdit l'exportation. Pour le manganèse et le chrome, la consommation dépasse de beaucoup la production nationale, surtout depuis le développement considérable de la construction mécanique en général et de l'industrie automobile en particulier. Rien que pour le chrome, les Etats-Unis importent plus de 250 000 tonnes annuellement. Ils doivent aussi importer, pour ces mêmes industries, du tungstène, du vanadium, du nickel, de l'antimoine, car les ressources nationales sont insignifiantes. — Ainsi, pour le nickel, les Etats-Unis absorbent plus de 45 % de la production mondiale ! ce qui représente (1935) une somme avoisinant 18 millions de dollars à verser à l'étranger aux pays producteurs. On sait que le plus gros producteur de nickel est le Canada qui, à lui seul, représente plus de 85 % de la production du globe.

De cet exposé, il résulte que les Etats-Unis demeurent les plus forts *importateurs* de caoutchouc, d'étain et de nickel, matières premières indispensables à la production industrielle du temps de paix, et également aux fabrications de guerre. Aussi les Etats-Unis, prévoyant le cas où les importations de ces métaux et produits divers seraient compromises, s'efforcent-ils de constituer, dès maintenant, des stocks imposants, appelés à jouer le rôle de réserves pour la Défense nationale.

LA LUTTE ÉCONOMIQUE DU JAPON ET DE L'Australie

Jusqu'ici les échanges de marchandises entre le Japon et l'Australie consistaient notamment en achats de laine et de blé par le Japon, et en importations de tissus, de rayonne et de soieries japonaises par l'Australie. Devant le déficit de sa balance commerciale vis-à-vis de l'Australie — déficit croissant d'année en année, surtout depuis les mesures prises par l'Angleterre en faveur du gouvernement australien, mesures qui aboutirent à un relèvement des droits de douane sur les produits japonais, — le Nippon applique à son tour la même loi de protection commerciale qui s'était révélée efficace vis-à-vis du Canada. Actuellement, le Japon achète son blé au Canada et en Argentine ; les deux tiers de ses besoins en laine sont assurés par la Nouvelle-Zélande, l'Afrique du Sud, l'Argentine, et aussi par sa propre industrie de la laine artificielle (1) ; le troisième tiers seulement est encore demandé à l'Australie.

LE NOUVEL AMÉNAGEMENT DES BASES NAVALES DE L'ANGLETERRE

Le premier Lord de l'amirauté britannique, à la suite de son récent voyage en Méditerranée, a tracé, dans ses grandes lignes, le programme de la future politique navale de l'Angleterre. Il a tout particulièrement insisté sur la décision inébranlable de son gouvernement d'assurer à la métropole la sécurité des grandes routes maritimes qui la relie à son vaste empire. Les sérieuses inquiétudes — qui se sont manifestées pendant le conflit éthiopien — concernant la liberté du canal de Suez, indispensable aux communications du Royaume-Uni avec ses principaux territoires d'outre-mer, l'ont en effet incité à assurer, plus solidement que jamais, ses positions stratégiques en Méditerranée, d'où le renforcement actuel des principales bases navales anglaises qui s'échelonnent de l'ouest à l'est du bassin méditerranéen : Gibraltar, Malte, Alexandrie, Chypre. Nous avons déjà signalé (2) les transformations importantes prévues pour « moderniser » ces points d'appui militaires, au point de vue naval comme au point de vue aérien, en tenant compte des progrès techniques réalisés récemment par les grandes puissances dans les différents domaines de l'armement sur mer, dans les airs, comme sur terre. Devant l'évolution de la politique de

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 232, page 293. — (2) Voir *La Science et la Vie*, n° 225, page 229.

l'Italie, devenue l'une des premières puissances militaires d'Europe ; devant les événements survenus en Palestine, il était à présumer que la base de Chypre serait appelée à jouer un rôle de premier plan au profit des Anglais. Il suffit, en effet, de jeter un coup d'œil sur une carte pour se rendre compte de l'importance géographique, et par suite stratégique, de Chypre, située à proximité (370 km) de l'entrée du canal de Suez (Port-Saïd) et de la côte de Palestine (Haïfa), qui est à moins de 270 km. Dans cette brève information, nous nous sommes contentés de souligner le nouvel effort militaire de la Grande-Bretagne en Méditerranée ; mais il ne faut pas non plus méconnaître l'effort poursuivi pour aménager d'autres bases navales sur les routes de l'Empire (notamment Singapour, etc.), ainsi que le programme en voie de réalisation pour la construction navale (1) en vue de doter la flotte anglaise des bâtiments les plus modernes (constructions neuves) et de transformer les moins anciens pour les adapter aux nouvelles exigences du combat naval et aérien.

LES CHARS DE COMBAT DOIVENT AUSSI ÊTRE PROPULSÉS PAR MOTEURS A HUILE LOURDE

La présence d'une quantité importante d'un liquide aussi volatil et inflammable que l'essence constitue, pour les équipages des chars de combat, un danger permanent que l'utilisation de l'huile lourde permettrait d'écarter, du moins dans la plupart des cas. Aussi cherche-t-on à doter maintenant les « tanks » de moteurs à combustion interne. Les premiers résultats n'ont pas, du reste, donné entière satisfaction et, dans l'utilisation courante, on a enregistré certains mécomptes. De plus, le remplacement de tous les moteurs équipant ces engins entraînerait une dépense considérable. On a donc songé récemment à utiliser la culasse imaginée par l'ingénieur Bagnulo (2), qui est adaptable à tous les moteurs à explosion déjà en service, même dans l'aviation, pour assurer leur fonctionnement à l'essence, à l'huile lourde et aux huiles végétales sous des taux de compression *moyens*. On sait que l'allumage se produit par compression dans une chambre aux parois chaudes. Il en résulte une moindre fatigue des organes du moteur. C'est pourquoi on a déjà entrepris, dans une usine d'automobiles française, la fabrication en série des pièces nécessaires à cette transformation pour réaliser une plus grande sécurité, une plus grande commodité d'emploi, une réduction des prix de revient, une facilité d'entretien. Si, à l'usage, ce moteur polycarburant justifie les espérances que l'armée fonde sur son emploi, une réelle amélioration aura été accomplie dans la propulsion des chars de combat. Le problème de la propulsion des véhicules de combat soulève encore bien des difficultés pour arriver à une solution qui ne laisse entrevoir aucune défaillance, en tenant compte des conditions particulières d'utilisation.

POUR LA MOBILISATION INDUSTRIELLE DE L'ALLEMAGNE

Depuis le 1^{er} octobre, le ministère de la Guerre du Reich pousse activement l'organisation industrielle pour le cas de guerre, afin d'indiquer dès maintenant aux différents fabricants les fournitures auxquelles ils auront à faire face lorsqu'ils passeront de l'état normal à l'état d'économie de guerre (*Wehrwirtschaft*). A cet effet, on a procédé à une sorte d'inventaire des ressources que ces industriels pourront ainsi apporter à la mobilisation. Pour le personnel, on a minutieusement établi des fiches dans chaque établissement indiquant l'emploi de l'ouvrier en temps de paix et la fonction qui lui sera attribuée dès l'ouverture des hostilités. Voilà pour les ressources industrielles et le personnel qualifié des usines du Reich. Reste la question primordiale des approvisionnements en matières premières en provenance de l'étranger. L'état-major allemand n'a jamais dissimulé que la puissance offensive de ses armées reposait sur leur motorisation et leur mécanisation (3), qu'à cet effet, il a

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 230, page 145. — (2) Voir *La Science et la Vie*, n° 216, page 472. — (3) Voir *La Science et la Vie*, n° 231, page 204.

déjà constitué plusieurs divisions spéciales (*Panzerdivisionen*), fait intensifier la production automobile, construire des autostrades, établi un programme économique pour se procurer carburants et caoutchouc destinés à cette vaste transformation de la nation en vue d'approvisionner les troupes en campagne et la population civile. Nous avons, à plusieurs reprises, exposé (1) l'évolution des procédés de synthèse mis au point en Allemagne pour obtenir l'essence nécessaire sans faire appel à l'extérieur. Actuellement, le Reich serait en mesure de se procurer sur son propre sol près de 40 % de sa consommation en carburants nationaux, sans tenir compte bien entendu du prix de revient : 1 litre d'essence de synthèse provenant du traitement de 4 tonnes (environ) de lignite revient, en effet, à un prix double de celui payé pour l'essence naturelle *importée*. A ces carburants « artificiels », il y a lieu d'ajouter l'alcool, le gaz d'éclairage (plus de 10 000 usines à gaz en territoire allemand), sans oublier l'emploi du gaz des forêts (gazogènes) qui, certainement, sera complètement mis au point, notamment pour la propulsion de véhicules destinés aux transports industriels et aux transports en commun. Quant au caoutchouc indispensable pour équiper le grand nombre d'automobiles que fabrique aujourd'hui l'Allemagne, il va de soi que, là encore, l'importation demeure jusqu'ici nécessaire. Mais, là aussi, la synthèse chimique est intervenue avec succès pour parer aux nécessités en cas de guerre. En 1932, le Reich achetait à l'étranger à peine 50 000 tonnes de gomme ; en 1934, il est obligé d'importer plus de 65 000 tonnes, payables évidemment en devises appréciées. Nous avons montré récemment (2), à propos du Salon de l'Automobile de Berlin, la place que tenait maintenant le produit de synthèse « Buna », appelé à remplacer le caoutchouc naturel (de culture). Nous avons fait remarquer que cet « ersatz », une fois vulcanisé, permettait de fabriquer des « pneus » (3) dont la résistance à l'usure était même supérieure à celle des enveloppes ordinaires... mais, bien entendu, coûtant au moins quatre fois plus cher, considération secondaire en cas de conflit armé. Pour l'instant, le « Buna » n'est employé que pour les applications à l'industrie chimique, à cause de ses propriétés ; mais il pourrait jouer un rôle important pendant une période d'hostilités, car on sait que, de 1914 à 1918, l'Allemagne fut paralysée dans son action militaire précisément par le manque de caoutchouc, et, à cette époque, l'ersatz n'était pas au point...

Telle est l'évolution qui a été déterminée par une politique qui prévoit un jour 3 millions d'automobiles en Allemagne (4), qu'il faudra alimenter et équiper par ses propres ressources en cas d'une guerre d'assez longue durée. Il va de soi que si, par contre, une décision militaire intervenait rapidement, les stocks déjà constitués depuis un certain temps suffiraient sans doute à satisfaire tous les besoins de l'avant et même de l'arrière en matières premières dites stratégiques.

VOICI UN NOUVEAU NAVIRE NON MAGNÉTIQUE

Le nouveau navire d'exploration scientifique *Research*, navire non magnétique (5), commandé par l'Amirauté britannique, vient d'être mis en chantier à Dartmouth.

Il est destiné à remplacer le navire non magnétique *Carnegie*, qui fut incendié, dans les Samoa occidentales, en 1929. Cette perte avait interrompu une série de recherches magnétiques qui duraient depuis vingt-cinq ans. Le *Research* aura un déplacement de 650 tonnes ; propulsé à voile et au moteur, la voile sera le moyen de propulsion ordinaire, mais un moteur Diesel actionnera une hélice et son rayon d'action sera ainsi de 2 000 milles marins à la vitesse de 6 nœuds.

Sa coque sera en bois de teck et en bronze. Les ancres mêmes et les chaînes, qui exercent à bord des navires ordinaires une si forte influence sur les compas, seront également en bronze.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 231, page 218. — (2) Voir *La Science et la Vie*, n° 227, page 414. — (3) Voir *La Science et la Vie*, n° 224, page 116. — (4) Voir *La Science et la Vie*, n° 228, page 494. — (5) Voir *La Science et la Vie*, n° 224, page 106.

On a réduit au minimum l'emploi des métaux ferreux, même pour le moteur et la dynamo. D'ici deux ans, il sera terminé, et son devis s'élève à près de 9 millions de fr.

Il aura pour mission la détermination des éléments magnétiques, qui permettent de dresser les cartes utiles aux marins et aux physiciens, et l'établissement d'un recueil de toutes les données susceptibles de faire progresser la science du magnétisme. On se rappelle que les renseignements recueillis par le *Carnegie* étaient diffusés par les soins de l'Association Carnegie, de Washington, à tous ceux qui le désiraient.

LE MOTEUR UNIQUE POUR LA PROPULSION DES SOUS-MARINS EST-IL AU POINT ?

L'effort méthodique et prodigieux accompli par le Reich au cours de ces dernières années pour doter sa marine militaire de tous les perfectionnements de la technique dans le domaine du génie maritime, comme dans celui de l'artillerie navale, vient d'aboutir à un nouveau progrès — qui n'est pas négligeable — dans le domaine de la propulsion des sous-marins. Il s'agit de propulser ces bâtiments au moyen d'un moteur *unique*, assurant aussi bien la navigation en plongée que la navigation en surface. Si cette invention (que l'on peut qualifier d'inédite) donne satisfaction aux essais, — essais dont les résultats seront tenus secrets le plus longtemps possible, — il est désormais certain que l'on pourra alors construire des sous-marins de tonnage très réduit et disposant néanmoins de qualités militaires de premier ordre. Le nombre des bâtiments allemands de ce genre qui seraient, paraît-il, actuellement terminés dans les chantiers, dépasserait déjà la trentaine (dont les deux tiers déplaçant 250 tonnes) et ils posséderaient un très grand rayon d'action. L'armement prévu comporterait trois tubes lance-torpilles de 50 cm environ. Cette série doit être suivie d'autres submersibles de 500 tonnes et de 750 tonnes. Nous avons du reste déjà signalé (1) que l'Amirauté allemande s'orientait vers la construction de sous-marins de beaucoup plus fort tonnage, destinés à remplir des missions bien définies et bien différentes de celles confiées aux petits sous-marins utilisés pour la défense des côtes, l'entraînement des équipages, etc.

Si le moteur unique, alimenté à l'oxygène et à l'hydrogène (2), est au point et justifie les espérances des ingénieurs des constructions navales, l'année 1936 enregistrera un progrès dans ce domaine, puisque le moteur Diesel, pour la navigation en surface, et le moteur électrique avec son encombrante, dangereuse et coûteuse batterie d'accumulateurs (3) disparaîtront pour faire place à un moteur Diesel *unique* (4). Mais, attendons des précisions techniques avant de conclure et d'envisager les conséquences d'une telle révélation navale.

LES AVIONS A HUILE LOURDE EN ALLEMAGNE

Le Reich s'efforce de développer de plus en plus les applications des moteurs à huile lourde dans l'aviation, pour en tirer le meilleur rendement (économie de combustible, rayon d'action). Au mois d'août dernier, un appareil bimoteur à huile lourde « Dornier » a réalisé la magnifique performance de 6 000 km, sans escale, en 18 heures (soit 333 km/h), avec une consommation de 170 g au ch. h. C'est avec de

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 227, page 349. — (2) Voir *La Science et la Vie*, n° 222, page 483. —

(3) Certaines batteries coûtent plus de 2 millions et pèsent 1/16^e du déplacement total du sous-marin. —

(4) En réalité, voici le principe du système, bien connu de nos techniciens de la marine : lorsque le submersible navigue en surface, il est propulsé par le moteur à huile lourde (Diesel), qui, en même temps, entraîne une dynamo qui charge les accus. Or, ce générateur électrique peut aussi électrolyser l'eau, d'où production d'hydrogène. Les gaz de cette décomposition sont accumulés sous pression dans des récipients à grande résistance qui alimentent *en plongée* le même moteur à combustion interne adapté à sa nouvelle fonction. Nous avons ainsi un véritable sous-marin à gaz dont les produits de la combustion à l'échappement sont constitués par de la vapeur d'eau qui se condense et ne révèle pas la présence du sous-marin, puisqu'il n'y a pas de bulles à la surface. Nous traiterons ce sujet dans son ensemble, lorsque la technique sera... moins bien gardée.

tels avions, équipés du fameux moteur « Jumo » construit par la firme Junkers, que l'Allemagne compte exploiter les routes aériennes transocéaniques. En France, nous sommes très en retard à ce point de vue. Cependant, actuellement, un appareil équipé avec un moteur de ce type procède à des essais sous le contrôle d'une maison française qui a acquis la licence Junkers, sans omettre les moteurs Clerget et Coatalem.

L'AVENIR DU MOTEUR A INJECTION (DIESEL) ET LA LOCOMOTION ROUTIÈRE

Nous avons exposé ici les progrès réalisés dans le vaste domaine de la locomotion mécanique par le moteur à *carburation* (carburateur), dit encore « à explosion », alimenté à l'essence et le moteur à *injection* (injecteur) alimenté aux huiles lourdes. Ce dernier, dénommé couramment « Diesel », a pris, au cours de ces dernières années, un développement rapide et considérable pour les raisons suivantes (que résume, dans un récent ouvrage, l'ingénieur M. H. Petit), tant au point de vue des avantages déjà acquis qu'au point de vue de l'avenir même du moteur à injection. Celui-ci utilise, en effet, un combustible *encore actuellement bon marché* : le gas oil, qui résulte de la distillation du pétrole brut lorsque le pétrole dit « lampant » (ou d'éclairage) est déjà passé. Il réalise un *bon rendement thermique* et, par suite, une consommation peu élevée. On sait, en effet, qu'un moteur à essence consomme dans les meilleures conditions de 230 à 250 g de carburant essence par ch.h, alors qu'un moteur à injection consommera 180 g de combustible liquide par ch.h et souvent moins. Le gas oil est, en outre, moins sujet à provoquer des incendies, car il est pratiquement *inflammable* à la température ordinaire. Par contre, il a l'inconvénient d'imprégner les objets avoisinant les endroits où il séjourne et d'y rester. Or, si une allumette enflammée s'éteint quand on la plonge dans du gas oil, elle est, par contre, susceptible d'allumer le bois imprégné d'huile lourde (ici gas oil). Même sur la tôle où il séjourne, n'étant pas volatil, il peut s'accumuler à proximité du moteur et provoquer l'incendie. C'est là un phénomène, constaté sur les automotrices à Diesel, qui a causé de graves accidents sur les chemins de fer ainsi que les statistiques des compagnies en font foi.

Comme le dit M. Petit, cette restriction concernant la sécurité offerte par le gas oil n'a pour but que de mettre en garde les personnes non averties contre une sécurité *trop grande* qui serait dès lors illusoire. L'essence, en effet, si elle est inflammable, a au moins la propriété de s'évaporer rapidement et cette évaporation diminue les chances de danger d'incendie.

Le moteur à gas oil présente aussi des inconvénients : il est plus *lourd* et il est plus *cher*, si on le compare au moteur à essence. Comme son usinage est délicat, qu'il exige des matériaux sélectionnés, qu'il nécessite, après usage prolongé, des réparations plus coûteuses que le moteur à carburation (essence), il apparaît — pour l'instant du moins — plus indiqué pour les véhicules industriels de fort tonnage que pour les voitures de livraison, camionnettes, etc. Cependant, au dernier Salon de l'Automobile de Paris, deux firmes allemandes exposaient des voitures de tourisme équipées avec des moteurs Diesel tournant à 2 500 t/min et donnant toute satisfaction en marche normale : vitesse voisine de 100 km/h, économie, confort (pas d'odeur), démarrages à froid aisés, etc. Mais revenons au Diesel pour « poids lourds ». Outre les ruptures de culasses, encore assez fréquentes sur certains types après 30 000 km parcourus, il y a lieu également de rappeler la production de *fumée et d'odeurs* caractéristiques qui proviennent d'une combustion incomplète. A ce point de vue, il ne faut pas méconnaître les progrès très appréciables réalisés récemment, en France comme à l'étranger. On cite notamment les 50 autobus de Londres, propulsés par moteurs à injection d'huile lourde, où aucun de ces inconvénients n'est constaté. Ceci dit, on doit insister quelque peu sur le facteur économie, qui a été un déterminant du succès obtenu par

la traction à Diesel. Rappelons-nous qu'à l'origine le gas oil coûtait à peine 40 centimes le litre (exempt de taxe), alors que l'essence était vendue aux environs de 2 fr (francs de 1928). Par la suite, l'Etat intervint, ce qui eut pour résultat d'en porter le prix à 1 fr. Dans l'état actuel des choses, cela représente encore une dépense moitié moindre, à consommation égale, que pour l'essence. Ce bénéfice est moins élevé qu'au début de l'usage du gas oil, mais il est loin d'être négligeable, même si on ne tient pas compte de la consommation absolue du combustible lourd qui est sensiblement inférieure à celle du carburant léger. Il va de soi que ces considérations doivent être complétées, pour une exploitation commerciale, de l'étude des impôts de circulation, des frais de garage, de l'entretien, de l'amortissement, des pneumatiques, sans omettre les assurances qui, en France, paralysent l'essor de l'automobile par suite de primes trop élevées et de garanties insuffisantes en cas d'accident.

Tenu compte de ces différents facteurs de dépenses, il apparaît que le budget d'un véhicule à moteur à injection est plus avantageux que celui d'un moteur à carburation. L'avenir du premier dépend cependant de la façon dont sera traité le combustible liquide par l'Administration des Finances, qui ne favorise guère le développement des transports routiers pour ne pas aggraver encore le déficit ferroviaire. A ce propos, il est juste de remarquer que l'Etat favorise les chemins de fer aux dépens des usagers de la route : en cas de déficit de nos réseaux, c'est l'Etat qui le comble ; en cas de déficit des transporteurs routiers, c'est l'exploitant qui fait faillite... La politique française des combustibles consiste à « écraser » tout ce qui consomme des combustibles liquides d'origine pétrolifère en exagérant les droits de douane, les droits de statistique, en multipliant les taxes : remplacement, circulation, encombrement, etc., sans omettre les limitations récentes concernant le poids, les dimensions des véhicules dits « poids lourds ».

Au point de vue technique, nul doute que le *moteur à injection* ne progresse encore, comme l'a fait son devancier, le *moteur à carburation*, depuis 1900 ; mais le succès de son exploitation est conditionné par la politique des combustibles et des carburants pratiquée par chaque nation, où l'Etat reste le maître de ses destinées. A prix égal, l'essence tue le gas oil.

QUELQUES COMMENTAIRES A PROPOS DU CHOMAGE EN FRANCE

Au début d'octobre dernier (*J. O.*, 9 octobre 1936), le Ministère du Travail enregistrait en France 408 589 chômeurs inscrits, contre 371 865 en 1935, pendant la même période. Ce chiffre de 1936 représente approximativement le vingtième de la population *ouvrière* évaluée, *grosso modo*, à 8 millions. La France, à ce point de vue, n'arrive — et c'est relativement réconfortant — qu'au septième rang parmi les nations d'Europe. Pour se rendre compte plus exactement de notre crise de chômage, il y a lieu d'analyser ce total global officiel.

Il faut remarquer tout d'abord que la moitié (227 714) incombe aux départements de Seine et de Seine-et-Oise. Les régions les plus affectées sont ensuite le Nord (52 168), les Bouches-du-Rhône (17 319), le Pas-de-Calais (12 768), la Seine-Inférieure (12 315), le Haut-Rhin (10 447) ; les autres départements (au 3 octobre dernier) accusaient — respectivement — moins de 10 000 inscrits. Enfin, pour les 76 départements les moins « touchés », l'ensemble des chômeurs n'atteint pas 35 500 inscrits (soit 15 chômeurs par 10 000 habitants). D'autres part, sur les 418 000 chômeurs (en chiffre rond), il y a environ 90 000 femmes. L'âge du chômeur constitue aussi un élément fort instructif, mais aucune statistique précise n'existe à ce sujet. A partir de 60 ans, par exemple, il apparaît en effet, qu'un chômeur n'est pas en réalité un « chercheur » de travail, mais qu'il considère plutôt son indemnité comme une modeste retraite. En l'absence de statistiques centralisées au Ministère du Travail, on peut néanmoins se faire une idée approximative de l'âge des chômeurs en prenant quelques grandes agglomérations industrielles : Saint-

Etienne, par exemple. Sur 2 637 inscrits en juin dernier, 27 % avaient plus de 60 ans, 43 % plus de 50 ans. A Denain, 64 % des inscrits ont plus de 40 ans. Dans la Seine, une évaluation, qui remonte à deux ans, fixait à 20 % des inscrits les chômeurs dépassant 55 ans. M. P. Waline estime qu'actuellement, sur l'ensemble du territoire, 1 chômeur sur 5 atteint au moins 55 ans. Si, maintenant, on se place au point de vue *valeur* professionnelle des chômeurs, on peut considérer, d'après les demandes d'emploi non satisfaites, qu'il y a 1 manœuvre sur 6 candidats parmi les « sans-travail. » Or, combien de soi-disant professionnels inscrits par catégorie ne sont en somme que des manœuvres ! Aussi, quand on demande des ouvriers vraiment *qualifiés*, il est parfois difficile de s'en procurer. C'est tout le problème de la formation professionnelle qui apparaît ici par incidence, pour transformer les manœuvres en trop grand nombre en ouvriers vraiment qualifiés. Ceci explique qu'il y a, dans de nombreux centres ouvriers, des manœuvres français en quête de travail alors que des étrangers sont occupés parce que, précisément, ouvriers qualifiés dans la profession. Le problème du chômage apparaît ainsi beaucoup plus complexe que ne le laissent entrevoir les statistiques officielles qui donnent ainsi naissance à des interprétations erronées. Nous aurons l'occasion d'y revenir.

POUR UNE POLITIQUE PLUS RATIONNELLE DE L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE

Après la réélection triomphale du président Roosevelt, il apparaît que sa politique économique a rallié bien des suffrages. Nous avons exposé ici (1) ses conceptions dans le domaine de la production industrielle qui ont abouti, pour l'énergie électrique, à l'audacieuse expérience des services d'électricité exploités par l'Office de la vallée de Tennessee et les sociétés privées. Cette politique va certainement se développer au cours des quatre années de pouvoir exercé par M. Roosevelt. Les discussions passionnées qui eurent lieu à ce sujet, lors de la Conférence de l'Énergie à Washington, en septembre dernier, démontrent suffisamment l'importance de ces problèmes dans l'économie américaine. Aux Etats-Unis — et plus encore en Europe — l'auteur du *New Deal* a reconnu que l'Etat ne devait plus laisser aux seules compagnies privées le monopole de fait de produire et de distribuer l'énergie. Nous aurons l'occasion, au cours de cette année 1937, d'exposer ces problèmes — en toute objectivité — notamment en ce qui concerne la politique de l'électricité en France.

LA FRANCE N'A PAS ENCORE DE « MAISON DE LA RADIO »

A l'occasion de l'Exposition de 1937, « Arts et Techniques », il nous paraissait indispensable que la France inaugurât, enfin, sa « Maison de la Radio ». Les grandes nations industrielles : Belgique, Allemagne, Italie, Angleterre, Etats-Unis, ont, en effet, institué depuis longtemps de véritables cités des ondes, qui comportent les perfectionnements les plus démonstratifs de cette technique universelle. *La Science et la Vie* a décrit plusieurs de ces installations (2) au moment où elles sont entrées en fonctionnement. Il est regrettable qu'en France, par suite de mauvaises ententes sur lesquelles nous n'insisterons pas ici, les spécialistes n'aient pu encore aboutir à créer cet organisme indispensable à une nation vraiment moderne.

Dans le programme de l'Exposition de 1937, nous constatons aujourd'hui avec peine que figure la mention « Palais provisoire de la Radio ». Qu'est donc devenu le projet initial adopté, dès 1934, par la Commission de Radiophonie de l'Exposition et qui comportait une véritable Maison de la Radio, avec de vastes salles de fêtes et de concerts, et qui aurait été un des centres attractifs de l'Exposition ? Sans doute, faut-il incriminer, là encore, avec l'exiguïté des crédits, un défaut d'organisation et d'entente de la part des organismes responsables.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 229, page 5. — (2) Voir *La Science et la Vie*, n° 211, page 45.

COMMENT A ÉVOLUÉ L'ALIMENTATION DE LA POPULATION FRANÇAISE EN 50 ANS

A la fin du XIX^e siècle, un Français moyen consommait par an environ 250 kg de pain ; en 1934, un Parisien n'en consomme plus que 120 kg. Pour la consommation générale du pays, on estime qu'elle a diminué d'au moins 25 % depuis le début du siècle. Pour celle de la viande, elle s'élevait à environ 1 200 000 tonnes vers 1860 et dépassait 2 millions vers 1921. L'Office national des Renseignements agricoles estime que la consommation de viande en France représente actuellement (par individu) moins de 50 kg par an, dont la moitié en viande de bœuf. Au milieu du siècle dernier, elle atteignait à peine la moitié. Si nous tenons compte de ce fait que, d'une part, la population française s'est accrue de 2 millions d'habitants depuis 1913, et que, d'autre part, notre pays consommait déjà 50 kg annuellement vers 1910, on peut s'expliquer le déséquilibre actuel sur le marché national entre l'offre et la demande. Pour le poisson, par contre, la consommation accuse une progression sensible, bien que cet aliment ne soit, en quelque sorte, qu'un « accessoire » dans la nourriture de la majeure partie de la population. Si l'usage du poisson s'est développé en France depuis la guerre, cela tient en particulier aux progrès des transports et à l'organisation — plus rationnelle — des pêches maritimes. En 1913, notre pays consommait, en effet, 230 millions de kg à peine ; en 1934, on enregistre 313 millions de kg (soit 36 % d'augmentation en vingt ans). Et, cependant, le Français ne consomme que 7 kg de poisson par tête et par an, soit moins de 150 gr par semaine. C'est peu par rapport à certaines nations. Ce sont, évidemment, nos villes les mieux desservies qui en consomment le plus : Rouen, 41 kg ; Nantes, 30 kg ; Paris, 15 kg.

Les produits laitiers accusent aussi un notable développement de la consommation. Ainsi, en 1913, la France produisait annuellement 128 millions d'hectolitres de lait ; en 1934, elle a déjà dépassé 150 millions d'hectolitres, accusant ainsi, pendant vingt ans, un accroissement de 4 millions d'hectolitres de lait consommé à l'état naturel ; 7 millions pour la beurrerie ; 6 millions pour la fromagerie. En 1913, un habitant de notre pays consommait 3 kg de beurre ; en 1931, ce chiffre passe à 5 kg 160, ce qui représente à peu près la consommation moyenne actuelle en 1935. Contrairement à ce qui se passe dans des pays où l'élevage est moins riche que dans le nôtre, les succédanés du beurre (margarine) ont obtenu peu de succès auprès de la population française, et ce

n'est que justice... On ne saurait, en effet, comparer la qualité de nos réputés produits naturels aux « ersatz » de l'industrie préconisés depuis la guerre à la faveur d'une publicité tapageuse. On estime en effet que, pour 2 millions de quintaux de beurre consommés annuellement en France (en moyenne), la vente de la margarine ne dépasse pas 200 000 quintaux. Si, du reste, la margarine continue à être fabriquée dans une nation agricole comme la France, cela tient à ce que sa fabrication utilise comme matière première le suif comestible et à ce que l'interdiction de ce produit artificiel par les pouvoirs publics exercerait une répercussion fâcheuse sur le cours du bétail national. La production fromagère s'est développée parallèlement à celle du beurre. En effet, en 1934, 24 millions d'hectolitres de lait sont utilisés à la préparation des fromages français, alors qu'en 1931, cette industrie agricole n'absorbait que 20 millions à peine et, en 1928, 17 millions seulement.

Si, en France, la consommation moyenne annuelle représente, par tête, 80 litres pour le lait, 5 kg pour le beurre, 6 kg pour le fromage, elle est encore loin d'approcher la plupart des autres pays d'Europe. Voici, en effet, d'après la Fédération de l'Industrie Laitière néerlandaise, comment s'établit la statistique pour le lait, le beurre, le fromage consommés par jour dans les pays suivants :

Pays	Lait litres par jour	Beurre kg par an	Fromage kg par an
France	0,22	4,9	6,1
Allemagne .	0,41	7,9	4,7
Angleterre .	0,24	10,7	4,3
Australie ..	0,22	12,7	1,8
Autriche ..	0,57	2,8	1,5
Belgique ..	0,26	11	3
Canada ...	0,66	13,8	1,5
Danemark .	0,72	9,6	5,9
États-Unis.	0,6 - 0,8	8,1	2
Finlande ..	1,40	9,5	1,45
Italie	0,13	1,2	5,5
Norvège ...	0,63	6	4,8
Pays-Bas ..	0,3 - 0,4	5,7	7,2
Suède	0,80	7,2	5,5
Suisse	0,6 - 1,0	6,2	10,4

Il y a lieu de signaler, par exemple, que le Danemark a produit, en 1934, 178 millions de kg de beurre, alors qu'il n'en a consommé que 28 millions. Les 150 millions restant furent vendus au monde entier et surtout à l'Angleterre et à l'Allemagne (20 millions de kg rien que pour cette der-

nière). Le Reich est donc l'un des meilleurs clients du Danemark pour les produits laitiers. Aussi, on conçoit l'émotion de ce petit pays — quant à la superficie — à l'annonce de la politique autarchique du III^e Reich.

Pour la production fruitière, *la Science et la Vie* a montré (1) comment elle pourrait être mieux organisée en France. Cependant, la consommation s'y est notablement développée au cours de ces dernières années. Ainsi, pour le raisin de table, il y a dix ans, elle n'atteignait que 750 000 quintaux, alors qu'en 1935 elle dépasse 1 million 500 000 quintaux, soit plus du double !

Pour les autres fruits *frais*, la consommation d'avant 1914 était comprise entre 3 et 4 millions de quintaux ; en 1935, elle atteint 10 millions de quintaux. (C'est du reste approximativement la moyenne des années 1930 à 1935.) Quant aux fruits exotiques, — parmi lesquels la banane tient la place prépondérante dans la consommation française, — la progression a été aussi rapide : avant 1914, la moyenne s'établissait à 20 kg environ par tête ; en 1933, on l'évalue déjà à 31 kg, et en 1934, à 38 kg ! Nous nous rapprochons donc aujourd'hui des Anglais qui en consomment de 40 à 43 kg par an. Paris — pour ne citer que cet exemple — en 1913 recevait seulement aux Halles centrales, en fruits et légumes, un peu plus de 300 millions ; en 1930, il en recevait déjà plus du double (677 millions). Le corps médical n'est pas étranger à cette évolution qui s'est manifestée aussi bien pour la production française en forte augmentation que pour les importations de l'étranger : en 1913, la France importait 2 millions de quintaux de fruits frais ; en 1935, plus de 6 millions, soit environ le triple.

Pour la consommation des légumes, les statistiques sont ou imprécises ou inexistantes. Il semble cependant qu'elle se soit accrue, notamment pour les haricots verts et les tomates. Pour les endives, notre pays importe de Belgique pour plus de 60 millions de francs (francs de 1936). Mais la France a réagi contre cette importation — vraiment exagérée — en développant elle-même dans ses départements du Nord la culture de l'endive qui vaut en qualité l'endive belge et coûte moins cher, ne fût-ce qu'à cause des droits de douane. Il y a aussi les conserves de légumes qui se sont multipliées depuis vingt ans, non seulement en France, mais dans le monde entier. La S. D. N. — qui publie périodiquement une documentation abondante et universelle sur les questions économiques et financières — estime que le monde absorbe par an 30 milliards de boîtes de conserves... Ainsi, en France, rien que pour la tomate, 100 millions de kg de ce légume sont transformés par nos conserveries. Il est vrai que les progrès du machinisme — aussi perfectionnés

que rapides dans ce domaine comme dans tant d'autres — permettent maintenant, grâce aux emboîteuses-sertisseuses automatiques, de fermer en *une heure* de 2 000 à 3 000 boîtes, suivant la machine et l'importance du récipient. On cite d'autre part des usines qui, au moment de la récolte, « travaillent » 200 000 kg de tomates fraîchement récoltées. Pour les conserves de petits pois, il existe également des « mécaniques » à écosser qui traitent aujourd'hui 5 000 kg à l'heure en livrant le pois parfaitement intact.

De ces aperçus, on peut se faire une idée suffisamment exacte de l'évolution survenue au cours d'une génération dans l'alimentation de la population française. Il est incontestable qu'elle est meilleure et plus rationnelle qu'auparavant. Elle est aussi plus variée. Un seul fait suffit à mettre ce dernier point en évidence : les Economats de chemins de fer, en 1913, offraient à leurs adhérents une liste de produits alimentaires qui tenaient dans une page unique de leur catalogue ; celui-ci contient maintenant vingt-cinq pages ! Il en est de même pour les autres catégories de consommateurs. Un autre fait également à enregistrer dans cette évolution : depuis la guerre 1914-1918, on délaisse ce que les bouchers appellent les *bas morceaux*. Cela tient à ce que, dans notre civilisation contemporaine, la cuisine doit exiger le moins de temps possible, d'où la confection de rôtis et de grillades. L'ouvrier comme la ménagère préfèrent ainsi manger moins mais mieux, d'où évidemment la hausse des morceaux de choix chez le détaillant qui ne manque pas de profiter de l'occasion ainsi offerte par la clientèle même. — Il en est de même, du reste, pour la charcuterie, où l'on délaisse les « morceaux gras » pour la viande dégraissée. Ces constatations, concernant les grandes agglomérations, se vérifient également dans la classe paysanne, où l'on consomme plus de viande qu'il y a vingt ans, et cela d'autant plus que le cheptel se vend moins bien. Ainsi s'est manifestée en France, au cours d'un quart de siècle, une amélioration indiscutable du « confort » pour les classes laborieuses tant au point de vue de la qualité de la « nourriture » qu'à celui du vêtement et même du logement. Là, il reste encore beaucoup à faire, surtout dans nos grandes villes. D'autre part, le cinéma, les sports ont également contribué à rendre la vie du travailleur plus hygiénique en l'éloignant de plus en plus du cabaret, ses distractions, comme son habitation, ayant désormais pour lui plus d'attrait que par le passé. La France, peu à peu, s'oriente donc dans la voie où l'ont précédée de grandes nations industrielles et agricoles plus évoluées qu'elle à ces divers points de vue — comme l'Allemagne et les Etats-Unis, sans omettre les pays nordiques — pour améliorer l'existence matérielle et morale du travailleur.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 230, page 157.

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.

L'AVIATION DE BOMBARDEMENT

LA SCIENCE ET LA VIE (1) a présenté l'œuvre magistrale du général italien Douhet sous la signature de l'un de nos plus éminents officiers, le colonel Vauthier. Elle se doit d'exposer ici, à propos d'un ouvrage tout récent (2) de l'ingénieur en chef du génie maritime Rougeron, directeur du Service technique de l'armement au ministère de l'Air, les éléments d'une doctrine toute différente de la guerre aérienne, résultant d'une étude technique — très poussée et originale — des moyens actuels d'attaque et de défense des objectifs en surface (terrestres et navals).

On ne conteste plus sérieusement aujourd'hui le droit de l'aviation à l'action indépendante. Le général Douhet allait même si loin dans cette voie qu'il préconisait — en invoquant l'économie des forces et la notion de rendement qui doit dominer la conduite des opérations militaires comme elle régit la vie industrielle du temps de paix — l'abandon total des diverses aviations de coopération. Tous les efforts du commandement devaient donc tendre à accroître la valeur offensive et le nombre des « escadres de bataille » chargées de s'assurer la maîtrise de l'air d'abord, de détruire au sol les centres vitaux de la nation adverse ensuite. La victoire devait résulter par suite de la désorganisation des forces de production et de l'effondrement du potentiel de guerre de l'ennemi, beaucoup plus que des savantes stratégies des temps passés.

Mais l'adversaire ne pourrait-il interdire par son artillerie de défense contre avions d'une part, par ses escadrilles de chasse d'autre part, à ces escadres aériennes de remplir leur mission ? Pour Douhet, l'efficacité de l'artillerie pouvait être négligée. Quant à l'aviation de chasse, c'est pour lui résister qu'il avait conçu son « croiseur aérien », ou « avion de bataille », dont la

caractéristique essentielle était le développement de l'armement au détriment de la vitesse. « Un appareil lent, a-t-il écrit, mais armé de façon à constituer autour de lui un barrage de feu, se trouve en mesure d'abattre l'appareil de chasse le plus rapide. »

Aujourd'hui, on admet que bien des formes de coopération entre l'aviation et l'armée de terre, ou l'aviation et la marine, pourront être avantageuses. Mais l'aviation de bombardement se distingue profondément de toutes les autres armes. Les deux caractères essentiels que lui reconnaît M. Rougeron sont la mobilité stratégique et la puissance d'action en profondeur. A ce double titre, elle constitue un facteur nouveau dont l'action pourra se faire sentir dès les premières heures d'une mobilisation et qui est, par suite, appelé à bouleverser les conditions futures de la guerre, sur terre comme sur mer. Une force aérienne de bombardement, opérant à plusieurs centaines de kilomètres de ses bases de départ, n'est-elle pas capable, à l'heure actuelle, d'envoyer par le fond — en quelques heures — une flotte au mouillage ou en pleine mer, d'anéantir quelques ouvrages d'art indispensables aux transports de mobilisation ou de concentration, et de détruire les principaux centres industriels, comme les fabriques de munitions et de matériel aéronautique ?

De l'efficacité de l'artillerie et des armes automatiques antiaériennes

Si toutes ces opérations sont réalisables, il convient cependant de ne pas mésestimer la valeur de la réaction ennemie. Sur ce point, comme sur bien d'autres, l'ingénieur Rougeron s'écarte absolument des conclusions du général Douhet.

Alors que celui-ci considère la D. C. A. de surface comme un simple « gaspillage » de personnel et de munitions, il insiste par contre sur l'efficacité de l'artillerie antiaérienne de *gros calibre* et à *grande vitesse initiale*, et sur celle des armes automatiques.

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

(2) *L'Aviation de bombardement*, par C. ROUGERON, ingénieur en chef du génie maritime, 2 vol.

Pour leur échapper, l'avion bombardier doit alors avoir un plafond de plus en plus élevé, une vitesse horizontale et une vitesse ascensionnelle de plus en plus grandes, des qualités évolutives sans cesse améliorées. Déjà les progrès de l'artillerie condamnent les avions de bombardement actuels avec leur vitesse horizontale de 300 km/h et leur plafond de 5 000 à 6 000 m ! Il faudra par contre leur réserver les missions de bombardement par temps couvert, lorsque le feu de la D. C. A. ne sera pas à redouter. Dans tous les autres cas, des appareils d'une classe supérieure s'imposent, comme ceux que l'on pourrait établir aujourd'hui, et qui seraient capables de monter à 8 000 m et de voler à 400 km/h. Et encore le canon les rattrapera-t-il bientôt ! « Seul, ajoute M. Rougeron, l'avion stratosphérique apportera à l'aviation de bombardement le répit voulu pour attendre de nouveaux progrès de la D. C. A. de surface en matériel de détection, de tir, de conduite du tir (1), etc. » En attendant, le bombardier n'échappera au feu de l'artillerie et des mitrailleuses que par une manœuvre continue, comportant des modifications continuelles de direction, d'altitude, de vitesse; les procédés de lancement devront être améliorés, car, en vol horizontal, ils perdent, à grande vitesse, toute précision. Le lancement en « piqué » s'impose, mais à des altitudes bien supérieures à celles envisagées aujourd'hui comme normales, ce qui, évidemment, réduit d'autant les chances d'atteinte.

Comment l'avion de bombardement résistera-t-il à l'avion de chasse ?

En ce qui concerne l'aviation de chasse, M. Rougeron s'oppose non moins catégoriquement à Douhet. Alors que ce dernier veut protéger le bombardier en augmentant son armement, M. Rougeron, au contraire, veut accroître sa vitesse jusqu'à une valeur égale, ou peu s'en faut, à celle de son adversaire, le chasseur.

Que fera alors l'avion de chasse contre un appareil de même performances que les siennes ? Aux vitesses que l'on envisage aujourd'hui pour les chasseurs, et qui sont voisines de 500 km/h, le problème n'est pas encore résolu ; il semble que, dans ces conditions, la rapidité des réflexes humains soit même dépassée.

Mais est-il donc possible de réaliser actuellement de tels appareils de bombardement ? Assurément, en les faisant dériver directement de l'avion de chasse par surcharge.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 233, page 389.

Aux altitudes normales de navigation, la vitesse maximum sera peu diminuée, de même que le rayon d'action. Une fois délesté de ses bombes, sur le trajet de retour, le bombardier sera à *égalité* avec les chasseurs lancés à sa poursuite aux points de vue vitesse, plafond, vitesse ascensionnelle et maniabilité.

Vers la multiplicité des armes : bombes et torpilles

De quelles armes seront munis ces bombardiers modernes ? Depuis 1918, bombes et torpilles d'avions n'ont guère évolué, et pourtant les progrès techniques acquis depuis dix-huit ans permettent de réaliser aujourd'hui de nombreux types *nouveaux*, augmentant dans des proportions considérables les possibilités du bombardement aérien. M. Rougeron a étudié ainsi successivement les conditions d'utilisation et l'efficacité de la *bombe légère* et de la *bombe de perforation*, de la *bombe-fusée* (qui autoriserait les lancements en piqué précis à grande altitude et pourrait perforer les ponts blindés des bâtiments de combat les plus modernes), de la *bombe planante* dont la très grande portée mettrait le bombardier à l'abri du tir de la défense, sans oublier les divers modèles de *torpilles*. Tous ces types peuvent et doivent se combiner pour donner naissance à une multiplicité d'armes dont chacune doit être adaptée à son objectif. Cette multiplicité complique du reste singulièrement la tâche de l'adversaire en l'obligeant à se défendre contre les procédés d'attaque les plus variés.

Voici maintenant la multiplicité des procédés de bombardement

A la multiplicité des armes doit s'ajouter, par voie de conséquence, la multiplicité des procédés de bombardement qui, si elle complique la tâche du bombardier, travaille par contre directement pour sa sécurité. Le lancement en vol horizontal à basse altitude a fait — comme chacun sait — pendant la guerre une faillite complète. Aussi, M. Rougeron étudie-t-il avec une grande précision : d'abord, les deux méthodes les plus générales de bombardement, par temps clair et par temps couvert ; puis les procédés les plus modernes de lancement en *vol horizontal*, en *piqué*, en *cabré* ou en *vol rasant*.

Que sera le rôle de l'aviation de bombardement dans la guerre « totale » ?

Dans la lutte sur terre, l'aviation de bombardement aura sa pleine efficacité contre

les objectifs vulnérables, tels que les voies de communication. Elle pourra gêner — et même interdire, dans les cas les plus favorables — les mouvements de troupes et les transports de munitions à l'arrière du front. Mais c'est surtout contre les objectifs non militaires que son action pourra entraîner les conséquences les plus graves pour la conduite de la guerre en arrêtant les fabrications les plus indispensables.

Ici, la thèse de M. Rougeron s'oppose nettement à celle de l'écrivain anglais Néon (pseudonyme qui couvre une importante personnalité militaire d'outre-Manche), pour qui « l'avion est une arme indigne de confiance, inefficace, qui ne rapporte rien, produit peu et coûte cher », et aussi à celle de l'amiral français Castex, le nouveau directeur du Collège des Hautes Etudes de Défense nationale, qui met en doute l'efficacité du bombardement en général et du bombardement aérien en particulier. M. Rougeron démontre, chiffres à l'appui, que s'il est possible de *combattre* sous le feu, il est impossible de *produire* et que la simple méthode de bombardement sur grande zone par temps couvert, contre laquelle artillerie et chasse demeurent impuissantes, suffirait pour paralyser complètement une région industrielle aussi vaste que Paris et sa banlieue.

La conception moderne de la « guerre totale », pour reprendre l'expression du général allemand Ludendorff, justifie cette action non seulement contre l'équipement industriel, mais aussi contre la population qui l'exploite. La distinction entre combattant et non combattant n'est plus de mise aujourd'hui. La Chambre française n'a-t-elle pas, à la presque unanimité, admis la mobilisation des personnes sans distinction d'âge ni de sexe, et le maréchal Pétain n'a-t-il pas écrit : « Désormais, le but de la guerre apparaît dans toute son ampleur et sa cruelle netteté ; il est devenu la destruction, non d'une armée, mais d'une nation. » Et M. Rougeron démontre que ce résultat peut être obtenu si, au lieu de tenir l'aviation pour une arme auxiliaire, on lui consacre la plus grande part des ressources dont disposent les nations militaires modernes, en demandant à l'armée et à la marine un simple rôle défensif.

L'avion tuera-t-il le navire ?

Sur terre, l'avion demeure impuissant contre un adversaire retranché ; sur mer, rien ne peut l'arrêter. S'agit-il de lutter offensivement et défensivement contre un

navire quel qu'il soit, torpilleur ou cuirassé, d'attaquer ou de défendre des communications maritimes ? L'avion est capable aujourd'hui, pour M. Rougeron, de se substituer entièrement au navire de guerre pour toutes les tâches.

On conçoit difficilement, à l'heure actuelle, la possibilité de concentrer une flotte dans un port ou dans des mouillages, même les plus étendus, s'ils sont dans la limite du rayon d'action de l'aviation ennemie. Elle y serait sous la grave menace d'un bombardement sur grande zone pratiqué *sans aucun risque* par les appareils de l'adversaire, et les plus belles unités seraient à la merci des bombes planantes et des torpilles légères (propulsées ou non) que lanceraient sur la rade les escadres aériennes de l'ennemi. L'amiral Castex convient d'ailleurs que cette possibilité de destruction par l'avion d'une flotte de guerre est le grand fait nouveau de l'époque actuelle.

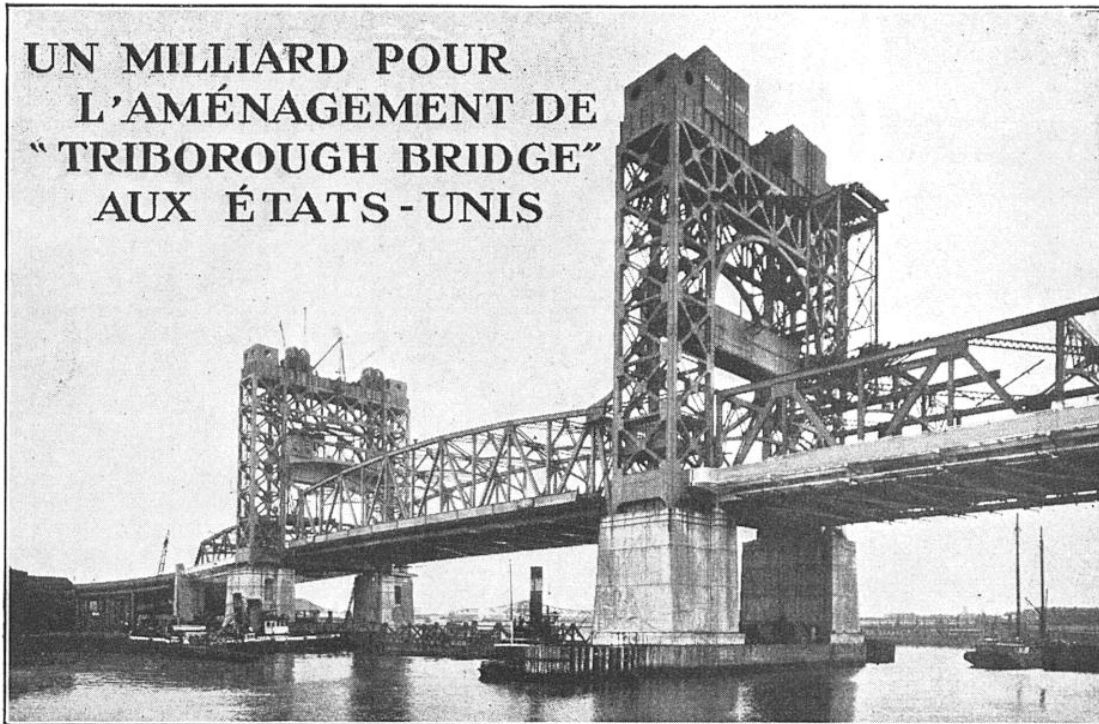
Les navires seraient-ils donc plus en sûreté au large ? M. Rougeron ne le pense pas : « Que des navires de guerre conservent les formations serrées que leur ont imposées jusqu'ici les nécessités de la guerre navale, ou qu'ils soient lancés isolément sur les mers, ils ne peuvent échapper à l'avion. C'est en vain qu'ils auront fui les mouillages devenus intenable ; ils retrouveront au large le même adversaire qui, avec les mêmes armes et les mêmes méthodes, les détruira sans courir lui-même de risques sensibles. » Et M. Rougeron n'hésite pas à tirer la conclusion rigoureusement logique de ces constatations : le navire de guerre, tel qu'il existe aujourd'hui, est appelé à disparaître dans un délai plus ou moins grand.

Les conclusions de M. Rougeron peuvent sembler audacieuses et revêtent même parfois un caractère d'anticipation. Cependant, elles ont toutes l'indiscutable mérite d'être fondées sur l'étude rigoureuse et scientifique des possibilités actuelles de la technique et d'être dégagées des conceptions toutes faites, fruits des expériences passées aujourd'hui périmées. M. Rougeron n'a-t-il pas mis en exergue de son second volume de *L'Aviation de bombardement*, cette phrase de Paul Valéry : « De ce désordre d'enseignements contradictoires que nous propose le passé, on peut déduire hardiment que tout événement de l'histoire dans lequel la technique et les engins jouèrent le moindre rôle ne peut plus désormais servir de modèle ou d'exemple à quoi que ce soit. »

JEAN BODET,

Ancien élève de l'Ecole Polytechnique.

UN MILLIARD POUR L'AMÉNAGEMENT DE "TRIBOROUGH BRIDGE" AUX ÉTATS-UNIS



Voici une nouvelle manifestation de l'activité constructive des Américains pour aménager ces grandes cités qui sont l'orgueil des Etats-Unis. Cette année même a vu s'achever l'œuvre gigantesque qui porte le nom de Triborough Bridge. A New York, en effet, existe maintenant une immense artère récemment créée, qui s'étend sur plus de 32 km de longueur et met ainsi en communication, par-dessus les rivières ou les bras de mer qui les séparent, trois des cinq « bourgs » qui forment, par leur réunion, la plus grande cité du monde. En l'inaugurant cette année, le président Roosevelt (1) a voulu souligner le rôle important dévolu aux grands travaux d'urbanisme pour lutter contre le chômage et ranimer l'économie nationale. Ces travaux constituent, en effet, un des chapitres principaux du vaste programme du New Deal (2). Voici, pour la première fois, décrit en Europe, l'ensemble de cette grandiose réalisation dans le domaine des travaux publics qui a demandé sept années pour aboutir et nécessité une dépense de 60 millions de dollars, soit plus de 1 milliard de nos francs actuels.

Sous l'énergique impulsion de l'administration du *New Deal* (3), les travaux les plus divers ont été entrepris à travers tous les Etats-Unis, depuis l'aménagement hydraulique des fleuves, le reboisement, la construction de barrages isolés (4) jusqu'à l'équipement complet de la vallée du Tennessee (5) (T. V. A.), gigantesque expérience d'économie planifiée appliquée à

(1) En réalité, il est juste de signaler qu'à l'origine se trouve le plan initial dû à la *Reconstruction Finance Corporation*, sous l'administration du président Hoover.

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

(3) Voir *La Science et la Vie*, n° 204, page 471.

(4) Voir *La Science et la Vie*, n° 213, page 239.

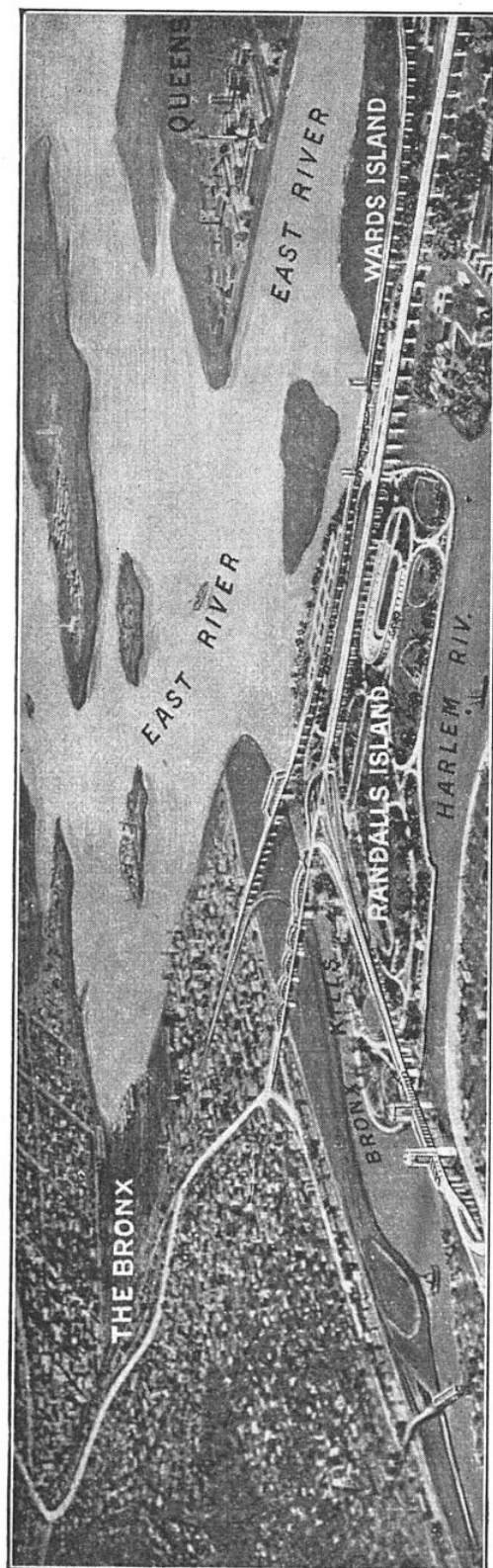
(5) Voir *La Science et la Vie*, n° 229, page 5.

un territoire comparable par sa superficie à celui de l'Angleterre.

La *Civil Works Administration* et son successeur, la *Works Progress Administration*, furent les deux organismes chargés, sous le gouvernement du président Roosevelt, de coordonner les efforts dans ce domaine et de répartir les importants crédits alloués par le Congrès. Ils avaient été tous deux, d'ailleurs, précédés dans cette voie par la *Reconstruction Finance Corporation*, création de l'administration Hoover, qui avait déjà dressé un vaste programme de travaux.

C'est grâce à elle qu'a pu être réalisée à New York la gigantesque artère nouvelle,

N. D. L. R. — La photographie ci-dessus montre le pont levant sur l'Harlem River, dont la partie centrale mobile mesure 94 m de long et qui fait partie de l'ensemble du *Triborough Bridge* récemment réalisé à New York.



VUE AÉRIENNE DE LA BRANCHE NORD DU « TRIBOROUGH BRIDGE » A NEW YORK AVEC SES TROIS PONTS SUR LA HARLEM RIVER ET LE BRONX KILLS

longue de 32 km qui, partant des grandes voies suburbaines, traverse le cœur de la ville en réunissant entre eux trois des cinq quartiers qui composent la plus grande cité du monde. Le président Roosevelt en personne l'a inaugurée cette année.

Le nom de *Triborough Bridge*, donné fort improprement à l'ensemble du projet, pourrait faire croire à la construction d'un pont unique ; en fait, nous nous trouvons en présence d'une des plus importantes réalisations dans le domaine de l'urbanisme appliqué au problème de la circulation rapide à travers une ville aussi étendue que New York, sillonnée de rivières et de bras de mer qui imposent de longs détours pour les communications entre quartiers voisins.

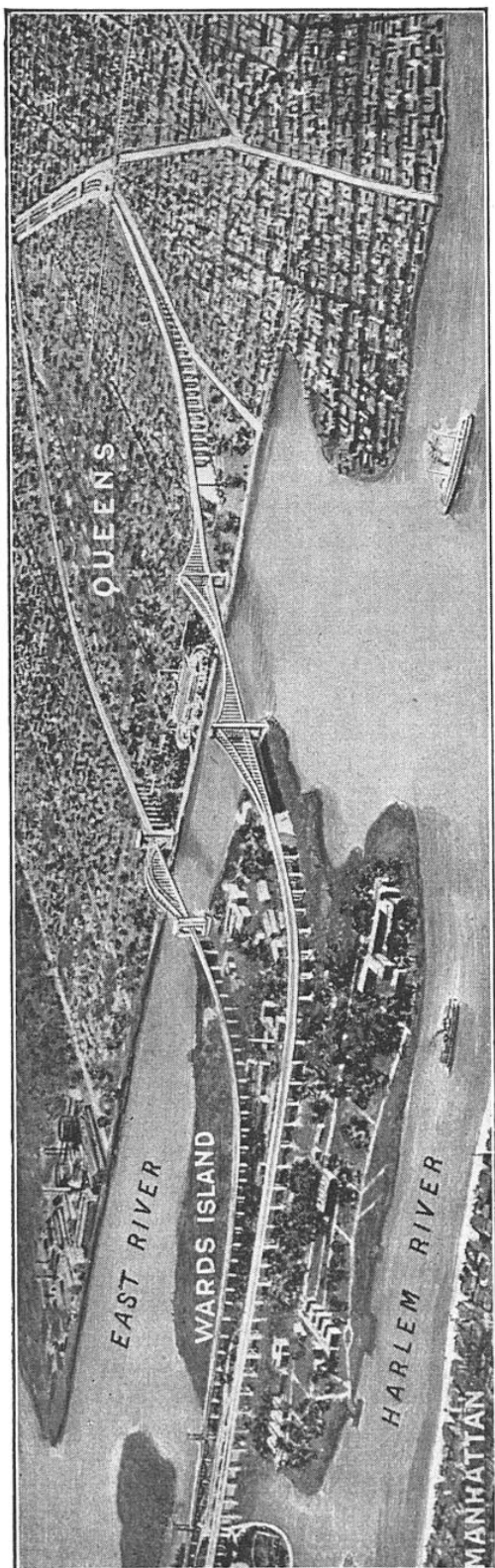
Le *Triborough Bridge* comporte, dans l'ensemble, quatre ponts sur des rivières, navigables ou non, et douze ouvrages d'art sur la terre ferme. Les chaussées d'accès, prolongées en trois branches longues au total de 26 km, s'étendent à travers les trois quartiers de Manhattan, de Queens et du Bronx.

La partie la plus spectaculaire de cette gigantesque réalisation est le pont suspendu entre Ward's Island et le quartier de Queens, qui possède une arche centrale de 420 m de longueur et deux arches latérales de chacune 214 m. Il est donc sensiblement moins « colossal » que les grands ponts suspendus de *George Washington* à New York (1 067 m de portée pour l'arche centrale) et, surtout, de *Golden Gate* actuellement en construction à San Francisco : 1 281 m pour l'arche centrale (1). Il reste cependant fort imposant avec ses deux tours de 96 m de haut, sur lesquelles passent deux énormes câbles de suspension de 52 cm de diamètre.

Le tablier du pont, suspendu aux câbles, se trouve à 41 m au-dessus du niveau de l'East River, laissant ainsi un espace suffisant pour le passage des plus grands navires qui empruntent cette voie navigable. Sur les 30 m de largeur du tablier sont logées deux chaussées, séparées par une balustrade centrale, permettant chacune la circulation de quatre files de véhicules et comportant de plus l'espace nécessaire pour loger deux trottoirs pour piétons.

A Randall's Island aboutissent trois autres ponts. D'abord, un pont bas, prolongé par un long viaduc, réunit les deux îles de Randall et de Ward. D'autre part, sur la Harlem River, un important pont levant vertical, le plus grand de ce type dans les Etats-Unis, réunit Randall's Island

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 215, page 354.



LA PARTIE SUD DU « TRIBOROUGH BRIDGE » SUIT LE « CENTRAL CONNECTING RAILWAY » ET TRAVERSE L'EAST RIVER SUR UN PONT SUSPENDU DE 422 M

au quartier de Manhattan. Il mesure 234 m de longueur au total et sa partie mobile a 95 m de long. Le poids de la travée levante est de 2 050 tonnes.

Le troisième pont, enfin, relie Randall's Island au quartier du Bronx, au-dessus du Bronx Kills, voie d'eau non navigable. Il s'agit là d'un pont métallique fixe, mais rendu comme l'ouvrage précédent, en cas de besoin, c'est-à-dire lorsque l'on décidera d'entreprendre les travaux d'approfondissement du Bronx Kills pour le rendre navigable. Ce pont, long de 183 m au total, comporte trois arches. C'est l'arche centrale, longue de 107 m et pesant 2 900 t qui pourra être rendue mobile. Ce sera alors la plus grande de cette sorte existant dans le monde entier.

Parmi les nombreux ouvrages d'art des voies d'accès, l'un des plus considérables concerne la jonction de Manhattan avec Randall's Island, où se trouve réalisé un système unique au monde permettant de contrôler et d'écouler *sans aucun croisement* le trafic automobile dans toutes les directions. Cet ouvrage, extrêmement complexe, comportant en certains endroits trois voies superposées, canalise la circulation en provenance de Manhattan en la faisant accéder, par des dérivations à sens unique, à l'artère principale du *Triborough Bridge*. Ce sont des dérivations de ce genre, d'autant plus complexes que le nombre des voies à desservir est plus grand, que l'on envisage d'édifier en Europe aux points où se croisent les autoroutes.

Comme beaucoup d'ouvrages d'art en Amérique, — où le système du péage est encore très répandu, — le *Triborough Bridge* ne peut être emprunté par un véhicule qu'après acquittement d'une taxe spéciale qui doit permettre d'amortir les dépenses considérables qu'a entraînées la construction de ce gigantesque ouvrage, dépenses que l'on peut estimer à 60 millions de dollars (plus de 1 milliard de francs), en y comprenant l'achat des terrains sur les rives de l'East-River, la construction d'un stade municipal sur Randall's Island, le déplacement de toutes pièces d'une importante usine occupant 1 500 ouvriers et qui se trouvait sur le tracé de la nouvelle artère, l'aménagement de parcs et de jardins le long des chaussées et aux extrémités, en particulier au Feushing Meadow's Park, où se tiendra, presque exactement au centre géographique et démographique de la cité de New York, la *World Fair* de 1939-1940.

P. LUCAS.

LE MOTEUR A COMBUSTION VA RESSUSCITER LE TORPILLEUR

Par le capitaine de frégate H. PELLE DES FORGES (R.)

La marine britannique a célébré, cette année, le 60^e anniversaire de son premier torpilleur, le *Lightning*, construit en 1876. Depuis lors, les marines du monde entier ont mis en service des navires de ce genre. Le type « torpilleur », peu à peu amélioré, a suivi la même loi d'évolution, reconnue aujourd'hui classique, que les autres types de bâtiments, par exemple le cuirassé. Ce dernier, en 1859, ne déplaçait pas plus de 6 000 tonnes (*Gloire*, de la marine française); son tonnage atteint aujourd'hui 35 000 tonnes (*Littoria*, de la marine italienne). Le torpilleur a vu croître ses dimensions dans des proportions encore plus grandes.

Ce bâtiment ne devait-il pas cependant conserver ses dimensions réduites pour parvenir, de nuit, à bonne portée du cuirassé qu'il attaquait et pour

échapper à son feu de représailles, après avoir manœuvré facilement pour se mettre en position favorable au lancement.

En fait, les tonnages des torpilleurs s'accrurent progressivement, et on peut considérer que les derniers bâtiments dignes du nom de torpilleurs furent les types français de 800 tonnes : *Bouclier*, *Casque*, *Cimetière*, *Fourche*, *Faux*, etc., qui, pour la plupart, entrèrent en service avant la guerre (le *Lightning* de 1876 déplaçait 15 tonnes).

On ne devait pourtant pas s'en tenir là, et le tonnage des « torpilleurs » construits par la suite atteignit jusqu'à 1 500 tonnes avec les types français *Adroit*, *Fougueux*, *Forbin*, etc. Ces navires, qui datent de l'après-guerre, sont encore aujourd'hui en service dans nos escadres. Moins rapides, moins armés, moins « marins », de moindre rayon d'action que nos contre-torpilleurs de 2 500 tonnes, ils sont, en réalité, incapables de jouer le rôle de torpilleurs.

Le moteur à combustible liquide et la renaissance du torpilleur

Le moteur à combustion interne appliqué à la propulsion des navires a fait, grâce au développement des sous-marins, de grands progrès. Aussi est-on parvenu à construire des bâtiments rappelant les premiers torpilleurs par leur faible tonnage, et à bord desquels chaudières et machines à vapeur sont remplacées par des moteurs Diesel ou des moteurs à explosion. Ce sont des petits navires de ce type que les Italiens employèrent avec succès contre les cuirassés autrichiens, dont un fut coulé grâce à eux pendant la guerre.

Quelques embarcations à moteur de ce type ont été construites, depuis lors, à titre d'expérience et la marine française, en particulier,

en possède un certain nombre d'exemplaires.

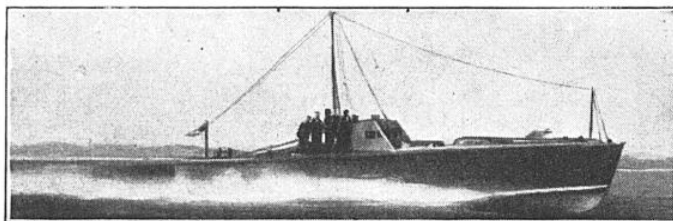
Mais voici que l'amirauté britannique a commandé, l'automne dernier, une série de six de ces torpilleurs côtiers (*motor torpedo-boats*), puis, tout récemment, une nouvelle série de six au titre du budget supplémentaire que la Chambre des Communes vient de voter, pour permettre de procéder à un réarmement intensif.

Le premier de ces bâtiments nouveaux vient de faire ses essais.

Sur base, sa vitesse moyenne a été de 46 nœuds avec un maximum de 48 nœuds.

Les petits navires à moteur employés par les Italiens avaient une vitesse de 20 nœuds; on voit quel progrès ce type de navire a réalisé.

A la mer, entre Londres (Westminster) et Portsmouth, sur la côte sud d'Angleterre, la vitesse a été légèrement supérieure à 30 nœuds, malgré des mauvaises circonstances météorologiques.



NOUVEAU TYPE DE TORPILLEUR A MOTEUR ANGLAIS

Les avantages du torpilleur à moteur

Qualités marines. — La tenue à la mer des torpilleurs à moteur semble être meilleure que celle des anciens torpilleurs à vapeur.

Cela pourrait être dû, en partie, à une meilleure forme de la coque, et, en particulier, à sa longueur. Il faut signaler, d'autre part, que l'état de la mer ne gêne pas la marche du moteur, alors qu'autrefois il ralentissait le chargement des foyers des chaudières ou rendait délicate la surveillance de la machine à vapeur.

L'armement. — L'armement de chacun de ces navires côtiers comprend deux torpilles, des grenades puissantes (*depth charges*) contre sous-marins et des mitrailleuses. Ce sont, relativement au tonnage, les navires les mieux armés de toutes les flottes ; même les sous-marins n'ont pas à la tonne une puissance offensive égale.

Les qualités tactiques. — Un premier avantage des nouveaux torpilleurs est d'être à peu près invulnérables pour l'aviation, grâce à leur faible taille, leur grande vitesse, leur souplesse remarquable d'évolution et leur possibilité d'assurer par leurs armes automatiques leur défense rapprochée contre l'ennemi aérien.

Capables de partir à la première alerte sans « allumer les feux » (seuls, les « cuirassés de poche » allemands et quelques navires de moindre tonnage, tels que nos avisos coloniaux, jouissent du même avantage), ils peuvent mettre à profit toutes les occasions.

De même, leurs faibles dimensions leur permettent de trouver de nombreux abris dans des ports interdits à tous autres navires de guerre et d'« infester », ainsi, grâce à leur vitesse d'au moins 30 nœuds, des mers fermées comme la Manche et la mer du Nord.

Cuirassés et même destroyers peuvent donc être utilement attaqués sans grand risque pour le petit torpilleur.

Enfin, le faible prix de leur construction et de leur entretien favorise le développement de telles escadrilles, qui peuvent, en raison de leur multiplicité, obliger les grands navires à s'abstenir des mouillages qui ne soient pas strictement fermés.

Même par rapport à l'avion-torpilleur, ils offrent l'avantage de ne pas exiger une manœuvre aussi délicate que celle du rase-lames ; leur torpille tombe à la mer d'une faible hauteur et a moins de chance de s'avarier dans cette chute.

Les inconvénients du torpilleur à moteur

La mer reste toujours l'ennemie du petit navire ; elle peut, en effet, l'obliger à réduire sa vitesse à un tel point qu'il perde une grande partie de sa valeur offensive, et devienne la proie facile des destroyers.

L'horizon du torpilleur côtier est limité, et ce petit navire ne peut découvrir facilement l'ennemi. C'est là, d'ailleurs, le rôle attribué aujourd'hui à l'aviation.

Pour évaluer avec quelque précision la valeur tactique de ces nouvelles unités, compte tenu de tous les éléments précédents, il convient d'attendre que les deux séries de six torpilleurs côtiers aient été livrées à l'Amirauté britannique et que celle-ci ait fait procéder à des expériences méthodiques avec ces torpilleurs à moteur en liaison avec les autres bâtiments. S'il est exact qu'un demi-siècle de pratique du torpilleur ordinaire doive éviter certaines recherches sur des points aujourd'hui bien connus, il n'en est pas moins vrai que des différences essentielles séparent le nouveau navire de son aîné, tant dans les qualités du bâtiment lui-même que dans les conditions d'ambiance (vitesses, armes, emploi de l'aviation, etc.), dont il est impossible de trouver d'analogues dans les rencontres navales du passé.

Cap. de frég. H. PELLE DES FORGES.

N. D. L. R. — Ce nouveau type de torpilleur anglais fournit un nouvel exemple de la loi générale qui veut qu'un type de navire augmente sans cesse de tonnage, puis revient brusquement à un tonnage très inférieur, pour croître à nouveau. On pourrait ainsi le considérer soit comme un retour vers les dimensions des premiers torpilleurs, soit, au contraire, comme un développement de la formule des vedettes lance-torpilles. De ce dernier point de vue, le torpilleur à moteur d'aujourd'hui serait de puissance offensive évidemment supérieure à celle des anciennes vedettes ; on peut cependant se demander si, avec leur tonnage d'une cinquantaine de tonnes, ils pourraient rééditer la prouesse du *M. A. S.* italien de 12 tonnes, qui coula par surprise un cuirassé autrichien, et celle des vedettes anglaises de même tonnage qui, au mouillage de Cronstadt, coulèrent deux cuirassés et un navire dépôt de sous-marins.

Le gouvernement anglais va consacrer un supplément de crédits de l'ordre de 375 millions de francs pour la fabrication en grande série de masques à gaz pour la défense passive, de façon à ce qu'avant un an la totalité de la population civile de la Grande-Bretagne en soit complètement équipée.

UN NOUVEAU CONVOI DE RAVITAILLEMENT

Par Henry HECK

LES services auxiliaires de l'armée, le ravitaillement et les secours sanitaires, jouent un rôle souvent décisif dans les opérations militaires. En face des progrès rapides réalisés dans l'armement et le transport des troupes, ces services auxiliaires doivent aussi se perfectionner.

Le matériel qui est employé dans la plupart des cas n'est pas sans présenter des inconvénients graves. 150 cuisines de campagne dites roulantes et un nombre au moins égal de véhicules auxiliaires portant les provisions sont nécessaires pour ravitailler 30 000 hommes. Ces 300 véhicules sont lents, encombrants; ils gênent par là même les opérations et présentent une grande surface aux attaques aériennes. Le gaspillage de vivres est inévitable avec le grand nombre de véhicules dispersés et le rendement est faible. Les conditions d'hygiène sont souvent désastreuses.

Le remède consiste en un convoi de quelques véhicules automobiles, rapides, peu encombrants, pouvant être blindés en cas de guerre et qui, malgré leur nombre restreint, permettent un rendement élevé. Ce résultat est obtenu par une installation ultra-moderne que les Allemands ont mise au point.

Ce convoi rend de grands services, même en temps de paix. Il peut être employé partout où un grand nombre de personnes doit être ravitaillé : ouvriers dans usines, sur chantiers, foules sportives, meetings, congrès, etc. Il peut aussi porter des secours rapides en cas de catastrophes (inondations, accidents de chemin de fer, mine, etc.).

Une cuisinière roulante modèle qui prépare 30 000 repas complets en 24 heures

Le convoi de cuisine comprend 5 véhicules. La cuisine proprement dite est installée dans une unité motrice. Cette cuisine est

constamment en action, indépendamment de la consommation des rations. C'est là une des causes du rendement élevé. La cuisine contient 4 récipients à doubles parois, chauffés à l'électricité et ayant une capacité totale de 1 200 litres. L'espace entre les deux parois de chaque récipient est rempli de glycérine, ce qui augmente le rendement thermique. Chaque récipient communique avec une conduite d'eau. L'eau entre sous pression, par en-dessous, dans une conduite fermée. Un cinquième récipient de 300 litres, monté à l'arrière, prépare les boissons chaudes (café, thé, cacao, etc.). Un four à viande, de six compartiments, est monté au-dessus des roues. Ce four prépare 2 500 rations de viande dans une heure environ. Chaque récipient et chaque compartiment de four peut être chauffé séparément. La température est réglable pour chaque récipient. Un tableau indiquant ces températures se trouve au-dessus des fours.

Quatre ventilateurs dans le toit évacuent l'air chaud. Cette cuisine prépare 30 000 menus complets en vingt-quatre heures (soupe, pommes de terre, viande, légumes, boisson chaude).

Ce rendement incroyable dans une cuisine roulante est obtenu par l'évacuation immédiate des rations dans un véhicule de réserve où les aliments sont gardés chauds jusqu'à la consommation. Des caisses à doubles parois, avec isolant thermique, renferment 155 récipients rectangulaires à 40 litres, soit un total de 6 200 litres d'aliments préparés et chauds.

Cette réserve peut aussi être augmentée par l'adjonction d'une remorque ayant le même dispositif de caisses-thermos. Les récipients standards de 40 litres sont à doubles parois également et servent pour la distribution au détail des repas.

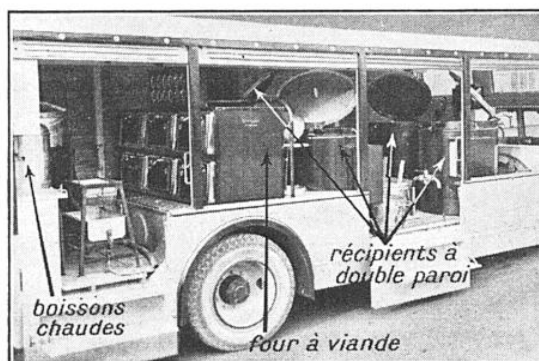


FIG. 1. — LA VOITURE-CUISINE PEUT CONFECTIONNER 30 000 MENUS COMPLETS, AVEC BOISSON CHAUDE, EN 24 HEURES

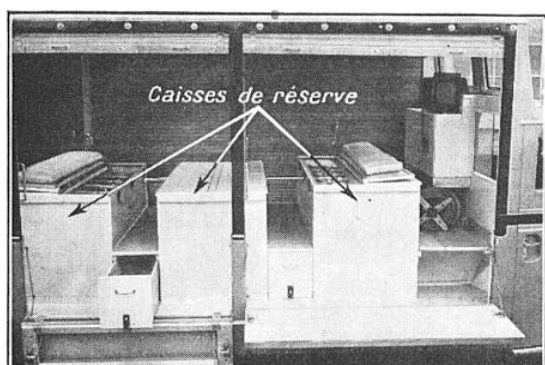


FIG. 2. — CES CAISSES-THERMOS COMPRENNENT 155 RÉCIPIENTS SÉPARÉS DE 40 LITRES CHACUN, POUVANT CONTENIR AU TOTAL 6 200 LITRES D'ALIMENTS CHAUDS

Les véhicules auxiliaires

Une installation moderne de boucherie est attachée, sous forme de remorque, au véhicule de cuisine. Cette installation comprend : 1 armoire frigorifique, 2 hachoirs, 1 machine à faire la saucisse et 1 moteur à air comprimé qui actionne ces machines. A l'une des extrémités du véhicule se trouve un récipient isolé à doubles parois, contenant 2 000 litres de boissons chaudes. La distribution se fait par 10 robinets automatiques (5 de chaque côté). Ces robinets débitent $\frac{3}{4}$ de litre à chaque tour, soit environ le contenu d'une gourde. Tout gaspillage est ainsi radicalement supprimé. Le souci de l'hygiène a été poussé très loin. Le remplissage du grand récipient se fait par pression, dans une conduite fermée, de même le nettoyage. Le contact de la boisson avec l'air est ainsi supprimé. 20 000 litres de boisson

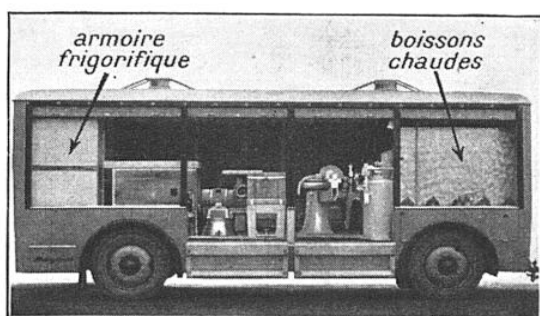


FIG. 3. — LA VOITURE-BOUCHERIE RENFERME DEUX HACHOIRS, UNE MACHINE À SAUCISSE, ACTIONNÉS PAR UN MOTEUR À AIR COMPRIMÉ, ET UN RÉCIPIENT POUVANT CONTENIR 2 000 LITRES DE BOISSONS CHAUDS

peuvent être distribués par les 10 robinets automatiques dans les vingt-quatre heures.

Les provisions de légumes, pommes de terre et 1 400 pains sont portés dans une remorque de grande capacité, attachée à l'unité motrice qui contient la réserve d'aliments chauds.

Rien n'a été laissé au hasard. Le convoi ne se ravitaille pas en eau n'importe où. Il porte sa propre réserve d'eau filtrée, dans une citerne de 3 000 litres. Le transfert de l'eau à la cuisine a lieu par une tuyauterie, sous pression.

Ces trois unités motrices et ces deux remorques constituent le convoi de cuisine proprement dit. Quelques véhicules de complément rendent l'emploi du convoi

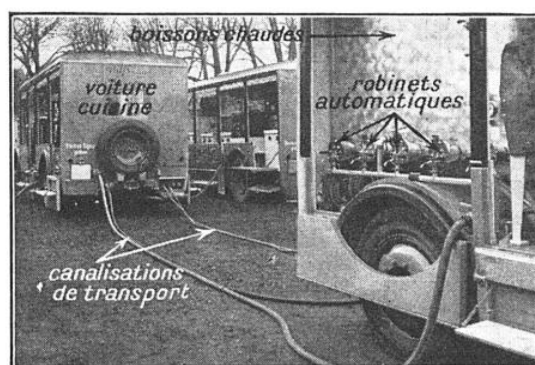


FIG. 4. — LE TRANSPORT DES BOISSONS D'UNE VOITURE À L'AUTRE A LIEU PAR DES CONDUITES SOUPLES, ET LEUR DISTRIBUTION S'EFFECTUE PAR DES ROBINETS AUTOMATIQUES DÉLIVRANT $\frac{3}{4}$ DE LITRE À CHAQUE TOUR

encore plus général. Un véhicule tout-terrains à six roues distribue les repas, dans les récipients de 40 litres, dans un rayon de 50 à 80 km. Un autre véhicule à six roues contient deux postes d'émission et de réception de T. S. F.

Une voiture-atelier accompagne le convoi. On y trouve un outillage complet et une pompe d'incendie portative. Une réserve d'eau pour la cuisine, de 1 000 litres, est préchauffée par les gaz d'échappement.

Un hôpital sur roues et hermétiquement clos permet de faire sur place toutes les opérations dans une salle moderne, comprenant même une installation de rayons X. Des couchettes pour le personnel sont disposées dans une remorque attelée à la voiture hôpital. Toutes les couchettes sont transformables en brancards.

Le personnel de ce convoi comprend 28 hommes.

HENRY HECK.

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 précision. Mais ce courrier abondant et varié aborde parfois des questions d'ordre scientifique qui peuvent être portées à la connaissance de tous. Aussi, sous cette rubrique, nous nous proposons de sélectionner les plus intéressantes d'entre elles pour la majorité de nos lecteurs.

A propos de la course Portsmouth-Johannesburg

P LUSIEURS de nos lecteurs nous ont demandé pourquoi la course Portsmouth (Angleterre)-Johannesburg (Transvaal) a été si décevante à tous égards. On sait, en effet, que sur les 9 avions qui prirent le départ, un seul arriva au but. Les 10 300 km du parcours furent franchis à la vitesse de 197 km/h seulement, alors que les appareils devaient permettre d'atteindre près de 300 km/h (1). Les raisons de cet échec se résument à ceci : le manque de préparation. Pour le comprendre, il faut se rappeler que cette compétition, uniquement réservée au matériel et aux pilotes britanniques, fut créée en vue d'empêcher le développement de la concurrence étrangère (allemande notamment) sur les lignes aériennes. L'épreuve devait être disputée obligatoirement en 1936. Aussi les constructeurs n'eurent-ils pas le temps de préparer des avions spécialement conçus à cet effet. Il en résulta des pannes de moteurs et même des arrêts forcés par manque de carburant, certaines étapes ayant une longueur trop voisine du rayon d'action des appareils (2 500 km). Le dérèglement de son compas amena ainsi le capitaine Halse à atterrir à 1 000 km du but. La traversée d'un continent particulièrement accidenté comme l'Afrique Orientale, avec des décollages sur des terrains lourds et élevés où l'air moins dense et échauffé « porte » mal, présentait évidemment un réel danger. Certes, quatre des avions engagés étaient munis d'une hélice à pas variable ; mais il faut remarquer que huit étaient monomoteurs, et un seul, bimoteur. Ce dernier seul possédait un poste de radio !

Aérodynamisme et changement de vitesse en 1936

I L est exact que la recherche de la meilleure pénétration dans l'air, qui a abouti aux formes aérodynamiques actuelles, a une influence sur la conception mécanique de la voiture automobile, spécialement en ce

(1) D'ailleurs, le capitaine Halse, qui tenait la tête après 9 000 km de course, avait volé à près de 260 km/h.

qui concerne la boîte de vitesses. Il est aisé de le comprendre, ainsi que l'a démontré M. Faroux. Supposons qu'une voiture de forme non étudiée ait une vitesse maximum de 100 km/h pour un régime du moteur de 3 500 tours/mn. Avec le même châssis muni d'une carrosserie aérodynamique, on atteindra, pour une même puissance et un même nombre de tours du moteur, 135 km/h. Pour cela, il faut, bien entendu, accroître le rapport du pont arrière. Toutefois, si, avec un maximum de 100 km/h, on peut se contenter de trois vitesses (rapports 0,3, 0,6 et 1), — car, dans tous les cas, le moteur tourne entre 2 100 et 3 500 tours, régime de couple et, par conséquent, de consommation acceptable, — il n'en est plus de même lorsque ce maximum est porté à 135 km/h. En effet, nous avons dû, pour cela, accroître le rapport du pont arrière. Si nous conservons les deux premières vitesses égales à 0,3 et 0,6 de la vitesse maximum, nous ne pourrions descendre aux faibles allures (en charge) qu'en réduisant le régime du moteur jusqu'à 1 300 ou 1 400 tours, inacceptable pour une utilisation rationnelle de la voiture. La solution apparaît : il faut ajouter aux trois vitesses primitives (dont le maximum correspondait à 100 km/h) une *quatrième* vitesse, permettant de rouler aux 135 km/h autorisés par l'aérodynamisme de la carrosserie pour une même puissance du moteur. La voiture la plus puissante du monde (« Auto-Union » 500 ch), qui ne pèse que 750 kg, ne possède-t-elle pas *cinq* vitesses, et un automobiliste averti n'a-t-il pas fait établir une 10 ch à *six* vitesses ? La faveur qu'ont connue en France les boîtes à trois vitesses est venue d'Amérique où, l'essence coûtant quatre fois moins cher que chez nous, on n'hésite pas à établir de gros moteurs qui consomment beaucoup, mais qui permettent de ne pas changer de vitesse. D'ailleurs, l'économie d'une quatrième vitesse ne se chiffre que par 150 fr environ ; il est donc heureux que l'aérodynamisme nous ramène à une plus saine conception de la mécanique automobile.

Il y a lieu, d'ailleurs, de distinguer ici entre la *souplesse cinématique* et la *souplesse dynamique* d'un moteur. La première est la propriété que présente ce moteur de fonctionner convenablement pour des régimes

très variables. Le moteur à explosion possède cette souplesse, puisqu'il tourne très bien depuis le ralenti jusqu'à sa vitesse maximum. Par contre, il n'a pas de souplesse dynamique, car il est incapable de développer un couple supérieur à sa valeur normale. On ne peut donc le surcharger comme on le fait pour une machine à vapeur. De sorte que le changement de vitesse doit être plutôt considéré comme un changement de multiplication; il est indispensable pour obvier au manque de souplesse dynamique du moteur et permettre au conducteur de modifier le couple moteur *appliqué aux roues*.

Ainsi, un autre ingénieur qualifié, M. Caputo, déduit des considérations précédentes que l'aérodynamisme doit nous conduire à l'automatisme, afin d'obtenir l'utilisation rationnelle du moteur, c'est-à-dire le maximum d'économie. Mais alors se posera la question de la résistance des engrenages qui travailleront beaucoup plus souvent qu'à l'heure actuelle où, sur la route, — et surtout en Amérique, — on reste le plus souvent sur la prise directe.

L'aérodynamisme des carrosseries ne suffit donc pas pour réaliser le meilleur rendement. Il faut aussi une conception mécanique rationnelle de la voiture, qui constitue un tout dont la modification de chaque élément entraîne celle des autres organes.

Avions transatlantiques

NOUS avons, en effet, déjà annoncé qu'en Allemagne, on procède actuellement aux essais d'hydravions propulsés par moteurs à *injection* (huile lourde), par opposition aux moteurs à *carburation* (essence), pour la future exploitation régulière des lignes aériennes transatlantiques Nord. Ces appareils doivent être catapultés au départ par suite du poids considérable de combustible qu'ils emportent à bord. De leur côté, les constructeurs anglais achèvent la mise au point de l'hydravion *Short* à moteurs à explosion. Aux Etats-Unis, les magnifiques appareils en service à la « Pan-American Airways » ont déjà fait leurs preuves — et avec quel éclat — sur les lignes transpacifiques. En France, l'avion terrestre quadrimoteur *Farman-221* (type *Centaure*) a déjà été en service sur l'Atlantique-Sud, mais il ne saurait être comparé aux matériels ultra-modernes que nous venons d'énumérer. Il nous semblerait même assez prétentieux de songer à l'utiliser pour les traversées commerciales régulières entre l'Europe et les Etats-Unis. Le ministère de l'Air s'en rend du reste parfaitement compte, puisqu'il envisage actuellement l'adoption d'un *Fouga-Métral-10* (1), équipé avec trois moteurs

(1) Depuis la mise au point de cet appareil, qui porte le nom des deux inventeurs, M. Fouga a abandonné toutes études du matériel transatlantique qui avaient été dirigées par M. Métral quand il était directeur technique de cette entreprise.

Renault-168 de 400 ch chacun. Ce *monoplan* en porte-à-faux, à train d'atterrissage escamotable, à volets de courbure, est précisément destiné aux liaisons postales rapides transatlantiques Nord. Il atteint, en effet, la vitesse moyenne de 335 km/h avec un rayon d'action dépassant 5 000 km. Son constructeur estime qu'à la vitesse réduite de 300 km/h (rayon d'action 6 000 km), il accomplirait le trajet Lisbonne-Açores-New York en moins de 17 heures ! Evidemment, le projet Métral surclasse d'ores et déjà le projet Farman.

Quelle est la meilleure voiture de sport ?

IL est parfaitement exact que les nouvelles voitures automobiles réalisent, avec 4 litres de cylindrée, des performances qu'aucune voiture de sport n'aurait pu atteindre il y a seulement cinq ans, notamment au point de vue des accélérations, de la vitesse et du freinage. Voici les caractéristiques d'une voiture de construction anglaise qui eut le plus de succès au Salon de Paris (« Bentley »). Avec 4,250 litres de cylindrée, cette voiture est capable de parcourir le kilomètre (lancé) en 25 secondes, soit 144 km/h. Sa vitesse moyenne sur route (300 km) est de 106 km/h. Les accélérations sont remarquables : ainsi, départ arrêté, on atteint la vitesse de 90 km/h en 200 m, 116 km/h en 400 m, 130 km/h en 600 m, 140 km/h en 1 000 m. On voit d'ailleurs combien l'accélération diminue aux grandes vitesses par suite de la résistance de l'air.

Le freinage est non moins remarquable : arrêt absolu en 31 m à 80 km/h, et en 52 m à 100 km/h.

Pourquoi un plan quadriennal allemand ?

ON sait que le Reich vient d'arrêter un plan économique de quatre années, destiné à assurer à l'Allemagne une sorte d'autarchie industrielle qui lui permettrait de s'affranchir, d'ici 1940, des importations de matières premières étrangères, et aussi de tous les produits manufacturés dont elle a besoin. Si elle se trouve encore dans l'obligation d'acheter, avec des devises appréciées, du pétrole aux Américains, du caoutchouc aux Hollandais ou aux Anglais, du coton aux Egyptiens, elle estime que la synthèse chimique lui permettra — un jour relativement proche — de se libérer de cette emprise des nations productrices qui détiennent certains marchés. Dans l'esprit des gouvernants du Reich, une telle politique vise non seulement à alléger l'économie nationale en temps de paix, mais surtout à adapter, dès maintenant, la production en vue de la mobilisation industrielle qui doit

accompagner — en cas de conflit — l'entrée des troupes en campagne. Ainsi, elle se trouverait en mesure de se soustraire à un nouveau blocus analogue à celui qu'elle subit pendant la dernière guerre.

Record d'altitude en avion

IL est exact que l'aviateur anglais Swain, qui s'est élevé à 15 230 m à bord de son avion *Bristol-138*, équipé d'un moteur Pegasus, était muni d'un scaphandre devant lui permettre de n'être incommodé ni par la raréfaction de l'air, ni par le froid. La température enregistrée descendit, en effet, à $-49^{\circ}8$ C. Le scaphandre étanche comporte un casque et un vêtement en toile caoutchoutée. La pression réglable dans cet appareil correspond environ à celle existant à 4 000 m d'altitude. Le pilote y respire en cycle fermé, c'est-à-dire que l'air expiré, régénéré chimiquement, débarrassé du gaz carbonique et de son humidité, est à nouveau respiré par le pilote. Les pertes d'air inévitables sont compensées par une pompe. La question du scaphandre est évidemment capitale pour les vols à haute altitude. On sait qu'en France, un tel vêtement, imaginé par les docteurs Garsaux et Rosentiel (1), donne à l'aviateur une grande aisance dans ses mouvements. Malheureusement, les inventeurs n'ont pas été aidés dans leur tâche pour la mise au point de leur appareil. Si le scaphandre de Swain lui donna satisfaction aux grandes altitudes, le dépôt de glace sur les vitres du casque, au cours de la descente, l'obligea à les découper. Le problème est donc plus délicat à résoudre qu'on pourrait le croire en pensant aux scaphandres sous-marins. C'est que ceux-ci travaillent sous une pression *extérieure*, tandis que le scaphandre aérien est soumis à une pression *interne*. C'est pourquoi, on se préoccupe également d'établir des cabines étanches (1) dans lesquelles pilote et passagers se trouveraient dans les conditions normales de température et de pression. Il semble qu'actuellement le vol aux hautes altitudes et le record de hauteur soient intimement liés à la solution de ce problème. Grâce au compresseur, les moteurs fonctionnent, en effet, convenablement, malgré la diminution de densité de l'air.

Les « poids lourds » et la mobilisation

EN cas de mobilisation, les véhicules industriels construits par l'industrie privée ont pris, au cours de ces dernières années, un essor considérable, en dépit de la limitation du poids et de l'encombrement. En effet, les grandes firmes françaises fabriquent couramment des véhicules

6 roues, 10-12 tonnes, conformément à la dernière réglementation mise en application par le ministère des Travaux publics. Les services de la Guerre seront très heureux de trouver un jour des véhicules d'une capacité aussi importante, car ils auraient même désiré que l'on pût disposer, en temps de guerre, de camions dépassant 12 tonnes. Mais l'accord rail-route s'y est opposé. Le rôle des transports routiers, en temps de guerre, sera, en effet, d'une importance telle que, dès le temps de paix, il faut coordonner les services pour qu'ils puissent très rapidement s'adapter à leurs nouvelles fonctions avec un matériel conforme à leurs besoins.

La production du pétrole

ON nous a demandé quelle était actuellement la production mondiale de pétrole brut pour les principaux pays producteurs. Voici, par ordre d'importance, pour les huit plus gros producteurs de l'univers, les résultats du premier semestre 1936, par rapport au premier semestre 1935, exprimés en tonnes :

Etats-Unis	74 350 000	contre	68 000 000
U. R. S. S.	13 377 000	—	11 963 000
Venezuela	11 846 000	—	10 800 000
Roumanie	4 350 000	—	4 330 000
Iran (Perse)	3 890 000	—	3 660 000
Indes Néerland..	3 070 000	—	2 900 000
Mexique	2 800 000	—	2 740 000
Irak	2 000 000	—	1 475 000

Pour que la terre « paye »

LA réglementation récente du cours du blé a abouti en effet — jusqu'ici — à une sorte de paradoxe qui n'est pas sans mécontenter les cultivateurs. En effet, l'Office du Blé a fixé (début de 1937) le prix pour 100 kg de froment à 142 fr moins la retenue pour le fisc et le commissionnaire en grains. Or, l'avoine — dont les débouchés diminuent au fur et à mesure que la traction animale disparaît — dépasse simultanément 115 fr alors qu'il y a un an elle n'atteignait pas la moitié. Quant au seigle, pour lequel on ne trouvait pas acheteur il y a deux ans encore, aujourd'hui son prix s'est élevé aux environs de 105 fr. Or, pour ces deux dernières céréales, le marché est demeuré libre, alors que le blé est dit protégé. Si l'écart entre le prix de vente de ce dernier et des autres grains demeure aussi faible, les cultivateurs auraient intérêt à se reporter vers des céréales que nous qualifions de « secondaires ». Voilà où on en arrive avec des économies dirigées. La vérité nous oblige à dire ici que le prix du blé atteindrait maintenant 160 fr s'il y avait eu la liberté de transaction. Voilà à quelle situation a abouti la miraculeuse protection sur laquelle on fondait tant d'espoirs !

* (1) Voir *La Science et la Vie*, n° 217, page 51.

CONSEILS AUX SANS-FILISTES

Par Géo MOUSSERON

Sous cette rubrique, notre collaborateur, particulièrement qualifié, expose à nos nombreux lecteurs sans-filistes les nouveautés les plus intéressantes susceptibles de porter au maximum le rendement des radiorécepteurs modernes et l'agrément des auditions.

Réglages des transformateurs MF avec l'hétérodyne de mesures

Tous les changeurs de fréquences comportent un, deux ou trois étages d'amplification MF. On sait que les accessoires de liaison sont des transformateurs accordés sur des fréquences immuables, quel que soit l'émetteur à recevoir. L'accord de ces transfos est généralement fait à l'aide de condensateurs ajustables, au réglage desquels on ne doit plus toucher. Pourtant, pour différentes raisons (humidité, manœuvre des vis de commande par une personne inexpérimentée, etc.), il peut se faire que l'on constate un dérèglement. Appréciable ou non, la sensibilité disparaît et il faut recommencer le réglage.

Rien n'est plus simple si l'on possède une hétérodyne de mesures. Si on ne la possède pas, la construction de ce petit dispositif est chose fort simple. Qu'est au juste l'hétérodyne de mesures ? Simplement un petit émetteur miniature étalonné, c'est-à-dire dont le cadran indique, par la position de l'aiguille, la fréquence sur laquelle travaille cet émetteur. Il tombe sous le bon sens que l'on doit prévoir l'hétérodyne pour fonctionner sur toutes les fréquences (ou longueurs d'ondes) dont on peut avoir besoin.

Nous étant bien pénétrés de cette réalité que l'hétérodyne est un émetteur, ne soyons pas surpris qu'elle possède une antenne fictive reliée à un fil court et blindé.

Supposons maintenant que le récepteur à réaccorder possède deux transfos MF dont le fonctionnement normal se fait sur 450 000 pér/s. On dit plus couramment 450 kc. Cette fréquence correspond à la longueur d'onde de 666 m environ.

Réglons l'hétérodyne sur 666 m (ou 450 kc, tout dépend de la façon dont est gradué le cadran), et mettons notre petit

émetteur en marche après avoir branché l'antenne fictive sur l'entrée primaire eP du deuxième transfo. Réglons les ajustables C jusqu'à ce que l'on entende un bruit maximum dans le haut-parleur. Dès cet instant, le second étage MF est bien réglé sur 450 kc. Reportons maintenant l'antenne de l'hétérodyne sur l'entrée primaire eP du premier transfo. Si ce dernier est dérèglé, nous n'entendons rien, ou tout au moins peu de choses. Réglons les condensateurs ajustables C' jusqu'à audition du bruit maximum de l'hétérodyne (bruit continu produit par l'oscillation de sa

lampe). Dès cet instant, il ne faut plus toucher aux quatre ajustables C et C' qui sont définitivement au point pour le réglage désiré de la moyenne fréquence.

Comme on peut s'en rendre compte, c'est un réglage facile à faire et qui peut se présenter assez souvent pour tous les sans-filistes. On voit qu'il ne nécessite pas l'utilisation d'un appareillage compliqué.

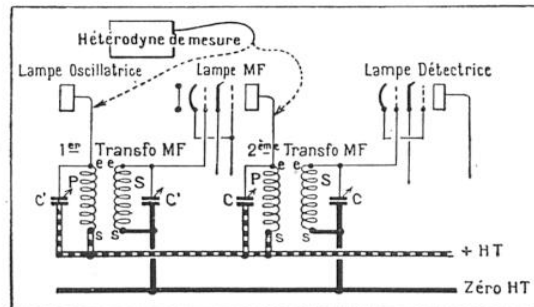


FIG. 1. — COMMENT ON UTILISE L'HÉTÉRODYNE DE MESURES POUR LE RÉGLAGE DES TRANSFORMATEURS MOYENNE FRÉQUENCE

Une nouveauté pratique, une simplification dans le montage

Le désir de tout sans-filiste professionnel ou amateur est, bien entendu, de réduire le plus possible le temps nécessaire au montage d'un châssis. Le *Bloc central de Commande* répond parfaitement à ce désir. Ce petit appareil forme, à lui seul, un petit châssis séparé constituant l'âme même de l'ensemble. Il porte toute la partie haute fréquence et changeuse de fréquence, indispensable à tout appareil basé sur le principe de la conversion de fréquence. On y trouve donc le contacteur, les bobinages supports de lampes et oscillateur, ainsi que le condensateur variable en ligne et son cadran.

A l'aide de quelques connexions, ce bloc peut être réuni au reste d'un récepteur dont la construction se trouve ainsi réduite à un court et facile travail d'assemblage.

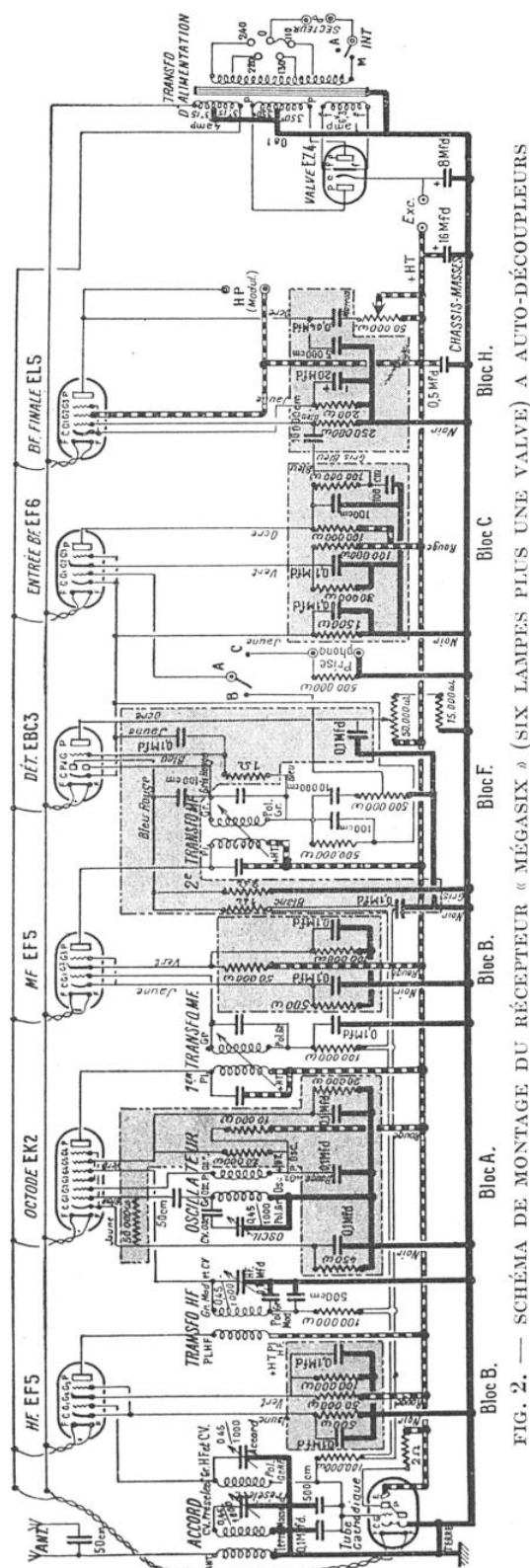


FIG. 2. — SCHÉMA DE MONTAGE DU RÉCEPTEUR « MÉGASIX » (SIX LAMPES PLUS UNE VALVE) A AUTO-DÉCOUPLEURS

Bien entendu, ces blocs sont interchangeables et se prêtent aux multiples essais nécessaires.

Le « Mégasix » à auto-découpleurs

PARMI les nouveaux modèles de récepteurs que nous apporte la saison d'hiver, il en est un qu'il convient de signaler tout particulièrement à nos lecteurs : c'est le *Mégasix* à 6 lampes + valve et tube cathodique pour réglage visuel.

Cet appareil de grand luxe peut recevoir les ondes de 11 à 3 000 m, c'est-à-dire toute la gamme des ondes longues, courtes et très courtes. Une haute fréquence est montée devant la partie changeuse de fréquence, afin que la sensibilité soit beaucoup plus poussée. L'expérience et les essais auxquels nous nous sommes livrés nous ont permis de constater la réelle utilité de cet étage supplémentaire.

L'appareil utilise les lampes européennes de la série rouge dont on connaît les remarquables qualités (1). Enfin, détail de toute première importance, la liaison entre les différents étages d'amplification est assurée par les éléments « auto-découpleurs ». On entend par là un ensemble de résistances et de capacités dont les valeurs sont étudiées pour pouvoir utiliser ce bloc, sans recherche ni calcul, entre une lampe déterminée et la suivante. La disposition des paillettes de connexions, sur chaque bloc, est telle qu'elle correspond rigoureusement à celles des supports de lampes. On se souvient que les supports en question sont d'un seul et unique modèle avec les nouvelles séries de lampes. Il suffit donc de souder directement chaque paillette de bloc sur chaque paillette de support. Ce procédé évite les connexions toujours trop longues, sièges de capacités nuisibles.

Quand chaque bloc est monté sur son support correspondant, on peut dire que 9 sur 10 des accessoires constitutifs sont en place. Ceux qui restent à brancher sont en petit nombre d'abord, et les effets de capacités nuisibles, créés par leur rapprochement, n'ont pas la même importance que dans le cas des éléments insérés dans les blocs.

Tout, dans cet appareil, a été étudié pour constituer un ensemble d'avant-garde qui en fait un récepteur remarquablement sensible et sélectif.

GÉO MOUSSERON.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 226, page 337.

SANS-FILISTES, avant d'acquiescer un appareil récepteur, n'hésitez pas à consulter le service technique de *La Science et La Vie*. Il vous renseignera impartialement sans tenir compte de considérations commerciales qui, trop souvent, faussent le jugement.

(Prière de joindre un timbre pour la réponse.)

LES A COTÉ DE LA SCIENCE

INVENTIONS, DÉCOUVERTES ET CURIOSITÉS

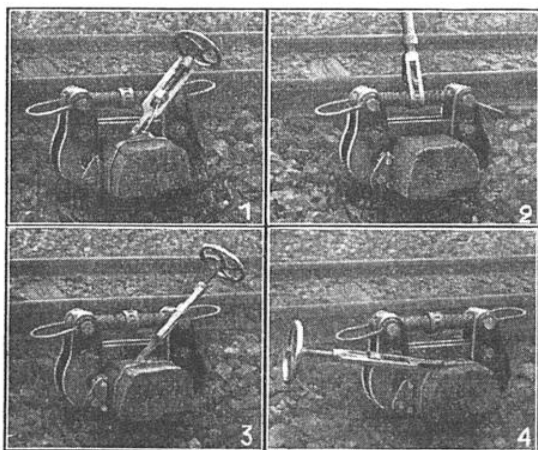
Par V. RUBOR

Pour l'entretien des voies ferrées, voici un appareil simple à fretter les traverses de chemins de fer

LES fentes constatées assez fréquemment sur les traverses en bois supportant les rails, n'exigent pas leur remplacement. On les répare au moyen d'esses ou de boulons. Le boulonnage d'une traverse en place est assez difficile et exige l'emploi d'appareils spéciaux d'un prix élevé. On a songé à consolider les traverses à l'aide de frettes en feuillard ou en fil de fer entourant la partie fendue et fortement serrée. Des appareils de frettage sont utilisés sur certains réseaux étrangers, au Japon notamment, mais ils sont d'un prix élevé.

M. Gibert, chef de district à Tournus, a réalisé un appareil de disposition à la fois simple et ingénieuse, en vue du serrage énergique de la frette, constitué par du fil de fer galvanisé ou du fil d'acier.

La traverse est tout d'abord serrée au moyen d'une presse à double levier, dont les branches sont unies par une vis à pas contraires. Ces branches sont munies de mâchoires pivotantes avec galets cannelés prenant solidement appui sur la traverse, quelle que soit sa forme. Lorsque cette opération est terminée, on entoure le bout dégagé de la traverse de fil d'acier en l'appli-



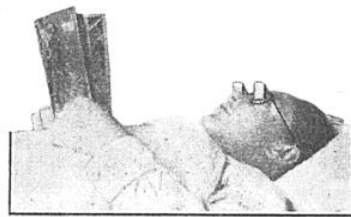
FRETTAGE D'UNE TRAVERSE DE VOIE FERRÉE
1, l'appareil en place à l'extrémité de la traverse fendue; 2, la traverse est soumise à un serrage énergique; 3, placement et serrage de la frette en acier au moyen du tendeur; 4, l'appareil rabattu accroche le fil formant la frette.

quant le mieux possible. On passe le brin libre du fil dans une boucle ménagée à l'autre extrémité, et ce brin libre est alors placé dans une rainure d'un coulisseau porté par le tendeur visible sur nos photographies. Le bec de ce tendeur prenant appui sur la boucle du fil, la manœuvre du volant provoque la montée du coulisseau et assure une tension énergique du fil. Le tendeur est alors rabattu de façon à former un crochet à l'extrémité du câble sans diminuer la tension.

Quelques crampons suffisent pour fixer la frette ainsi posée.

Pour lire au lit sans fatigue

LA lecture dans la position couchée devient rapidement fatigante par suite de la nécessité de tenir l'ouvrage, le journal ou la revue à hauteur des yeux. Pour éviter cette fatigue, voici un nouveau dispositif de lunettes dans lesquelles les verres sont remplacés par des prismes rectangulaires dont le grand côté de l'angle droit est argenté. Grâce à la double réflexion qui a lieu dans chaque prisme, l'objet regardé est vu dans sa position naturelle. Le livre étant simplement tenu debout sur le lit



LA « LUNETTE DE LIT » PERMET DE LIRE SANS ÉLEVER L'OUVRAGE

et la tête restant allongée, les yeux voient distinctement l'écriture sans aucun effort. La « lunette de lit » est donc indispensable à tous, malades et bien portants.

H. & M. RENAULT, 107, rue Jouffroy, Paris (17^e).

Tout le monde dessinateur

NOUS avons déjà signalé, à plusieurs reprises, deux appareils : la *Chambre claire universelle* et le *Dessineur*, qui, par leur maniement facile, permettent à n'importe quel amateur ou professionnel, de reproduire par le dessin, avec une grande exactitude, soit un document, soit un paysage, soit un sujet quelconque. Pour répondre à la demande de nombreux lecteurs, rappelons sur quel principe d'optique sont basés ces appareils. Grâce à un prisme à réflexion totale, dont la base est argentée, l'œil peut voir simultanément sur le papier la pointe du crayon et le sujet à reproduire. Dans ces conditions, il suffit de suivre avec le crayon les contours et détails du sujet. Avec ces appareils, il est d'ailleurs possible, en faisant varier la distance du prisme au papier à

dessin, de réaliser, soit une reproduction en grandeur réelle, soit une réduction, soit un agrandissement. La *Chambre claire universelle* est un véritable instrument de précision qui permet aussi de retourner une image pour obtenir sa symétrique, de redresser des photographies déformées, etc.. Le *Dessineur*, dérivé de l'appareil précédent, a été spécialement créé pour vulgariser l'emploi de ces instruments. Sa construction plus simple le rend plus économique, bien qu'il possède la plupart des qualités de la Chambre claire. A ce titre, il est fort apprécié des jeunes amateurs de dessin.

Ainsi, tout le monde peut, aujourd'hui, entreprendre les travaux les plus divers et les plus difficiles avec la certitude d'une réussite complète.

BERVILLE, 18, rue Lafayette, Paris (9^e).

Pour la commande automatique des feux de position d'une auto

MONSIEUR CHILOWSKI, qui a attaché son nom au repérage des sous-marins par les ultrasons (1), vient d'imaginer un photorélais qui commande les feux de position d'une automobile selon l'éclairage extérieur, sans intervention d'une cellule photoélectrique.

1) Voir dans ce numéro page 437.

L'appareil repose sur le principe de la combinaison du chlore et de l'hydrogène sous l'action de la lumière. Si, dans une capacité fermée, contenant, en présence d'une atmosphère de chlore et d'hydrogène, une solution d'acide chlorhydrique, nous faisons passer un courant électrique, l'électrolyse de l'acide produit du chlore et de l'hydrogène, insolubles dans la solution qui leur donne naissance. Si la capacité est éclairée, les deux gaz se combinent pour reformer l'acide. Selon l'intensité de l'éclairage, c'est la combinaison des deux gaz qui l'emporte sur l'électrolyse ou inversement. On obtient ainsi des variations de volume ou de pression dont l'action peut être assez puissante pour ouvrir ou fermer directement le contact d'un circuit électrique. On n'a donc plus besoin d'amplificateurs comme avec la cellule photoélectrique.

Cet appareil, peu encombrant, peu coûteux et robuste, peut donc commander automatiquement le circuit d'éclairage des feux de position d'une automobile lorsque le jour tombe. On peut d'ailleurs envisager de multiples applications : contrôle de l'éclairage sur les voies publiques, dans les écoles, musées ; allumage et extinction des réclames et panneaux indicateurs lumineux, etc..

SOCIÉTÉ TUBEST, 6, rue Euler, Paris (8^e).

V. RUBOR.

CHEZ LES ÉDITEURS (1)

Nouvelle encyclopédie pratique de mécanique.

Maintes fois, au cours d'un quart de siècle, nous avons reçu de nombreux lecteurs des lettres où ils nous demandaient quels étaient les ouvrages les mieux adaptés pour les initier aux sciences dont ils avaient besoin pour bien comprendre le mouvement des idées contemporaines. Ils ajoutaient que *La Science et la Vie*, qui, au jour le jour, inventorie les créations de l'esprit humain, devait être complétée par une encyclopédie « bien faite » leur permettant d'accroître ainsi leurs connaissances.

C'est pour atteindre ce but que la *Nouvelle Encyclopédie pratique de Mécanique*, publiée par la Librairie Quillet, a été fondée ; elle complète, en quelque sorte, l'édifice des encyclopédies dont M. Aristide Quillet s'est révélé l'architecte, afin de faciliter l'entendement surtout chez ceux qui n'ont pas eu l'heureuse destinée d'acquiescer un enseignement approprié dans les écoles du plan supérieur. Mais les techniques sont tellement nombreuses et tellement vastes, au train accéléré où marche le génie créateur, que même les spécialistes qui sortent des grandes écoles ont intérêt à consulter cette encyclopédie vivante pour y retrouver — ou y trouver — rapidement les renseignements théoriques et pratiques dont chacun peut avoir besoin quotidiennement.

Ainsi un ouvrage de ce genre, périodiquement mis à jour, supprime, en quelque sorte, l'isolement... intellectuel du travailleur en mettant toute une bibliothèque à la portée de sa main.

(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.

L'auto et l'Amérique, par Louis Bonneville. Prix franco : France, 16 fr 40 ; étranger, 18 fr 80.

Quand on parle de l'automobile, l'esprit se reporte immédiatement vers l'Amérique, où son développement est prodigieux et prestigieux. L'auteur de ce petit volume nous rappelle les dates et les faits qui ont marqué l'évolution de la locomotion mécanique depuis son origine (qui remonte déjà à la fin du siècle dernier), et, à ce titre, il intéressera plus particulièrement ceux qui en ont connu les temps héroïques.

Cotilus l'avocat, par Aloys Miramar. Prix franco : France, 16 fr 80 ; étranger, 20 fr.

L'histoire d'une famille romaine pourra intéresser les fils et même les filles de nos lecteurs qui, à l'occasion de la nouvelle année, aiment, comme au temps de notre jeunesse, à se nourrir d'ouvrages pittoresques. A cet égard, nous recommandons particulièrement *Cotilus l'avocat*, fort bien illustré, fort bien écrit.

L'imbroglia du problème des lotissements, par Géo Minvielle. Prix franco : France, 16 fr 20 ; étranger, 18 fr 20.

La question de Pâques et du calendrier, par l'abbé Chauve Bertrand. Prix franco : France, 17 fr 80 ; étranger, 20 fr 30.

Une science de l'ordre est cachée dans le monde des nombres, par Alfred Sage. Prix franco : France, 16 fr 60 ; étranger, 19 fr 40.

Les répercussions des grèves et des lois sociales sur les marchés en cours, par Géo Minvielle. Prix franco : France, 11 fr 20 ; étranger, 13 fr 20.

N. D. L. R. — L'abondance des articles ne nous a pas permis d'insérer ici, comme chaque mois, le tarif des abonnements.

Directeur : G. BOURREY. — Gérant : M. LAMY.

Paris. — Imp. MAURICE BERNARD, 18, rue d'Enghien.

L'ALUMINIUM DANS LES INDUSTRIES ALIMENTAIRES

Pourquoi l'emploi du papier d'aluminium se développe de plus en plus pour l'emballage

LA généralisation de l'emploi du papier d'aluminium pour l'emballage de nombreux produits ne résulte pas, comme on pourrait le croire *a priori*, d'une mode passagère. Elle dérive, au contraire, d'une étude rationnelle de la question et, dans l'état actuel de nos connaissances, on n'imagine guère quel matériau serait susceptible de détrôner l'aluminium.

Un emballage doit, en effet, remplir un double but. Si le plus apparent réside dans la meilleure présentation de l'objet ou du produit offert à la clientèle, le second, aussi essentiel, consiste à protéger une marchandise périssable contre les agents susceptibles de l'altérer, tels que l'air et ses microbes, l'humidité, certains produits chimiques, la lumière même. Le métal apporte donc la meilleure solution du problème. Douce au toucher, agréable à la vue, étanche, la feuille métallique réalise à la fois l'habit élégant et la cuirasse.

Le choix du métal se trouve naturellement limité par la nécessité de pouvoir obtenir des feuilles minces, légères, malléables, afin qu'elles épousent avec précision la forme de l'objet ou du produit. Aussi ce choix devait-il se porter sur l'aluminium, trois fois plus léger que le fer, très ductile et pratiquement inaltérable. De plus, l'aluminium, bon conducteur de la chaleur et du froid, possède un pouvoir émissif faible ; sa surface polie réfléchit les radiations thermiques ou lumineuses qu'elle reçoit. Un produit enveloppé de papier d'aluminium est donc à l'abri des brusques variations de température.

Enfin, condition industrielle importante, le papier d'aluminium s'obtient aisément par laminage jusqu'à des épaisseurs de quelques millièmes de millimètre, et tous les façonnages du papier ordinaire peuvent lui être appliqués. *Blanc uni* à la sortie du laminoir, il peut être ensuite *gaufre, strié, colorié, imprimé*. Signalons qu'un recuit après laminage lui donne une faculté étonnante de pliage et de mise en forme, en même temps qu'il le débarrasse de toute trace d'huile pouvant provenir des cylindres du

laminoir. Selon sa destination, l'aluminium peut être employé soit seul, soit doublé (de mousseline, de cellulose, de cellophane, de kraft, de cristal, de papier sulfurisé ou de carton).

Cette souplesse dans l'utilisation, jointe aux qualités que nous avons mentionnées, devait donc donner au papier d'aluminium une vogue justifiée. Aussi les industries qui font appel à lui sont-elles de plus en plus nombreuses.

Citons d'abord la *chocolaterie*, la plus grosse consommatrice de papier d'aluminium en France et qui devrait l'utiliser plus encore. Le chocolat n'est-il pas le produit le plus délicat qui demande une protection effective contre la chaleur,

les odeurs, les poussières, l'humidité et la lumière ? Voici ensuite la *confiserie*, pour laquelle on a créé des machines débitant par minute 750 bonbons enveloppés de métal.

Dans la *biscuiterie*, le papier d'aluminium fait merveille. Il conserve au biscuit tout son arôme, même le plus subtil, de même que son « croquant » si apprécié. On l'emploie ainsi de plus en plus pour le pain d'épices, très sensible à la température, et qui « s'évente » si facilement. Là encore, il faudrait

que tous les fabricants, soucieux de la bonne qualité de leurs produits, utilisent sur une grande échelle le papier d'aluminium.

L'*épicerie* utilise déjà beaucoup le papier d'aluminium. Si le thé en absorbe, pour son emballage, de grandes quantités, le cacao, le café ne gagneraient-ils pas à être également protégés, de même que le poivre, le sucre, les pâtes, etc. ?

Enfin, après avoir rappelé que l'aluminium conserve aux produits de *charcuterie* (jambon, saucisson, etc.) toutes leurs qualités, signalons que la *beurrerie* et la *fromagerie*, déjà grosses clientes de l'aluminium, pourraient en développer l'emploi. Dans ce papier, le beurre ou la margarine conservent, en effet, leur aspect et leur saveur cinq à six fois plus longtemps que dans du papier sulfurisé. Pour les fromages (à part les fromages crus fermentés, sauf le camembert, le brie et le bleu d'Auvergne), l'aluminium constitue un emballage à la fois agréable et sûr.

Les applications du papier d'aluminium à

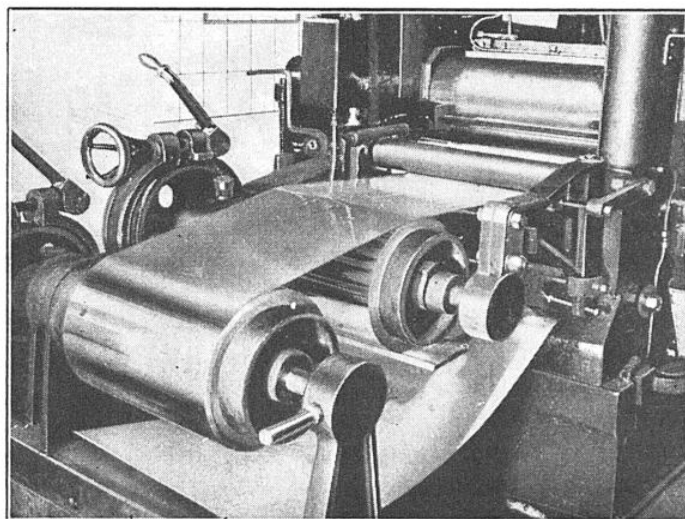


FIG. 1. — MACHINE A PRÉPARER LE PAPIER D'ALUMINIUM

l'emballage se multiplient sans cesse : boîtes à lait doublées d'aluminium, boîtes à huile de graissage pour automobiles également garnies d'aluminium, enveloppes de cigarettes en aluminium, etc.

L'aluminium et le bouchage des bouteilles

Le bouchon de liège, morceau d'écorce d'arbre façonné, ne constitue pas, de toute évidence, le procédé le plus hygiénique et le plus sûr (à moins d'utiliser des bouchons de premier choix, trop chers dans la pratique courante) pour mettre à l'abri de toute fuite ou de toute pollution le contenu d'un récipient. On sait que le *surbouchage* consiste à coiffer le bouchon d'un petit bonnet métallique. Pour cela, on utilise l'aluminium en forme d'un petit cylindre dont on sertit légèrement la base après la pose. Une machine automatique peut livrer ainsi 3 000 bouteilles à l'heure.

Toutefois, on tend aujourd'hui à remplacer le bouchage par le *capsulage*, c'est-à-dire à fermer la bouteille par une surface métallique bien plane, quelquefois garnie d'une rondelle de liège de premier choix, qui s'applique fortement sur le sommet du goulot. L'étanchéité est rigoureuse. L'aluminium présente, nous l'avons dit, toutes les qualités requises pour atteindre ce but. Il est, en effet, inattaquable aux liquides usuels, inoffensif, assez plastique pour se plier à tous les emboutis, assez solide pour résister aux chocs moyens, mais assez souple pour se laisser déchirer, très léger, peu coûteux. On l'utilise sous forme de feuillet de 25/100 mm d'épaisseur d'une grande pureté (99,5 %). Deux méthodes sont utilisées pour le capsulage : le *vissage* et le *sertissage*.

Dans le procédé par *vissage*, la capsule d'aluminium présente une spirale intérieure qui se visse sur le goulot de la bouteille. L'étanchéité est assurée par le serrage. Ce « bouchage volant » est très commode lorsqu'il s'agit d'un flacon dont on doit extraire de temps en temps de petites quantités de son contenu. Cependant, il exige des bouteilles à goulot spécial. Sur le fer, l'aluminium a l'avantage de ne pas rouiller ; sur la matière plastique, il a celui de l'économie. Par ailleurs, on sait aujourd'hui lui donner toutes les teintes désirées par un traitement d'oxydation anodique et une coloration (procédé Alumilite).

Le *capsulage par sertissage* est, aujourd'hui, le procédé le plus répandu. On utilise encore pour cela le fer sous la forme d'un disque de fer-blanc embouti et dentelé qu'une machine resserre d'un seul coup sur la bague du goulot de la bouteille. Mais il faut alors un outil spécial pour le débouchage. De plus, le fer peut rouiller, et si l'on veut faire figurer un nom ou une marque sur la capsule, deux opérations sont nécessaires :

l'une pour l'impression de la marque, l'autre pour la mise en forme de la capsule. Le bon marché du fer-blanc se trouve annulé.

Avec l'aluminium, au contraire, un poinçon imprime la marque en même temps qu'un emporte-pièce découpe la capsule. Celle-ci est une calotte plate, sans griffes, présentant une ou deux languettes. La sertisseuse rabat les bords sous la bague du goulot (1) et l'étanchéité est assurée, même si le goulot est ébréché (avec le fer, une bouteille ébréchée doit être mise au rebut). Pour ouvrir la bouteille, il suffit de tirer à la main sur une languette : la capsule se déchire.

De nombreuses bouteilles d'eaux minérales (Evian, Vittel, Contrexéville) sont aujourd'hui ainsi capsulées. La capsule d'aluminium résistante

à des pressions de 5 à 6 kg/cm² (et même 10) les bouteilles d'eaux les plus gazeuses peuvent être ainsi bouchées. Pour le vin, si la tradition conserve le bouchon de liège (et aussi le souci de ne pas jeter un stock considérable de bouteilles dont le goulot ne présente pas la bague nécessaire), on utilise déjà, dans plusieurs régions de France, le capsulage à l'aluminium. L'économie réalisée compense de loin la nécessité d'employer de nouvelles bouteilles.

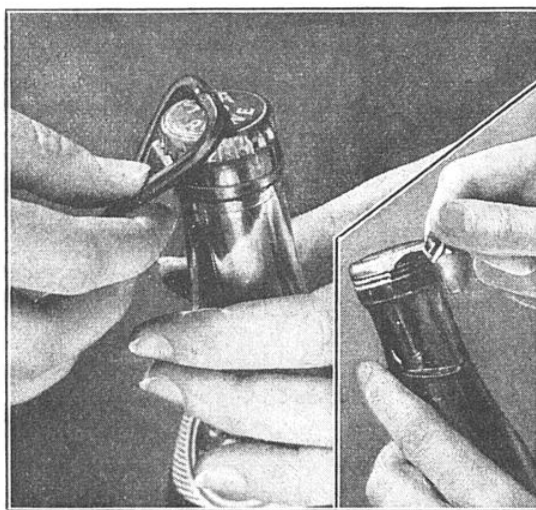
Voici enfin la *bière* et le *lait*. En Suisse, en Hollande, en Autriche, en Suède, le bouchon de porcelaine des canettes de bière, lourd et fragile, cède le pas au capsulage à l'aluminium. C'est un progrès notable en ce qui concerne l'hygiène.

Pour le *lait*, la question est encore plus importante, par suite de la place qu'il tient dans l'alimentation, notamment des enfants. Le bouchon de verre n'offre, évidemment, qu'une étanchéité insuffisante et le disque de carton est un réceptacle de nombreuses poussières. Aussi d'importantes sociétés laitières ont-elles adopté le capsulage d'aluminium. En Hollande et en Italie, ce procédé n'est-il pas obligatoire ?

En résumé, dans le problème du bouchage des bouteilles, nous devons constater une évolution continue depuis l'utilisation du liège, dont nous avons vu les inconvénients, jusqu'à l'emploi du métal, dont le capsulage constitue la forme la plus moderne et la plus rationnelle, notamment grâce à l'aluminium.

Ainsi l'aluminium — cet étonnant métal qui, grâce à ses alliages légers à haute résistance, a profondément modifié de nombreuses industries — s'avère encore, dans le domaine de l'alimentation, comme un précieux auxiliaire pour la conservation et la présentation des denrées les plus délicates.

(1) Une machine automatique, utilisant la bande d'aluminium qu'elle estampe, découpe et ajuste, peut livrer jusqu'à 9 000 bouteilles à l'heure.



(Photo Draeger.)

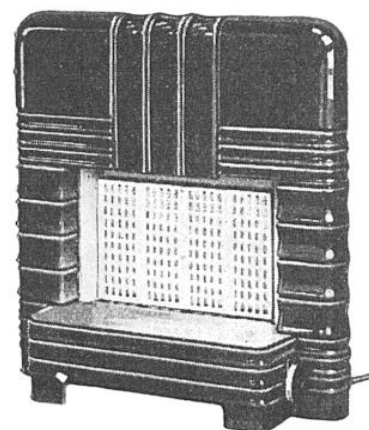
FIG. 2. — LE CAPSULAGE AU FER-BLANC (EN HAUT) EXIGE UN OUTIL POUR LE DÉBOUCHAGE ; LA CAPSULE EN ALUMINIUM (EN BAS) S'ENLÈVE AISÉMENT À LA MAIN

UN CHAUFFAGE HYGIÉNIQUE

UN technicien anglais, qui avait une âme de poète, a formulé, en ces termes, le problème du chauffage : « Réaliser dans les locaux chauffés l'atmosphère agréable d'un beau jour de printemps, et compléter le chauffage par le rayonnement d'un

foyer à gaz aussi salubre que celui du soleil ».

Le moyen le plus simple et le moins onéreux d'installer le printemps à demeure chez soi : chauffer par « radiateurs à gaz » ou, pour employer un terme techniquement plus exact, par foyers rayonnants à récupération.



MODÈLE DE RADIATEUR A GAZ CHAUFFANT PAR RAYONNEMENT

Ces appareils de chauffage, si commodément installés dans les cheminées, chauffent pour une de leurs parties par rayonnement, pour le reste par convection.

Par rayonnement, cela veut dire que la surface incandescente du radiateur émet des rayons calorifiques qui traversent l'air de la pièce sans en élever sensiblement la température, mais qui chauffent rapidement les objets et les êtres placés sur leur parcours.

Avec un tel chauffage, dès que l'incandescence est réalisée, — et elle s'établit à peu près instantanément, — on éprouve une sensation de chaleur. C'est donc le moyen par excellence d'un chauffage intermittent.

Par convection, cela s'entend d'appareils qui chauffent l'air — à la manière des « radiateurs » de chauffage central — de telle sorte qu'êtres et choses puissent leur chaleur dans l'ambiance, et se mettent, avec elle, en équilibre de température. Les deux modes se combinent dans les radiateurs à récupération qui fournissent un rayonnement doux et élèvent en même temps progressivement la température de l'air qui, mis ainsi en mouvement, circule dans la pièce et vient se réchauffer au contact de l'appareil après avoir fourni de la chaleur aux occupants et aux parois du local.

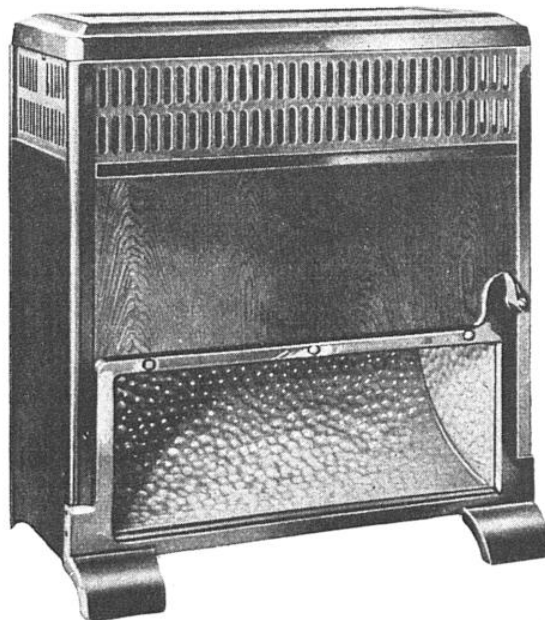
Ainsi, avec ces appareils, réalise-t-on l'air tiède d'un beau jour de printemps (convection) sous un rayonnement bienfaisant analogue à celui du soleil (rayonnement).

Tous ces appareils se prêtent naturellement, puisqu'ils sont au gaz, à la régulation automatique grâce à quoi une température uniforme et constante, celle-là même qu'a choisie l'habitant, est réalisée de façon parfaite.

Et voilà un grand avantage en ce qui concerne l'hygiène.

Il reste, bien entendu, — et l'on devra le noter de façon formelle, — qu'un radiateur à gaz n'est pas un poêle mobile et ne doit pas être traité comme tel : le radiateur à gaz doit être relié à la plomberie par un tube rigide, et non de caoutchouc ou analogue, et l'évacuation de ses gaz brûlés sera effectuée par une cheminée. On peut être alors certain que ces radiateurs emporteront tous les suffrages des hygiénistes, d'autant plus sûrement qu'ils satisfont, de surcroît, à une de leurs plus chères exigences : ils assurent une bonne ventilation des pièces dans lesquelles ils fonctionnent.

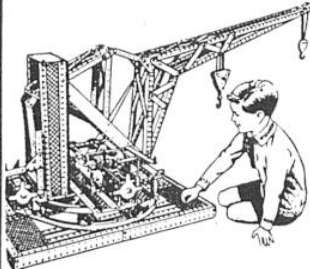
Et si, pourvus de l'estampille A. T. G., ils affrontent la sévérité des hygiénistes, il ne fait pas de doute que le brevet de « chauffage hygiénique » leur sera décerné avec éloges.



MODÈLE DE RADIATEUR MIXTE A GAZ, CHAUFFANT PAR RAYONNEMENT ET CONVECTION

MECCANO

LA VRAIE MÉCANIQUE POUR TOUS



Meccano est le seul jouet au monde qui vous donne des années de plaisir et d'amusement. Seul Meccano vous offre la possibilité d'inventer et de créer. C'est vraiment le seul jouet de construction établi d'après les principes exacts de la VRAIE mécanique. Meccano seul vous permet de créer chaque jour des modèles nouveaux : Grues - Ponts Roulants - Ascenseurs - Tracteurs - Autos - Avions - et des milliers d'autres... qui fonctionnent comme des vrais... Meccano est le seul jouet qui ne lasse jamais et qui procure à son heureux possesseur un enchantement sans cesse renouvelé.

N'hésitez pas... ACHETEZ UN MECCANO POUR NOËL

Boîte O. - construit 120 Modèles	26. »
— A. — — 217 —	36. »
— B. — — 338 —	54. »
— C. — — 449 —	72. »
— D. — — 479 —	108. »
Boîtes plus importantes jusqu'à	2650. »

ANIMEZ VOS MODÈLES

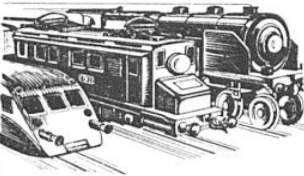
Moteur "Magic" (mod. A.B.C.D.)	15. »
— N° 1, mécanique.....	38. »
— N° 1A, réversible.....	57. »
— E 2, Elec 110 V.....	145. »
— E 2A, Elec 220 V.....	150. »

MÉCANISMES STANDARD MECCANO

Dans cette brochure figurent près de 200 Mécanismes spécialement étudiés, tous réalisés en pièces Meccano. Ils représentent presque tous les mouvements employés par les Ingénieurs. Cette brochure vous aidera à en comprendre facilement les principes. Chaque enthousiaste Meccano devrait l'avoir. Prix..... 6 Frs.

TRAINS HORNBY

ÉLECTRIQUES ET MÉCANIQUES



Reproduire le grand jeu des Chemins de Fer avec les articles Hornby est le meilleur amusement du monde. Ces jolis trains sont le dernier mot du réalisme. Que vous choisissiez un train mécanique ou électrique, vous êtes certain d'obtenir le plus grand plaisir et la plus entière satisfaction. Les Trains mécaniques sont munis des ressorts les plus sûrs. Les moteurs ont des mécanismes parfaits. Cette année, la série Hornby

est augmentée d'une merveilleuse nouveauté : les **Autorails** qui peuvent être obtenus en une, deux ou trois pièces. La splendide gamme de Matériel roulant, avec accouplements automatiques, et la série d'accessoires complètent le système Hornby dans tous ses détails. Commencez à composer un Chemin de Fer, mais que ce soit un... **HORNBY**.
Électriques de : 128 à 600 Francs — Mécaniques : de 29 à 340 Francs

CONSTRUCTEUR D'AUTOS

Les automobiles construites avec ces boîtes ont non seulement l'attrait d'une apparence extrêmement réaliste, mais... elles peuvent faire de longues courses à grande vitesse. Le moteur est compris dans la boîte ainsi qu'une notice d'emploi.
N° 1... 75 Frs — N° 2... 150 Frs

CONSTRUCTEUR D'AVIONS

La construction des modèles que ces boîtes permettent, renferme les principes mêmes de l'aviation. Toutes les pièces sont interchangeables et vous reproduirez les vrais prototypes.
Boîte N° 0. 33 Fr. Boîte N° 1. 55 Fr.
Boîte N° 2..... 100 Fr.

DINKY TOYS

Chaque fillette ou garçonnet doit collectionner les Dinky Toys, l'une des plus amusantes collections jamais encore conçues pour les enfants. Il y a maintenant près de 200 modèles des ces charmantes miniatures : Automobiles, Avions, Trains, Autorails, Triporteur, etc., tous en métal incassable et finis en émail de riches couleurs. Prix des Dinky Toys : De 1 Fr. à 12 Frs. Et voici encore une nouvelle série attrayante : les Ameublements de Poupées. Cette série comprend : Salle à Manger, Chambre à coucher, Cuisine, Salle de Bains.

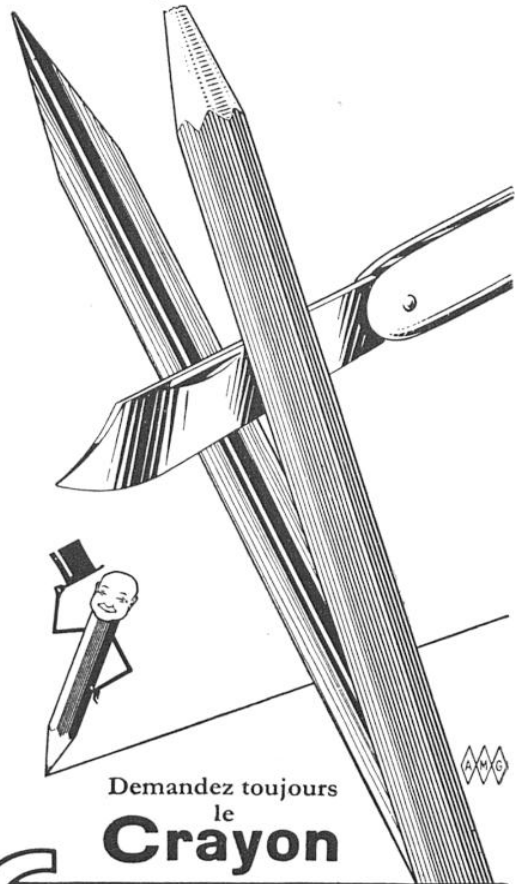
NOTRE CATALOGUE 1936-37 GRATUIT

Demandez à votre fournisseur un catalogue Meccano-Hornby. 36 pages illustrées, ou écrivez-nous et nous vous l'adresserons. Il contient tous détails et illustrations des fabrications du "Pays Meccano" et vous aidera mieux que tout autre à choisir les présents de Noël et Etrennes.

MECCANO (Service 31), 80, RUE RÉBEVAL — PARIS-19°

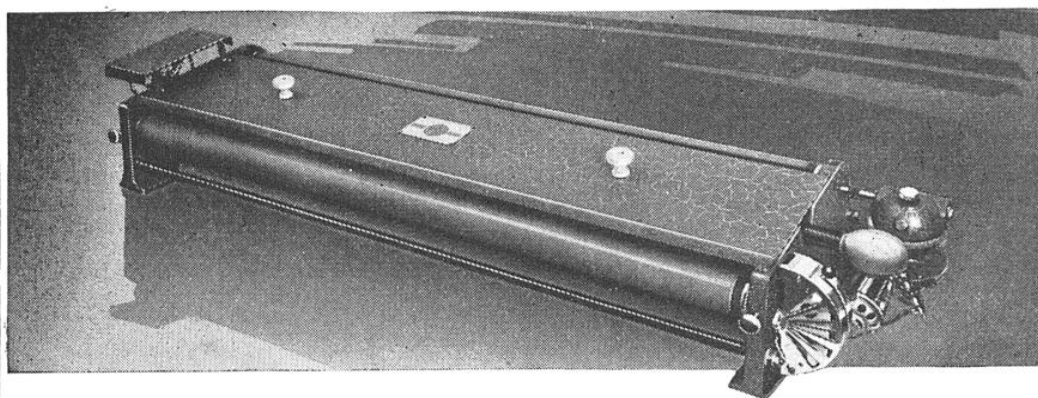
Bon bois.... Bonne mine!

Extérieurement, tous les crayons se ressemblent. Mais, faites cette expérience ! Alors, vous reconnaissez un crayon de qualité... La mine est saine, d'une seule pièce, entourée de cèdre d'Amérique. C'est un Caran d'Ache !



Demandez toujours
le
Crayon
CARAN d'ACHE

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



Une nouvelle machine à tirer les bleus

L'ÉLECTROGRAPHE BOY a été étudié, sous l'angle de la situation économique actuelle, pour satisfaire aux besoins d'une Clientèle soucieuse de réduire au minimum ses Frais d'achat et ses Frais généraux, mais trop avertie pour fixer son choix sur une Machine ne présentant pas des Garanties de longue durée et d'amortissement rapide.

*Robuste Rapide
Economique*

Demandez Catalogues et Renseignements à

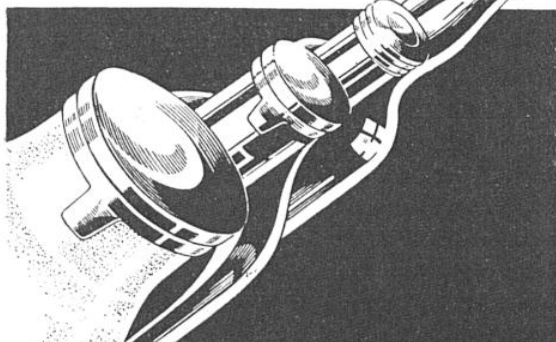
LA VERRERIE SCIENTIFIQUE
12.AV.DU MAINE.PARIS.XV^e T. Littré 90-13



BELLE PRÉSENTATION
ÉTANCHÉITÉ
GARANTIE D'ORIGINE
FACILITÉ DE POSE
ÉCONOMIE DE PRIX
INNOUITÉ

ALUMINIUM

POUR LE BOUCHAGE
DES BOUTEILLES



BON A DÉCOUPER

Veuillez m'adresser gracieusement et sans engagement de ma part, toute documentation concernant l'emploi de l'ALUMINIUM dans le CAPSULAGE.

NOM

PROFESSION

ADRESSE

L'ALUMINIUM FRANÇAIS

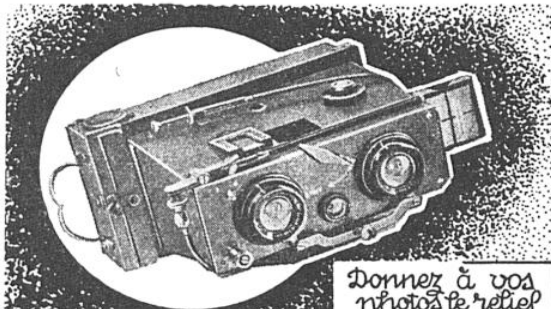
Société anonyme au Capital de 10 000 000 de Francs

23 bis, RUE DE BALZAC, PARIS-8^e - Tél. : CARnot 54-72

Apprenez l'ANGLAIS en lisant des ROMANS!

Plus de leçons! Plus de règle de grammaire! Plus de devoir! La Méthode PSYKOS bouleverse l'enseignement des langues vivantes. Grâce à elle, en quelques semaines, simplement en lisant des romans captivants, vous apprendrez l'anglais à fond et avec une facilité inouïe. Documentez-vous. Une superbe brochure explicative, abondamment illustrée, vous sera envoyée sur simple demande.

PSYKOS (V.S.A), Verrières-le-Buisson
(Seine-et-Oise)



Donnez à vos
photos le relief
naturel en
employant le...

...VERASCOPE
RICHARD.

le meilleur des appareils
photographiques stéréoscopiques

Le "STÉREA"
appareil photographique
stéréoscopique

GLYPHOSCOPES
HOMEOS, etc...

Modèle 45x107 et 6x13 à
mise au point automatique
avec obturateur à
maximum de rendement.
Magasin à film utilisant les
bobines Kodak et autres.

E^TJules RICHARD

7, Rue Lafayette (Opéra)

Unies et Durieux
25, Rue Mélingue

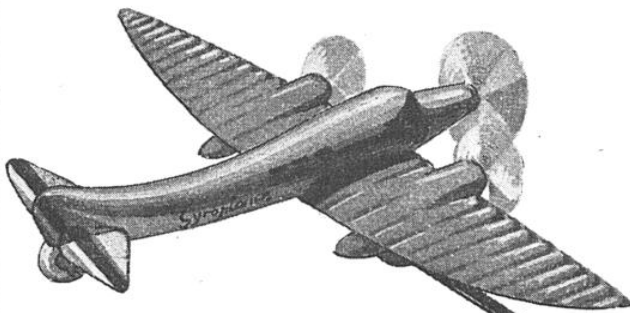
BON * découper et à en-
voyer pour recevoir
gratuitement le catalogue B.

Publicis

R 1140

HAVAS

Quelle joie



de posséder

le Gyroplane

MERVEILLEUX JOUET SCIENTIFIQUE !

Il s'envole, vole et atterrit en imitant le bruit d'un moteur, tel un véritable avion.

C'est un jouet MODERNE, SOLIDE et FRANÇAIS fabriqué par



22^F

&

39^F

Mécavion

NOTICE SUR DEMANDE AUX ETABLIS COUDRAY, A FOURCHAMBAULT (NIÈVRE)



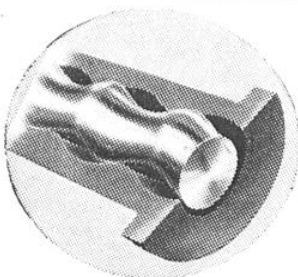

TOURISME
CHASSE, SPORT

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

Rien n'échappe aux jumelles Huet

HUET
PARIS
MARQUE DÉPOSÉE

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



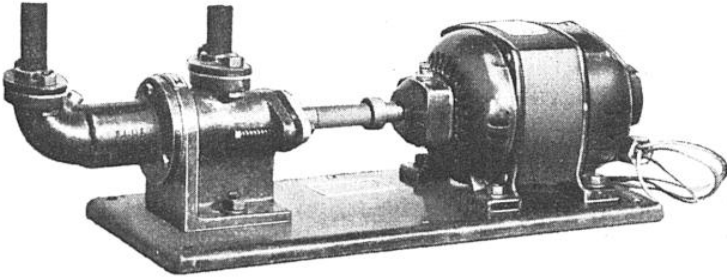
POMPES EN CAOUTCHOUC

LICENCE R. MOINEAU, BREVETÉE FRANCE ET ÉTRANGER

AVANTAGES

TOUS FLUIDES
LIQUIDES OU GAZEUX
EAU — VIN — PURIN
MAZOUT — ESSENCE
LIQUIDES ÉPAIS ET ABRASIFS
LIQUIDES ALIMENTAIRES
CRAIGNANT L'ÉMULSION

SILENCIEUSES
AUTO-AMORÇAGE
SIMPLICITÉ - ROBUSTESSE
USURE NULLE - ÉCONOMIE
— TOUTS DÉBITS —
— TOUTES PRESSIONS —
FACILITÉ D'ENTRETIEN



SOCIÉTÉ
POMPES • COMPRESSEURS • MÉCANIQUE
63, 65 RUE DE LA MAIRIE VANVES (SEINE) TÉL MICHELET 3746

Les étonnantes possibilités de la mémoire

J'étais loin de me douter en arrivant chez mon ami Borg que j'allais être le témoin d'un spectacle vraiment extraordinaire et décupler ma puissance mentale.

Il m'avait fait venir à Stockholm pour parler aux Suédois de Joffre et de nos grands maréchaux et, le soir de mon arrivée, après le champagne, la conversation roula naturellement sur les difficultés de la parole en public, sur le grand travail que nous impose, à nous autres conférenciers, la nécessité de savoir à la perfection le mot à mot de nos discours.

Borg me dit alors qu'il avait probablement le moyen de m'étonner, moi qui lui avais connu, lorsque nous faisions ensemble notre droit à Paris, la plus déplorable mémoire.

Il recula jusqu'au fond de la salle à manger et me pria d'écrire cent nombres de trois chiffres, ceux que je voudrais, en les appelant à haute voix. Lorsque j'eus ainsi rempli du haut en bas la marge d'un vieux journal, Borg me récita ces cent nombres dans l'ordre dans lequel je les avais écrits, puis en sens contraire, c'est-à-dire en commençant par le dernier. Il me laissa aussi l'interroger sur la position respective de ces différents nombres ; je lui demandai, par exemple, quels étaient le 24^e, le 72^e, le 38^e, et je le vis répondre à toutes mes questions sans hésitation, sans effort, instantanément, comme si les chiffres que j'avais écrits sur le papier étaient aussi écrits dans son cerveau.

Je demeurai stupéfait par un pareil tour de force et je cherchai vainement l'artifice qui avait permis de le réaliser. Mon ami me dit alors : « Ce que tu as vu et qui te semble extraordinaire est en réalité fort simple ; tout le monde possède assez de mémoire pour en faire autant, mais rares sont les personnes qui savent se servir de cette merveilleuse faculté. »

Il m'indiqua alors le moyen d'accomplir le même tour de force, et j'y parvins aussitôt, sans erreur, sans effort, comme vous y parviendrez vous-même demain.

Mais je ne me bornai pas à ces expériences amusantes et j'appliquai les principes qui m'avaient été appris à mes occupations de chaque jour. Je pus ainsi retenir avec une incroyable facilité mes lectures, les conférences que j'entendais et celles que je devais prononcer, le nom des personnes que je rencontrais, ne fût-ce qu'une fois, les adresses qu'elles me donnaient et mille autres choses qui me sont d'une grande utilité. Enfin, je constatai au bout de peu de temps que non seulement ma mémoire avait progressé, mais que j'avais acquis une attention plus soutenue, un jugement plus sûr, ce qui n'a rien d'étonnant, puisque la pénétration de notre intelligence dépend surtout du nombre et de l'étendue de nos souvenirs.

Si vous voulez obtenir les mêmes résultats et acquérir cette puissance mentale qui est encore notre meilleure chance de réussir dans la vie, priez Borg de vous envoyer son intéressant petit ouvrage : « Les Lois éternelles du Succès » ; il le distribue généreusement, sans demander un centime, à quiconque désire améliorer sa mémoire. Voici son adresse : B.-E. BORG, Box n° 5, Monte-Carlo. Ecrivez-lui tout de suite, avant qu'il reparte à l'étranger pour une tournée de conférences.

E. BARSAN.

Le présent qu'Elle espère...



...une vraie BESANÇON

precise et precieuse, la montre est le cadeau qui plaît toujours, celui qu'on aime offrir ou qu'on aimerait recevoir, surtout lorsque cette montre est expédiée directement de Besançon capitale de l'industrie horlogère française

GARANTIE DE PROVENANCE...

En vous adressant au pays même de production, aux Etablissements SARDA, spécialisés depuis 1893, dans la production de l'horlogerie soignée, vous bénéficierez d'une qualité sûre et durable attestée par la renommée horlogère de la Cité Comtoise

NOUVEAU CATALOGUE prix avantageux

Consultez cette collection bien à jour, choix unique de 600 modèles en tous genres pour Dames et Messieurs depuis la montre simple et avantageuse aux élégants modèles joaillerie, en passant par les réputés Chronomètres et Chronographes avec Bulletins d'Observatoire.

NOËL APPROCHE...

Demandez sans retard l'envoi gratuit de l'Album 37.65 aux Etablissements SARDA - BESANÇON

Envoi conditionné
Reprise et échange de Montres anciennes

SARDA BESANÇON

FABRIQUE D'HORLOGERIE DE PRÉCISION

ENVOI GRATUIT de ce remarquable album.

CONNAISSEZ-VOUS

ASSIMIL

"la méthode facile" ?

Rien d'aussi clair.
Rien d'aussi bien gradué.
Rien de tel pour apprendre
rapidement et à peu de frais.



LA SEULE MÉTHODE PARFAITEMENT
ACCESSIBLE AUX DÉBUTANTS.

Pour 1 fr. 25 en timbres, sans engagement,
vous recevrez franco 7 leçons d'essai d'une
de ces langues, avec documentation complète.

ASSIMIL (Sc)

4, rue Lefebvre — PARIS (15^e)

"DESSINEZ"

RAPIDEMENT ET EXACTEMENT
même sans savoir dessiner, grâce au

Dessineur (Chambre Claire simplifiée) : 125 fr.

Port : France, 5 fr. — Etranger, 10 fr.

OU A LA

Chambre Claire Universelle

(2 modèles de précision) : 220 ou 322 francs

Port : France, 8 fr. — Etranger, 25 fr.

Envoi gratuit du
catalogue n° 12 et
des nombreuses ré-
férences officielles.

ÉTRENNES

D'un seul coup
d'œil,
sans connaissance
du dessin,
permettent
d'AGRANDIR,
RÉDUIRE,
COPIER,
d'après nature
et d'après

documents :
Photos, Paysages,
Objets, Plans, Des-
sins, Portraits, etc.

P. BERVILLE
18, rue La Fayette
PARIS - IX^e
Ch. Post. : 1.271-92



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

CONSERVATION parfaite des ŒUFS

PAR LES

COMBINÉS BARRAL

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

5 COMBINÉS BARRAL
pour conserver 500 œufs
13 francs

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



RADIO-SOURCE

vous invite à vous reporter à l'article
documentaire sur le superhétéro-
dyne Megasix (7 lampes), page 510,
et à lui demander toute documen-
tation sur ses postes, en utilisant la
carte postale insérée dans ce numéro

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

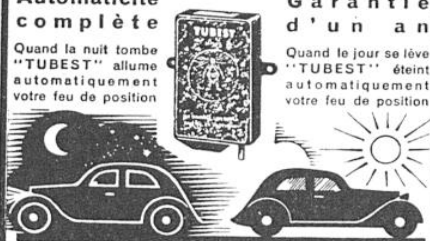
Par an : 29.000 pour Paris et la Seine, 1.000 pour Lyon, 1.100 pour Strasbourg, 300 pour Moissac, 250 pour Reims, 2.000 pour Bordeaux, 755 pour Lille, 250 pour Bergerac, 1.500 pour Marseille, etc., etc.



Aucun mécanisme à remonter.
Automaticité complète **Garantie d'un an**

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

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



TUBEST

"Cerveau du feu de position"

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

OCERP

Economie de courant - Sécurité
grâce aux

COUPE-COURANTS AUTOMATIQUES COUPATAN

Brevetés S. G. D. G.

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

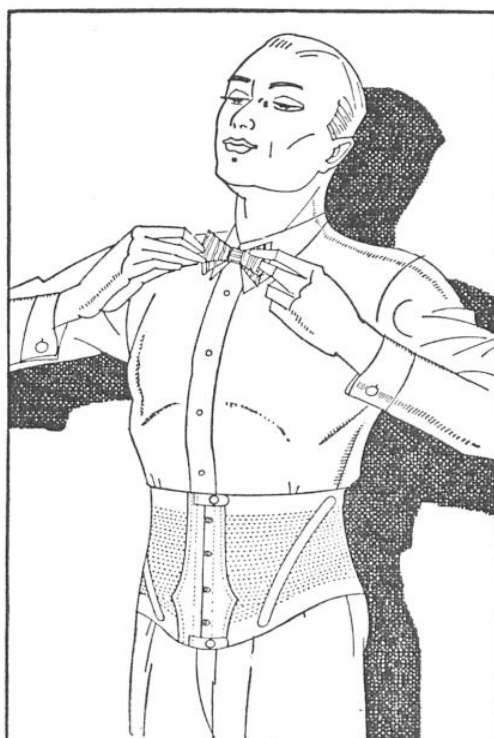
Prix à partir de (suivant modèles) **99 francs**

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

Demandez tous les renseignements complémentaires aux

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

Tél. : CHARLEBOURG 27-31



Pour sa Santé !
Pour sa Ligne !

L'HOMME MODERNE
doit porter la

Nouvelle Ceinture

Anatomic

INDISPENSABLE à tous les hommes qui "fatiguent" dont les organes doivent être soutenus et maintenus. **OBLIGATOIRE** aux "sédentaires" qui éviteront "l'empatement abdominal" et une infirmité dangereuse : **l'obésité.**

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

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

BELLARD - V. - THILLIEZ
SPÉCIALISTES

22, Faub. Montmartre - PARIS-9°

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.

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

"SCIENTIA"

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

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

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

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-Électricien.

AIR:

Agents techniques, Elèves-Ingénieurs, Dessinateurs, Sous-Ingénieurs et Ingénieurs Dessinateurs. Ecole des Apprentis-Mécaniciens de Rochefort et Ecole des Elèves - Officiers Mécaniciens.

PROGRAMMES GRATUITS

**COURS SUR PLACE
COURS PAR CORRESPONDANCE**

Le meilleur ouvrage indispensable aux Mécaniciens !

NOUVELLE ENCYCLOPÉDIE PRATIQUE DE MÉCANIQUE

Magnifique publication illustrée en
DEUX VOLUMES RELIÉS
format 21×29, renfermant 6 modèles
démontables de mécanique.

Publiée sous la direction de **H. DESARCES**, Ingénieur des Arts et Manufactures, avec la collaboration de nombreux Ingénieurs et Professeurs de Mécanique.

15 francs par mois

ACCROITRE SES CONNAISSANCES TECHNIQUES, C'EST TRIPLER SA VALEUR PROFESSIONNELLE



Toute personne sachant lire peut s'instruire seule, sans professeur, au moyen des volumes de l'**ENCYCLOPÉDIE DE MÉCANIQUE**, parce que les cours exposés dans cet ouvrage par des Ingénieurs spécialisés chacun dans la branche étudiée, sont écrits dans une langue claire, illustrée lorsqu'il est nécessaire d'exemples et de problèmes suivis de leurs corrigés.

C'est un **Enseignement Moderne** et substantiel de tout ce qui concerne la Mécanique ; c'est une source inépuisable de leçons, de conseils, de renseignements qui profiteront à tous ceux qui consulteront cet ouvrage.

Les Constructeurs, les Ingénieurs, les Directeurs d'Usine, les Garagistes trouveront dans cette Encyclopédie des réponses utiles à tous les cas pour lesquels une solution rapide est cherchée : Théorique, Technique, Pratique.

L'ouvrage se compose de deux gros volumes reliés solidement, du grand format 21×29 de 600 pages chacun environ, imprimées sur 2 colonnes abondamment illustrées de dessins, bleus, schémas et de nombreux hors-texte en couleurs ; impression sur papier vélin alfa en caractères neufs d'une visibilité parfaite et dans chaque volume sont encartés **3 modèles démontables** en couleurs, de Machines Mécaniques : **La chaudière à vapeur, La turbine à vapeur, La locomotive « Pacific », L'automobile « Panhard », L'avion, Le moteur d'avion.**

Cette ingénieuse combinaison de Planches démontables permet à chacun : Professionnels, Techniciens ou Profanes, de se rendre compte, d'une manière parfaite, du fonctionnement de chaque machine et de la place qu'occupe chaque pièce dans le corps de la machine. La démonstration vivante vient ainsi au secours de la théorie et la mémoire retient toujours mieux ce que **L'ŒIL A ENREGISTRÉ**.

L'extrait de la Table des Matières ci-dessous permet de juger l'étendue et la richesse de documentation de cette Encyclopédie qui sera pour chacun un Guide judicieux et éclairé.

CONNAISSANCES GÉNÉRALES. — 1^{re} Mesures des grandeurs : Longueur, Surface, Volume, Mesures de poids : calcul des poids : liquides, solides. Éléments de géométrie plane et de l'espace : Polygones. Triangles. Parallèles. Triangle et Trapèze. Circonférences. Aires. Courbes, etc... Géométrie descriptive. Point, droite, plan, étude, problèmes : Perspective cavalière, conique. Dessins et croquis industriels : tracés graphiques, projection, représentation des objets.

2^{de} Éléments d'algèbre : Calcul algébrique, puissance d'un nombre. Calcul des expressions algébriques. Additions et soustractions, multiplications et divisions. Problèmes. Equations 1^{er} et 2^{de} degré avec problèmes et corrigés. Progression. Logarithme. Variations des fonctions, etc... Éléments de trigonométrie. Instruments à calculer. Règles et machines.

3^{de} La Mécanique et les Phénomènes Physiques : La matière, le mouvement. Forces, gravité, mouvement composé, vibrations, pendule. Travail, énergie, puissance, résistance, problèmes. — Résistance des matériaux : extension, compression, flexion, tension, voilement : applications à la construction des machines. — Hydraulique et statique des gaz : Eau, air, gaz, chaleur, dilatation, fusion, liquéfaction, énergie. Principe de Carnot.

LES MACHINES. — Matières employées dans la construction des machines : Fer, fonte, acier. Haut fourneau. Puddlage. Usine. Bois. Cuir. Caoutchouc. Alliages. Éléments de machines. Assemblage, vis, filetage, écrous, boulons, goupilles, clavettes, rivets, etc. Arbres de transmission, résistance, calculs de flexion, tension. Tourillons porteurs et intermédiaires. Accouplements, paliers,

courroies, câbles, chaînes, poulies de transmission. Engrenages, friction, transformation du mouvement : Pistons. Coulisseaux, bielles, manivelles, volants. Tuyauterie, assemblages, joints, obturateurs à levée, à glissement. Lubrifiants et appareils graisseurs.

Les Moteurs modernes. — 1^{re} Partie. — Moteurs à vent : L'énergie hydraulique, Roues et Turbines hydrauliques. Pompe. Presses. Accumulateurs hydrauliques.

2^{de} Partie. — Moteurs thermiques : Chaudières : dimensions et systèmes, alimentation. Surchauffeurs. Foyer. Cheminée. Garnitures et appareils de sûreté. Contrôle. Réglementation. Machines à piston : distribution, régulation. Turbines à vapeur à action et à réaction. Différents types de Turbines. Condensation de la vapeur. Ejecteurs, réfrigérants, etc.

Moteurs à gaz, à air, à explosion : Description des moteurs. Essai des moteurs. Manomètres, compteurs. Calcul et mesure de la puissance des moteurs.

L'ATELIER. — Fonderie. Forgeage. Outillage. Boulonnerie. Chaudronnerie. Tuyauterie. Ajustage. Tracage. Machines outils : pratique du travail : types divers. Emboutissage. Soudure électrique.

L'USINE. — Appareils de levage simples, composés. Ascenseurs. Monte-charge. Escaliers mécaniques. Manutention mécanique. Compresseurs. Installations frigorifiques.

GRANDES APPLICATIONS DE LA MÉCANIQUE. — Locomotives. Wagons. L'automobile : description de tous ses organes, leur fonctionnement, etc... Ballons libres, dirigeables, Aéroplanes, hélicoptères, moteurs d'avions, etc...

BULLETIN DE SOUSCRIPTION

Je soussigné déclare souscrire à l'Ouvrage en 2 volumes reliés dos cuir : Nouvelle Encyclopédie Pratique de Mécanique au prix de **255 fr.** que je m'engage à payer : A) Par versements mensuels de 15 fr., le premier à la réception de l'ouvrage, et les suivants jusqu'à complet paiement. — B) En trois versements avec 3 % d'escompte, le premier de 82 fr. 45 à la réception des volumes, le deuxième de même somme un mois après, le solde deux mois après la réception de l'ouvrage. — C) Au comptant avec 6 % d'escompte à la réception de l'ouvrage complet, soit net 239 fr. 70. Chaque souscription est majorée de 10 fr. pour frais de port et d'emballage et de 1 fr. par quittance pour frais de recouvrement. (Biffer le mode de paiement non choisi).

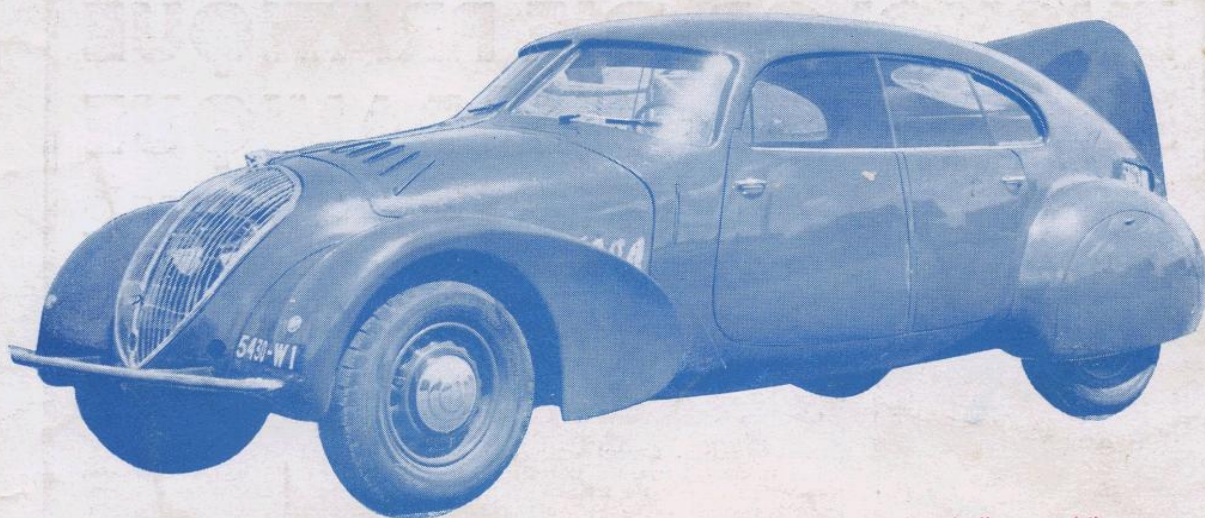
Nom et prénoms Ville Dép't
Domicile SIGNATURE :
Le 193

Découper ce Bulletin et l'envoyer à la

LIBRAIRIE ARISTIDE QUILLET S. A. au Capital de 20.000.000 de fr. **278, B^d St-Germain, Paris-7^e**
OU A SES REPRÉSENTANTS

NOTICE ILLUSTRÉE ENVOYÉE GRATUITEMENT SUR SIMPLE DEMANDE

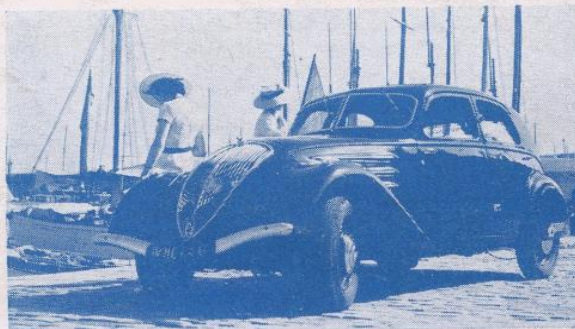
LA VOITURE DE 1940 ?



Les formes "carénées" de cette voiture, présentée par PEUGEOT au Salon de l'Automobile, ont été calculées d'après les théories de M. l'Ingénieur Andreau. Cette carrosserie, montée sur un châssis 402, strictement de série, équipée d'un moteur également de série (12-55 CV), permet d'atteindre une vitesse maximum de 140 kms 700 à l'heure. Par rapport à la voiture de série, l'économie de consommation est de 26% aux vitesses normalement pratiquées sur route. La tenue de route est impeccable (quelle que soit la violence du vent latéral) grâce à l'empennage qui assure la stabilité aérodynamique. Les qualités de vitesse et d'économie des 302 et 402 sont dues également à la "finesse" de forme de leurs carrosseries qui réduit considérablement la résistance de l'air.



Conduite intérieure 402, 6 places



Conduite intérieure 302, 5 places

En appliquant à ses carrosseries de série les principes rationnels de l'aérodynamisme qui permet d'augmenter la vitesse en consommant moins ...

Peugeot

a démontré une fois de plus
la supériorité des méthodes scientifiques sur l'empirisme