

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

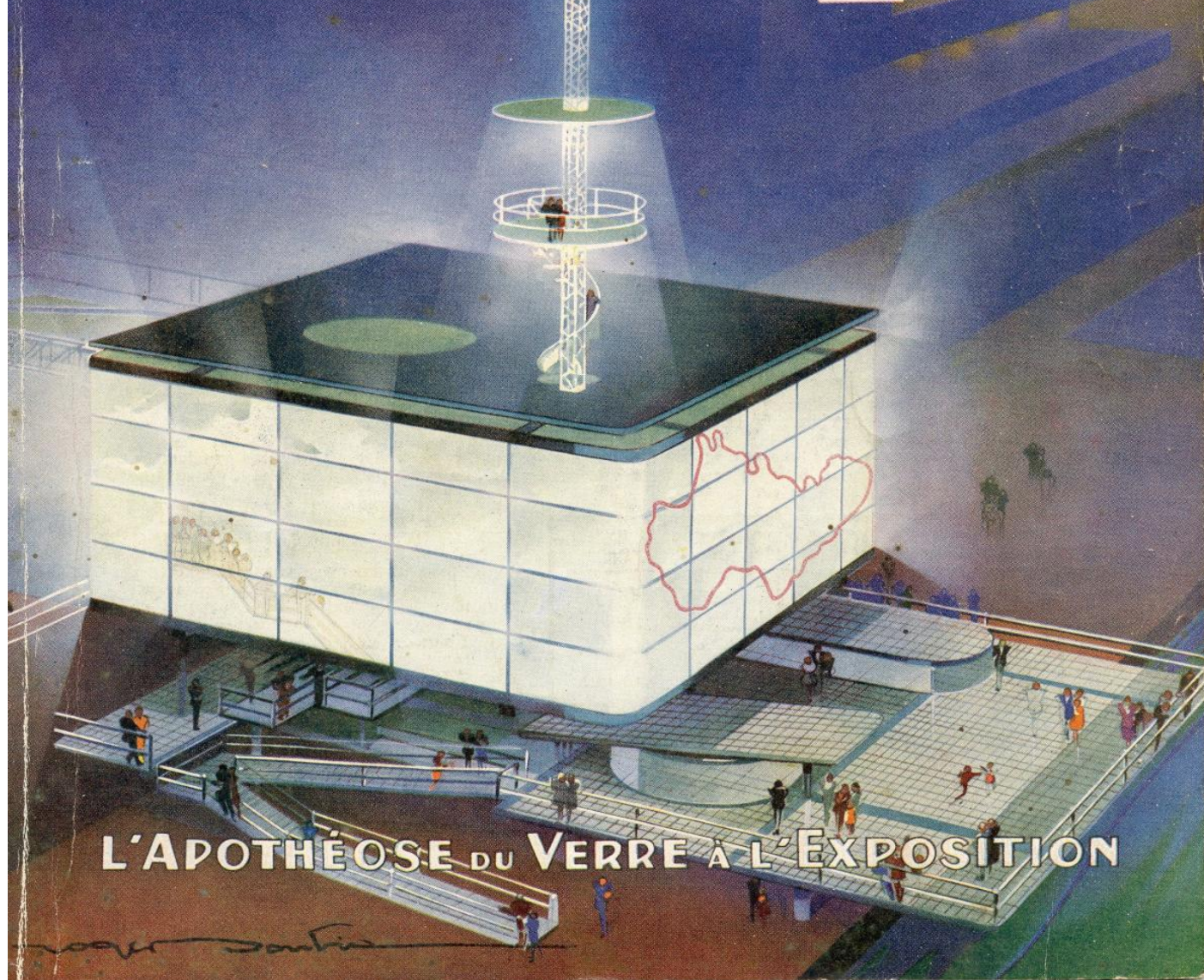
Notice de la Revue	
Auteur(s) ou collectivité(s)	La science et la vie
Auteur(s)	[s.n.]
Titre	La science et la vie
Adresse	Paris : La science et la vie, 1913-1945
Collation	339 vol. : ill. ; 24 cm
Cote	SCI.VIE
Sujet(s)	Sciences -- Vulgarisation Culture scientifique et technique Presse scientifique
Note	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 52. n. 242. Août 1937
Adresse	Paris : La Science et la Vie, 1937
Collation	1 vol. (XXVI p.-p.[79]-160) : ill., couv. ill. en coul. ; 24 cm
Cote	SCI. VIE 242
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.242

France et Colonies : 5 fr.

N° 242 - Août 1937

LA SCIENCE ET LA VIE





PRÉPARATION AU **B.S.P.** BREVET SPORTIF POPULAIRE

Jeunes gens et adultes qui désirez conquérir rapidement ce nouveau diplôme d'Etat et profiter des nombreux avantages qui y sont attachés, souvenez-vous que la méthode DYNAM constitue le meilleur entraînement au B. S. P. et vous assure le succès aux épreuves exigées !

De plus, le DYNAM-INSTITUT (titulaire de la Médaille de l'Education physique) attribuera des récompenses spéciales à tous les lauréats qui auront été ses élèves...

Qu'est-ce donc que la méthode DYNAM ?

C'est avec juste raison qu'on nous appelle les « Constructeurs des Muscles ». En trente jours nous pouvons transformer votre corps d'une manière que vous n'auriez jamais crue possible. Quelques minutes d'exercices chaque matin suffisent pour augmenter de 4 cm. les muscles de vos bras et de 12 cm. ceux de votre tour de poitrine. Votre cou se fortifiera, vos épaules s'élargiront. 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 et votre vitalité ne sera pas comparable à 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 septième jour les progrès sont énormes.

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 de la tête aux pieds.

BON GRATUIT

A DÉCOUPER
OU A RECOPIER

**DYNAM-INSTITUT (Groupe A 58)
25, rue d'Astorg, PARIS-VIII^e**

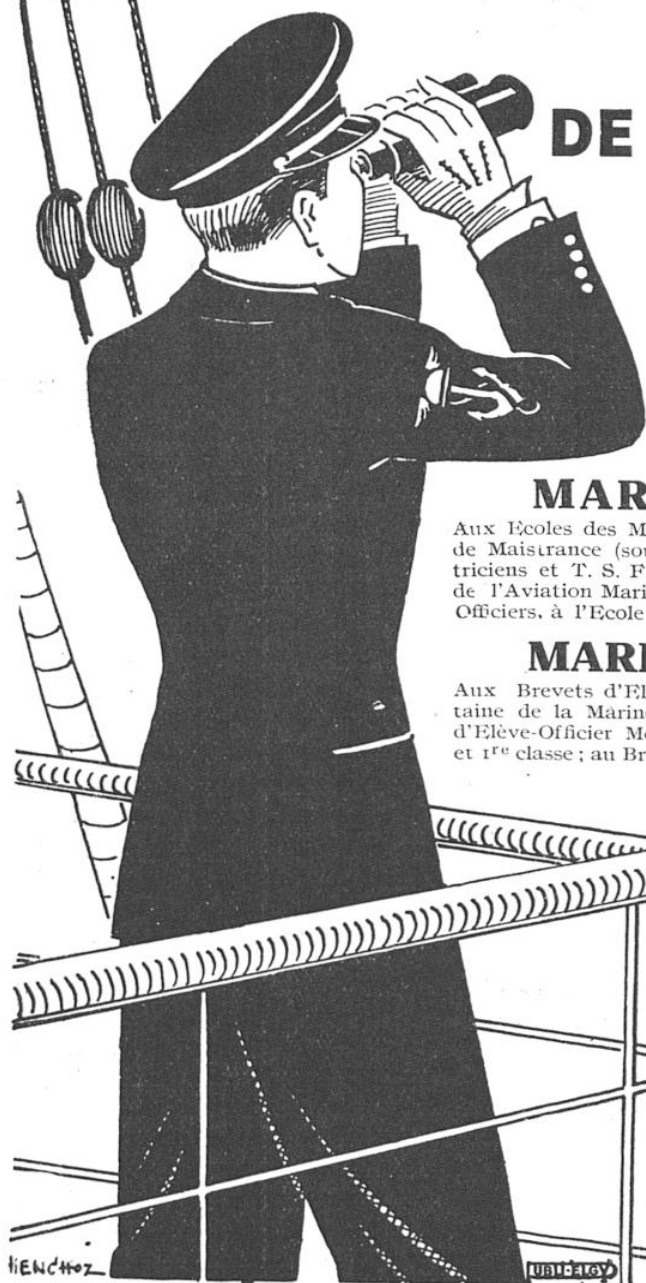
Veuillez m'adresser gratuitement et sans engagement de ma part votre livre intitulé COMMENT FORMER SES MUSCLES, ainsi que tous les détails concernant votre garantie. Ci-inclus 1 fr. 50 en timbres-poste pour les frais d'expédition.

NOM

ADRESSE

NOUS AGISSONS ÉGALEMENT SUR VOS ORGANES INTÉRIEURS

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. 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 le 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.

MARINE - AVIATION - T.S.F.**LES PLUS BELLES
CARRIÈRES****L'ÉCOLE
DE NAVIGATION
MARITIME & AÉRIENNE**

(Placée sous le haut patronage de l'Etat)

19, rue Viète, PARIS (17^e)VOUS PRÉPARERA À L'ÉCOLE MÊME
OU PAR CORRESPONDANCE**T. S. F.**

Armée, Marine, Aviation, P.T.T., etc.

MARINE MILITAIRE

Aux Écoles des Mécaniciens de Lorient et Toulon ; aux Écoles de Maistrance (sous-officiers) : de Brest (Pont, Aviation, Électriciens et T. S. F.) et de Toulon (Mécaniciens de la Marine et de l'Aviation Maritime) ; à l'École Navale, à l'École des Élèves-Officiers, à l'École des Élèves-Ingénieurs Mécaniciens, de Brest.

MARINE MARCHANDEAux Brevets d'Elève-Officier, Lieutenant au long cours, Capitaine de la Marine Marchande et au long cours ; aux Brevets d'Elève-Officier Mécanicien et d'Officiers Mécaniciens de 3^e, 2^e et 1^{re} classe ; au Brevet d'Officier Radio de la Marine Marchande.**AVIATION MILITAIRE**

Aux Bourses de pilotage de l'Aviation Populaire ; à l'École des Sous-Officiers Pilotes d'Istres ; à l'École de l'Air ; à l'École des Mécaniciens de Rochefort ; à l'École Militaire de l'Armée de l'Air ; à l'École des Officiers Mécaniciens de l'Aéronautique ; T. S. F.

AVIATION MARITIME

À l'École des Mécaniciens de l'Aviation Maritime à Rochefort ; aux Écoles de S.-Officiers Pilotes et Mécaniciens.

AVIATION CIVILE

Aux emplois administratifs de Dessinateur, Agent technique, Ingénieur adjoint et Ingénieur de l'aéronautique ; aux Brevets Élémentaire et Supérieur de Navigateur Aérien ; à l'École Supérieure de l'Aéronautique ; Opérateurs T.S.F.

MÊME ÉCOLE À NICE, placée sous le haut patronage de la Ville de Nice
56, boulevard Impératrice-de-Russie

SOURDS

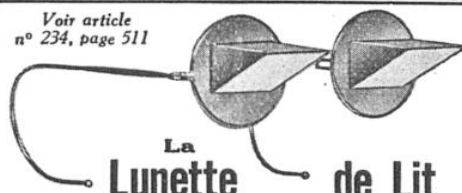


2 Inventions nouvelles :
le **CONDUCTOS INTÉGRAL**
ET LE
CONDUCTOS STABILISÉ
vous feront

ENTENDRE IMMÉDIATEMENT

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

Voir article
n° 234, 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 correc-
tion ou pour Myopie, Hyperopie et Presbytie.

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

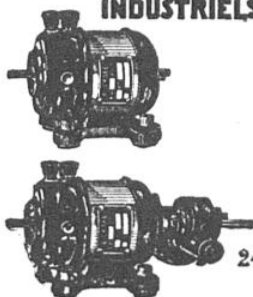
ÉVITEZ LES ÉPIDÉMIES

◀ **FILTRE** ▶

DANS TOUTES BONNES MAISONS
et 155, faubourg Poissonnière, Paris

MALLIÉ

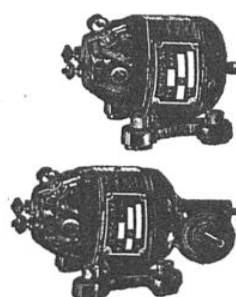
**PETITS MOTEURS
INDUSTRIELS**



240^{es} B-JEAN-JAURES
BILLANCOURT

TELEPHONE
MOLITOR 42.39

L. DRAKE CONSTRUCTEUR



VOUS VOULEZ SUIVRE DES COURS DE T.S.F.

Ne prenez aucune décision sans demander conseil à M. LAVIGNE, Pionnier de l'enseignement
radioélectrique en France, Fondateur de différentes Ecoles de T. S. F. et Directeur de l'
ÉCOLE FRANÇAISE DE RADIOÉLECTRICITÉ, 10^{bis}, r. Amyot, PARIS

EXCELSIOR

GRAND
QUOTIDIEN
ILLUSTRÉ

LE PLUS MODERNE DES JOURNAUX

Documentation la plus complète et la plus variée

TARIF DES ABONNEMENTS

FRANCE ET COLONIES..	Trois mois.	35 fr.
	Six mois. ..	65 fr.
	Un an. . . .	120 fr.
BELGIQUE. . . .	Trois mois.	42 fr.
	Six mois. .	80 fr.
	Un an. . . .	150 fr.
ÉTRANGER (tarif postal réduit)	Trois mois.	65 fr.
	Six mois. ..	120 fr.
	Un an. . . .	230 fr.
ÉTRANGER (tarif po-tal augmenté)	Trois mois.	90 fr.
	Six mois. ..	175 fr.
	Un an. . . .	340 fr.

Une **INVENTION
NOUVELLE**

est souvent une source de
profits pour son auteur.

Un **BREVET
d'INVENTION**

bien étudié permet
seul d'en tirer parti.

POUR AVOIR
UNE BONNE
PROTECTION

**UTILISEZ LES
SPÉCIALISTES**

DE

LA SCIENCE ET LA VIE



RENSEIGNEMENTS
GRATUITS SUR PLACE
ET PAR ÉCRIT AU
SERVICE SPÉCIAL DES
INVENTIONS NOUVELLES

DE

LA SCIENCE ET LA VIE



23, RUE LA BOÉTIE
PARIS (VIII^e)

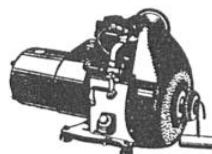
*Partout où manque
le courant*

R.L.D.

Bungalow
Bateau
Péniche
Camping
Refuge
Hôtel isolé
Voiture foraine
Voiture publicitaire

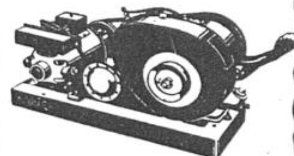
*faites "confort"
votre en faisant
"votre courant"*

et pour cela utilisez un de
nos trois appareils :



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

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

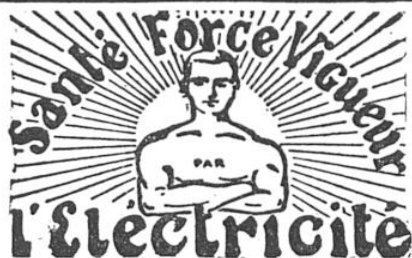


Eoliennes
RAGONOT-
PIONEER

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

RAGONOT

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



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

1re Partie : SYSTÈME NERVEUX.

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

2me Partie : ORGANES SEXUELS ET APPAREIL URINAIRE.

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

3me Partie : MALADIES de la FEMME

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

4me Partie : VOIES DIGESTIVES

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

5me Partie : SYSTÈME MUSCULAIRE ET LOCOMOTEUR

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

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

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

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

C'EST GRATUIT

Hommes et femmes, célibataires et mariés, écrivez une simple **carte postale** à **Mr le Docteur L. P. GRARD, 30, Avenue Alexandre-Bertrand, BRUXELLES-FORST**, 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.

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

DU 29 JUIN AU 1^{er} OCTOBRE

NOUVELLES RELATIONS RAPIDES

entre
PARIS ET LA VENDÉE
VIA LE MANS ET NANTES

PARIS-LES SABLES D'OLONNE EN 6 h. 35

Paris-Montparnasse .. départ 12 h. 15
Les Sables d'Olonne arrivée 18 h. 50

PARIS-PORNIC EN 6 HEURES 30

Paris-Montparnasse .. départ 12 h. 15
Pornic arrivée 18 h. 45

CONSULTER LES TABLEAUX HORAIRES
DANS LES GARES DU RÉSEAU

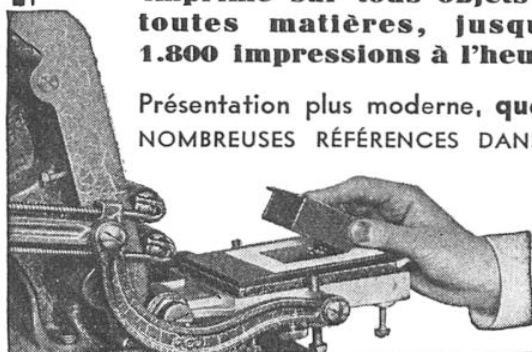


Quelle que soit votre fabrication,
économisez **TEMPS** et **ARGENT**,
en supprimant vos étiquettes.

L'AUTOMATIQUE DUBUIT

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

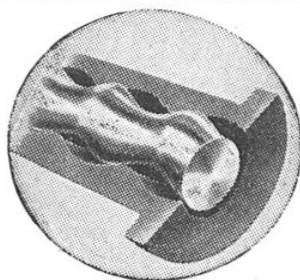
Présentation plus moderne, **quatre fois** moins chère que les étiquettes.
NOMBREUSES RÉFÉRENCES DANS TOUTES LES BRANCHES DE L'INDUSTRIE



MACHINES DUBUIT

62 bis, rue Saint-Blaise, PARIS

TÉL. : ROQUETTE 19-31

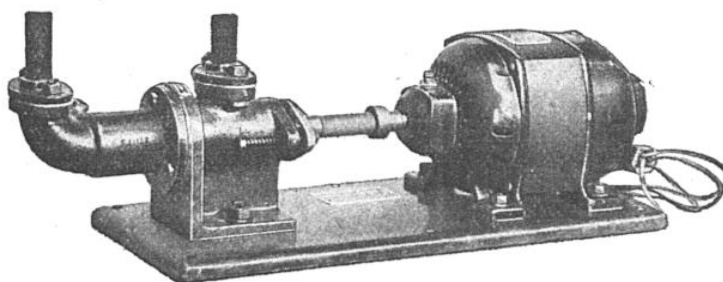


POMPES EN CAOUTCHOUC P.C.M.

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

ÉTUDES CHEZ SOI

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

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

L'ÉCOLE UNIVERSELLE,

placée sous le haut patronage de plusieurs Ministères et Sous-Secrétariats d'Etat,
LA PLUS IMPORTANTE DU MONDE.

L'efficacité des méthodes de l'Ecole Universelle, méthodes qui sont, depuis 30 ans, l'objet de perfectionnements constants, est prouvée par

LES MILLIERS DE SUCCÈS

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

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

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

BROCHURE N° 28.402, 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° 28.409, 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° 28.411, 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° 28.416, 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° 28.421, 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° 28.426, 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° 28.431, 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° 28.438, 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° 28.440, 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° 28.447, 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° 28.454, concernant la préparation aux carrières du **Cinéma** : Carrières artistiques, techniques et administratives.
(Enseignement donné par des Techniciens spécialistes.)

BROCHURE N° 28.456, concernant la préparation aux carrières du **Journalisme** : Rédacteur, Secrétaire de Rédaction, Administrateur-Directeur, etc.
(Enseignement donné par des Professeurs spécialistes.)

BROCHURE N° 28.463, 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° 28.465, concernant l'étude des **Langues étrangères** : Anglais, Espagnol, Italien, Allemand, Russe, Annamite, Portugais, Arabe, Esperanto. — Concernant, en outre, les carrières accessibles aux polyglottes et le **Tourisme** (Interprète).
(Enseignement donné par des Professeurs ayant longuement séjourné dans les pays dont ils enseignent la langue.)

BROCHURE N° 28.470, 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° 28.477, 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° 28.480, 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° 28.484, concernant l'**Art d'écrire** (Rédaction littéraire, Versification) et l'**Art de parler en public** (Eloquence usuelle, Diction).

BROCHURE N° 28.488, enseignement pour les **enfants débiles** ou **retardés**.

BROCHURE N° 28.493, concernant les **carrières féminines** dans tous les ordres d'activité.

BROCHURE N° 28.497, **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)

RÉALISATION DE MOBILIERS D'OCCASION

PROVENANT DE WARRANTS
RÉALISATIONS
REPRISES ET ÉCHANGES
TOUS MOBILIERS EXPERTISÉS
ET REMIS ENTIÈREMENT A NEUF

LOTS DE MOBILIERS DE BUREAUX

Cabinets de travail de tous styles,
bureaux, bibliothèques, classeurs,
tables, fauteuils, chaises, casiers,
comptoirs, étagères, etc.

LOTS DE MOBILIERS MODERNES

Salles à manger, chambres à cou-
cher, cosys, studios, fauteuils,
guéridons, penderies, etc.

LOTS DE MOBILIERS DE STYLE

Salles à manger, chambres à cou-
cher, salons, commodes, secrétaires,
bahuts, etc., Henri II, Louis
XIII, Louis XV, Louis XVI,
Renaissance, Régence, Directoire,
Empire, etc.

LOTS DE MOBILIERS RUSTIQUES

Salles à manger et chambres à
coucher, cosys, commodes, bonne-
tières, armoires, tables à l'italienne,
coffres à bois, banquettes, etc.

ENTREPOTS VIVIENNE

51, rue Vivienne, 51

PARIS (2^e) Coin des Grands Boulevards

3 GRANDS HALLS — 6 ÉTAGES — 10.000 M²

ENTRÉE LIBRE



Pour sa Santé !

Pour sa Ligne !

L'HOMME MODERNE

doit porter la

Nouvelle Ceinture

Anatomic

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

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

Nos	TISSU ÉLASTIQUE — BUSC CUIR —	Haut. devant	COTE forte	COTE souple
101	Non réglable...	20 c/m	80 f.	100 f.
102	Réglable.....	20 c/m	100 f.	120 f.
103	Non réglable...	24 c/m	110 f.	130 f.
104	Réglable.....	24 c/m	130 f.	150 f.

Recommandé : 102 et 104 (se serrant à volonté).

Commande : Indiquer votre tour exact d'abdomen.

Echange : par retour si la taille ne convient pas.

Envoi : rapide, discret, par poste, recommandé.

Port : France et Colonies : 5 fr. - Étranger : 20 fr.

Paiement : mandat ou rembours (sauf Étranger).

Catalogue : échantill. tissus et feuil. mesur. fco.

BELLARD - V. THILLIEZ

SPÉCIALISTES

22, Faub. Montmartre - PARIS-9^e

KIC
MILCHER

Toujours prêt

à enregistrer fidèlement tous les sujets qui se présentent à vos regards, le SUPER IKONTA se montrera à la hauteur des performances les plus difficiles: scènes animées, instantanés sportifs, portraits d'intérieur et même photographie nocturne.

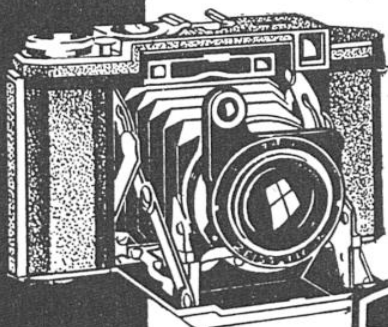
Avec le SUPER IKONTA on n'a pas à craindre l'insuffisance de l'éclairage, grâce à la luminosité de l'objectif TESSAR ZEISS.

Pas d'erreur de mise au point grâce au télémètre couplé.

Pas de photos bougées grâce au déclenchement sur le boîtier.

Pas de doubles expositions grâce à un système de blocage automatique.

Tout appareil ZEISS IKON est un appareil de précision.



VENTE EXCLUSIVE DANS
LES MAGASINS PHOTO

Catalogue SI 77 gratis
sur demande adressée à
IKONTA, PARIS (XI*)
18-20, Fbg du Temple



6 RUE
ROYALE

VISITEZ EN JUILLET - OCTOBRE 1937 L'EXPOSITION ZEISS IKON
"ART ET TECHNIQUE PHOTOGRAPHIQUES"

OUVERTE TOUS LES JOURS, DE 10 H.

- A 23 H., DIMANCHES COMPRIS -

ENTRÉE LIBRE

ÉCOLE DES MÉCANICIENS DE LA MARINE et de l'AIR

19, rue Viète - PARIS

MÊME ÉCOLE

56, boul. Impératrice de Russie
NICE (Alpes - Maritimes)

MARINE DE GUERRE:

Ecole des Elèves-Ingénieurs, Ecoles de Sous-Officiers et Ecole des Apprentis-Mécaniciens, Ingénieurs-mécaniciens de deuxième classe d'active et de réserve, Brevets simple et supérieur de Mécaniciens.

MARINE MARCHANDE:

Officiers Mécaniciens de première, deuxième et troisième classe. Diplôme d'Aspirant Mécanicien-Electricien.

AIR:

Agents techniques, Elèves-Ingénieurs, Dessinateurs, Sous-Ingénieurs et Ingénieurs Dessinateurs. Ecole des Apprentis-Mécaniciens de Rochefort et Ecole des Elèves - Officiers Mécaniciens.

PROGRAMMES GRATUITS

COURS SUR PLACE
COURS PAR CORRESPONDANCE

Editeurs: FÉLIX ALCAN, Paris - NICOLA ZANICHELLI, Bologne - AKADEMISCHE VERLAGSGESELLSCHAFT m. b. H., Leipzig - DAVID NUTT, Londres - G. E. STECHERT & Co., New York - RUIZ HERMANOS, Madrid - F. KILIAN'S NACHFOLGER, Budapest - GEORG & Co., Genève - 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 par ses articles les problèmes les plus nouveaux et les plus fondamentaux de toutes les branches de la science: philosophie scientifique, histoire des sciences, mathématiques, astronomie, géologie, physique, chimie, sciences biologiques, physiologie, psychologie, sociologie, droit, sciences économiques, histoire des religions, anthropologie, linguistique; articles constituant parfois de véritables enquêtes, comme celles sur la contribution que les différents peuples ont apportée au progrès des sciences; sur la question du déterminisme; sur la relativité, la physique de l'atome et des radiations; sur le vitalisme. «Scientia» constitue le premier exemple d'organisation internationale du mouvement philosophique et scientifique.

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 3 francs en un seul timbre-poste de votre pays, à pur titre de remboursement des frais de poste et d'envoi.)

ABONNEMENT: Fr. 230, »

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)

CHEMINS DE FER P.O.-MIDI

LES GORGES DU TARN ET L'AIGOUAL

CIRCUITS AUTOMOBILES
AU DÉPART DE
MILLAU

1^o Circuit des Gorges du Tarn

Tous les jours du 11 juillet au 20 sept.

MILLAU, Le Rozier, Vallée de la Jonte, Meyrueis, Aven Armand, Ste-Enimie, La Malène, descente facultative en barque de La Malène au Cirque des Baumes, Le Rozier, MILLAU.

2^o Circuit de l'Aigoual

Lundis, mercredis et vendredis, du
30 juillet au 10 septembre.

MILLAU, Vallée de la Dourbie, Nant, St-Jean-de-Bruel, Dourbies, l'Espérou, l'Aigoual, Meyrueis, Grotte de Dargilan, Vallée de la Jonte, Le Rozier, MILLAU.

RENSEIGNEMENTS ET BILLETS
AUX GARES ET AGENCES P.O.-MIDI

LE FAVORI



Quel veinard ! on lui lave les dents au "DENTOL".

DENTOL

DENTIFRICE
ANTISEPTIQUE

EAU - PÂTE
POUDRE - SAVON

Maison FRÈRE
19, r. Jacob, Paris

Echantillon gratuit sur
demande en se recom-
mandant de LA SCIENCE
ET LA VIE.

R.L.D

VOTRE RÊVE...

PARTIR,
BATIR,
VIVRE...

....il est là

dans le billet qui vous attend,
à quelques pas de chez vous,

VOTRE BILLET du
prochain tirage de la

**LOTÉRIE
NATIONALE**

prenez votre chance !



*Unique ! une portable réglable
à votre frappe personnelle*



Au moyen d'un premier acompte et de versements mensuels, vous pouvez profiter immédiatement des avantages d'une ROYAL PORTABLE — en somme une dépense de moins de

4 francs par jour

Désormais, d'un simple coup de pouce, une seule ROYAL s'adapte à la frappe particulière de chaque membre de la famille.

Essayez-la!
ROYAL

COMPAGNIE FRANÇAISE
DES MACHINES A ÉCRIRE ROYAL S. A.
69, BOULEVARD HAUSSMANN, PARIS
TÉLÉPHONE : ANJOU 02 93

AGENCES PARTOUT

*de vraies
Besançon...*

expédiées directement par le fabricant, avec garantie de provenance...

Choisissez la montre à votre goût dans une qualité sûre et durable parmi les 600 modèles pour DAMES et MESSIEURS présentés sur le nouvel Album MONTRES N° 37.65, envoyé gratuitement sur demande par les Etablissements SARDA, les réputés horlogers installés à BESANÇON depuis 1893.

Echanges et reprises de montres anciennes

SARDA
BESANÇON
FABRIQUE D'HORLOGERIE DE PRÉCISION

CONDITIONS spéciales aux lecteurs de "La Science et la Vie".

**un ensemble
unique...**

PHOTOGRAVURE
CLICHERIE
GALVANOPLASTIE
DESSINS
PHOTOS
RETOUCHES

**pour
illustrer vos
Publicités**

**Établissements
Laureys Fres**
17, rue d'Enghien, Paris

BULLETIN A DÉTACHER
POUR COMMANDER LE GUIDE COMPLET
DES CARRIÈRES DE L'ÉTAT
A L'ÉCOLE SPÉCIALE D'ADMINISTRATION

28, Boulevard des Invalides, 28, PARIS (7^e)

En me recommandant de « La Science et la Vie », je vous prie d'envoyer le guide sus visé de 96 pages, in-8 coq., indiquant les Carrières masculines et féminines en France et aux Colonies, les traitements, les limites d'âge, les diplômes, les épreuves à subir, les suppléments, les différentes lois concernant les fonctionnaires, à l'adresse suivante :

Nom et prénoms

Rue et n°

Ville et Département

Date de naissance (1)

Diplômes le cas échéant (1)

Lieu et date de nomination (1)

Traitement désiré (1)

(Cet envoi sera fait gratuitement et sans engagement pour moi.)

(1) Ces renseignements ont pour but d'obtenir des conseils plus précis.

Plus de 15.000 Jeunes Gens
ont été formés par **L'ÉCOLE CENTRALE DE T. S. F.**
12, rue de la Lune, PARIS (2^e) - Eugène POIROT, Directeur

Plus de 70 % des Candidats
reçus aux divers concours de l'Etat et des Administrations
sortent de **L'ÉCOLE CENTRALE DE T. S. F.**

L'importance de ses Ateliers-laboratoires, la qualité de son personnel enseignant en font
LA PLUS IMPORTANTE ÉCOLE DE T. S. F. DE FRANCE

Le **Comité de Direction et de Perfectionnement** offre la plus sérieuse référence
de l'enseignement pratiqué à l'**Ecole centrale de T. S. F.**

M. le Professeur ABRAHAM.
M. le Professeur D'ARSONVAL, de l'Académie des Sciences.
M. le Professeur JEAN BECQUÉREL, du Muséum National d'Histoire Naturelle.
M. le Capitaine de Vaisseau BRON, Chef du Service Historique au Ministère de la Marine.
M. le Professeur PRINCE LOUIS VICTOR DE BROGLIE, de l'Académie des Sciences.
✠ M. le Commandant JEAN CHARCOT, de l'Académie des Sciences.
M. le Professeur GUTTON, Directeur du Laboratoire National de Radio-Électricité.
M. le Professeur ACHILLE MESTRE, à la Faculté de Droit de Paris.
M. le Professeur MESNY.
M. le Sénateur MARCEL PLAISANT, Avocat à la Cour d'Appel de Paris.
MINISTÈRE DE LA GUERRE. - Capitaine LIONET, Etat-Major du Service des Transmissions. Commandement Supérieur des Troupes et Services des Transmissions.
MINISTÈRE DE LA MARINE NATIONALE. — Lieutenant de Vaisseau LAPORTE, de l'Etat-Major Général de la Marine.
MINISTÈRE DE L'AIR. — Capitaine VERCOUTER, de l'Etat-Major Général du Ministère de l'Air.
MINISTÈRE DE LA MARINE MARCHANDE. — M. le Professeur Général d'Hydrographie LECOQ.
M. HARDANT, Professeur en chef de 1^{re} classe, suppléant.

M. DORLAND, Ingénieur Général honoraire des Travaux Publics au Ministère des Colonies.
M. GOURVENEC, Directeur honoraire de l'Ecole de T. S. F. au Ministère des P. T. T.
M. REYMOND, Contrôleur Général honoraire de la Sûreté nationale au Ministère de l'Intérieur.
M. AUGER, Officier des Chars d'assaut.
M. BARTHELEMY, Ingénieur de la Compagnie des Compteurs.
M. BELIN, Directeur des Etablissements Belin.
M. BOSSOUTROT, Député, Président de la Commission de l'Aéronautique de la Chambre, Commandant aviateur.
M. DULOIR RENÉ, Président de la Chambre Syndicale des Représentants en Matériel Radio.
M. GAISEMBAND, Délégué de la Chambre Syndicale des Industries radioélectriques.
M. JALOUSTRÉ GEORGES, Ministre Plénipotentiaire, Docteur en Droit.
M. JALOUSTRÉ LÉON, ancien élève de l'Ecole Normale Supérieure, Agrégé ès Sciences, Ingénieur-Conseil.
M. MASSENET, Directeur général de l'Avia.
M. ROSSI MAURICE, Capitaine aviateur.
M. SADI-LECOINTE, Lieutenant-Colonel aviateur, Président de l'Association des Professionnels Navigants de l'Aéronautique.
M. SAVARIT, Directeur de T. S. F. Revue.
M. SERF, Président du Syndicat des Industries radioélectriques.
M. WITBAULT, Constructeur d'avions.
Président : M. le Capitaine de Vaisseau BRON.

TOUTES LES PRÉPARATIONS

PROFESSIONNELLES :

Radiotélégraphistes des Ministères ; Ingénieurs et Sous-Ingénieurs Radios ; Chefs-Monteurs ; Radio-Opérateurs des Stations de T. S. F. coloniales ; Officiers de la Marine marchande ; Navigateurs aériens.

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

MILITAIRES :

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

Aviation. — Brevetés Radio.

Marine. — Brevetés Radio.

COURS DU JOUR, DU SOIR ET PAR CORRESPONDANCE

DEMANDER RENSEIGNEMENTS POUR LA SESSION D'OCTOBRE

LA SCIENCE ET LA VIE

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

Rédigé et illustré pour être compris de tous

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

Chèques postaux : N° 91-07 - Paris — Téléph. : Provence 15-21

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

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

Copyright by La Science et la Vie. Août 1937 • R. C. Seine 110.544

Tome LII

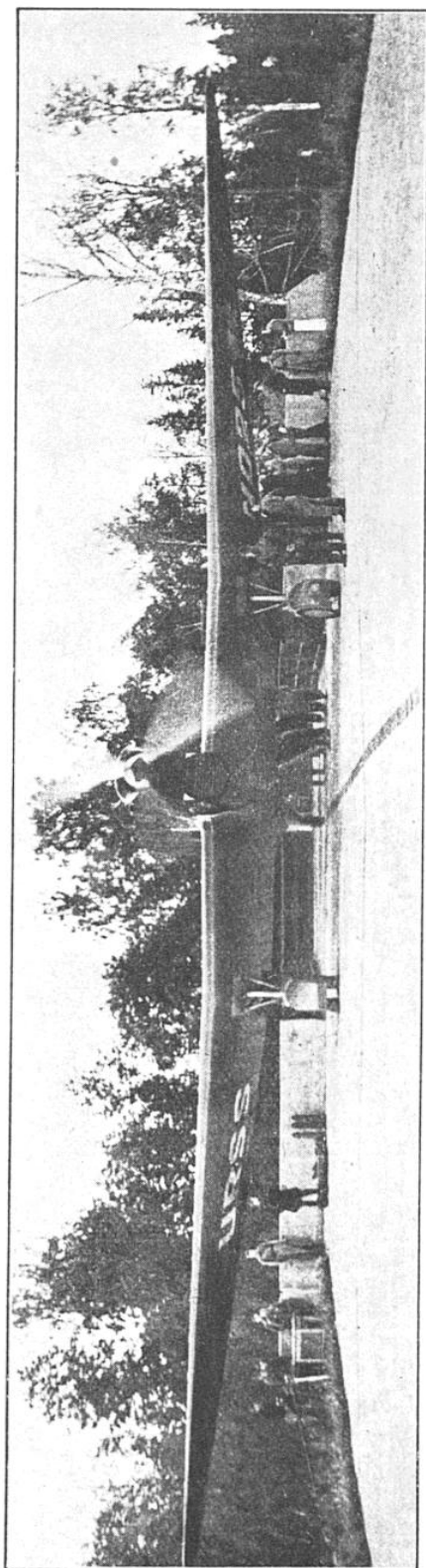
Août 1937

Numéro 242

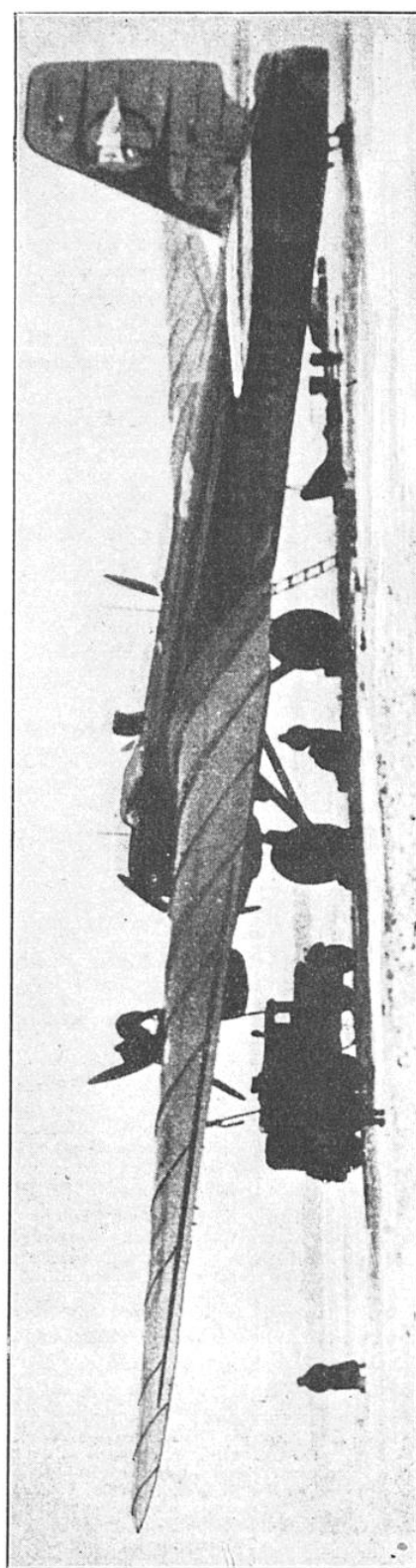
SOMMAIRE

L'aviation polaire assurera-t-elle la liaison Europe-Amérique?	André Laville	81
<i>Après la mise en valeur de l'Arctique soviétique, déjà entreprise par la grande voie maritime du Nord, voici la voie aérienne polaire qui reliera un jour l'U. R. S. S. à l'Amérique.</i>		
Que peut-on attendre de l'emploi du glucinium dans l'industrie et au laboratoire?	L. Houllevigue	92
<i>La métallurgie relativement récente du glucinium a autorisé l'obtention de nouveaux alliages pour l'aviation et l'électrotechnique. De plus, le rayonnement ultrapénétrant émis par ce métal en fait un agent puissant des transmutations atomiques.</i>		
Pourquoi le paquebot « Normandie » a dû changer d'hélices?	Jean Bodet	98
<i>L'étude hydrodynamique des veines liquides au voisinage des hélices des navires a permis à la Normandie de reconquérir momentanément le « ruban bleu », grâce aux nouveaux tracés des hélices autorisant l'utilisation du maximum de puissance de l'appareil moteur.</i>		
Paris possède enfin un « planétaire »	Roger Simonet	106
<i>C'est un appareil de haute précision bien connu en Allemagne et dont celui de Munich est le plus beau qui soit au monde. Il matérialise sur un ciel artificiel tous les mouvements des astres, à un rythme accéléré au gré de l'observateur.</i>		
Comment on a sonorisé le « Vray Mystère de la Passion »	Pierre Keszler	112
<i>Microphones d'un nouveau modèle, répartition plus judicieuse des hauts-parleurs permettent maintenant de diffuser avec un réglage précis du volume sonore la totalité des effets captés sur la scène du parvis de Notre-Dame de Paris. et aussi à plus grande distance (carillon de Rouen).</i>		
La chimie biologique au Palais de la Découverte de l'Exposition 1937. Dans le domaine si complexe de la chimie de la vie, la recherche scientifique nous a apporté récemment de nouvelles découvertes qui nous renseignent déjà beaucoup mieux sur la création et la transformation de la matière vivante.	Jean Labadié	116
Notre poste d'écoute	S. et V.	124
Jeux d'eau, jeux de lumière, jeux du son à l'Exposition 1937	Jean Marchand	132
<i>La télémechanique électrique permet maintenant d'un centre unique — le « bateau-studio » — de commander et de régler les manifestations spectaculaires nocturnes où se conjuguent harmonieusement la forme, la lumière, le son.</i>		
Doctrines économiques : le libéralisme du XIX ^e siècle a vécu	G. B.	141
Un triomphe de l'industrie minérale à l'Exposition de 1937 : les applications des nouveaux « verres » dans la construction moderne ..	Paul Nicolardot	145
<i>Insonorité, isolement thermique, légèreté, luminosité, telles sont les qualités exigées maintenant des verres minéraux, scientifiquement étudiés. Voici de nouvelles formules appliquées au bâtiment. On verra à l'Exposition qu'elles ont fait merveille.</i>		
Voici le réseau « impérial » de navigation aérienne de l'Angleterre ..	S. et V.	152
L'automobile et la vie moderne	S. et V.	154
A travers notre courrier	S. et V.	158

Parmi les quarante-deux pavillons étrangers construits sur le terrain de l'Exposition de 1937, celui de la Tchécoslovaquie, représenté sur la couverture de ce numéro, constitue à notre avis l'un des exemples les plus caractéristiques des applications des nouveaux « matériaux » dans la construction moderne, en particulier des verres minéraux récemment créés. Trente espèces différentes de ces verres — dont le « thermolux » à la fois bon isolant thermique, bon isolant acoustique, parfait diffuseur de la lumière — ont été utilisés pour édifier ce pavillon conçu et exécuté d'après les dernières « créations » de la science appliquée à la vie moderne. (Voir l'article page 145 de ce numéro.)



AVEC CE MONOPLAN ENTIÈREMENT MÉTALLIQUE « A. N. T.-25 » (D'APRÈS LES INITIALES DE SON CONSTRUCTEUR, A.-N. TOUPOLEV) LES AVIATEURS RUSSES TCHKALOV, BAIDOUKOV ET BIELIAKOV ONT RÉCÉLÉMENT LE VOL MOSCOU (U.R.S.S.)-VANCOUVER (CANADA) PAR LE POLE NORD, COUVRANT PRÈS DE 9 000 KM SANS ESCALE (MOTEUR « A. M.-34 » DE 950 CH, 12 CYLINDRES EN V, REFROIDIS PAR L'EAU)



L'EXPÉDITION POLAIRE DU PROFESSEUR OTTO SCHMIDT COMPRENAIT QUATRE QUADRIMOTEURS DU MÊME MODÈLE QUE LES QUADRIMOTEURS DE BOMBARDEMENT DE L'ARMÉE SOVIÉTIQUE (VOIR « LA SCIENCE ET LA VIE », N° 235, PAGE 3), PILOTÉ PAR VODOPIANOV, LE « N.-170 », QUE L'ON VOIT ICI SUR L'AÉRODROME DE MOSCOU AVANT SON DÉPART POUR L'ÎLE RODOLPHE (OCÉAN ARCTIQUE), S'EST POSÉ LE PREMIER SUR

LA BANQUISE A 20 KM DU POLE ET L'EXPÉDITION POLAIRE SOVIÉTIQUE A ÉTABLI EN CE POINT SES QUARTIERS D'HIVER

L'AVIATION POLAIRE ASSURERA-T-ELLE LA LIAISON EUROPE-AMÉRIQUE ?

La mise en valeur de l'Arctique soviétique constituera-t-elle un événement scientifique sensationnel ?

Par André LAVILLE

Le 21 mai 1937, à 11 h 35 mn, le premier avion de l'expédition polaire soviétique, sous le commandement du professeur Otto Schmidt, piloté par l'excellent pilote russe Vodopianov, se posait sans encombre sur la banquise, à quelque vingt kilomètres du Pôle Nord, où il fut rejoint, peu de jours après, par trois autres appareils apportant des vivres, des matériaux de construction et des appareils scientifiques. Dans l'observatoire polaire ainsi établi sur une épaisseur de glace de plus de 3 mètres et qui dérive lentement vers l'Est, quatre savants spécialistes russes vont passer le long et rigoureux hiver polaire ! Leurs travaux apporteront — nous n'en doutons pas — une contribution précieuse pour une connaissance plus complète des phénomènes qui régissent le mouvement des glaces de la banquise, la météorologie de l'Arctique et également celle des régions tempérées. C'est la première tentative de ce genre en vue d'étudier les possibilités de réaliser des liaisons aériennes intercontinentales régulières au-dessus des territoires et des mers arctiques, entre l'U. R. S. S. et l'Amérique du Nord, ou encore le Japon, avec des étapes de 3 000 km au maximum, alors que la traversée sans escale de l'Atlantique-Nord exige des appareils d'un rayon d'action d'au moins 6 000 km ! (1). Dans ce domaine de l'aviation polaire, aussi bien pour la construction des appareils spécialement aménagés en vue des communications aériennes entre les territoires de l'Extrême-Nord que pour les méthodes de navigation appropriées à leurs conditions météorologiques, l'U. R. S. S. apporte déjà une longue expérience, grâce aux raids et aux vols de reconnaissance et d'exploration qui se sont multipliés au cours de ces dernières années et aussi grâce aux transports de passagers, de poste, de machines, de fourrures, etc., qui ont lieu maintenant régulièrement et qui pénètrent chaque année plus profondément vers le Nord. L'avion, en effet, est le moyen de transport le plus rapide et le plus souple à la fois ; il joue le rôle essentiel dans la mise en valeur des territoires arctiques soviétiques dont les richesses minières (et aussi forestières) sont considérables. Quelques gisements minéraux de la Sibérie septentrionale (étain, plomb, molybdène, or et platine, etc.) sont encore seuls connus actuellement. Il en est de même de la houille et du pétrole, découverts en différents endroits presque par hasard. Ces gisements attendent, sauf de rares exceptions, que vienne pour eux l'heure de l'exploitation. En réalité, l'importance et le nombre de ces gisements doivent être très élevés. Il doit en être de même sur les îles de l'Océan Glacial, qui constituent, en outre, d'incalculables réserves d'animaux à fourrure. L'Océan Arctique est donc devenu aujourd'hui, sous l'impulsion du professeur Otto Schmidt, la Grande Voie maritime du Nord, facteur déterminant de la mise en valeur du littoral arctique. Grâce aux stations polaires (au nombre d'une soixantaine) qui établissent les cartes météorologiques indispensables à la navigation arctique, grâce surtout à la reconnaissance des glaces par l'aviation, les navires soviétiques peuvent visiter (chaque année en plus grand nombre) les estuaires des grands fleuves sibériens (Obi, Iénisseï, Lena, etc.). Il est même possible de réaliser maintenant la liaison Arkhangelsk-Vladivostok par le détroit de Behring, alors qu'aucun explorateur (il y a vingt ans seulement) n'avait pu effectuer ce même trajet sans échapper à l'hivernage dans les glaces. L'avion aura ainsi permis de réaliser le rêve de tant de générations de navigateurs aussi savants qu'audacieux. Le Pôle deviendra-t-il la plaque tournante du réseau des communications intercontinentales ? C'est un problème qui se pose dès maintenant pour la génération actuelle.

(1) Les aviateurs russes Tchkalov, Baidoukov et Bieliakov ont quitté l'aérodrome de Cholkovo (près de Moscou) le 18 juin dernier, à bord de l'avion U. R. S. S.-25, et ont atterri le 20 juin à Vancouver (Canada), après être passés à une centaine de km du Pôle. Couvrant 9 000 km environ sans escale, ils approchèrent le record de distance en ligne droite détenu par Codos et Rossi, avec 9 104 km, et démontrèrent la possibilité d'établir des liaisons aériennes au-dessus de l'Océan Arctique. Toutefois, il ne faut pas oublier qu'il s'agit d'une performance exceptionnelle, et que l'aménagement de l'infrastructure indispensable à une ligne commerciale régulière est un problème particulièrement délicat à résoudre dans les régions polaires, étant donné les conditions météorologiques éminemment défavorables qui y règnent pendant la plus grande partie de l'année.

LES richesses naturelles de l'Arctique soviétique sont considérables.

Les Américains, qui ont acheté l'Alaska à l'Empire Russe pour un prix dérisoire et qui exploitent avec succès les nombreux gisements minéraux de cette presque île naguère sauvage et déserte, l'ont transformée en un pays civilisé avec des villes, des routes, des chemins de fer et des lignes aériennes. Il n'y a aucun doute que la presque île de Tchouktschis (extrémité de la Sibérie orientale) recèle des richesses aussi grandes que celles de l'Alaska.

Jusqu'à maintenant, les îles de l'Océan Glacial passaient pour des terres désertes et couvertes de glace. Il n'y a pas de raison de croire qu'une prospection sérieuse n'y puisse découvrir des gisements aussi riches que ceux du Spitzberg, dont la houille est actuellement exploitée sur une grande échelle.

Aussi ces régions jadis méprisées sont-elles le théâtre d'une lutte très vive pour le partage des solitudes arctiques (1).

Les 5,5 millions de km² de l'Arctique soviétique, compris entre le littoral de l'Océan Glacial et le 62^e degré de latitude nord, sont riches en gisements de toutes sortes, tels le platine du Iénisseï, l'or de la Sibérie septentrionale, la houille de la Petchora, le cuivre, le plomb, le zinc et l'étain de la Kolyma, le pétrole et le sel gemme du Nordvik, les métaux divers de la presque île de Tchouktschis, les apatites de Khibinsk.

La presque île de Kola, le plateau compris entre le Iénisseï et la Lena, le bassin de la Kolyma et la presque île de Tchoukotka sont destinés à devenir des centres miniers importants dans un avenir très proche.

Les îles de l'Arctique seront bientôt des réserves à peu près inépuisables pour l'élevage des animaux à fourrure, comme le renard, dès maintenant élevé à l'île Wrangel dans des fermes spéciales.

La pêche, la chasse au phoque ont pris des proportions considérables. On a tué dans la mer Blanche jusqu'à 200 000 de ces animaux dans une seule campagne.

Surtout, l'Océan Glacial est devenu la Grande Voie maritime du Nord, qui n'est pas qu'un fil tenu sur la carte entre l'Orient

et l'Occident, mais un facteur important de la mise en valeur des régions qui bordent la banquise, la clé de l'Extrême-Nord et une étape importante dans la voie de l'unification du littoral soviétique.

L'avion doit jouer le principal rôle dans la mise en valeur des territoires arctiques

Le problème des transports dans ces régions isolées passe évidemment au premier plan. Pour parvenir, l'été, aux points habités des rivages arctiques, il faut compter plusieurs semaines de navigation sur les grands fleuves sibériens. De tous les moyens de transport mécanique, l'avion doit donc être le plus largement employé dans le Nord. Il n'exige pas, en effet, de grands travaux d'infrastructure. Malgré la charge utile relativement faible des avions modernes et même des dirigeables, qui rend fort élevé le prix de revient des transports aériens, le gain de temps sur les autres moyens de communication est tel, dans l'Arctique, qu'ils doivent prendre le pas sur tous les autres engins de locomotion.

C'est ainsi, par exemple, que les fonds consacrés par l'Etat à la chasse aux fourrures ne lui reviennent actuellement, au plus tôt, qu'au bout de deux ans. L'emploi de l'avion pour le ravitaillement des trappeurs et le ramassage des produits de la chasse peut accélérer considérablement ce mouvement.

De même, l'industrie forestière, les exploitations minières, etc. nécessitent le transport de machines, de produits alimentaires, de vêtements, etc., dans des régions accessibles seulement, jusqu'à maintenant, avec des équipages de rennes ou de chiens. L'avion et le dirigeable peuvent encore rendre, dans ce cas, de grands services et peut-être même diminuer les frais du transport du matériel et des produits les plus précieux de ces exploitations.

Aussi, peu à peu, les lignes aériennes s'avancent de plus en plus profondément vers le Nord. La première fut ouverte en 1928, le long de la Lena, entre Irkoutsk et Iakoutsk. Longue de 2 700 km, elle fonctionne très régulièrement, même par les plus grands froids, sauf au printemps, au moment de la débâcle, et au début de l'hiver.

Deux nouvelles lignes furent ouvertes en 1929 et 1930, celle d'Arkhangelsk à Kotlas et Siktikvar, le long de la Dvina septentrionale, et celle de Khabarovsk à Nikolaïevsk-sur-Amour et Okha dans l'île de Sakhaline. En dépit de leur faible capacité

(1) En 1924, une expédition de la compagnie canadienne Stephenson s'empara de l'île soviétique Wrangel. La même année, une expédition américaine tenta l'annexion de l'île Herald. Les expéditions Mac Mellon de 1922, Wilkins et Eielson en 1926-1927 se proposaient d'annexer à l'Amérique les territoires situés au nord de l'Alaska, jusqu'au 156^e degré de longitude ouest. De même, l'expédition Nobile de 1928 se proposait l'annexion d'îles situées dans le secteur polaire arctique et propres à l'organisation de communications transarctiques.

de transport, les avions utilisés sur cette ligne ont joué un rôle important dans la mise en valeur de cette région dépourvue de routes. Il suffit, pour s'en convaincre, de se rappeler qu'il faut en été deux semaines pour se rendre, par eau, de Khabarovsk à Sakhaline, et que ce trajet, à peu près irréalisable en hiver, est parcouru par l'avion en quelques heures.

En 1930, la longueur totale des lignes

l'avion dans le développement de la navigation maritime à travers la mer de Kara, vers l'estuaire des grands fleuves sibériens comme l'Obi et le Iénisseï.

Ce n'est qu'en 1923 que furent démontrés les avantages de l'avion pour les travaux hydrographiques et la reconnaissance des glaces dans l'Océan Glacial, avantages confirmés au cours des années suivantes, en particulier en 1930, où trois hydravions

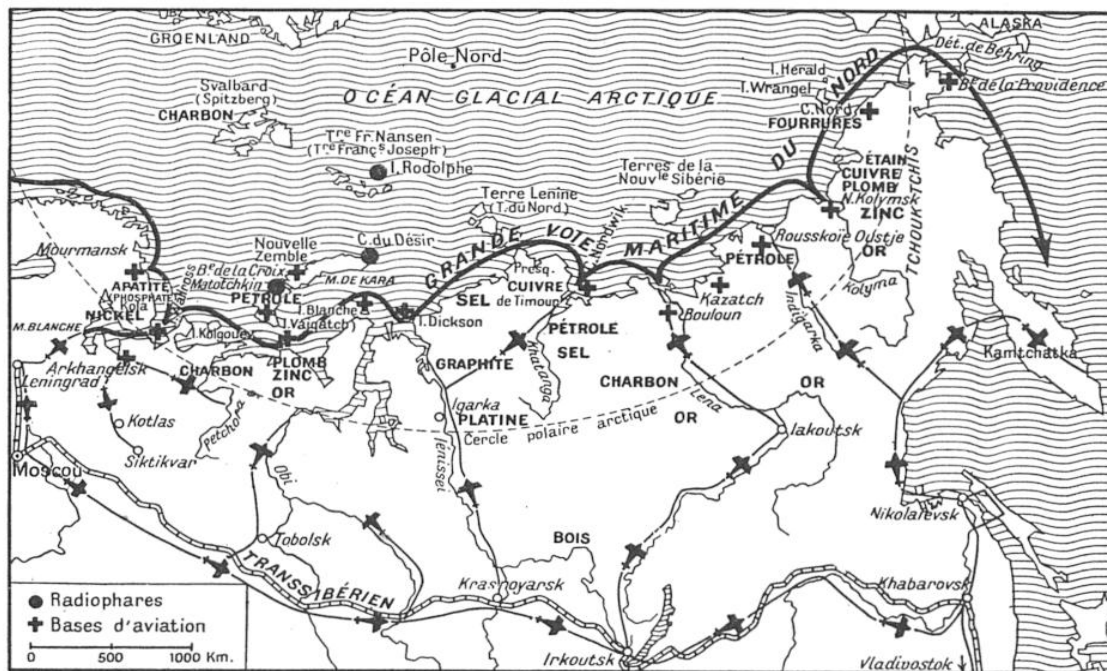


FIG. 1. — CARTE DES RÉGIONS ARCTIQUES DE L' U. R. S. S.

Sur cette carte ont été indiquées les principales bases d'aviation polaire au service de la Grande Voie Maritime du Nord, pour la surveillance des glaces. C'est cette organisation, complétée par de nombreuses bases auxiliaires, qui a rendu possible la circulation régulière des navires pendant l'été entre Mourmansk, ou Arkhangelsk, et Vladivostok par le détroit de Behring, alors qu'aucun navigateur n'avait pu réussir autrefois cette traversée sans hiverner dans les glaces.

aériennes du Nord atteignait 5 400 km. Fin 1931, elle était passée à 10 000 km. Elle atteint maintenant près de 50 000 km.

Les raids, les vols de reconnaissance et d'exploration, le transport des passagers, de la poste, des fourrures, et même des machines se développent rapidement. En 1936, les avions polaires ont couvert 2 240 000 km en 17 000 h de vol, transportant 5 400 passagers et 900 t de fret ; 27 500 h de vol sont prévues pour 1937.

L'avion au service de la Grande Voie maritime du Nord

Dès 1914, l'explorateur polaire Nansen avait prédit le rôle considérable réservé à

Dornier « Wal » furent affectés à l'expédition de la mer de Kara qui comprenait quarante-six navires. Seize vols, d'une durée totale de 58 heures, s'étendant sur 9 000 km, furent effectués par les trois appareils, qui apportèrent une aide efficace aux navigateurs en explorant rapidement de grandes étendues, économisant ainsi un temps précieux et réduisant au minimum la dépense en combustible des brise-glaces de l'expédition.

La preuve était définitivement faite de l'utilité pratique de l'avion pour l'éclairage des expéditions polaires. Depuis, l'importance de la participation aérienne à la navigation maritime dans l'Arctique n'a cessé de croître, et c'est pour une bonne part grâce

à l'avion que les navigateurs soviétiques ont pu si rapidement étendre leurs opérations dans l'Océan Glacial (1).

Ainsi, l'an dernier, les mers polaires ont été franchies par cent soixante navires dont quatorze ont accompli le trajet entier d'Arkhangelsk ou de Mourmansk à Vladivostok ou de Vladivostok vers l'Ouest ; en 1935, quatre navires seulement avaient fait le même trajet. Et 276 000 tonnes de marchandises ont été transportées, 18 % de plus qu'en 1935.

L'aviation a joué un rôle de premier plan au cours de cette campagne, compromise dès le début par la présence dans la partie orientale de la mer de Kara de banquises considérables, les plus épaisses qu'on ait vues depuis plusieurs années, qui arrêtaient les navires jusqu'à la fin du mois d'août, à quelques semaines seulement de l'interruption de la navigation polaire.

Durant toute cette période, les avions n'ont pas cessé d'observer méthodiquement la banquise et de s'efforcer de prévoir dans quelle direction on pouvait espérer une trouée. Tout au début de septembre, l'aviateur Alexeev apprit au professeur Schmidt, chef de l'expédition, que si les brise-glaces parvenaient à se frayer rapidement un passage à travers une banquise située près de la partie centrale de la presqu'île de Timour, ils trouveraient devant eux la mer libre. Ces renseignements furent confirmés un peu plus tard par le célèbre pilote Molokov, en train d'accomplir un raid tout le long de la Voie maritime du Nord.

Ainsi, la part de l'aviation dans le succès de la campagne de navigation de 1936 est évidente. Son importance ressort encore plus clairement lorsqu'on se représente que la route de Léninegrad à Vladivostok par la

Méditerranée et l'Océan Indien est longue de plus de 20 000 km, un peu plus encore par l'Atlantique et le canal de Panama, alors que la Grande Voie maritime du Nord réduit cette distance à 13 500 km et 10 000 seulement de Mourmansk à Vladivostok.

Les lignes de communication aériennes transarctiques

Les nombreux raids effectués, au cours de ces dernières années, au-dessus de l'Atlantique-Nord ont montré la difficulté d'établir des communications régulières sur ce parcours en raison des conditions météorologiques extrêmement sévères qui y règnent la plupart du temps. La liaison transarctique de l'Europe avec l'Amérique du Nord n'en présente que plus d'intérêt, d'autant plus que la distance de l'Alaska au Spitzberg ne dépasse pas 3 500 km et que celle de la Nouvelle-Zemble à la partie la plus septentrionale du Canada n'excède pas 3 000 km, distances parfaitement franchissables avec les avions actuels, alors que le survol sans escale de l'Atlantique-Nord suppose un rayon d'action double, d'au moins 6 000 km, dans des conditions météorologiques beaucoup plus défavorables et sans stations intermédiaires, relativement faciles à établir sur les îles de l'Océan Glacial.

L'U. R. S. S. occupe ainsi une place particulièrement importante pour le développement futur des communications Europe-Nord Amérique. Les aéroports et les mâts d'amarrage projetés en Nouvelle-Zemble et dans la presqu'île de Timour peuvent paraître aujourd'hui bien inutiles ; d'ici quelques années, ils seront certainement indispensables.

D'un autre point de vue, on est habitué à considérer dans l'Océan Glacial et dans les

(1) L'adoucissement de la température hivernale constaté depuis une vingtaine d'années en moyenne dans nos régions, et confirmé par des observations scientifiques, semble avoir des conséquences profondes pour la mise en exploitation des territoires arctiques, en particulier pour le Nord de la Sibérie. Le docteur Scherhag, de l'Observatoire Météorologique de Hambourg, a signalé récemment dans la *Marine Rundschau* que la température moyenne des mois d'hiver (novembre à mars) sur toute l'Europe du Nord, l'Asie du Nord, ainsi que le Canada et l'Alaska, a augmenté de plus de 1° dans les vingt dernières années, alors que, sur les rivages orientaux du Groenland, la mer de Barentz, sur le détroit de Davis, ainsi qu'au Spitzberg, elle a augmenté de 3°. L'hiver dernier, pendant les mois de novembre et décembre, on a observé des écarts de température positifs de plus de 10° sur la terre François-Joseph et sur les rives de la Mer Blanche et dans l'Oural ; de même, quoique à un moindre degré, au Pôle du froid, qui est, comme on le sait, à Verchojansk en Sibérie. Il en résulte, d'après le docteur Scherhag, que la

limite de la banquise sur la mer de Barentz et de Daris se serait déplacée d'environ 300 km vers le nord depuis vingt ans. Des expéditions russes dans la mer de Barentz ont montré que la température, dans la région comprise entre la terre François-Joseph et la Nouvelle-Zemble, a augmenté de 3° depuis l'expédition de Nansen sur le *Fram*, qui remonte à la fin du siècle dernier. C'est à ces conditions nouvelles du climat que l'on pourrait attribuer en partie les succès remportés dans le passage du nord-est. Il est encore trop tôt pour déduire des observations réunies jusqu'à présent l'évolution future de ces changements de température. Certains signes tendent à indiquer, toujours d'après le docteur Scherhag, que l'échauffement a atteint maintenant son maximum, mais la quantité de chaleur que les territoires polaires ont pu emmagasiner au cours des vingt dernières années peut assurer de longues années favorables à une exploitation plus intensive de la richesse naturelle de la Sibérie du Nord, telle que l'entreprend actuellement l'U. R. S. S. (N. D. L. R.)

solitudes désertiques de la côte sibérienne un obstacle infranchissable à l'invasion étrangère. Les progrès rapides de l'aéronautique diminuent de jour en jour l'efficacité de cette protection. Il faut abandonner l'idée que l'Océan Glacial pourrait jouer, un jour, le même rôle que jadis la Muraille de Chine. De ce point de vue également, le développement de l'aviation polaire présente une importance considérable.

Quatre projets principaux ont été étudiés.

remplacement du dirigeable par des avions modernes rapides et à grand rayon d'action, genre *Douglas*, permettrait, dès maintenant, d'abaisser la durée du voyage à un jour et demi ou deux jours, tout en emportant une charge commerciale proportionnellement supérieure à celle des hydravions transatlantiques actuellement en essais ou en projet.

Le second projet emprunte l'itinéraire Stockholm-Labrador, par Bergen-Reykjavik-Ivigott (Groenland).

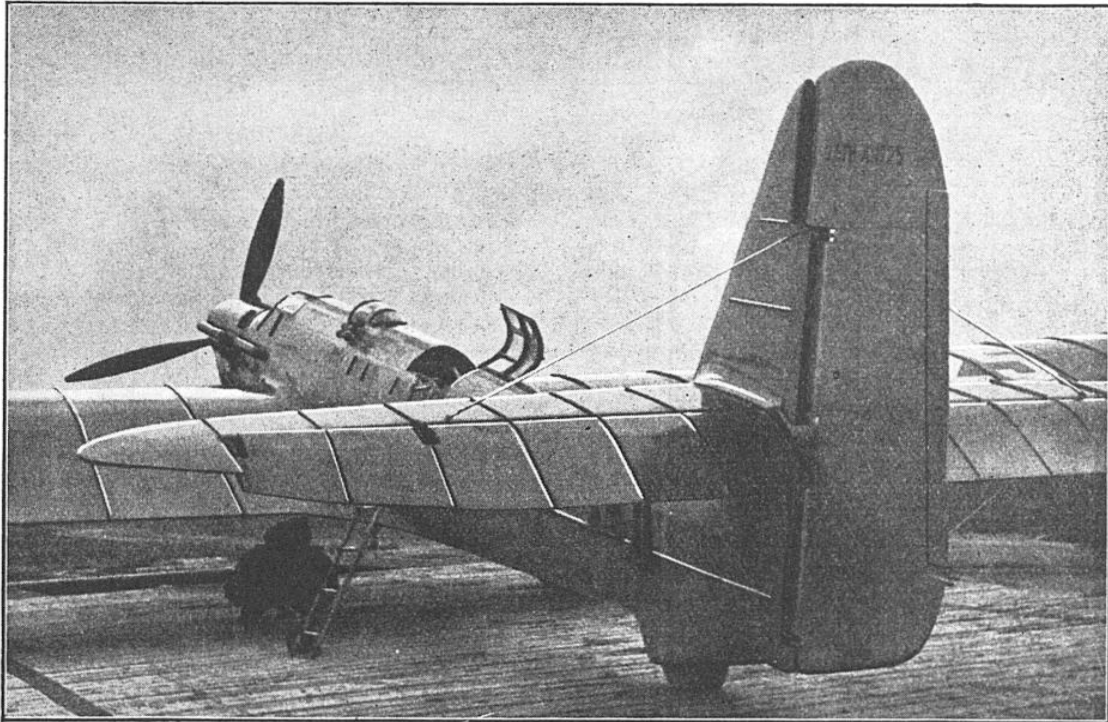


FIG. 2. — L'AVION « U. R. S. S.-25 », MONOPLAN MONOMOTEUR ENTièrement MÉTALLIQUE AVEC LEQUEL FUT EFFECTUÉ LE RAID MOSCOU-VANCOUVER PAR LE POLE. (VOIR PAGE 80.)

Le premier, celui de l'aéronaute allemand Brauns, prévoyait l'utilisation de l'itinéraire Amsterdam-Leningrad-Arkhangelsk-Nome en Alaska, jusqu'à Ounimak, dans les îles Aléoutiennes. De là, une branche se dirigeait vers San Francisco, l'autre vers Yokohama. De grands dirigeables rigides de 150 000 m³, mus par sept moteurs de 3 000 ch de puissance totale, à 100 km/h de vitesse de croisière, auraient parcouru ce trajet en cinq ou six jours, pour un prix supérieur de 25 % seulement à celui du voyage maritime en première classe.

Ce projet est déjà vieux d'une dizaine d'années. L'emploi de grands rigides modernes diminuerait d'une journée le trajet. Le

Le troisième part de Travenmunde et adopte le même tracé jusqu'au Groenland pour, de là, bifurquer vers l'île d'Anticostia et Kingstown, trajet parcouru dès 1929 par l'Allemand Von Gronau sur hydravion *Dornier « Wal »*.

Le quatrième enfin, partant de l'Angleterre, passe par les îles Féroé, l'Islande, le Groenland, le détroit d'Hudson et Winnipeg, ligne étudiée par les Anglais.

Tous les projets envisagés depuis s'inspirent plus ou moins de ces itinéraires.

La météorologie de l'Arctique

L'établissement de communications maritimes et aériennes régulières dans l'Arc-

tique exige une connaissance précise de sa météorologie, des mouvements des glaces qui couvrent les mers polaires en été aussi bien qu'en hiver, etc.

Pour cette raison, et aussi parce que les facteurs météorologiques de l'Extrême-Nord influent considérablement sur le climat des régions situées plus au Sud, les savants soviétiques ont entrepris l'étude systématique des phénomènes météorologiques de l'Arctique. De leur exacte connaissance dépend le succès de la prévision du temps pour l'Union soviétique tout entière.

Une soixantaine de stations polaires transmettent journellement leurs observations à Moscou, où elles servent à l'établissement des cartes météorologiques indispensables à la navigation arctique. Les recherches de géophysique, y compris l'actinométrie et la magnétologie, rentrent également dans leur programme. Elles se livrent aussi à des travaux d'hydrographie le long de la côte et font des recherches géologiques.

Même en hiver, la température des régions polaires n'est pas aussi basse qu'on le croit généralement. Elle ne descend guère, en effet, au-dessous de -40° C. Le pôle du froid se trouve non pas dans l'Arctique, mais dans la partie nord-est de la Sibérie, voisine de la mer d'Okhotsk, où l'on a observé des températures de -68° C.

Le climat arctique se caractérise ainsi par des températures relativement basses en été, et les conditions climatiques de l'Extrême-Nord n'empêchent nullement un travail normal.

Comment atteindre le Pôle ?

Le développement de la navigation arctique, l'étude météorologique des régions polaires ont naturellement conduit les explorateurs soviétiques à envisager l'installation de stations d'observation au centre même du bassin polaire. C'est en effet l'unique moyen de se renseigner exactement sur les lois qui régissent le mouvement des glaces, les échanges thermiques entre les eaux chaudes de l'Atlantique et les eaux froides du bassin polaire et la formation des courants aériens qui conditionnent la météorologie de l'Extrême-Nord et d'une bonne partie des territoires soviétiques.

L'idée de la création d'une station permanente au voisinage du Pôle une fois admise, le plus difficile restait à faire.

Des parachutistes expérimentés proposèrent d'organiser une descente au Pôle en parachutes. Mais ce n'est pas chose aussi facile qu'une exhibition sur un aérodrome

connu. Il ne s'agissait pas seulement, en effet, de lancer quelques hommes et de faire demi-tour, mais encore de débarquer des vivres pour deux ans, des armes et des munitions, des instruments nombreux, précis et délicats, tout un équipement lourd et fragile d'au moins une dizaine de tonnes, sans compter que tous les météorologues, radiotélégraphistes, aérologues, etc., ne sont pas parachutistes.

La suggestion d'une expédition en dirigeable n'eut pas plus de succès. La faible vitesse du plus léger que l'air, son manque de défense contre les perturbations atmosphériques, etc. rendaient son emploi trop aléatoire.

Restait l'avion. Se basant sur les récits de Nansen qui disait avoir trouvé au delà du 86° parallèle des étendues considérables de glace à peu près unies et sur le fait que Peary, dans sa marche vers le Pôle, parcourut avec ses chiens jusqu'à 50 kilomètres par jour, ce qui confirmait les dires de Nansen, l'aviateur Vodopianov en concluait à la possibilité d'atterrir correctement, même avec un avion de gros tonnage, dans la région voisine du Pôle.

Il parvint à rallier à ce point de vue le célèbre explorateur Otto Schmidt, le président du Comité des Routes du Nord, qui lui confia en 1935 le soin d'établir un projet d'expédition aérienne au Pôle.

Jusqu'à l'an dernier, l'opinion était loin d'être unanime parmi les pilotes des lignes arctiques sur l'époque la plus favorable à un raid polaire, non plus que sur le type d'appareil le mieux adapté à cette mission : avion terrestre, avion terrestre muni de skis, ou hydravion. C'est pour élucider ces questions que Vodopianov accomplit l'an dernier son voyage de Moscou à l'île François-Joseph, qui vérifia entièrement ses prévisions.

La nuit ininterrompue de l'hiver arctique interdisait toute tentative durant cette saison. L'été, d'épais brouillards menacent les aviateurs du givrage, le plus redoutable ennemi des pilotes arctiques et transocéaniques.

Le printemps est l'époque la plus favorable. De mars à mai, la température oscille entre 30 et 10° C au-dessous de zéro, et le brouillard qui se forme par endroits ne dépasse généralement pas 1 000-1 500 m.

La nécessité de voler au-dessus du brouillard sans voir le sol, sans repères extérieurs et sans pouvoir se fier aux indications du compas magnétique, l'éventualité d'un atterrissage forcé en cours de route, etc., font de la radio l'auxiliaire le plus précieux et le

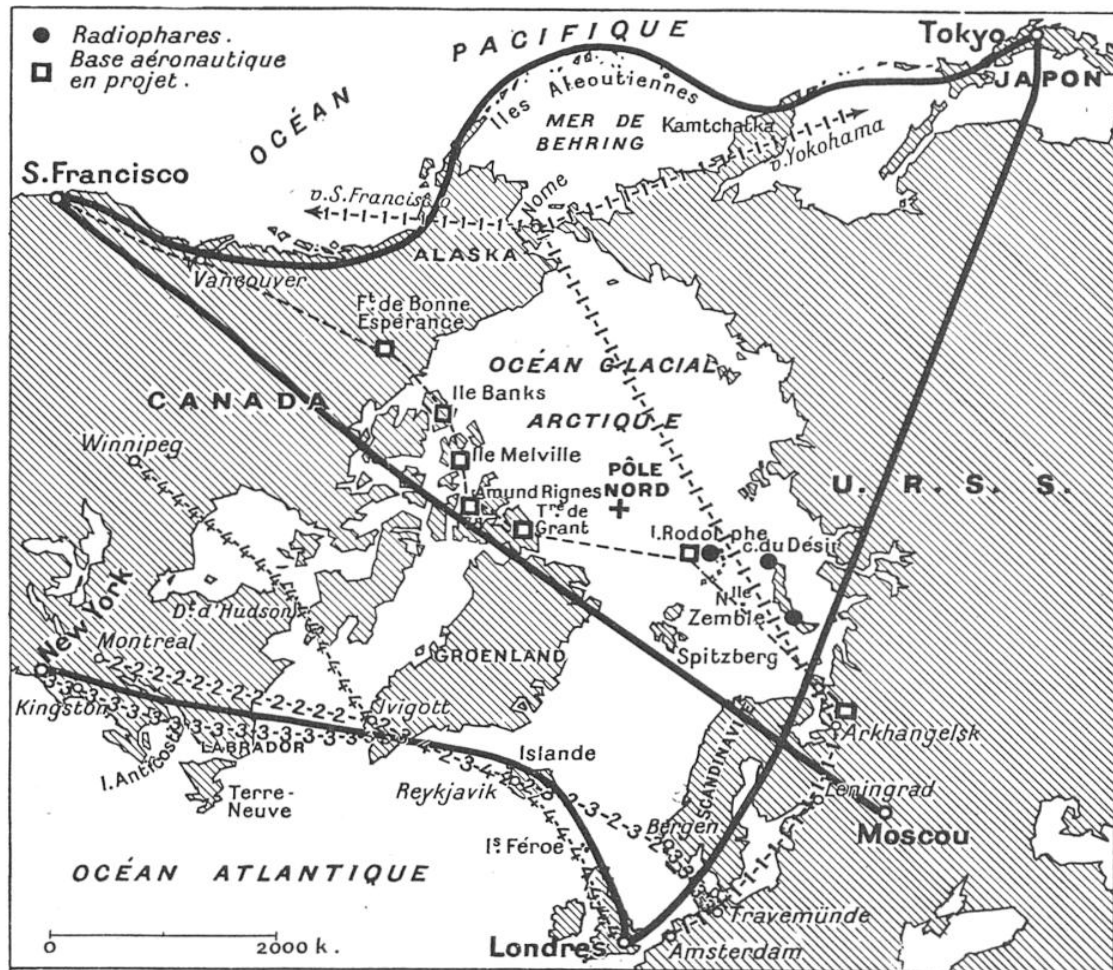


FIG. 3. — L'Océan Arctique et les grands itinéraires aériens dans la région polaire. Le secteur arctique de l'U. R. S. S. occupe près de la moitié des territoires situés entre le cercle arctique et le pôle. Le reste est divisé en cinq autres secteurs d'étendues très différentes, dont le plus grand est le secteur canadien. Viennent ensuite les secteurs danois et norvégien, le secteur américain (Alaska) et enfin le secteur finlandais. Quatre itinéraires (1, 2, 3, 4) ont été projetés pour les communications aériennes transarctiques. D'autres sont possibles en suivant le littoral arctique, tel celui de Londres à Tokyo qui n'est plus que de 9 500 km contre plus de 13 000 km par la voie ordinaire du Transsibérien. Plus audacieux encore est le projet russe d'une liaison Moscou-San Francisco par le Pôle, liaison que va préparer la mission scientifique qui doit hiverner au Pôle.

plus indispensable des aviateurs polaires.

Pour faciliter la tâche des navigateurs de l'expédition, trois radiophares furent installés l'an dernier, les deux premiers à Matochkin-Char et au cap du Désir, sur la Nouvelle-Zemble; le troisième plus au Nord, à l'île Rodolphe, choisie comme point de départ de l'expédition à cause de sa proximité relative du Pôle (900 km environ).

Une descente aérienne au Pôle

Mais il ne s'agissait pas seulement d'atteindre et de survoler le Pôle. L'expédition

aérienne devait encore y débarquer le personnel et le matériel de la future station polaire. Les quatre hommes qui y sont affectés doivent, en principe, y rester une année (1).

A la fin de l'été dernier, une vingtaine d'hommes amenés à l'île Rodolphe par mer y édifièrent plusieurs baraquements destinés à servir d'entrepôts pour le matériel,

(1) Ce sont : Paponine, chef de l'hivernage; Krenkel, opérateur radiotélégraphiste; Chirchov, hydrobiologiste, et Federov, astronome spécialiste du magnétisme terrestre.

également transporté par voie maritime.

Pour l'étape finale : île Rodolphe-Pôle Nord, Vodopianov et Otto Schmidt choisirent l'A. N. T.-6, grand monoplane métallique à quatre moteurs « M.-34 » de 800-1 000 ch du même type que les « T. B.-3 » des unités de bombardement des Forces aériennes soviétiques, capable d'emporter une charge utile de plus de 2 tonnes à 2 000 km et monté sur skis.

Quatre appareils de ce type furent affectés à l'expédition.

Trois d'entre eux, une fois la mission débarquée au Pôle, rentreront à Moscou. Le dernier restera à la base de l'île Rodolphe pour aller rechercher les quatre hivernants à l'expiration de leur mission et, le cas échéant, leur porter secours.

Trois autres appareils, un bimoteur de reconnaissance et deux avions légers d'une centaine de ch, sont également affectés à la base de l'île Rodolphe. Ils seront normalement utilisés à la reconnaissance des glaces dans ce secteur et aux multiples missions d'exploration et d'observation qui constituent l'essentiel de la besogne des aviateurs polaires.

Les organisateurs de l'expédition avaient tout prévu. Au cas où l'atterrissage se serait révélé impossible, une équipe de parachutistes commandés par l'« as » parachutiste Machkovski, pilote du quatrième avion de l'expédition, devait être lancée au Pôle et y aplanir une piste pour l'atterrissage des avions de l'expédition.

Partis le 21 mai, à 4 h 50 mn du matin de l'île Rodolphe, le premier avion de l'expédition, commandé par Otto Schmidt et piloté par Vodopianov, s'est posé sans encombre à 20 kilomètres du Pôle, environ sept heures plus tard, à 11 h 35 mn.

L'équipage a entrepris aussitôt le montage de la station radio, des tentes, etc., de l'observatoire polaire et commencé l'aménagement d'une piste pour l'atterrissage des trois autres avions retenus à l'île Rodolphe par le brouillard.

Profitant d'une éclaircie, ceux-ci ont décollé de l'île Rodolphe le 25, à 23 h 15 mn, et se sont posés près du premier appareil le 26, à 7 heures du matin.

La station polaire fonctionne déjà normalement. Solidement établie sur une épaisseur de glace de plus de 3 m, elle dérive lentement vers l'Est. Ses observations sont dès maintenant régulièrement transmises plusieurs fois par jour au Bureau Central Météorologique qui les inclut dans son bulletin quotidien.

La navigation aérienne à travers l'Océan Arctique est-elle dès maintenant possible ?

Les travaux de la mission polaire soviétique apporteront certainement une contribution précieuse à la connaissance des phénomènes qui régissent la météorologie de l'Arctique, et, dans une moindre mesure, celle des régions tempérées.

Il serait prématuré cependant de conclure, de sa création, à la possibilité prochaine de l'établissement de communications aériennes régulières entre l'U. R. S. S. et l'Amérique du Nord, ou le Japon, par le Pôle.

Des communications régulières sont impossibles durant la longue nuit de l'hiver polaire. Sans visibilité, sans infrastructure terrestre, impossible de voler à date et à heure fixes, comme l'exige le service d'une ligne régulière.

Les brouillards de l'été, qui s'élèvent jusqu'à 5 000 ou 6 000 mètres, sont très stables, et, par suite, menacent constamment les aviateurs du givrage.

Des vols réguliers ne seraient donc possibles, en principe, qu'au printemps et à l'automne. Le brouillard qui, pendant cinq jours, s'est opposé au départ des trois avions du second échelon de l'expédition montre bien à quel point, en pratique, ces possibilités sont réduites.

Des travaux de longue haleine restent à exécuter avant que la ligne Europe-Amérique du Nord par le Pôle entre dans le domaine des réalités.

Il faudra multiplier les stations entre le Spitzberg et le Pôle et entre le Pôle et l'Alaska, de manière à pouvoir venir rapidement en aide aux appareils contraints à un atterrissage forcé sur la glace. Une dizaine au moins devront être établies entre l'île Rodolphe et le Pôle, sans compter celles qui devront être installées sur la seconde moitié du parcours, entre le Pôle et l'Alaska. Il faudra les doter de moyens matériels puissants pour assurer une liaison constante entre elles.

Le problème de l'établissement des stations polaires est encore compliqué par le fait que le bassin polaire central est recouvert d'eau, ou plus exactement d'une épaisse couche de glace qui dérive lentement et qui est sujette à des déformations brutales capables de détruire brusquement les installations forcément sommaires faites à sa surface. On peut espérer que les explorateurs découvriront de nouvelles terres pouvant être aménagées comme l'île Rodolphe.

Beaucoup d'autres problèmes se posent dont la solution n'est nullement aisée. Tel est celui, par exemple, que pose la connaissance des phénomènes magnétiques au voisinage du Pôle. Le nouvel observatoire polaire permettra sans doute de combler de sérieuses lacunes sur les cartes magnétiques et pourra fournir aux pilotes qui survoleront le Pôle dans l'avenir des correctifs nécessaires des indications du compas.

La grandiose entreprise des aviateurs et

d'autres missions exigent la création d'appareils spéciaux étudiés en fonction des travaux à remplir et des conditions de la navigation aérienne polaire. La variété même des missions confiées à l'avion exige l'étude de plusieurs types de cellules et de moteurs.

Les lignes transversales qui se dirigent de l'intérieur vers les rives de l'Océan Glacial emploient, pour la commodité de l'exploitation, des avions semblables à ceux du réseau intérieur, sans grandes modifications.

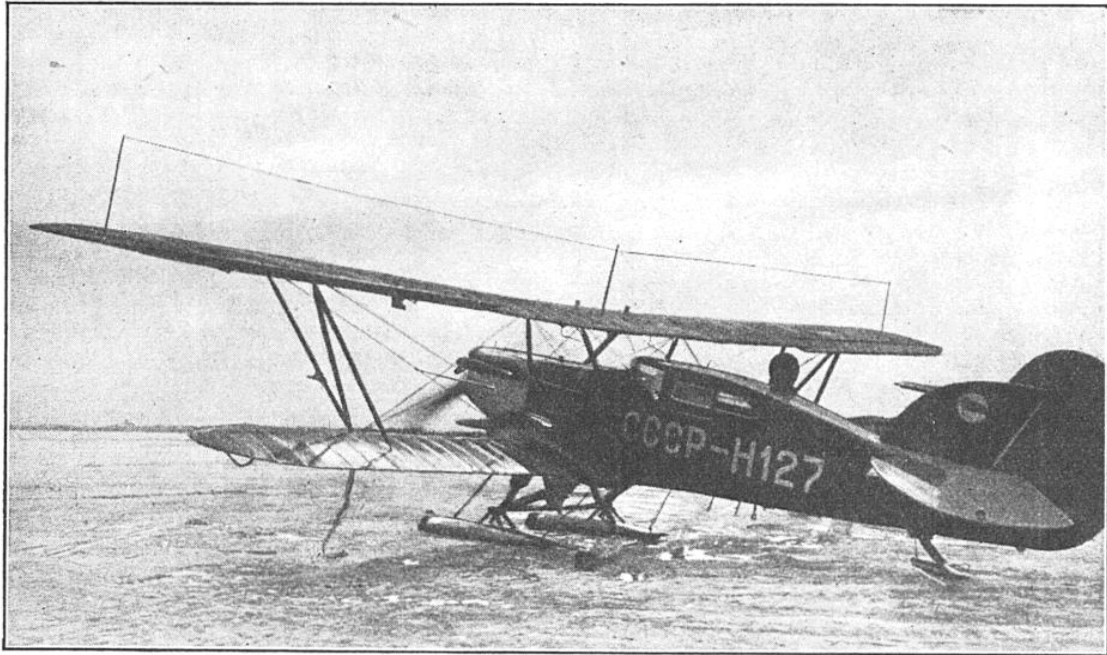


FIG. 4. — AVEC CE BIPLAN MONOMOTEUR SPÉCIALEMENT ÉQUIPÉ POUR LES VOLS POLAIRES, L'AVIATEUR RUSSE VODOPIANOV, ACTUELLEMENT CHEF-PILOTE DE L'EXPÉDITION POLAIRE DU PROFESSEUR SCHMIDT, A EFFECTUÉ L'AN DERNIER DE NOMBREUX VOLS DE RECONNAISSANCE AU-DESSUS DE LA TERRE FRANÇOIS-JOSEPH

des explorateurs soviétiques fera époque dans l'histoire de la navigation aérienne. Il ne faut pas cependant se faire trop d'illusions sur sa portée pratique, limitée encore, pour le moment, à l'étude de la météorologie arctique et des problèmes relatifs à la connaissance exacte du bassin polaire, sans qu'il soit possible de prévoir l'époque à laquelle le Pôle sera devenu la plaque tournante du réseau aérien soviétique, à la bifurcation des lignes Moscou-San Francisco et Moscou-Tokio.

Ce que doit être l'avion arctique

L'organisation de lignes arctiques-régulières, l'exécution des travaux d'exploration des mers polaires, toute une série

Les communications le long du rivage de la Sibérie septentrionale exigent, au contraire, des appareils à grand rayon d'action dont les moteurs, facilement accessibles en vol, soient équipés spécialement pour le démarrage aux basses températures. L'éventualité d'un atterrissage sur la glace ou d'un amerrissage forcé conduit à l'étude d'un atterrisseur combiné à roues et à skis, ou bien encore d'un hydravion à coque ou à flotteurs dont le fond serait spécialement renforcé pour permettre d'atterrir sur la glace sans détériorer l'appareil.

La difficulté de réparer un flotteur, par exemple, au cours d'un voyage le long de la côte de l'Océan Glacial, doit faire préférer à ce type d'appareil l'avion à train d'atter-

rissage combiné à roues et à skis, ou mieux encore l'amphibie de moyen tonnage équipé d'un atterrisseur relevable et muni d'au moins deux moteurs, de manière à pouvoir poursuivre son vol avec un moteur arrêté. La complication et le poids d'un atterrisseur combiné à roues et à skis conduisent à la conception plus simple d'un amphibie dont la coque ou les flotteurs seraient assez robustes pour encaisser un atterrissage sur la neige, et étudiés de façon à permettre un départ sur la neige, ce qui est d'ailleurs plus facile que de décoller en mer agitée.

La question bois ou métal n'est pas encore tranchée, mais les partisans du métal pour ce genre d'appareil sont de plus en plus nombreux. L'apparition des aciers inoxydables a provoqué l'étude de coques en acier entièrement assemblées par soudure électrique, d'une grande solidité et insensibles à la corrosion.

La nécessité de se poser sur des plans d'eau peu étendus ou de courtes pistes neigeuses oblige à rechercher la vitesse d'atterrissage la plus petite possible, de l'ordre de 80-85 km/h.

A côté de ces appareils de 2 à 3 tonnes de charge utile, il y a place pour des avions de plus petit tonnage, monomoteurs de 100 à 700 ch, amphibies ou hydravions à flotteurs, spécialement destinés à l'éclairage des expéditions arctiques, aux travaux d'exploration, aux transports locaux, etc.

Plusieurs avions établis sur ces données sont en cours d'essais ou de réalisation. L'un, qui a réussi de très beaux vols, est le monoplan bimoteur *Arc-3* de l'ingénieur Tchétirikov, dont la maquette fut exposée au dernier Salon de l'Aéronautique.

C'est un hydravion à coque centrale métallique et ailes en bois, équipé de deux moteurs Wright « Cyclone » disposés en tandem sur un bâti caréné qui permet d'accéder aux moteurs.

Un autre, le *Dar-I*, hydravion d'exploration arctique lointaine, étudié en collaboration par l'ingénieur Bartini et le pilote Tchouknovski, est également un bimoteur dont les grandes lignes rappellent celles du *Dornier « Wal »*, mais qui est construit entièrement en acier inoxydable soudé électriquement et équipé de deux moteurs Hispano-Suiza « 12 Y ».

Les bases aériennes de l'Arctique soviétique

Il ne suffit pas, pour assurer les services aériens de l'Arctique, de disposer d'avions et d'hydravions robustes et frustes, d'entre-

tien facile, ne nécessitant qu'une infrastructure rudimentaire ; il faut encore posséder des bases sûres, suffisamment rapprochées, équipées en combustible et en provisions diverses.

Le littoral arctique est ainsi divisé en quatre secteurs. Le premier comprend les bases d'Arkhangelsk, de Mourmansk et de la Nouvelle-Zemble. Le deuxième, celles de l'île Blanche, de l'île Dickson et du cap Nordwik. Le troisième, celles de Bouloun sur la Lena, Kazatch sur la Iana, Rousskoïe Oustje sur l'Indigarka. Le quatrième secteur, enfin, comprend les bases de Kolymsk sur la Kolyma, du Cap Nord, de la baie de la Providence.

Les principales d'entre ces bases, celles d'Arkhangelsk, d'Igarka, de la baie de la Providence, etc., possèdent des hangars équipés pour l'exécution de réparations assez importantes. Elles sont dotées chacune d'une station radio et d'une station météorologique. Des réserves de combustible et de lubrifiant d'une vingtaine de tonnes y sont entreposées.

Distantes de 600 à 1 000 km, elles sont cependant encore trop éloignées l'une de l'autre pour assurer une sécurité suffisante aux services aériens du littoral arctique. Des stations moins importantes ont été installées entre elles qui réduisent aux environs de 400-500 km la distance moyenne entre deux bases voisines. Dans la mer de Kara, par exemple, des bases secondaires ont été créées sur l'île Wallross à la sortie de la mer Blanche, sur l'île Vaigatch, au détroit de Matochkin et dans la baie de la Croix. La première est surtout fréquentée par les avions de reconnaissance des flottilles de pêche et des expéditions de chasse de la mer Blanche. Les autres sont surtout utilisées par les appareils employés à l'observation des glaces qui convoient l'expédition annuelle de la mer de Kara. Elles sont installées à proximité des stations radio déjà existantes en assez grand nombre le long du littoral arctique. Grâce au fonctionnement régulier de la T. S. F., des navires que séparent plusieurs centaines de kilomètres communiquent facilement. L'échange de télégrammes avec Moscou se fait par le poste central de l'île Dickson en deux ou trois heures. Vingt minutes suffisent parfois à cet échange.

Enfin, des bases auxiliaires ont été installées, toujours dans la même région, sur l'île Kolgouev, à l'embouchure de la Petchora, etc., pour le cas d'atterrissage forcé ou de travaux épisodiques dans ces rayons.

Il en est de même pour les trois autres secteurs.

L'infrastructure aérienne de la Grande Voie maritime du Nord est complétée par celle des grands fleuves sibériens, l'Obi, le Iénisseï, la Lena, le Kolyma, la Khatanga et l'Indigarka, suivis jusqu'au littoral par des lignes régulières fonctionnant d'un bout de l'année à l'autre.

Grâce à ces travaux, l'Arctique soviétique est désormais couvert d'un réseau aérien très complet, placé sous la direction du Comité des Routes du Nord qui assume l'administration de toute la partie de l'U. R. S. S. située au nord du 62^e parallèle, soit près du quart du territoire de l'Union soviétique tout entière.

L'avenir de l'aviation polaire

D'année en année, le rôle de l'aviation polaire a énormément grandi. Alors qu'en 1933 le nombre des heures de vol ne dépassait pas 484, ce nombre a atteint 17 000 en 1936.

En dehors des reconnaissances sur la banquise pour guider les navires dans leurs parcours à travers la Grande Voie maritime du Nord, les avions de la flotte aérienne

polaire ont transporté, l'an dernier, 5 400 passagers, deux fois plus qu'en 1935, et 900 tonnes de fret, couvrant une distance totale de 2 240 000 km.

Le pilote Molokov, accompagné de deux mécaniciens et d'un radio, a joint pour la première fois le détroit de Behring à la mer Blanche en longeant le littoral arctique.

Le 13 septembre, le pilote Levanevski et son mécanicien se posaient sur l'aérodrome de Chelkovo, près de Moscou, venant de San Diego en Californie en passant par le Nord et le détroit de Behring. En attendant la réalisation de la ligne Moscou-San Francisco par le Pôle, on considère que c'est la ligne de l'avenir.

Enfin, le plan pour 1937 prévoit 27 500 heures de vol au lieu de 17 000 en 1936.

Mieux que de longs commentaires, ces quelques chiffres montrent clairement la part de l'aviation dans le développement économique de l'Arctique soviétique et l'ouverture à la navigation régulière de la Grande Voie maritime du Nord, le rêve qui a hanté tant de générations de navigateurs et qui est devenue réalité grâce à l'avion.

A. LAVILLE.

Dans le budget impressionnant destiné à ses forces aériennes (soit 88 600 000 livres), la Grande-Bretagne semble avoir réservé une part importante à l'aviation de bombardement, contrairement à certaines opinions qui se sont manifestées en France à ce sujet. Les spécialistes du Ministère de l'Air anglais estiment, en effet, que les bombardiers rapides et « maniables », tels que ceux construits actuellement par les grandes puissances aériennes, en Europe comme aux Etats-Unis d'Amérique, sont capables d'accomplir leur mission sur les objectifs désignés — même fort éloignés — en territoire ennemi sans risquer d'être abattus par les moyens de la défense adverse. Les plus rapides des avions de chasse, dans l'état actuel de leurs moyens d'attaque, peuvent difficilement arrêter le bombardier moderne dont la vitesse est souvent comparable à la leur. Quant à la D. C. A. (artillerie terrestre spécialisée, pièces semi-automatiques perfectionnées), en dépit de ses progrès indiscutables, elle ne peut s'opposer au passage des récents appareils navigant à haute altitude (à partir de 3 000 m par exemple) et se déplaçant latéralement à 400 km/h. Il en est de même des ballons captifs disposés à grande hauteur pour former un réseau d'obstacles ; les Anglais ne croient pas sérieusement à leur efficacité. Cette opinion des représentants qualifiés des « Air Royal Forces » ne date pas d'hier. Depuis plusieurs années certains aviateurs de Grande-Bretagne nous ont exposé leur manière de voir en ce qui concerne le rôle que sera appelé à jouer, dans la guerre aérienne, une puissante aviation de bombardement, à tel point que l'on prête au ministre de l'Air à Londres l'intention d'attribuer plus des deux tiers du budget des constructions neuves de l'aéronautique aux appareils bombardiers (1). Cette conception se serait même affirmée encore plus vigoureusement depuis certaines constatations effectuées au cours des récents combats livrés en territoire espagnol et observés avec intérêt par les officiers britanniques.

(1) Les proportions actuellement admises pour le nouveau programme des forces aériennes de l'Angleterre sont les suivantes : bombardement, 6 ; chasse, 2 ; renseignements, 2.

QUE PEUT-ON ATTENDRE DE L'EMPLOI DU GLUCINIUM DANS L'INDUSTRIE ET AU LABORATOIRE ?

Par Louis HOULLEVIGUE

PROFESSEUR A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MARSEILLE

C'est en traitant le beryl, variété grossière de l'émeraude, que le chimiste Vauquelin réussit à en extraire, en 1798, un produit analogue à la chaux et à la magnésie qu'il dénomma « glucine », en raison de la saveur douceâtre des sels à base de glucinium. En 1828, Woehler, en Allemagne, et Bussy, en France, obtinrent, en attaquant du chlorure de glucine par le potassium, quelques grains d'un métal jusqu'alors inconnu, le glucinium (chez les Français), le béryllium (chez les Allemands). Assez répandu dans la nature, notamment aux Etats-Unis, au Canada, en Amérique du Sud (Brésil, Argentine, Chili, Colombie), en U. R. S. S. et à Madagascar, le beryl est aujourd'hui traité industriellement. Ainsi, aux Etats-Unis, on fabrique, par mois, de 20 à 25 kg de glucinium. Si son prix s'est considérablement abaissé (120 000 f le kg en 1924, 2 500 f seulement en 1937), le glucinium demeure un métal cher qui rend d'appréciables services à cause des propriétés qu'il confère à certains métaux et alliages. Ainsi, avec le nickel et le fer, certains alliages inoxydables, grâce à l'adjonction de glucinium, présentent une dureté qui dépasse celle des aciers laminables. Mais c'est surtout les nouveaux alliages cuivre-glucinium qui donnent lieu à de récentes applications. Comparable à certains aciers parmi les plus durs, l'alliage à 2,3 % de glucinium est maintenant utilisé pour la fabrication d'outils employés dans le travail des poudreries (à cause de l'absence de production d'étincelles). On l'utilise aussi pour la fabrication des tuyauteries d'essence ou d'huile, et même pour les ressorts de soupapes des moteurs en aviation (grande résistance à la fatigue due aux flexions répétées et aux vibrations). La remarquable conductibilité électrique du bronze au glucinium le fait également employer pour la confection de ressorts, contacts, lames vibrantes, en électrotechnique et en radioélectricité. Son faible coefficient de frottement par rapport à l'acier le fait utiliser dans le garnissage des coussinets lorsque la lubrification est particulièrement difficile à assurer (aux basses températures, par exemple). Dans les laboratoires de recherches scientifiques, certaines propriétés du glucinium le rendent intéressant. Sa transparence aux rayons X (dix-sept fois plus grande que celle de l'aluminium) le fait, par suite, employer pour l'établissement des fenêtres des tubes Coolidge. Le « bombardement » du glucinium par des corpuscules alpha a permis récemment aux savants allemands Bothe et Becker de recueillir un rayonnement ultrapénétrant dont l'énergie — 50 millions d'électrons-volts (1) — en fait un agent des plus efficaces pour les transmutations.

La phase scientifique : de la gemme au métal

L'HUMANITÉ, d'aussi loin qu'on la connaisse, a recherché les pierres précieuses. Il ne faut donc pas s'étonner si les anciens Egyptiens connaissaient le beryl; deux de ses variétés, l'émeraude colorée en vert et l'aigue-marine, teintée de bleu verdâtre, ornaient les bijoux des Pharaons et provenaient, paraît-il, du Sinaï. Le beryl, reconnaissable sous ses colorations variées d'après sa dureté et sa cristallisation en prismes hexagonaux, se trouve en général dans les granites à gros grains, les pegma-

tites et les schistes micacés, c'est-à-dire dans les terrains primitifs qui forment les plus vieilles assises du globe; en France, on en recueille quelques échantillons à Montjeu, près d'Autun, et à Chanteloube, en Limousin; c'est en traitant des cristaux provenant de cette dernière localité que le chimiste Vauquelin réussit à en extraire, en 1798, un produit analogue à la chaux et à la magnésie, auquel, d'après la saveur douceâtre de ses sels, il donna le nom de glucine.

Mais la glucine elle-même resta indécomposable jusqu'au jour où la préparation du sodium et du potassium métalliques fournit aux chimistes de nouveaux et efficaces moyens d'attaque : c'est en 1828 seu-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 219, page 183.

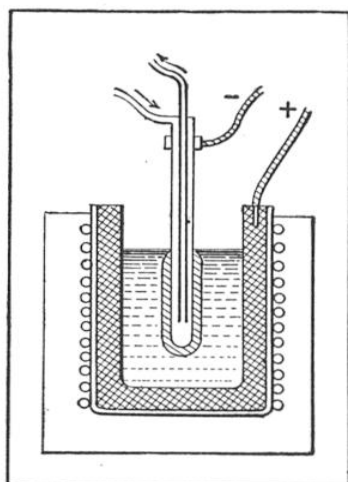


FIG. 1. — PRÉPARATION ÉLECTROLYTIQUE DU GLUCINIUM

lement qu'en attaquant le chlorure de glucinium par le potassium, Woehler en Allemagne et Bussy en France obtinrent quelques grains, probablement impurs, d'un métal qui, en raison de cette origine, reçut en France le nom de glucinium, tandis qu'on lui réservait à l'étranger

celui de béryllium ; les deux dénominations sont donc synonymes.

A cette époque, le glucinium et ses composés étaient des produits rares, et qui ne pouvaient présenter qu'un intérêt théorique. Mais tandis que les chimistes élaboraient à leur sujet des travaux de laboratoire, la prospection méthodique du sous-sol apprenait aux minéralogistes et aux géologues que le béryl est infiniment moins rare qu'on ne le considérait jusque là ; on en a découvert des gisements intéressants en Russie, dans l'Oural, la chaîne de l'Altaï et la Transbaïkalie ; d'autre part, l'Amérique, tant du Nord que du Sud, en recèle des quantités qui sont pratiquement illimitées : au Canada, à 250 km au nord-est de Toronto — aux Etats-Unis, où on l'exploite dans le New-Hampshire, les Black Hills du Dakota, le Maine et l'Etat de New-York — au Brésil (rio San Matteo), en Argentine, au Chili et surtout en Colombie, où la montagne de Muzo, à 50 km de Bogota, est fameuse par les admirables émeraudes qu'on y recueille.

Par extraordinaire, la France a trouvé à Madagascar, l'île aux pierres précieuses, sa large part dans cette distribution naturelle du béryl ; plusieurs gisements y sont exploités aux environs d'Antsirabé et de Fiaranantsoa ; d'après M. A. Lacroix, l'éminent minéralogiste, on l'y rencontre en prismes hexagonaux dont la plus grande dimension dépasse parfois un mètre ; ces énormes cristaux sont, dans leur masse, opaques et pierreux ; on les brise pour en extraire les parties transparentes, qui sont

soit incolores, soit teintées en jaune, en vert, en bleu, plus rarement en rose. Ces parties, réservées à la joaillerie, laissent sur place un résidu pierreux qui constitue un excellent minerai de glucinium ; les gisements de Fiaranantsoa pourraient, paraît-il, en fournir 400 tonnes par an, mais l'exportation n'atteint encore qu'une quinzaine de tonnes ; la France est donc, et pour longtemps, en état de satisfaire aux exigences de la naissante métallurgie.

Le procédé de Woehler et de Bussy avait permis de révéler l'existence du glucinium métallique, mais il ne se prêtait pas à une préparation régulière ; et le traitement du béryl, pour obtenir ses différents sels, était lui-même fort incertain ; ce cristal est, en effet, un des corps les plus difficilement attaquables qui existent dans la nature, mais ce qui est une qualité pour le joaillier est une difficulté pour le chimiste ; le béryl est, pour celui-ci, un silicate d'alumine et de glucine, avec des traces d'oxyde de fer, de chaux, de magnésie, d'oxyde de manganèse ; je n'indiquerai pas ici les procédés utilisés actuellement pour en extraire la glucine, et dont le principe, dû à M. Copaux, repose sur l'attaque par le fluosilicate de soude ; toujours est-il qu'on est, aujourd'hui, en état de préparer, à l'état pur, les divers sels de glucinium qui serviront, à leur tour, à l'élaboration du métal.

Il ne faisait doute pour personne que l'électrolyse devait constituer le moyen le plus sûr pour atteindre le but cherché, comme elle avait permis de préparer les métaux alcalins, alcalino-terreux et terreux auxquels le glucinium est apparenté par ses propriétés chimiques ; mais la recherche

des conditions favorables à cette électrolyse a exigé de longues recherches, entre lesquelles il faut citer celles du chimiste français Lebeau qui réussit, en 1898, à obtenir quelques paillettes de glucinium métallique par électrolyse d'un bain fondu

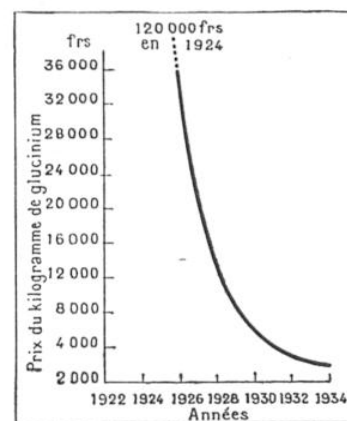


FIG. 2. — VARIATIONS DU PRIX DU KILOGRAMME DE GLUCINIUM DEPUIS DIX ANS

de fluorure double de glucinium et de sodium.

La phase industrielle : la préparation électrolytique

Avec le xx^e siècle, le problème était mûr pour être traité sur le plan industriel et ce fut, naturellement, en Allemagne que cette évolution se produisit. Déjà, en 1913, Fichter et Jableczynski, reprenant la méthode de Lebeau, avaient réussi à préparer assez de glucinium pour l'agglomérer par fusion et en étudier les propriétés ; à la suite de ces expériences, la *Beryllium Studien Gesellschaft* fut créée en 1923 par la puissante Société Siemens et Halske ; dès 1926, un procédé était mis au point, qui permettait l'entrée du glucinium dans le domaine industriel.

Ce procédé repose sur l'électrolyse de l'oxyfluorure (de formule $2 \text{Gl O}, 5 \text{F}^2 \text{Gl}$), additionné de fluorure de baryum, dont l'effet, comparable à celui de la cryolithe dans la préparation de l'aluminium, est de rendre le bain plus fluide et moins volatil. Ce mélange est fondu à 1400° , dans un creuset de graphite qui joue le rôle d'anode (fig. 1), la cathode étant constituée par un tube en fer refroidi par une circulation intérieure d'eau. Dans ces conditions, le métal se dépose à l'état solide sur la cathode qu'on remonte graduellement, en donnant une « carotte » de glucinium et l'opération peut continuer après introduction d'une nouvelle cathode.

Les propriétés du nouveau métal s'étant révélées intéressantes, sa préparation se développa assez rapidement et, par conséquent, les prix de vente s'abaissèrent, comme le montre le graphique de la figure 2 ; en 1933, ils atteignaient encore 3 600 f par kg de glucinium à 98 % de pureté. Mais, à ce moment, d'autres nations industrielles entrèrent en ligne ; aux Etats-Unis, la *Beryllium Development Corporation*, appliquant les procédés Siemens et Halske, fabrique 20 à 25 kg de glucinium par mois, le prix de vente s'établissant autour de 320 dollars le kg.

La France ne pouvait pas rester à l'écart de ce mouvement ; elle le devait d'autant moins qu'elle possédait, outre le béryl de Madagascar, tout l'appareillage électrométallurgique de ses grandes usines de Savoie et des techniciens hautement compétents ; l'un d'eux, M. R. Gadeau, fut chargé par la Compagnie d'Alais, Froges et Camargue de mettre au point cette fabrication à l'usine de Saint-Jean-de-Maurienne ; celle-ci a réalisé

un procédé original indépendant de la technique allemande, et le glucinium français se vend actuellement sur la base de 2 500 f le kg ; on livre plus couramment encore le bronze contenant 2,2 % de glucinium associé au cuivre ; cet alliage, dont nous dirons tout à l'heure les rares qualités, est vendu 65 f le kg. Ces prix font assez voir que le glucinium, qui n'est plus un métal rare, est encore un métal cher, comme l'était l'aluminium au temps de Sainte-Claire Deville ; son prix peut assurément s'abaisser, à mesure que ses emplois se développeront, mais il ne faut pas s'attendre à le voir tomber, comme l'aluminium, au rang des métaux communs ; il y a pour cela une double raison : d'abord, la matière première, le béryl, est un produit cher (1 000 à 2 000 f la tonne), dont le prix, quoi qu'il advienne, ne s'abaissera jamais au niveau de celui de la bauxite ; et, d'autre part, ce minerai exige des traitements longs et onéreux avant d'être amené à l'état d'oxyfluorure où il peut subir l'électrolyse.

Le glucinium et ses alliages

Le poids atomique (9) du glucinium le place au premier rang parmi les métaux légers et, de ce fait, sa densité, 1,84, est presque égale à celle du magnésium (1,74) et très inférieure à celle de l'aluminium (2,7).

D'autre part, sa place dans la classification périodique, à côté du magnésium et du calcium, nous fait prévoir qu'il est bivalent et que son affinité dominante est pour l'oxygène ; l'expérience confirme ces pronostics en les précisant ; elle nous apprend que le glucinium se recouvre spontanément à froid d'une pellicule de glucine qui lui permet, comme à l'aluminium et au magnésium, de se conserver dans l'air à la température ordinaire ; à chaud, au contraire, cette pellicule se déchire et le métal brûle avec éclat.

Mais il est d'autres propriétés sur lesquelles l'expérience seule peut nous renseigner ; elle nous apprend que le métal est relativement peu fusible, son point de liquéfaction n'étant atteint qu'à 1278° ; mais il est encore plus différent de l'aluminium et du magnésium par sa dureté, qui est presque égale à celle du quartz, c'est-à-dire comprise entre 6 et 7 dans l'échelle conventionnelle de Mohs, qui va de 1 pour le talc, à 10 pour le diamant ; il n'est pas étonnant, d'après cela, que le glucinium ne puisse être ni laminé, ni martelé, ni étiré et, comme son oxydabilité à chaud rend sa fusion difficile, on voit qu'il est difficile de le travailler à l'état pur.

D'autre part, son module d'élasticité (30 000 kg par mm²) est supérieur à celui de tous les métaux industriels, le tungstène excepté ; c'est probablement à ces deux qualités inattendues, dureté et élasticité, qu'il doit le rôle qu'il commence à jouer dans l'industrie moderne ; c'est ce rôle que nous allons maintenant examiner.

Le glucinium, auxiliaire de la technique

C'est surtout en intervenant dans des alliages appropriés que ce métal peut rendre d'inappréciables services. On l'a déjà

Mais, jusqu'à présent, ce sont les alliages cuivre-glucinium (1) qui ont donné lieu aux plus importantes applications ; lorsqu'on incorpore 2 à 3 % de ce dernier métal dans le cuivre, le bronze obtenu ne diffère pas beaucoup, par l'ensemble de ses propriétés physiques, du cuivre qui en forme le principal constituant, ce qui permet de le travailler aisément par laminage, martelage ou à la lime et de lui faire acquérir la forme voulue ; c'est seulement par un traitement thermique approprié qu'on lui donne, après coup, des qualités originales. Ce

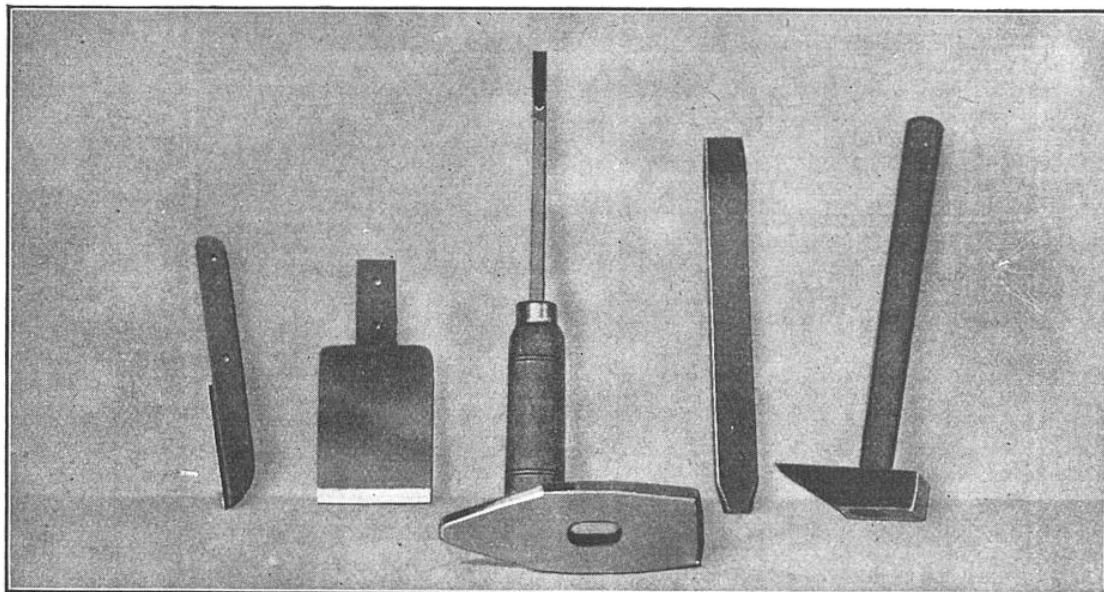


FIG. 3. — LES OUTILS FABRIQUÉS EN BRONZE DE GLUCINIUM NE PRODUISENT JAMAIS D'ÉTINCELLES, CAR LES COPEAUX MÉTALLIQUES QUI S'EN DÉTACHENT NE BRULENT PAS À L'AIR. AUSSI SONT-ILS EMPLOYÉS DANS LES POUDRERIES

associé au magnésium, à l'aluminium, à l'argent, sans que les résultats obtenus présentent un grand intérêt. Plus importants, au point de vue des applications pratiques, sont les alliages avec le nickel et le fer ; les premiers, à la teneur de 2 % de glucinium, présentent une dureté qui, mesurée à l'échelle Brinell, atteint 600 et dépasse toutes celles que l'on connaît pour les alliages laminables ; leur résistance à la corrosion les recommande pour la fabrication de divers instruments de chirurgie et des aiguilles à injection ; l'acier à 1 % de glucinium, 7 de nickel, 12 de chrome et 80 de fer atteint même une dureté de 680 Brinell ; enfin, on a signalé divers ferro-nickels auxquels l'addition d'une faible quantité de glucinium communique des propriétés intéressantes.

Le traitement consiste en un chauffage d'environ 1 heure à 750°, suivi d'une trempe à l'eau et d'un revenu de 3 à 4 heures à 320° ; dans ces conditions, il se cristallise dans la masse un composé dur (nommé l'alliage *gamma*), qui donne au bronze des qualités mécaniques nouvelles. Les microphotographies, à un grossissement de 200 diamètres, font d'ailleurs ressortir la structure que possède alors le métal. Et, pour donner une idée plus précise de la transformation subie à la suite de ce traitement thermique, je reproduirai ici les résultats obtenus (au point de vue de ses caractéristiques principales) avec le bronze à 2,3 % de glucinium, qui est le type standard livré par les établissements Pechiney.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 223, page 52.

	Bronze trempé à 750°	Bronze trempé puis revenu 4 h à 320°
Dureté Brinell.....	85	352
Résistance à la traction (kg/mm ²).....	47,5	122
Limite d'élasticité (kg/mm ²).....	24,7	118
Module d'élasticité (kg/mm ²).....	12 550	13 450

Indiquons, à titre de comparaison, que la dureté Brinell est, pour le cuivre laminé, comprise entre 68 et 106, tandis que, pour l'acier doux, elle varie entre 135 et 222. Il résulte de ces nombres que, au point de

déformer ou se rompre, un long service ; des alliages plats fabriqués avec cet alliage se sont montrés dix fois plus résistants que les mêmes en bronze phosphoreux ; un ressort à boudin en bronze au glucinium, comparé au meilleur ressort d'acier spécial, a supporté 50 % d'oscillations en plus sans subir de modification dans son élasticité. On conçoit combien cette propriété est intéressante pour les moteurs d'aviation, où la moindre défaillance peut causer une catastrophe ; on fabriquera donc en bronze

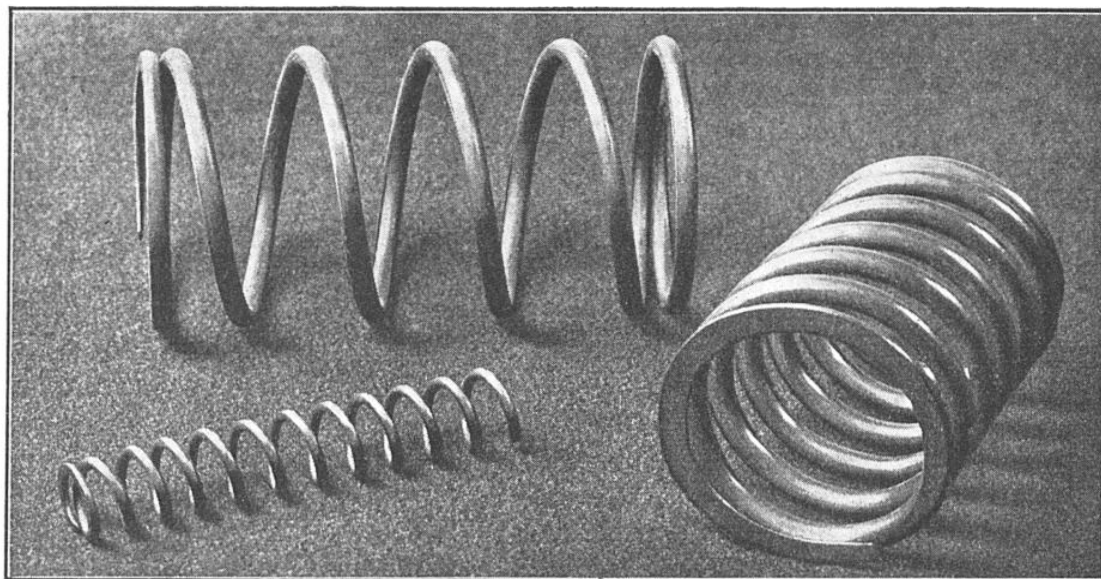


FIG. 4. — LA RÉSISTANCE A LA FATIGUE DU BRONZE DE GLUCINIUM LE FAIT EMPLOYER POUR LA FABRICATION DES RESSORTS DE SOUPAPES DE MOTEURS D'AVIONS, DES TUYAUTERIES D'ESSENCE ET D'HUILE, C'EST-A-DIRE D'ORGANES SOUMIS A DES FLEXIONS ET DES TRÉPIDATIONS

vue de la dureté et de l'élasticité, le bronze au glucinium est comparable au meilleur acier ; mais, comme il coûte dix à vingt fois plus cher, son emploi ne s'impose que grâce à un certain nombre de qualités surnuméraires qui, dans certains cas, deviennent essentielles.

Ainsi, les outils fabriqués avec cet alliage ne donnent jamais d'étincelles parce que les copeaux métalliques qui s'en détachent ne brûlent pas au contact de l'air ; l'emploi de ces outils, dont la figure 3 montre divers spécimens, s'impose donc dans les poudreries, où la moindre étincelle peut produire des catastrophes effroyables.

Non moins importante est la *résistance à la fatigue*, grâce à quoi les organes soumis à des oscillations, des flexions ou des trépidations répétées peuvent assurer, sans se

de glucinium les tuyauteries d'essence et d'huile, sujettes à se rompre par suite des trépidations, et aussi les ressorts de soupapes : dans ce dernier cas, la bonne conductibilité du bronze pour la chaleur joue aussi un rôle favorable, car l'évacuation rapide des « calories brûlées » est aussi importante que celle des gaz brûlés.

La *bonne conductibilité électrique* du bronze au glucinium recommande, d'autre part, son emploi pour la fabrication des ressorts, contacts et lames vibrantes employés en électrotechnique et en radioélectricité, où l'acier est proscrit en raison de sa mauvaise conductibilité et où le bronze phosphoreux, trop peu élastique, se déforme rapidement à l'usage. Enfin, il se trouve que le bronze au glucinium présente un *coefficient de frottement très faible* avec l'acier, ce qui

permet de l'employer pour les coussinets et autres pièces frottantes, lorsque le graissage est imparfait : c'est ce qui arrive, par exemple, pour les appareils destinés à fonctionner à de très basses températures, dont la lubrification présente de grandes difficultés. Toutes ces applications sont actuellement courantes ; d'autres, en horlogerie, se justifient par l'élasticité de ce bronze et par l'absence de magnétisme ; les progrès réalisés en dix ans sont le gage de ceux qui se produiront dans un proche avenir.

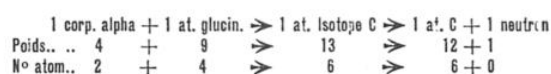
Le glucinium et le laboratoire de recherches

Enfin, il ne serait pas juste de passer sous silence les services que ce nouveau métal a déjà rendus aux recherches scientifiques. Le premier, qui est une conséquence de son faible poids atomique, consiste à en fabriquer des fenêtres pour les rayons X, spécialement utilisées sur les tubes Coolidge qui sont actuellement l'appareil le plus puissant et le plus sûr dont on dispose pour produire ces précieux rayons : une fenêtre en glucinium est, paraît-il, 17 fois plus transparente que si elle était faite en aluminium.

Mais c'est surtout aux recherches sur la transmutation artificielle que le glucinium a apporté une aide efficace. Je rappelle qu'en 1930, deux savants berlinois, Bothe et Becker, ayant bombardé le glucinium avec les corpuscules alpha (ou hélions) provenant du polonium, recueillirent un rayonnement extraordinairement pénétrant, car il traversait 30 centimètres de plomb, ce qui permettait de lui attribuer une énergie de 50 millions d'électron-volts ; comme ces rayons n'étaient pas déviés par le champ magnétique, Bothe et Becker leur attribuèrent une nature purement ondulatoire, et les considérèrent comme des rayons supergamma. Mais Chadwick établit

par diverses considérations qu'ils étaient réellement constitués, en majeure partie, par des *corpuscules non électrisés*, de masse voisine de celle du noyau d'hydrogène, ou proton, qui, lui, porte une charge électrique positive. Ces nouveaux projectiles atomiques ont reçu le nom de *neutrons*, et le glucinium irradié par le polonium reste le moyen le plus efficace pour les obtenir.

Que s'est-il passé pendant ce bombardement du glucinium ? On admet actuellement que le corpuscule alpha, pénétrant à l'intérieur du noyau, a d'abord donné naissance à un isotope du carbone, lequel, étant instable, s'est détruit presque aussitôt en éliminant un neutron ; la transformation serait donc représentée par la formule suivante :



Les neutrons ainsi engendrés se sont trouvés, à leur tour, un des agents les plus efficaces des transmutations atomiques, probablement parce que, n'étant pas électrisés, ils peuvent franchir aisément la « barrière de potentiel » qui entoure les noyaux atomiques ; ainsi ont-ils permis à M. Joliot et à M^{me} Irène Curie, puis à Fermi, de réaliser un grand nombre de transmutations, dont beaucoup ont donné naissance à des éléments radioactifs inconnus jusqu'à ce jour, grande découverte que le prix Nobel a justement récompensée.

Ainsi, qu'on se place sur le plan scientifique ou sur le plan technique, le glucinium est un métal original, c'est-à-dire possédant un ensemble de propriétés qu'on ne saurait demander à d'autres ; les services qu'il a déjà rendus ont déjà payé largement les efforts qui furent nécessaires pour le produire.

L. HOULLEVIGUE.

En 1926, on a enregistré pour la France une exportation s'élevant à 37 milliards de francs de produits fabriqués. En 1936 — dix ans après — l'exportation française était tombée au-dessous de 8 milliards ! Que nous réserve l'année en cours quand on saura que l'an dernier nous n'exportons déjà plus que pour 74 millions de tissus de coton contre 1 413 millions il y a six ans. Pour les tissus de laine, les chiffres sont respectivement 157 contre 1 098 ; faïences et porcelaines 34 contre 103 ; produits de la métallurgie 490 contre 1 253. Quant à nos soieries qui, jadis, étaient recherchées dans le monde entier à cause de leur présentation et de leur qualité, elles doivent lutter maintenant contre la concurrence des autres pays en réclamant des droits protecteurs pour limiter l'invasion du marché par les produits étrangers.

POURQUOI LE PAQUEBOT « NORMANDIE » A DU CHANGER D'HÉLICES ?

Par Jean BODET

ANCIEN ÉLÈVE DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE

La première performance réalisée par le paquebot Normandie lors de sa première traversée de l'Atlantique-Nord (juin 1935) était de 29,94 nœuds de moyenne ; elle fut améliorée, lors du voyage de retour, avec 30,31 nœuds. Un an plus tard (juin 1936) le superliner britannique Queen Mary conquérait le ruban bleu à la vitesse moyenne de 30,63 nœuds. Enfin, en mars dernier, le paquebot français reprenait le trophée avec 30,99 nœuds de moyenne. C'est grâce aux solutions rationnelles et scientifiquement étudiées, apportées au problème des hélices et à celui, si étroitement connexe, des vibrations, que ce dernier résultat a été obtenu. La Science et la Vie a déjà montré (1) que les vibrations et les trépidations observées dès les premières traversées à bord de Normandie avaient pour origine le fonctionnement défectueux des hélices, les efforts anormaux transmis à la charpente du navire étant dus aux variations périodiques des pressions exercées par l'eau sur la coque, d'une part, et sur les hélices, d'autre part, ces dernières les transmettant par l'intermédiaire des paliers et des supports des lignes d'arbres. Deux solutions furent essayées pour atténuer la dissymétrie des réactions qui s'exerçaient sur les diverses ailes d'une même hélice au cours d'une révolution autour de son axe : 1° on s'efforça d'uniformiser la vitesse des différents filets liquides qui accédaient à l'hélice, pour que celle-ci pût travailler dans un milieu aussi homogène que possible ; 2° on adopta pour les hélices un nouveau tracé qui, tout en évitant la cavitation aux allures les plus rapides, réduisait au minimum l'influence de la dissymétrie inévitable du sillage. Pour le premier point, des résultats satisfaisants furent acquis, après de multiples essais au bassin des carènes de Hambourg, par des modifications dans le tracé des ailerons (supports d'arbres d'hélices). Quant aux hélices primitives à trois pales, elles furent remplacées par deux modèles successifs d'hélices à quatre pales dont le tracé fut spécialement étudié par un spécialiste de la Compagnie Générale Transatlantique, M. Merot du Barré, en vue d'éliminer toutes les causes de cavitation et de trépidations. C'est le dernier de ces modèles, à la réalisation duquel un autre spécialiste (M. Brard) a également collaboré, qui a été définitivement adopté par Normandie, ce qui lui a permis, en utilisant au maximum la puissance de son appareil moteur, d'améliorer notablement sa vitesse.

« Rarement on a vu engagés simultanément dans la lutte pour le Ruban Bleu deux navires aussi semblables par leurs dimensions et pourtant aussi fondamentalement différents par leurs installations que *Queen Mary* et *Normandie*. Il est impossible de ne pas reconnaître que le navire français incorpore à un degré jamais atteint jusqu'alors le sentiment du progrès créateur. » Ainsi s'exprimait récemment un témoin particulièrement qualifié et d'autant moins suspect de partialité qu'il s'agit d'un Allemand, spécialiste universellement apprécié des constructions navales, le docteur-ingénieur Foerster.

Queen Mary et *Normandie* ont, en effet, des tonnages très voisins. Le « Lloyd Register » britannique a attribué à la première 80 774 t et à la deuxième 82 799 t. Leurs

dimensions générales sont aussi comparables : 310 m 94 de long sur 35 m 99 de large pour la première, contre 313 m 75 de long sur 35 m 94 de large pour la deuxième. Au contraire, si l'on confronte les chiffres indiqués pour la puissance respective des appareils moteurs, on met aussitôt en évidence un écart considérable, 160 000 ch pour la *Normandie* et 200 000 ch pour la *Queen Mary*, soit une différence de 40 000 ch. Notons tout de suite que ces derniers chiffres ne sont donnés qu'à titre d'indication et que les Compagnies de Navigation se gardent bien de fournir sur leurs résultats d'exploitation des renseignements trop précis. Aujourd'hui, bien que la *Queen Mary* soit en service depuis plus d'un an, il est impossible d'avoir une idée un peu précise de la puissance de son appareil moteur.

Dans ce domaine, les techniciens britan-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 227, page 377.

niques n'ont pas manqué d'exploiter l'avantage que leur conférait l'entrée en service de leur bâtiment postérieure à celle de la *Normandie*. Connaissant la puissance installée sur celle-ci, ils ont pu ainsi s'assurer une marge suffisante pour être certains d'obtenir des performances supérieures, ou plutôt ils ont cru se l'assurer. Aux essais, *Queen Mary* bat bien *Normandie*, mais de très peu : 32,84 nœuds contre 32,12 (1). Trois quarts de nœud seulement, 1,3 km/h

minutieusement calculée et expérimentée, où disparaît comme aspirée la vague soulevée par l'étrave. Le superliner anglais, lancé à pleine vitesse, s'orne à l'avant de deux majestueuses « moustaches », points de départ d'un système de vagues transversales très volumineuses qui représentent de l'énergie dépensée en pure perte, au détriment du rendement global de la propulsion. Cette perte, sur la *Normandie*, apparaît réduite au minimum.

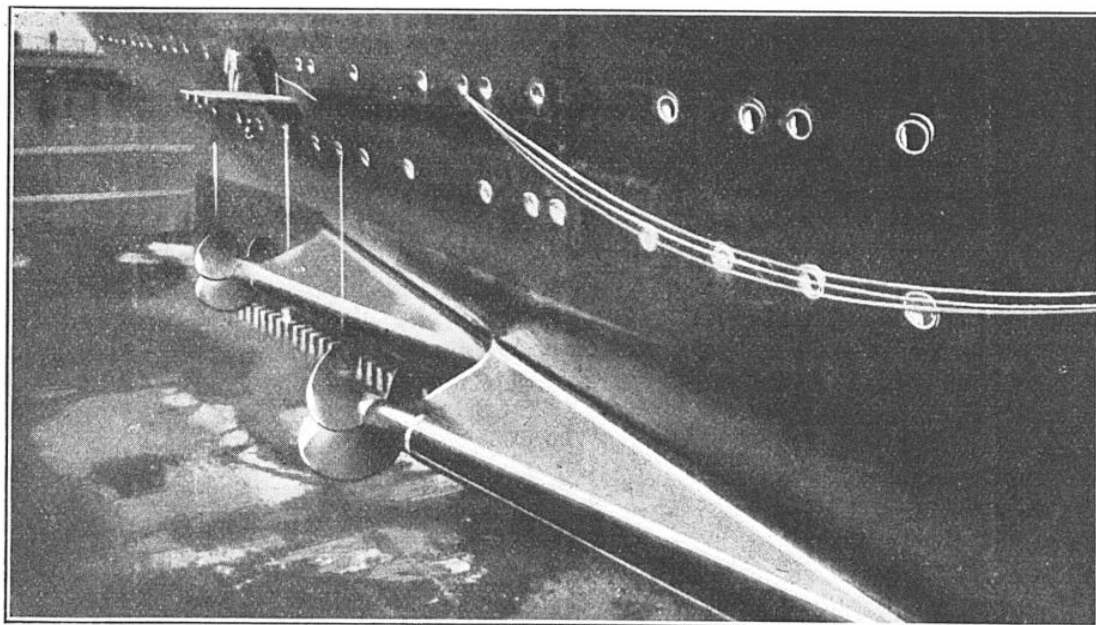


FIG. 1. — VUE ARRIÈRE DE LA « NORMANDIE », EN CALE SÈCHE, MONTRANT LES VOLUMINEUX « AILERONS » PORTE-HÉLICES DONT LA FORME A ÉTÉ MODIFIÉE POUR RÉGULARISER LEUR SILLAGE, ET LES HÉLICES PRIMITIVES A TROIS PALES AUXQUELLES FURENT SUBSTITUÉES PAR LA SUITE, POUR SUPPRIMER LES VIBRATIONS, DES HÉLICES SPÉCIALES A QUATRE PALES

pour une puissance supérieure de 40 000 ch qui va entraîner pendant toute la « vie » du navire une dépense supplémentaire importante pour le seul combustible !

La Science et la Vie (2) a déjà montré quel avantage résultait pour le paquebot français, du point de vue hydrodynamique, de l'adoption de la forme de carène étudiée suivant les principes de l'ingénieur Yourkevitch, d'origine russe. On sait qu'elle est caractérisée à l'avant par un « bulbe » de dimensions moyennes — renflement nettement moins important que sur les paquebots allemands *Bremen* et *Europa* — et par des lignes d'eau creuses, dont la courbure a été

La forme de carène de la *Queen Mary*, que le docteur Foerster a visitée en cale sèche, donne, d'après ses propres expressions « l'impression d'un navire de haute mer d'une puissance inébranlable, mais pas d'un coursier. » Il croit discerner, en notant ses lignes plutôt lourdes, particulièrement à l'arrière, l'intention du constructeur d'obtenir en premier lieu un tangage doux et faible en vue d'assurer une bonne tenue de route sur une mer houleuse et agitée, telle que celle que l'on rencontre sur l'Atlantique-Nord. C'est effectivement ce dont se réclamaient certains techniciens anglais en prétendant que la forme Yourkevitch nuisait à la bonne répartition longitudinale des masses. Nous ne saurions entrer ici plus avant dans cette discussion de caractère

(1) La vitesse de la *Queen Mary* aux essais n'a jamais été connue avec une grande exactitude.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 228, page 499.

essentiellement technique. Aussi bien l'expérience a-t-elle démontré que la tenue à la mer de la *Normandie* était tout à fait satisfaisante, même par gros temps, alors que le « liner » britannique se voit, dans d'assez nombreuses circonstances,

obligé de réduire considérablement sa vitesse. Nous n'insisterons pas sur les autres différences essentielles dans la conception et la réalisation des deux paquebots géants qu'ont déjà mises en évidence les descriptions détaillées publiées par *La Science et la Vie* au moment de leur mise en service respective. On sait qu'elles intéressent non seulement l'aspect extérieur des bâtiments (le pont du liner anglais est encombré de tous les accessoires habituels : derricks, cabestans, ventilateurs, etc., tandis que celui du paquebot français, parfaitement net et dégagé, fait songer à un yacht), l'aménagement intérieur (protection contre l'incendie par construction de cellules isolées par un cloisonnage coupe-feu) et surtout l'appareil moteur (turbines à engrenage sur la *Queen Mary*, propulsion turbo-électrique sur la *Normandie*).

Le premier record établi par la *Norman-*

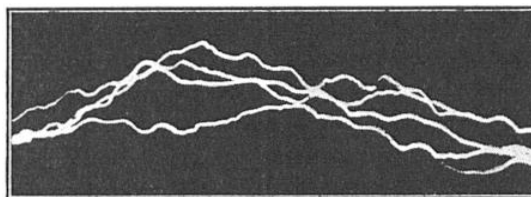


FIG. 2. — PHOTOGRAPHIE DE L'ENREGISTREMENT DES PRESSIONS RELEVÉES SUR UN PALIER DE BUTÉE D'UNE HÉLICE

die pour sa première traversée de l'Atlantique-Nord, le 3 juin 1935 (sens Est-Ouest) était de 29,94 nœuds de moyenne, amélioré au voyage de retour avec 30,31 nœuds. Il fut battu le 30 juin 1936 par la *Queen Mary* avec 30,63 nœuds de moyenne. Enfin,

en mars dernier, le paquebot français reconquérât le « Ruban Bleu » à la vitesse moyenne de 30,99 nœuds. Telles sont les trois étapes parcourues jusqu'à aujourd'hui, dans la lutte que se livrent les deux unités géantes sur l'Atlantique-Nord. Le mérite de la dernière performance du paquebot français doit revenir tout entier aux ingénieurs qui ont su apporter des solutions rationnelles et minutieusement étudiées au problème des hélices et à celui connexe des trépidations (1).

Ce qu'étaient les vibrations de la « Normandie »

avant le changement des hélices

On sait que dès les premiers essais de la *Normandie* on constata, à partir d'une vitesse de 25 à 26 nœuds, que des trépidations particulièrement gênantes prenaient nais-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 227, page 377.

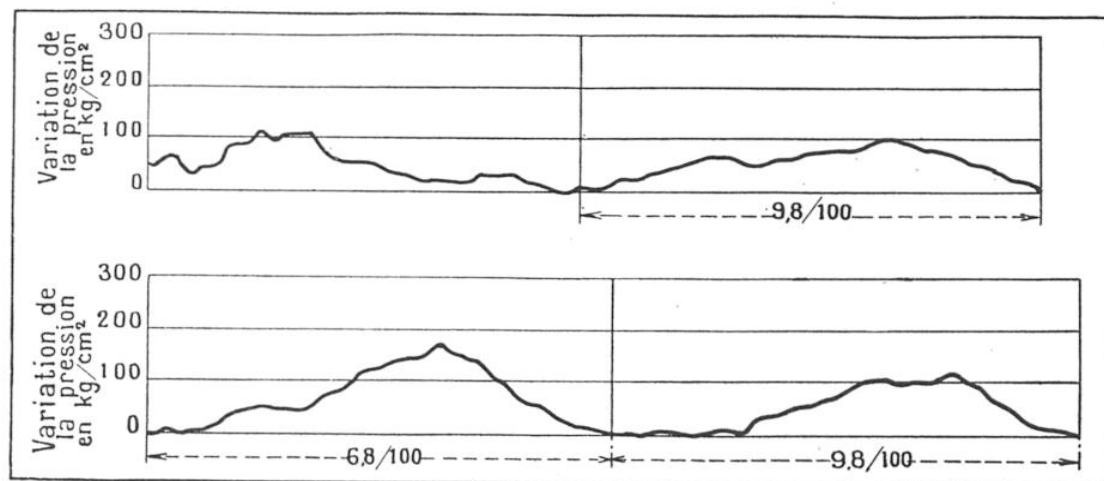


FIG. 3. — CES COURBES NE SONT AUTRES QUE LA REPRODUCTION DE CELLES DE LA FIGURE 2 PLACÉES BOUT A BOUT POUR METTRE EN ÉVIDENCE LE CARACTÈRE PÉRIODIQUE DE LA VARIATION DE LA POUSSÉE DES HÉLICES SUR LES PALIERS DE BUTÉE

L'intervalle de 9,8/100 de seconde, période apparente du phénomène, correspond pratiquement au remplacement d'une aile d'hélice par la suivante, c'est-à-dire au temps mis par une aile d'hélice, au cours de la rotation de celle-ci, à venir occuper dans l'espace exactement la place de celle qui la précède.

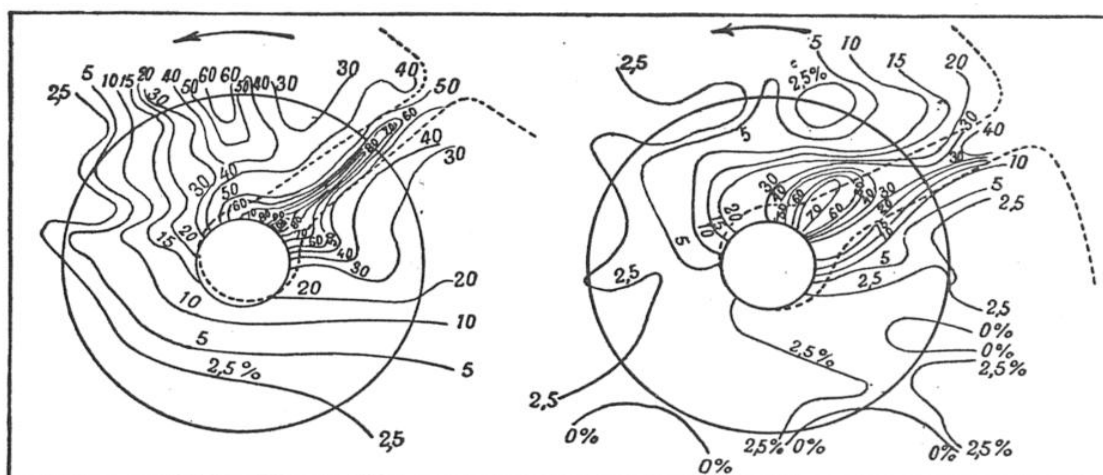


FIG. 4. — COURBES D'ÉGAL SILLAGE RELEVÉES SUR LE PAQUEBOT « NORMANDIE » AVEC LES HÉLICES EN PLACE ET EN MOUVEMENT, LE NAVIRE ÉTANT DANS SON ÉTAT PRIMITIF

Les courbes de gauche se rapportent aux hélices centrales, celles de droite aux hélices latérales. On voit que, surtout pour ces dernières, il existait, par le travers de l'aileron (indiqué en pointillé), une zone de très fort sillage qui provoquait une dissymétrie dans les efforts supportés par les pales d'hélice à chacun de leur passage. Les chiffres indiquent en « pour cent » ce qu'il faut retrancher de la vitesse du navire pour connaître la vitesse d'arrivée des filets d'eau sur le disque de l'hélice.

sance dans la partie arrière du bâtiment, en particulier dans les hauts. Les premiers travaux immédiatement entrepris avant la mise en service, pour raidir les ponts et renforcer l'épontillage — autrement dit les liaisons entre les ponts — n'apportèrent pas d'amélioration sensible. Le paquebot n'en conquit pas moins le Ruban Bleu dès son premier voyage, comme nous venons de

le dire, et la première période d'exploitation, qui ne pouvait être interrompue, fut mise à profit pour étudier scientifiquement le phénomène et en rechercher l'origine. Dans un mémoire présenté à la « Society of Naval Architects and Marine Engineers », de New York, M. Coqueret, directeur du Chantier de Saint-Nazaire-Penhoët, et M. Romano, ingénieur en chef de la « Com-

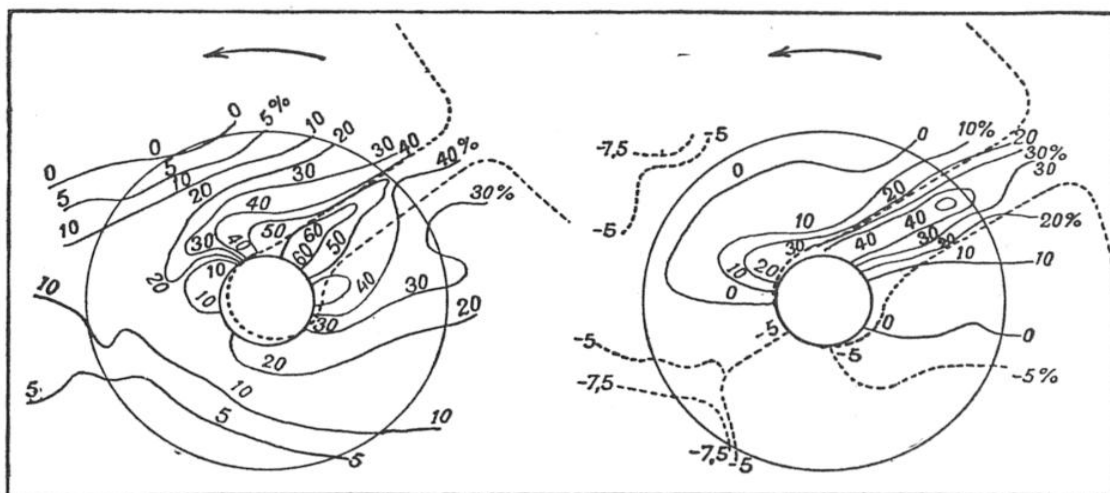


FIG. 5. — COURBES D'ÉGAL SILLAGE RELEVÉES, DANS LES MÊMES CONDITIONS QUE PRÉCÉDEMMENT, MAIS APRÈS MODIFICATION DE LA FORME DES AILERONS

On note une amélioration très nette du sillage, surtout pour les hélices latérales (courbes de droite).

pagnie Générale Transatlantique », ont exposé les résultats de cette étude préliminaire. Alors que tout l'avant et la partie centrale demeuraient immobiles, des trépidations commençaient à être ressenties à 125 m environ à partir de l'arrière. Entre 125 et 100 m de l'arrière, et en certains points seulement, elles atteignaient une amplitude de quelques dixièmes de millimètre. Sur tout le dernier tiers du navire, l'amplitude des vibrations allait en s'accroissant, au fur et à mesure qu'on se rapprochait de l'arrière et que l'on s'élevait. Sur le *sun-deck* (pont supérieur), en regard du panneau du compartiment des turbines, elle atteignait $2 \frac{m}{m}$. De même, sur certains ponts, dans la tranche transversale correspondant à la position des hélices latérales (la *Normandie* possède quatre hélices, deux centrales les plus en arrière, et deux latérales plus sur l'avant). Sur les ponts les plus bas, l'amplitude tombait à quelques dixièmes de millimètre, mais il s'y superposait un grondement des murailles plus désagréable que la vibration elle-même.

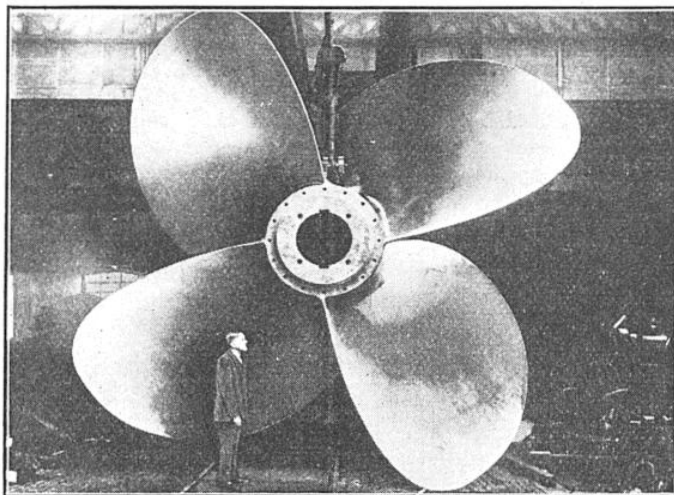
Les premières mesures précises mirent en évidence le fait capital qu'en tous les points la période des vibrations constatées était égale au temps que mettait une pale d'hélice à venir prendre, par rapport à la carène du navire, la place de la pale précédente. Autrement dit, la fréquence des vibrations était égale au triple du nombre de tours des hélices, car celles-ci possédaient trois pales. La cause première des trépidations devait donc être rapportée au fonctionnement des hélices. En outre, on put montrer qu'il ne s'agissait pas, en l'occurrence, de phénomènes de résonance, comme on en observe parfois sur certains navires en des points particuliers, mais bien

d'oscillations forcées que leur analyse révéla de nature extrêmement complexe. On pouvait, en effet, émettre l'hypothèse que divers trains d'onde, prenant naissance en des points différents de la coque, interféraient en produisant des « nœuds » et des « ventres » en déplacement incessant, d'où le résultat vérifié par l'expérience que l'amplitude des trépidations en un point donné était constamment variable.

Quoi qu'il en soit, puisque les vibrations avaient leur origine dans le mouvement des

hélices, c'est ce dernier qu'il convenait de corriger. Le professeur américain Frank Lewis, dont *La Science et la Vie* a déjà analysé les travaux, a montré, par le calcul et par l'expérimentation, que les efforts transmis à la charpente du bâtiment étaient dus aux variations périodiques des pressions exercées par l'eau sur la coque d'une part, et sur les hélices d'autre part. Pour ces

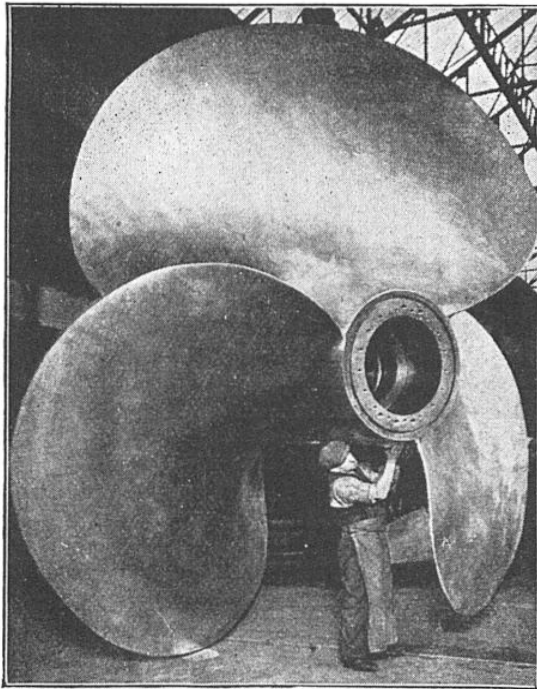
dernières, les efforts sont transmis par les paliers et les supports des lignes d'arbres. Des appareils enregistreurs, installés sur les paliers de butée des arbres moteurs de la *Normandie*, montrèrent que la poussée des hélices accusait des variations considérables au cours d'une révolution de l'arbre, et ceci surtout pour les hélices latérales. A l'allure de route, on mesurait des déplacements longitudinaux des paliers de butée de l'ordre de 1,5 mm pour les hélices latérales, de 1,2 mm pour les hélices centrales. C'était la preuve tangible d'une irrégularité dans la répartition des pressions qui devait également provoquer des vibrations transversales. Quant aux ailerons (supports d'arbres d'hélices, qui font saillie à l'arrière de la coque), on put observer qu'ils prenaient des déplacements de 2 à 3 mm d'amplitude autour de leur attache sur la coque.



(Photo Stone.)

FIG. 6. — VOICI UNE HÉLICE DE LA « QUEEN MARY », DE 6 M DE DIAMÈTRE ET PESANT 36 TONNES

On notera la forme classique des pales nettement différente de celles du nouveau type d'hélices à quatre pales adopté pour la Normandie (voir figure 10.)



(Photo Stone.)

FIG. 7. — UNE DES HÉLICES PRIMITIVES A TROIS PALES, CAUSES DES VIBRATIONS DU PAQUEBOT « NORMANDIE » (DIAMÈTRE 4 M 90)

Ces mouvements étaient sans doute dus non seulement aux efforts supportés par les hélices et transmis par les paliers, mais aussi à ceux exercés directement sur les ailerons par l'eau mise en mouvement par les hélices.

L'analyse du sillage

On voit qu'en résumé le problème qui se posait pouvait être énoncé ainsi : atténuer la dissymétrie des réactions qui s'exercent sur les diverses ailes d'une même hélice au cours d'une révolution autour de son axe. Comment y parvenir ? De deux manières, mises en œuvre simultanément : uniformiser la vitesse des différents filets liquides qui accèdent à l'hélice, pour que celle-ci travaille dans un milieu aussi homogène que possible ; adopter pour les pales un tracé qui, tout en évitant la cavitation aux allures les plus rapides, réduise au minimum l'influence néfaste de la dissymétrie inévitable qui subsistera dans les filets liquides.

L'étude de cette répartition des filets liquides, autrement dit du sillage du bâtiment, a été effectuée au bassin des carènes de Hambourg. La figure 5 montre un exemple de courbes d'égale sillage relevées

sur la coque originale de la *Normandie* (les chiffres représentent, exprimés en pour cent de la vitesse du navire, ce qu'il faut retrancher de cette vitesse pour obtenir les vitesses d'arrivée des filets d'eau sur chaque point du disque de l'hélice). On voit, aussi bien pour les hélices centrales que pour les hélices latérales, mais surtout pour ces dernières, l'influence de l'aileron indiqué en pointillé. Au moment où une aile d'hélice passe par le travers de l'aileron, il doit en résulter une réaction non équilibrée par les autres pales. Cette réaction se répétant au passage de chaque pale engendre les trépidations observées. Pour les réduire, on imagina d'abord de renverser le sens de rotation des hélices latérales (ce qui put s'effectuer très simplement, en permutant les hélices de droite et gauche, et en renversant le sens de rotation des arbres) ; mais cette solution, qui réduisait d'environ 20 % l'amplitude des vibrations ressenties, nuisait aux qualités évolutives du navire et on décida plutôt de modifier la forme des ailerons pour améliorer le sillage, en mettant à profit les transformations que l'on désirait par ailleurs entreprendre dans le but de renforcer la charpente arrière du bâtiment.

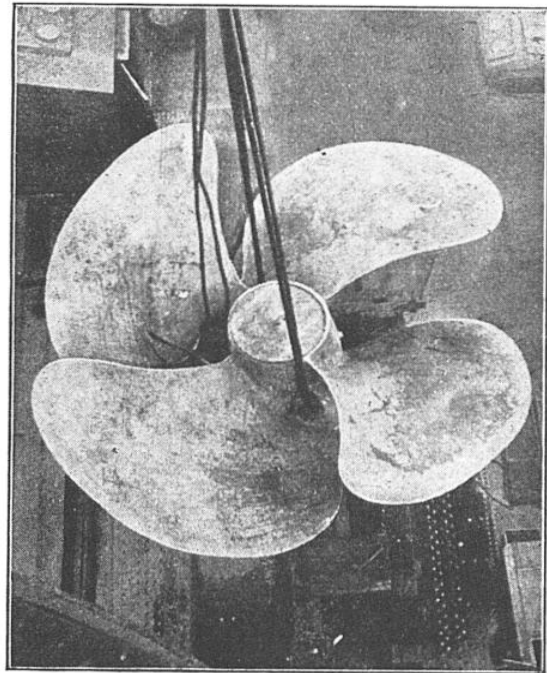


FIG. 8. — UNE DES PREMIÈRES HÉLICES A QUATRE PALES (DIAMÈTRE 5 M 05) QUI REMPLACÈRENT LES PRÉCÉDENTES

Les figures 4 et 5 mettent en évidence l'amélioration obtenue à la suite de nombreux essais sur modèles réduits au bassin des carènes. Ces transformations de la forme des ailerons, et en particulier l'élargissement de l'attache à la membrure, modifiaient légèrement la ligne générale de la coque, telle qu'elle avait été réalisée à la construction, et l'on pouvait s'attendre à ce que la résistance à l'avancement s'en trouve quelque peu accrue. Mais il ne faut pas oublier que le facteur déterminant pour cette résistance est toujours, dans un navire, la forme de l'avant, tandis que l'arrière joue le principal rôle en ce qui concerne le rendement de la propulsion. C'est cette dernière considération qui doit passer, comme ici, avant toute autre. Aussi bien l'augmentation de résistance à l'avancement demeura-t-elle très faible ainsi que le prouvèrent les essais et la première traversée.

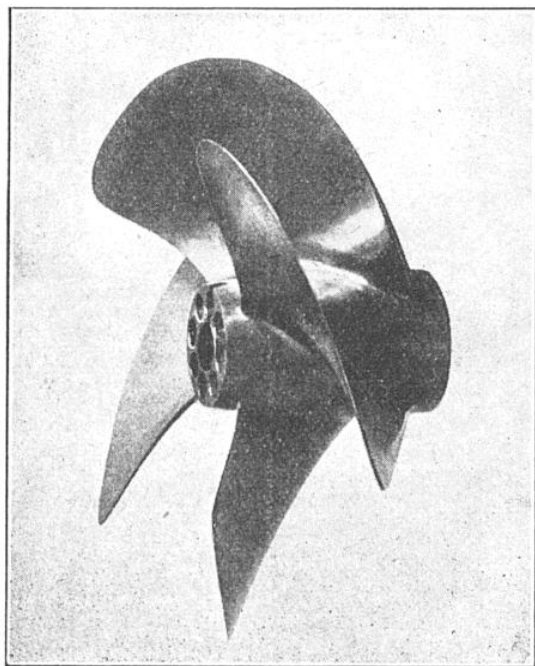


FIG. 9. — VOICI, VUE DE PROFIL, UNE DES HÉLICES A QUATRE PALES DE LA « NORMANDIE », DU TYPE DÉFINITIVEMENT ADOPTÉ

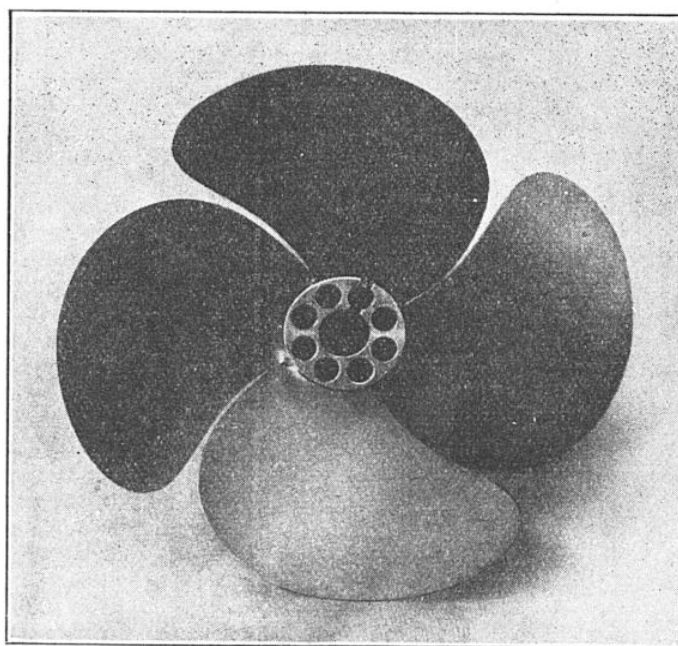


FIG. 10. — PHOTOGRAPHIE MONTRANT, VUE DE FACE, UNE HÉLICE A QUATRE PALES DU TYPE ADOPTÉ POUR LA « NORMANDIE ». ON NOTERA L'ARÊTE D'ENTRÉE EN « LAME DE SABRE » ET LA LIGNE MÉDIANE EN SPIRALE. C'est avec des hélices de ce type (diamètre 4 m 842), que la Normandie a reconquis le « Ruban bleu » à la vitesse moyenne de 30,99 nœuds.

Les nouvelles hélices à quatre pales

Les hélices originales de la *Normandie* étaient à trois pales. Leurs caractéristiques principales étaient les suivantes : diamètre 4 m 78, pas 5 m 32, poids 23 t (1). Elles tournaient à environ 220-225 tours par minute. Malgré tout le soin apporté dans leur dessin et de multiples essais au tank de cavitation, ce dernier phénomène se manifestait encore en service d'une façon marquée provoquant une érosion rapide.

Dans les nouvelles hélices, l'étude de la cavitation fut reprise d'une façon toute spéciale, compte tenu précisément du nouveau sillage relevé aux essais. En aucun point de leur surface et pour aucune position des pales, le calcul ne devait mettre en évidence de conditions favorables à la cavitation. On décida, dans ce but, de réduire la vitesse de rotation pour abaisser la limite où ce phénomène commence à se manifester. Le mérite revient à un ingénieur de la « Compagnie Générale Transatlantique », M. Merot du Barré, d'avoir dessiné la forme

(1) Les hélices de la *Queen Mary* sont à 4 pales, mesurent 6 m de diamètre et pèsent 35 t chacune.

d'hélice qui se révéla, au tank de cavitation, la plus avantageuse, non seulement de ce point de vue particulier, mais aussi pour le rendement, tout en possédant les particularités de tracé les plus favorables à la suppression des trépidations. Elles possédaient quatre pales (diamètre 5 m 05, pas 5 m 80), dont la surface travaillante était rejetée le plus possible vers l'arrière de manière à travailler dans une eau moins troublée par le passage de l'aileron. Dans ce but, alors que dans une hélice ordinaire la surface hélicoïdale est engendrée par une droite (la « génératrice ») perpendiculaire à l'axe, la génératrice de cette nouvelle hélice était inclinée de 15° vers l'arrière (soit de 75° sur l'axe). En même temps, l'arête d'entrée des pales était recourbée en « lame de sabre » pour pénétrer d'une manière plus progressive dans la zone de fort sillage et amortir le choc qui en résulte. On voit sur la photographie page 104 que la ligne médiane des pales, c'est-à-dire celle qui partagerait chaque pale en deux parties égales, est infléchie dans le sens de la marche, alors que cette ligne est une droite dans les hélices ordinaires. Enfin, la vitesse de rotation correspondant à 28 nœuds était ramenée à 180 t/mn.

Les résultats obtenus avec ces hélices, aux essais effectués en avril 1936, furent entièrement satisfaisants, les vibrations étaient supprimées presque partout ; là où elles subsistaient encore, leur amplitude ne dépassait pas 20 % en moyenne de ce qu'elle était précédemment. En outre, les mouvements des paliers de butée avaient entièrement disparu.

C'est au cours de cette saison que la *Queen Mary* ravit le Ruban Bleu à la *Normandie* à la vitesse moyenne de 30 nœuds 63.

Mais il convient de remarquer que, pendant cette même année 1936, le paquebot français l'emporta cependant sur son rival britannique pour la *vitesse moyenne*. D'après les chiffres indiqués par le « Lloyd », la *Normandie* réalisa pour l'année entière une moyenne de 28, 29 nœuds contre 28,27 pour la *Queen Mary*.

Du 18 au 22 mars 1937, la *Normandie* reconquérirait le trophée tant convoité avec 30,99 nœuds de moyenne sur le parcours Ambrose (à l'entrée du port de New York) Bishop's Rock (à l'extrême pointe de la côte anglaise). Elle était équipée d'un troisième type d'hélice, analogue dans ses grandes lignes aux hélices du deuxième type que nous venons de décrire : arête en lame de sabre, génératrice inclinée de 15°, ligne médiane en spirale. A quatre pales également, leur diamètre est de 4 m 842 et leur pas de 5 m 38. Mais leur vitesse de rotation est notablement plus élevée. En outre, ces hélices avaient des profils d'ailes, à courbures spécialement étudiées par l'ingénieur Brard. Pendant le voyage record elle atteignit, pour une puissance de 180 000 ch, 231 t/mn environ.

Ce dernier type d'hélice constitue ainsi non pas un compromis, mais une habile combinaison entre les deux types précédents, celui qui permit à *Normandie* d'établir ses premiers records et celui qui supprima cavitation et vibrations. Avec lui, la puissance de l'appareil moteur se trouve de nouveau utilisée au maximum et on peut espérer que, grâce à la réserve de puissance que possèdent encore les appareils moteurs et évaporatoires, le paquebot français conservera désormais la place que nos ingénieurs lui ont permis de reconquérir.

JEAN BODET.

Depuis bientôt dix ans, d'après l'*Institut de Conjoncture* du Reich, la production allemande en matières premières d'origine exclusivement nationale (produits naturels et artificiels) aurait augmenté de plus de 30 %. D'autre part, les différentes industries fabriquent, en Allemagne, bien plus rapidement qu'elles n'importent de matières fournies par les nations étrangères productrices ou détentrices de ces matières premières. Cela tendrait à prouver logiquement que l'Allemagne rencontre — de plus en plus — des difficultés à s'approvisionner, surtout depuis que la raréfaction des matières premières et la hausse de leur prix de vente sur les marchés internationaux ont mis plus encore à contribution les finances du III^e Reich. Celui-ci doit évidemment régler ses achats à ses fournisseurs de l'étranger en devises appréciées (ayant cours aux pays d'origine des marchandises livrées), c'est-à-dire en or.

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

PARIS POSSÈDE ENFIN UN « PLANÉTAIRE »

Par Roger SIMONET

AGRÉGÉ DES SCIENCES PHYSIQUES

Certaines villes d'Europe et d'Amérique possèdent déjà un « planétaire », vaste coupole de 20 m de diamètre figurant la voûte céleste et sur laquelle sont projetés, comme sur un écran, des points lumineux images fidèles de tous les corps célestes visibles à notre œil (nu) : constellations, étoiles, nébuleuses, planètes, Lune, dans toute la complexité de leurs mouvements relatifs. Imaginé en 1919 par M. Bauersfeld, directeur de la maison Zeiss, pour l'enseignement de la cosmographie, et progressivement perfectionné par la célèbre firme d'Iéna, l'appareil de projection du planétaire permet de matérialiser sur le ciel artificiel le mouvement apparent à travers le champ des constellations fixes des cinq planètes visibles (Mercure, Vénus, Mars, Jupiter et Saturne), celui du Soleil et de la Lune (sur son orbite inclinée) et la succession des phases lunaires. Tout ceci à un rythme accéléré au gré du spectateur, ramenant par exemple à 4 minutes la durée du jour de l'année terrestre, ou même de la période de 26 000 années qui est celle de l'oscillation de l'axe de la Terre dans son mouvement de toupie ! Le planétaire de l'Exposition des Arts et des Techniques, qui rappelle celui de Munich, l'un des mieux réussis du monde (1), met à la portée de chacun de nous ce vertigineux voyage dans le temps et dans l'espace, puisque, sur la coupole hémisphérique édifiée à l'Exposition de Paris, on projette non seulement à volonté l'aspect du ciel au Pôle Nord ou au Pôle Sud, ou encore en n'importe quelle latitude du globe terrestre, mais aussi à n'importe quelle date des siècles passés ou futurs.

CONSIDÉREZ le ciel, par une nuit d'automne, dans la direction du sud. Au milieu du ruban lumineux de la Voie lactée, cinq étoiles précisent les extrémités et les sommets des angles d'un immense W. Ce sont les cinq étoiles les plus brillantes de Cassiopée. A l'est, se trouve la Pléiade. Entre la Pléiade et le W de la Voie lactée, s'oriente une ligne en direction de la constellation de Persée.

Imaginez-vous transportés, fort loin, sur cette direction, et regardez le système solaire. Que voyez-vous ? Chacune sur son orbite, Mercure, Vénus, la Terre, Mars, Jupiter, Saturne... accomplissent leur voyage incessant autour d'une étoile centrale, notre Soleil. Ne parlons pas d'Uranus, de Neptune, de Pluton, qui en font autant, dont les orbites sont bien au delà de celle de Saturne, mais dont la perception est impossible, à l'œil nu, à partir de la Terre. On ne les voit donc pas sur le ciel artificiel du Planétaire, lequel ne figure que ce que notre organe visuel est capable d'enregistrer, sans l'aide d'aucun instrument.

Les plans des diverses orbites planétaires ne présentent entre eux que de faibles écarts

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 112, page 291.

angulaires ; ils peuvent être, par suite, pratiquement confondus. Sur l'intersection du plan commun, avec la voûte céleste, se trouvent les douze constellations (les douze signes du Zodiaque). C'est ce plan, pratiquement fixe dans le temps, qui a été pris comme plan d'origine pour la construction du Planétaire et c'est sa normale qui a servi d'axe de construction.

Transportez-vous maintenant sur le Soleil lui-même.

La projection du système des étoiles fixes vues du Soleil

Constituons un châssis cylindrique formé de deux parties et comportant sept compartiments. A chaque extrémité de ce châssis, disposez une sphère creuse en tôle, d'environ 1 mètre de diamètre. L'ensemble aura l'allure d'un haltère, dont l'axe coïncidera avec la normale précédemment fixée. Répartissez, ensuite, régulièrement, seize ouvertures à la surface de chacune des deux sphères. Disposez, à présent, intérieurement et en regard de chacune de ces ouvertures, un appareil photographique ; puis, enregistrez les images des étoiles fixes, visibles, par l'ouverture correspondante. Le résul-

tat de l'opération sera 32 négatifs présentant les images des étoiles de toute la voûte céleste. Confectionnez des diapositifs de ces 32 négatifs. Placez-les chacun à l'ouverture où a été pris le négatif correspondant. Installez, enfin, au centre de chacune des deux sphères une lampe à incandescence de 1 000 watts et projetez, avec un système lentillaire convenablement choisi, sur un écran hémisphérique, au centre duquel l'appareil de projection aura été installé. Vous aurez ainsi une image fidèle de la voûte céleste.

La projection des mouvements des planètes vues du Soleil

Cinq des sept compartiments de la portion cylindrique joignant les deux sphères sont réservés aux mécanismes ayant pour objet de figurer, sur la voûte céleste, les mouvements des 5 planètes : Mercure, Vénus, Mars, Jupiter et Saturne. Chacun de ces compartiments pourra contenir une matérialisation de l'orbite de la planète correspondante, sous la forme d'un petit disque métallique d'à peu près 25 centimètres de rayon, ce qui correspond à une réduction au 1/1 000 de milliardième. Les planètes seront figurées sur les disques par des goupilles. L'orientation des disques est telle que si, de leur centre, on considère les goupilles, la direction d'observation est également celle où se trouve la planète à cet instant.

Il nous reste deux compartiments libres.
Si nous habitons réellement sur le Soleil.

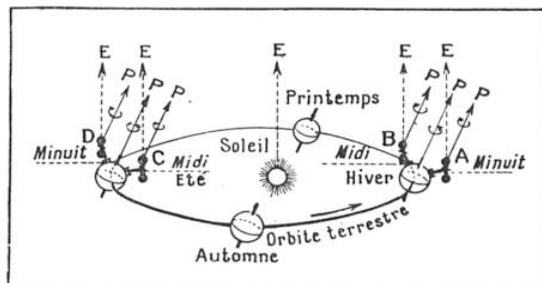
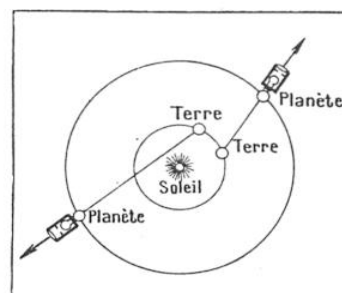


FIG. 1. — COMMENT DOIT ÊTRE DISPOSÉ LE
PLANÉTAIRE PAR RAPPORT A L'ORBITE DE LA
TERRE ET A L'AXE DES POLES

Le planétaire est supposé installé en un point de latitude boréale moyenne, par exemple celle de Paris. Son axe doit constamment conserver une direction parallèle à E, normale à l'orbite terrestre, quelle que soit la position de la Terre sur son orbite et dans son mouvement de rotation autour de la ligne des pôles P. On voit que l'appareil, une fois réglé pour une latitude donnée, doit effectuer une rotation autour d'un axe parallèle à la ligne des pôles en sens inverse du mouvement de rotation réel de la Terre.

FIG. 2. —
SCHÉMA DU
SYSTÈME DE
PROJECTION
DU MOUVEMENT APPARENT DES
PLANÈTES



A chaque étage du corps des planètes du planétaire sont matérialisées une orbite terrestre et une orbite planétaire. Deux goupilles marquent les places de la Terre et de la planète et sont reliées par une tige coulisante, qui porte à son extrémité libre un petit projecteur qui projette l'image de la planète dans la direction allant de la Terre à la planète. On voit ici deux positions différentes de la Terre et de la planète sur les orbites qu'elles décrivent respectivement autour du Soleil.

nous en utiliserions un pour représenter la Terre, et le dernier serait superflu. En réalité, puisque nous habitons la Terre, nous allons les utiliser tous deux, pour l'un représenter le Soleil, l'autre la Lune.

Transportons le modèle de l'Univers sur la Terre

Transportons sur la Terre le modèle de l'Univers, dont nous venons d'esquisser la construction.

Il faut orienter son axe parallèlement à la normale fondamentale précédemment définie. Il faut aussi, évidemment, que chaque « rayon » lumineux de projection, correspondant à une étoile déterminée, se dirige correctement vers cette étoile. Or, notre voyage fictif du Soleil à la Terre nous a fait parcourir la bagatelle de 150 millions de km. En dépit de cela, le Planétaire, installé dans son pavillon du cours Albert-I^{er}, à l'Exposition internationale de Paris est, sinon rigoureusement, du moins fort convenablement réglé, en ce qui concerne les étoiles fixes. Effectivement, réfléchissez que, vu de l'étoile fixe la plus proche, le diamètre de l'orbite terrestre est plus petit encore que celui d'un pois considéré à l'œil nu, à 1 km de distance.

Mais un nouveau réglage doit être fait, en ce qui concerne les planètes.

Le mécanisme de représentation des mouvements planétaires vus de la Terre

Il est le même pour les diverses planètes et un peu plus compliqué que celui que nous l'avons imaginé lorsque nous étions sur le

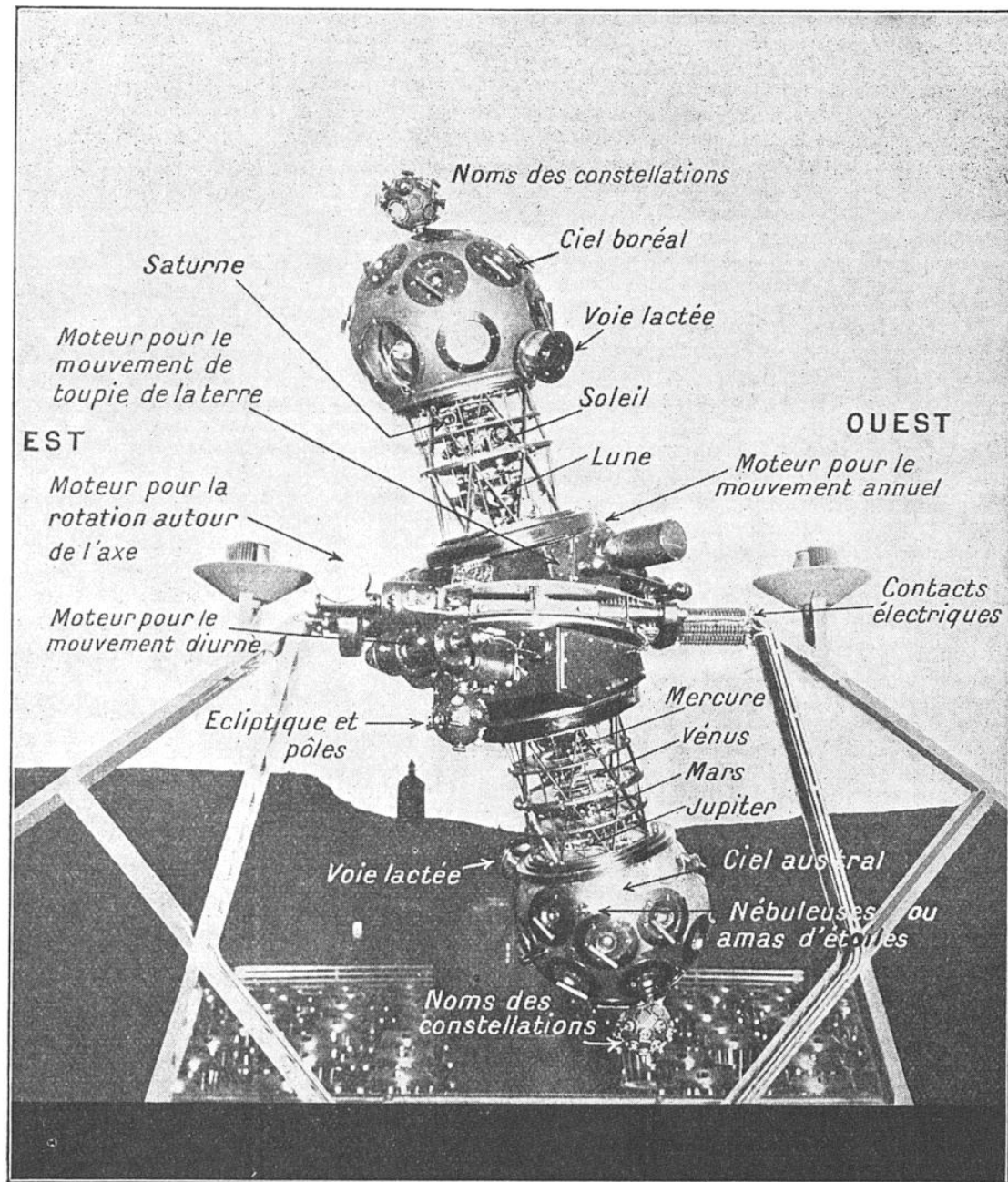


FIG. 3. — ENSEMBLE DU PLANÉTAIRE ZEISS POUR L'ÉTUDE DE LA VOUTE CÉLESTE

Le planétaire repose sur un bâti par l'intermédiaire d'un axe orienté suivant la direction est-ouest. Il peut tourner autour de cet axe, ce qui permet de faire apparaître la voûte céleste telle qu'elle se présente à toutes les latitudes, depuis le pôle Nord jusqu'au pôle Sud. Une rotation complète dure sept minutes. L'axe général de l'appareil est parallèle à celui de l'écliptique, normal à l'orbite terrestre. Un troisième axe, virtuel, est celui normal à l'équateur (normal aux deux disques centraux) : c'est l'axe polaire. L'intersection des trois axes est amenée au centre de la coupole et se trouve exactement 3 m au-dessus du plancher. En plus des appareils de projection pour les étoiles fixes du ciel austral et du ciel boréal, il a été prévu des appareils spéciaux pour les nébuleuses, les amas d'étoiles, la Voie Lactée, les noms des constellations, l'étoile la plus lumineuse, Sirius, et en outre, pour les pôles, les signes du Zodiaque, les lignes de l'Equateur, l'aurole du Soleil et la lumière zodiacale. Les moteurs pour le mouvement diurne permettent de réduire la longueur du jour à 1, 2, 3 ou 4 minutes. D'autres réduisent l'année à 7,3 secondes, 1, 3, 4 ou 7 minutes. Quant au moteur pour le mouvement de toupie de la Terre, il réduit 26 000 années à 4 minutes.

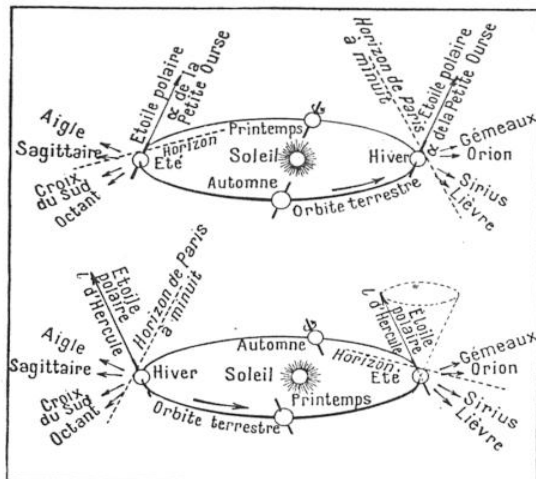


FIG. 4. — DANS 13 000 ANNÉES, LE MOUVEMENT DE TOUPIE DE LA TERRE FERA APPARAÎTRE DANS LE CIEL DE NOTRE PLANÈTE DE NOUVELLES CONSTELLATIONS

L'inclinaison de l'axe de la Terre par rapport à l'axe de l'écliptique est de $23^{\circ} 1/2$. Par suite du mouvement de rotation diurne, l'horizon d'un lieu change d'inclinaison suivant l'heure de la journée et la saison; ainsi apparaissent dans le ciel des constellations différentes. Mais l'axe terrestre décrit en 26 000 années un cône, de sorte que dans 13 000 années, vers l'an 15 000, l'étoile polaire ne sera plus α de la Petite Ourse, mais γ d'Hercule, et qu'apparaîtront à minuit, en hiver, des constellations invisibles de nos jours, telle la Croix-du-Sud. Remarquons que le point vernal (à partir duquel se comptent les saisons) s'étant déplacé de 180° , soit la moitié de l'orbite terrestre, les saisons se seront inversées.

Soleil. Chaque compartiment comprend deux petits disques au lieu d'un seul (1) : celui correspondant à la planète considérée et celui correspondant à la Terre. Planète et Terre sont matérialisées par des goupilles. Si l'on relie par une petite bielle la goupille de la Terre à la goupille de Mars (par exemple) et que l'on fixe, à l'extrémité de cette bielle, du côté de Mars, un petit appareil à projections, dirigeant sa lumière suivant la ligne Terre-Mars, les faisceaux lumineux émergeant de cet appareil indiquent la direction suivant laquelle, à partir de la Terre, on aperçoit Mars à la date correspondant à la position des planètes dans l'instrument.

La représentation du Soleil et de la Lune se fait de façon simple. Le compartiment du Soleil ne renferme que le disque de l'orbite

(1) Grâce à des mouvements circulaires excentrés, on réussit à imiter, très bien, les mouvements elliptiques des planètes.

terrestre, avec sa goupille matérialisant la position de la Terre et une bielle reliant cette goupille au centre du Soleil. L'appareil à projections fixé à l'extrémité de la bielle, au delà du Soleil, indique la direction dans laquelle, de la Terre, on aperçoit le Soleil.

En installant le mécanisme de la Lune, n'oublions pas que celle-ci tourne autour de la Terre. On construit, dans son compartiment, un disque représentant l'orbite lunaire, incliné, comme dans l'espace naturel, de 5° sur l'orbite terrestre. Sur ce disque, une goupille représente la Lune, et au centre, une autre, la Terre. La bielle reliant la Terre à la Lune et à l'appareil à projections, fixé au delà de la goupille de la Lune, donne la direction Terre-Lune (1).

Des difficultés nouvelles surgissent à ce moment. Comme l'on sait, la Terre tourne, autour du Soleil, en une année, tandis que les autres planètes décrivent leurs orbites en des temps différents. Notre satellite, la Lune, effectue une révolution complète autour de la Terre en 27 jours $1/3$. Nous tournons, avec la Terre, autour de l'axe terrestre, en 24 heures. Ce dernier, lui-même, change de direction dans l'espace et effectue un mouvement de rotation analogue à celui d'une toupie, décrivant ainsi une surface de cône complète au cours d'une période de 26 000 ans.

Enfin, l'orbite lunaire, à son tour, subit une oscillation complète en 18,6 ans. En un mot, tout est en mouvement. On doit reproduire tous ces mouvements dans le modèle de l'univers, si l'on veut que la direction des corps célestes

vus de la surface terrestre, à un moment donné, corresponde à la réalité. Cela paraît très compliqué, mais en procédant lentement et avec méthode, nous allons voir que c'est tout à fait simple.

(1) Un mécanisme assez compliqué permet, par un jeu d'obturateurs, de reproduire la succession des phases de la Lune.

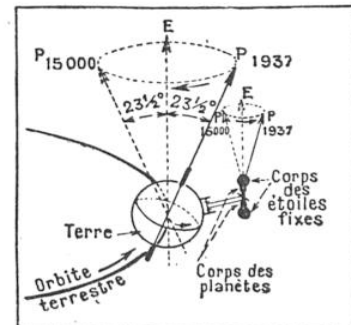


FIG. 5. — POUR FIGURER LE CIEL TEL QU'IL APPARAÎTRA EN L'AN 15 000, L'AXE POLAIRE DU PLANÉTAIRE DOIT CHANGER D'INCLINAISON. Dans 13 000 années, l'inclinaison de l'axe de la Terre sera également de $23^{\circ} 1/2$, mais en sens inverse par rapport à l'axe E de l'orbite terrestre.

La rotation de la Terre autour de son axe

Nous lui devons l'alternance des jours et des nuits. L'axe terrestre est incliné sur le plan de l'orbite terrestre et forme avec la normale à ce plan un angle de 23 degrés 1/2. Vue du nord, la Terre effectue sa rotation de droite à gauche, dans le sens contraire des aiguilles d'une montre. Mais, le modèle de l'Univers se trouvant également sur la Terre, tourne avec celle-ci autour de l'axe terrestre oblique, de sorte que sa position se trouve continuellement modifiée. C'est ce qu'il faut éviter, si l'on veut que les « rayons » lumineux conservent leur direction initiale et se dirigent vers les mêmes étoiles qu'auparavant. Pour obtenir ce résultat, il faut donc annuler l'effet de la rotation de notre Terre sur le modèle. On a recours à un mouvement de rotation opposé, tel qu'en 24 heures le modèle effectue, autour d'un axe parallèle à l'axe terrestre, une rotation de 360°, en sens contraire.

La translation de la Terre sur son orbite

En même temps que la Terre tourne autour de son axe, elle accomplit sa révolution autour du Soleil en 365, 356 jours.

D'autre part, la Lune effectue sa révolution autour de la Terre en 27,33 jours et, respectivement, Mercure, Vénus, Jupiter et

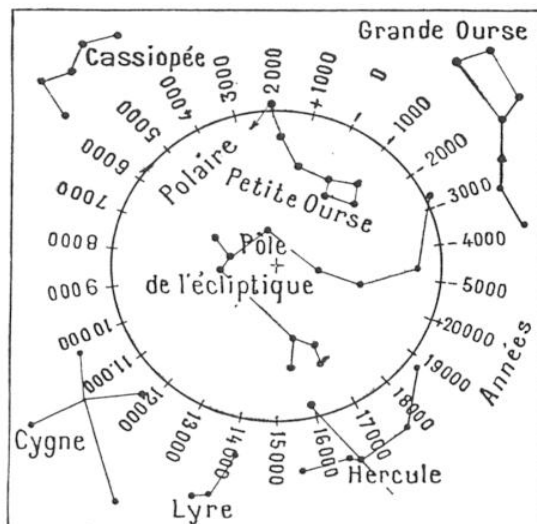


FIG. 6. — LE DÉPLACEMENT DU POLE NORD DE LA TERRE AU MOUVEMENT DE TOUPIE DE LA TERRE. Actuellement, l'étoile polaire est une étoile de la Petite Ourse. Vers l'an 15 000, ce sera une étoile de la constellation d'Hercule.

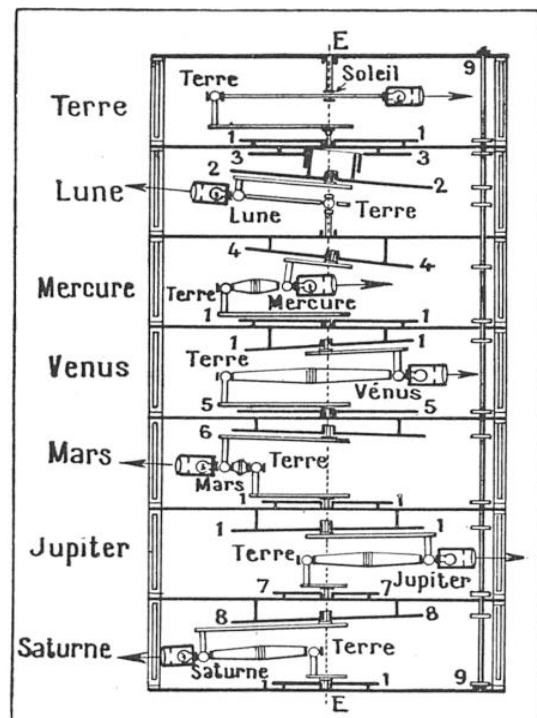


FIG. 7. — SCHÉMA DU MÉCANISME POUR REPRÉSENTER LE MOUVEMENT DES PLANÈTES. L'axe EE est celui du corps des planètes, normal à l'orbite terrestre que matérialisent les disques 1. L'orbite de la Lune, 2, est inclinée de 5° sur celle de la Terre, et le disque 3 a pour mission de faire tourner l'orbite de la Lune autour de l'axe EE pour figurer le déplacement de la ligne des nœuds qui accomplit sur l'écliptique une révolution en 18,6 années. Un mécanisme d'obturation spécial réalise les phases de la Lune. Les orbites 4, 5, 6, 7, 8 sont respectivement celles de Mercure, Vénus, Mars, Jupiter et Saturne, plus ou moins inclinées sur le plan de l'orbite terrestre. On remarquera que Mercure et Vénus sont des planètes inférieures, dont les orbites sont plus petites que celle de la Terre, et que Mars, Jupiter et Saturne sont des planètes supérieures. L'impulsion commune à toutes les planètes est fournie par l'arbre latéral 9. Lorsque le planétaire est réglé de manière à réduire l'année solaire à 4 minutes, la Lune accomplit pendant ce temps 13 tours 1/3 autour de la Terre (un tour en 18 secondes) ; à cette vitesse, Mercure accomplit une révolution en 58 secondes, Vénus en 2 mn 28 s, Mars en 7,2 mn, Jupiter en 47,2 mn et Saturne en 2 h 56 mn.

Saturne, la leur, autour du Soleil, en 88,969 jours, 244,701, 4 332,589 et 10 759,23 jours.

Dès lors, pour que les appareils à projections des différents compartiments du Planétaire montrent constamment, c'est-à-dire pour chaque position de la Terre, la véritable direction des planètes, chaque disque doit

avoir un mouvement approprié et chaque goupille se déplacer sur son disque avec une vitesse proportionnelle au temps de révolution de la planète qu'elle représente. Pour obtenir ce résultat, tous les disques sont mis en mouvement par un arbre de transmission collectif traversant tous les compartiments. Les rapports réels des différents temps de révolution sont produits au moyen d'engrenages compliqués, intercalés entre cet arbre de transmission et les disques des planètes. On a réussi à calculer le nombre de dents de tous ces engrenages avec une telle précision, que même pour de grands laps de temps les divergences entre les indications de l'instrument et la réalité restent très faibles.

Le mouvement de « toupie » de la Terre

En 26 000 ans, l'axe terrestre décrit une surface de cône complète, dont l'axe coïncide avec la normale au plan de référence. L'un des croquis montre la Terre dans sa position hivernale, en l'année 1937 ; nous verrons alors le Pôle Nord ainsi que la direction de l'étoile Capella dans la constellation du Cocher, du côté opposé au Soleil. 13 000 ans plus tard, l'axe terrestre aura modifié sa direction ; un deuxième croquis montre la Terre dans sa position estivale, en l'année 15 000. Durant cette oscillation, le modèle aura subi une rotation de 180°. Le faisceau

lumineux destiné à reproduire l'étoile fixe Capella quitterait l'instrument dans une direction inexacte qui ne serait plus opposée à celle du Soleil. Pour corriger cette erreur, il suffit d'imprimer à l'instrument une rotation de 180°, en sens contraire, autour de l'axe normal au plan.

Un spectacle astronomique à allure accélérée

Tous les mouvements du Planétaire sont commandés par des moteurs électriques séparés. En augmentant leur vitesse de rotation, l'opérateur fait qu'un jour s'écoule en 4 minutes ou 1 minute ; l'année en 4 minutes ou 1 minute ou même 7 secondes. D'autre part, l'instrument peut reproduire, en 4 minutes, le mouvement d'oscillation de l'axe terrestre lequel s'accomplit, en réalité, au cours d'une période de 26 000 ans.

Ajoutons qu'il est possible de projeter sur la coupole hémisphérique, successivement, le ciel au pôle nord, aux antipodes et au pôle sud. Ce résultat est obtenu par une rotation appropriée du dispositif de projection, autour d'un axe horizontal orienté suivant la direction est-ouest, ce qui permet le réglage pour la représentation du ciel de n'importe quelle latitude géographique de la Terre.

ROGER SIMONET.

L'accroissement des prix de revient en France par rapport aux prix de vente des nations importatrices paralyse non seulement nos exportations, mais menace même notre marché intérieur. Aussi, tout récemment, le Syndicat des Fabricants de Soieries de Lyon s'est-il plaint d'être depuis quelque temps concurrencé, sur le marché intérieur, par les produits étrangers (rayonne, etc.) qui y sont vendus moins cher que les nôtres et cela en dépit des droits de douane déjà assez élevés. Les tissus de soieries et de rayonne en provenance d'autres nations spécialisées pour ces produits manufacturés pénètrent en France en quantité croissante par suite de leur bas prix. De là à réclamer du Gouvernement de nouveaux contingentements il n'y a qu'un pas que les intéressés viennent de franchir en vue d'assurer une meilleure protection pour les industriels comme pour les ouvriers. Mais alors comment réagiront les pays ainsi contingentés ? Il en est de même du reste de nos industries chimiques qui sont obligées de se défendre contre la production étrangère de plus en plus menaçante. Ainsi, au risque de mécontenter le commerce chilien, notre politique de l'azote paraît devoir s'orienter vers la suppression des importations de nitrates de soude naturels du Chili, afin que la production française de nitrate synthétique absorbe toute la consommation nationale qui peut répondre à la totalité de ses besoins : engrais, préparation des poudres et explosifs, industries diverses utilisant les dérivés azotés. Un tel problème — si complexe à résoudre — consiste donc d'une part à protéger nos industries contre l'introduction des produits étrangers, d'autre part à ne pas trop mécontenter les nations qui voient leurs importations en France se restreindre de plus en plus et pourraient se livrer à des représailles économiques...

COMMENT ON A SONORISÉ LE « VRAY MISTÈRE DE LA PASSION »

Par Pierre KESZLER

L'acoustique des salles de théâtre et de concert pose aux techniciens de nombreux problèmes dont La Science et la Vie (1), à maintes reprises, a analysé les solutions scientifiquement élaborées. La sonorisation des spectacles en plein air, devant des milliers de personnes — telles les représentations du Vray Mistère de la Passion sur le parvis Notre-Dame de Paris — soulève, par contre, d'autres problèmes nettement différents, mais aussi délicats, afin de diffuser par haut-parleurs, rationnellement répartis pour éviter toute interférence nuisible, les effets sonores captés sur la scène au moyen de microphones et amplifiés en vue de remédier à l'amortissement provenant des dimensions exceptionnelles de l'enceinte. A cet effet, un appareillage spécial vient d'être mis au point : il comprend des microphones électrodynamiques disposés au foyer de miroirs paraboliques, un centre de commutation qui règle le volume sonore de tous les diffuseurs, et des haut-parleurs de dimensions variées dont le plus imposant, équipé de 12 moteurs électrodynamiques, ne mesure pas moins de 7 m de longueur ! C'est à la fois l'appareil le plus puissant et le plus fidèle — musicalement parlant — parmi les haut-parleurs réalisés jusqu'ici.

Pour les représentations du *Vray Mistère de la Passion*, qui auront lieu cette année du 30 juillet au 15 août, une des plus vastes places de Paris, le parvis Notre-Dame, long de 150 m et large de 90 m, est transformé chaque année en théâtre. Les sièges pour onze mille spectateurs sont répartis sur un énorme plan incliné s'élevant progressivement jusqu'à 12 m 50 de hauteur. En face, sur une estrade large de 50 m et profonde de 25 m, sont plantés les décors fixes, suivant la plus pure tradition moyenâgeuse, devant la façade de la cathédrale, incomparable toile de fond particulièrement bien adaptée à la forme et à l'esprit du spectacle.

Mais il ne suffit pas d'amener sur ce plateau les 1 500 ou 1 800 artistes, choristes, figurants et musiciens chargés de renouer des traditions plusieurs fois séculaires ; encore faut-il que les 11 000 spectateurs soient en mesure de suivre parfaitement les jeux de scène et d'entendre tout ce qui dit ou se déclare sur la scène.

Dans une salle close, même très vaste, des acteurs doués d'une bonne voix pourraient espérer se faire entendre, mais en plein vent, l'amortissement sonore est bien trop considérable pour qu'ils tentent cet impossible effort. Il va donc falloir capter les paroles, les chants, la musique, par des microphones judicieusement disposés, am-

plifier convenablement les courants modulés ainsi produits, puis diffuser les effets sonores au moyen de haut-parleurs sur toute la surface réservée aux spectateurs. En principe, rien de plus simple. En pratique, les problèmes à résoudre se présentent sous un aspect entièrement nouveau.

Tout d'abord, il faut répartir les haut-parleurs de telle sorte que, de toutes les places, on entende également bien, et qu'on n'entende qu'une fois. En effet, en raison des dimensions exceptionnelles de ce théâtre en plein air, il faut prendre des précautions spéciales pour que le son issu des haut-parleurs ne semble pas décalé dans le temps par rapport au son parvenant par la voie directe aux places assez rapprochées de la scène.

De même, les haut-parleurs étant extrêmement puissants, il ne saurait être question de les placer trop près des auditeurs.

La scène, large de 50 m et profonde de 25, exige de nombreux microphones. D'autre part, lorsque les acteurs se trouvent à l'une des extrémités du plateau, il faut que les haut-parleurs donnent bien aux auditeurs l'impression que le son vient de cette extrémité et non du centre ou de l'autre côté.

La sonorisation de cette importante manifestation doit permettre de diffuser à travers tout le parvis Notre-Dame, les programmes musicaux exécutés à l'intérieur de la cathédrale : orchestres, chœurs, orgue

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 204, page 461, et n° 228, page 480.

et ondes Martenot avec une intensité réglable à volonté. La répartition des haut-parleurs doit rendre possibles des effets directionnels particuliers : c'est ainsi qu'à la dernière scène du *Vray Mistère*, le son doit donner à la fois l'impression d'un accroissement progressif d'intensité et d'une élévation du foyer sonore depuis le sol jusqu'au niveau des tours du monument où les cloches sonnent alors à toute volée.

On voit qu'au point de vue technique, il faut non seulement disposer de moyens d'amplification et de diffusion particulièrement puissants, mais aussi pouvoir régler et coordonner à chaque instant le fonctionnement de tous les dispositifs particuliers : microphones, amplificateurs, haut-parleurs. C'est là la tâche du centre de modulations, véritable centre nerveux du théâtre.

Trente-cinq microphones sont répartis sur les divers points de la scène. Il y en a même un à Rouen !

Les microphones sont tous du type électrodynamique, d'abord parce qu'ils sont très fidèles, ensuite parce que leur mise en circuit ou hors circuit, n'affectant aucun courant permanent, ne détermine aucun claquement. Leur commutation se fait sans que les auditeurs s'en aperçoivent. Il y en a environ trente-cinq, répartis tant sur les divers points de la scène qu'auprès du grand orgue de Notre-Dame, sur la galerie de la façade et même un à Rouen, où il doit capter le carillon de la cathédrale. Pour ce dernier, la transmission est assurée par un câble téléphonique long de 140 km. Pour éviter toute confusion avec les cloches de Notre-Dame de Paris, la diffusion du carillon de Rouen est assurée par les haut-parleurs disposés latéralement.

Certains des microphones sont placés au foyer d'un miroir parabolique, ce qui leur confère un effet directif considérable. Cette disposition est utilisée essentiellement lorsque les acteurs se déplacent sur la scène et vers sa mi-profondeur, puisque évidemment les micros doivent demeurer invisibles des spectateurs. Un opérateur, au moyen d'un viseur, pointe l'axe du miroir sur la bouche de l'acteur et le suit dans ses divers déplacements.

Tous ces microphones sont reliés à un tableau spécial, le centre de sonorisation, situé environ au milieu des spectateurs.

C'est de ce point qu'un chef de modulation règle tous les effets sonores.

Le centre de sonorisation

Le centre de sonorisation se compose en tout et pour tout d'un tableau commutateur dont nous donnons (fig. 2 et 3) la reproduction, et de deux opérateurs.

Mais ce tableau mérite qu'on s'y arrête. Il porte un schéma des emplacements des microphones, des potentiomètres régulateurs de volume et un « manche à balai » analogue à celui des avions, orientable en

tous sens. Par le déplacement de ce manche, les commutations de microphones sont effectuées automatiquement ; si, cependant, le centre d'intérêt se trouve à un emplacement déterminé de la scène, mais qu'au même moment, un cri, une parole doive se faire entendre en un point tout différent, il suffit que l'opérateur abaisse la clef du micro correspondant, pour que ce dernier entre également en circuit, bien que le manche à balais soit orienté vers un autre secteur. La souplesse de ce tableau est donc considérable.

Ce n'est pas tout. Le manche à balai, en même temps qu'il commande la mise en

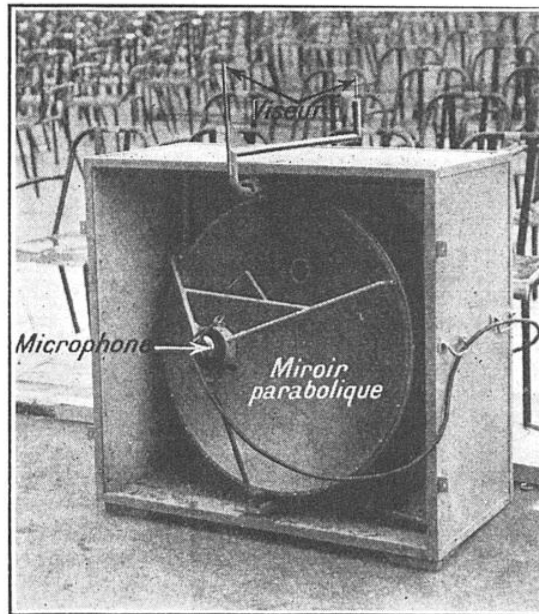


FIG. 1. — UN MICROPHONE A EFFET DIRECTIF
Placé au foyer d'un miroir parabolique, le microphone n'enregistre que les sons émis dans le faisceau correspondant à l'ouverture du miroir, ce qui limite latéralement le champ du micro, mais l'augmente dans le sens de la profondeur. Les deux tiges verticales que l'on aperçoit au-dessus de la boîte constituent un viseur qui permet à l'opérateur de suivre les mouvements des acteurs.

circuit des microphones, agit sur le niveau relatif des courants modulés destinés aux différents groupes de diffuseurs. De la sorte, un effet directionnel est obtenu dans la reproduction sonore, la puissance émise étant nettement supérieure pour les haut-parleurs situés du même côté que les micros branchés.

Cet effet directionnel qui, l'an dernier, n'était pas très sensible, sera considérablement accentué cette année.

Un jeu de petites lampes, rouges et vertes, placées à côté de chaque clef de microphone renseigne à chaque instant l'opérateur sur le nombre et l'emplacement des micros branchés.

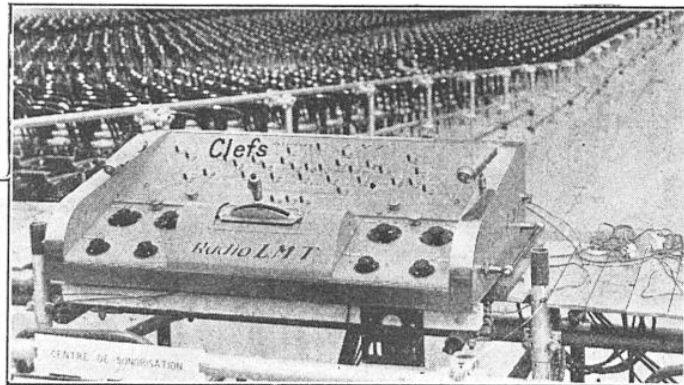
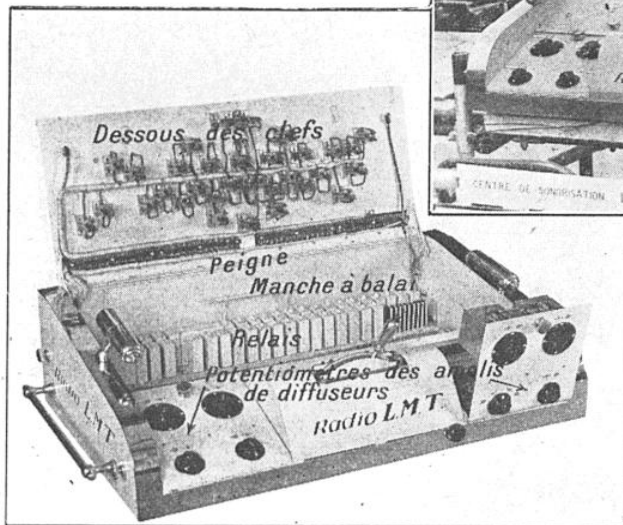


FIG. 2 ET 3. — LE CENTRE DE SONORISATION INSTALLÉ FACE À NOTRE-DAME DE PARIS

Ci-dessus le pupitre fermé qui assure toutes les commandes relatives à la mise en circuit des microphones pour le réglage des effets sonores. A droite, sur la table, les casques téléphoniques grâce auxquels les opérateurs sont en liaison constante avec le régisseur. Ci-contre, le pupitre ouvert : on y voit les potentiomètres réglant le niveau sonore des haut-parleurs. D'autre part, le « manche à balai » orientable en tous

sens réalise les commutations des microphones et agit sur le niveau relatif des courants modulés destinés aux diffuseurs. Cependant, même si le manche à balai est orienté vers un secteur différent de celui où se trouve momentanément l'intérêt de la scène, il suffit à l'opérateur d'abaisser la clef du microphone correspondant à ce dernier secteur pour le mettre immédiatement en circuit.

Un répéteur reproduit d'ailleurs ce schéma lumineux sous les yeux du régisseur, qui, lui, occupe le premier étage d'une cabane située sur le côté et d'où il embrasse la scène entière. Nous reviendrons sur l'aménagement de ce poste un peu plus loin.

Les haut-parleurs

Les haut-parleurs sont tous du type électrodynamique à pavillon exponentiel, ce pavillon ayant pour effet de concentrer la puissance sonore sur une aire parfaitement définie. Sauf lorsqu'il n'y a pas de place suffisante pour les dissimuler, ces pavillons mesurent 2 m de long et 80 cm de diamètre.

Il y en a 4 en haut des tours de Notre-Dame, 8 sur la galerie, 2 dans le décor appelé *ciel*, 2 encore dans le décor appelé *enfer*. Six autres sont installés sur le toit de l'Hôtel-Dieu, braqués sur les spectateurs occupant les gradins supérieurs, et, vis-à-vis, juchés sur deux tours métalliques élevées symétriquement à l'Hôtel-Dieu, 6 appareils semblables. Enfin, au centre de la galerie supérieure, au-dessus de la grande rosace, est

Pour combattre l'« effet Larsen »

Une des plus grosses difficultés à résoudre, dans cette réalisation à grande échelle, était la suppression de l'« effet Larsen ». On

sait de quoi il s'agit : lorsque dans un local, se trouve un circuit composé d'un microphone, d'un amplificateur et d'un haut-parleur, le son engendré par le diffuseur frappe le microphone, traverse l'ampli et est reproduit à nouveau par le diffuseur. Il y a amorçage d'un cercle vicieux qui, en quelques secondes, fait rendre au diffuseur un son permanent de plus en plus puissant et de plus en plus désagréable. Il a fallu procéder à de nombreuses expériences pour déterminer l'emplacement des microphones et des diffuseurs, le champ de sensibilité des premiers et la puissance comme le sens du rayonnement des seconds.

Si les réalisateurs sont assez discrets sur les moyens qu'ils ont employés pour parvenir à ce résultat, il est hors de doute qu'ils y ont pleinement réussi.

Les amplificateurs sonores

Pour loger les amplificateurs, une cabane à trois étages a été construite à une extrémité du plateau, du côté de la Seine, près de la statue de Charlemagne. Le rez-de-chaussée est réservé aux dispositifs de commutations des projecteurs lumineux qui,

de même que les microphones, doivent suivre l'action. Le premier étage abrite les amplificateurs sonores et le poste du régisseur. Par une large baie, ce dernier surveille le plateau tout entier. Texte en main, casque

téléphonique sur la tête, microphone à portée de voix, le régisseur prévient soit le centre de la lumière, soit le centre de sonorisation des combinaisons qu'ils ont à réaliser dans l'instant suivant.

Enfin, au troisième étage est installé le central téléphonique des P. T. T., qui, pendant les travaux d'édification, les représentations et le démontage, permet aux intéressés de rester en communication avec le monde extérieur.

La puissance absorbée pour la seule installation sonore dépasse 5 kilowatts et la puissance totale modulée atteint environ 1 kilowatt.

Pour mener à bien cette délicate réalisation, il n'a pas fallu moins de cinq mois d'études et d'expériences aux ingénieurs spécialisés dans le domaine, si vaste et si complexe, de la radioélectricité dont la sonorisation constitue une des plus récentes applications.

PIERRE KESZLER.

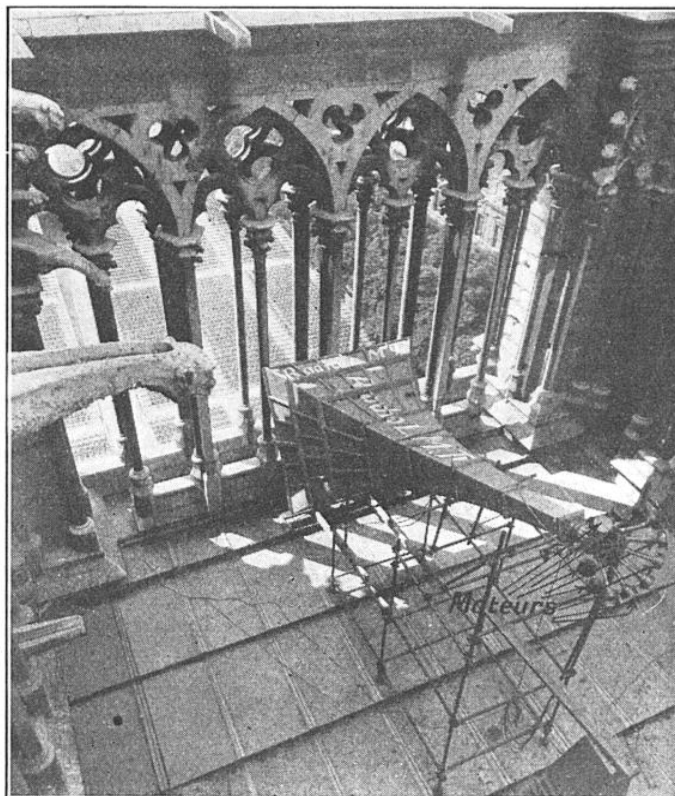


FIG. 4. — LE HAUT-PARLEUR GÉANT INSTALLÉ À LA SECONDE TRIBUNE DE NOTRE-DAME DE PARIS

Le pavillon de ce haut-parleur est rigoureusement exponentiel. Il reçoit la puissance sonore de douze moteurs de haut-parleurs électrodynamiques. C'est l'un des appareils les plus puissants qui aient été jamais réalisés. Placé à la seconde tribune de Notre-Dame, à environ 50 m du sol, il pourrait être entendu à plusieurs kilomètres.

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

LA CHIMIE BIOLOGIQUE AU PALAIS DE LA DÉCOUVERTE

Création et transformation de la matière vivante

Par Jean LABADIÉ

Carbone, hydrogène, oxygène, azote, soufre et phosphore sont, comme l'a montré déjà au XVIII^e siècle Lavoisier, les éléments fondamentaux qui entrent dans la constitution des corps organisés. Les chimistes du XIX^e siècle ont ajouté à cette liste sommaire une quarantaine d'autres éléments dont certains, comme l'arsenic, le bore, l'étain, le manganèse, pour ne citer que les principaux, relèvent des méthodes d'analyse les plus minutieuses et des procédés les plus sensibles de « microdosage ». Ces « corps », existant dans la matière vivante à doses presque toujours infinitésimales et parfois même à l'état de traces, remplissent dans l'organisme vivant (du végétal le plus fruste à l'animal supérieur le plus évolué) un rôle essentiel en y accomplissant la fonction de catalyseurs dans les multiples réactions biochimiques qui sont plus subtiles et plus complexes que toutes nos synthèses industrielles actuelles. Ce sont ces réactions qui, en effet, président à la naissance de la matière vivante et qu'elle utilise ensuite pour se nourrir, se mouvoir, se reproduire. Ainsi, grâce à ces impondérables minéraux, et plus spécialement aux « biocatalyseurs » élaborés directement par les organismes végétaux et animaux — diastases oxydantes des végétaux, diastases hydrolysantes des animaux, vitamines (1) des végétaux, hormones (2) des glandes endocrines animales, etc. — s'effectuent au sein du complexe colloïdal des édifices organiques les échanges physico-chimiques de la vie — métabolisme (3) — et s'élabore la série, en quelque sorte infinie, des produits organiques, depuis les plus simples comme les sucres jusqu'aux plus complexes comme les alcaloïdes. C'est la chimie biologique moderne qui, depuis un demi-siècle à peine, a su les découvrir, les isoler, les étudier et, chaque jour, la recherche scientifique dans les différents laboratoires du monde entier nous apporte, dans ce domaine si vaste et si complexe, de nouvelles découvertes.

LA Physique est spectaculaire; la Chimie ne l'est pas. Même lorsqu'elle s'occupe de l'électron, cet invisible absolu, le physicien monte des appareils qui sont, en eux-mêmes, de véritables curiosités. Aussi, de la machine électrostatique de M. Joliot jusqu'aux oscillographes cathodiques installés pour la répétition, sous les yeux du public, des analyses cristallines, la Physique « tient la rampe », comme on dit au théâtre, du Palais de la Découverte.

Cependant, du point de vue des applications immédiatement pratiques, c'est la Chimie qui pousse le plus en avant les racines de la science dans le réalisme industriel autant que dans celui de la vie, cette industrie

suprême pour le service de laquelle toute science est inventée.

Aussi bien, c'est au stand de la Chimie biologique, organisé par l'un de ses maîtres français les plus éminents, M. Gabriel Bertrand, que je voudrais conduire aujourd'hui nos lecteurs. C'est un stand tout en vitrines remplies de bocaux plus que d'appareils. Encore les appareils ne sont-ils, pour la plupart, que tubulures de verre, c'est-à-dire de très simples mais très savants « circuits » de chauffage ou de distillation, grâce auxquels furent analysés, depuis Lavoisier jusqu'à Pregl et à Gabriel Bertrand, les constituants de la matière vivante et ses produits les plus ténus.

Lavoisier signala le premier que le carbone, l'azote, l'oxygène, l'hydrogène, le soufre et le phosphore constituaient la base de tous les corps organisés. Les chimistes

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 238, page 259.^o

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 214, page 301.

(3) Voir *La Science et la Vie*, n° 227, page 370.

modernes ont ajouté de trente à quarante éléments à cette analyse sommaire, éléments dont certains, le manganèse ou l'iode, ont été décelés dans le corps humain, au taux merveilleusement précis de *65 millionièmes pour 100*, sans parler de ceux qui ne figurent qu'à l'état de « traces », c'est-à-dire échappent jusqu'à nouvel ordre à toute analyse quantitative. D'après la précision des *mesures* déjà obtenues, on peut juger à quelles infimes portions de matière le spécialiste applique cette dénomination de « traces ».

Quant aux « produits » de la matière

désirait analyser. Les produits de la combustion sont recueillis dans un circuit qui les sépare et les livre à la balance soit sous forme gazeuse, soit, après absorption, par l'intermédiaire de corps auxiliaires. Notre photographie figure 1 représente cette « machine-ancêtre » de Lavoisier.

C'est grâce à elle que Lavoisier put énoncer cette proposition capitale : « Le corps des plantes et des animaux est formé par l'union du carbone, de l'hydrogène et de l'oxygène, avec l'azote, le soufre et le phosphore ». Aphorisme essentiellement

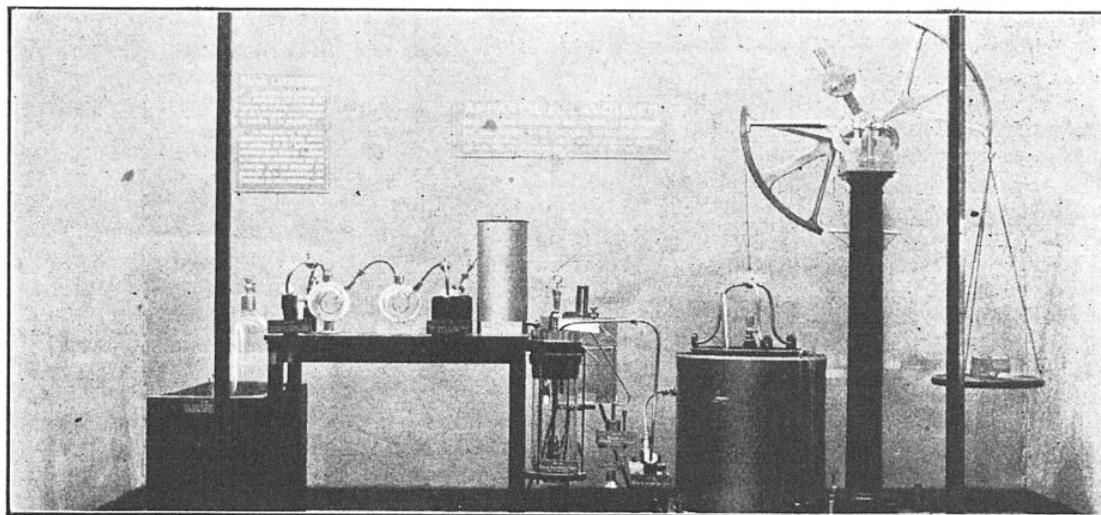


FIG. 1. — L'APPAREIL PRIMITIF AVEC LEQUEL LAVOISIER EST PARVENU AU XVIII^e SIÈCLE A ANALYSER QUANTITATIVEMENT LA MATIÈRE VIVANTE EN SES PRINCIPAUX ÉLÉMENTS : HYDROGÈNE, OXYGÈNE, CARBONE, AZOTE, SOUFRE ET PHOSPHORE

vivante (celle-ci étant en définitive un « organisme » qui *travaille*, à son tour, *chimiquement*), nous savons quelle subtilité a déployée la science pour les analyser à leur tour. Les *vitamines* et les *hormones* représentent les ultimes trouvailles de ses efforts.

On aperçoit ainsi quel grandiose progrès scientifique se trouve synthétisé dans la suite des modestes vitrines, rationnellement disposées au Palais de la Découverte par les soins de M. Gabriel Bertrand.

Les appareils d'analyse de la matière vivante

Voici l'ancêtre des appareils de mesure, celui de Lavoisier. Il donne l'impression d'une machine à vapeur : un gazomètre à oxygène, équilibré à pression constante, fournit en quantités métriques déterminées le comburant que Lavoisier dirigeait sur les quelques *hectogrammes* de matière organique qu'il

sommaire, répétons-le, mais qu'il faut admirer en contemplant l'attirail ingénieux, rudimentaire et compliqué tout ensemble, que Lavoisier construisit.

Voyons maintenant, par contraste, comment les chimistes modernes dosent ces mêmes éléments qu'identifia Lavoisier dans la matière vivante avec une précision qui ne dépassa pas le centième de gramme. La photographie figure 2 montre l'appareil de Pregl, qui consiste en quelques décimètres de tubes de verre : il permet d'opérer le microdosage du carbone et de l'hydrogène, avec une précision de 0,5 pour 100, *sur quelques milligrammes de matière*. Ainsi, c'est sur une portion infime de tissu que peut porter l'analyse. Le chimiste a donc suivi l'anatomiste dans sa dissection au microtome, laquelle atteint la cellule vivante.

Et si, maintenant, nous passons à l'analyse des éléments contenus dans l'organisme à

dose infinitésimale — l'arsenic, par exemple — voici l'appareil de Gabriel Bertrand qui permet de le rechercher et de le doser à raison d'un *demi-millième de milligramme* dans un échantillon également infime.

Voulez-vous un nouvel exemple encore plus « fin » ? L'appareil conçu par Gabriel Bertrand pour doser le bore fournit, comme précision maximum, le *cinquantième de millième de mg* pour quelques milligrammes de matière. On opère en distillant les cendres de la matière qu'il s'agit d'analyser et que l'on a préalablement calcinée. Distillées en présence d'un mélange d'alcool et d'acide phosphorique, les cendres fournissent un « borate de méthyle » qu'on saponifie et qui fournit : soit une réaction colorée (au curcumin), soit le spectre caractéristique du bore dans l'examen spectrographique.

Nous touchons ici à l'ultime sensibilité des réactions que les chimistes ont su mettre en jeu pour « disséquer », si j'ose dire, en ses éléments premiers, n'importe quel échantillon de matière vivante.

Les impondérables minéraux jouent, en biochimie, le même rôle que dans l'industrie : celui de « catalyseurs »

En sorte que si Lavoisier revenait sur terre, ses pairs contemporains pourraient le conduire avec orgueil devant la vitrine qui lui montrerait synthétiquement, sur un exemple précis, ce qu'est devenue, entre leurs mains, l'analyse chimique des organismes vivants. L'exemple choisi est celui de l'analyse comparée d'un même poids de

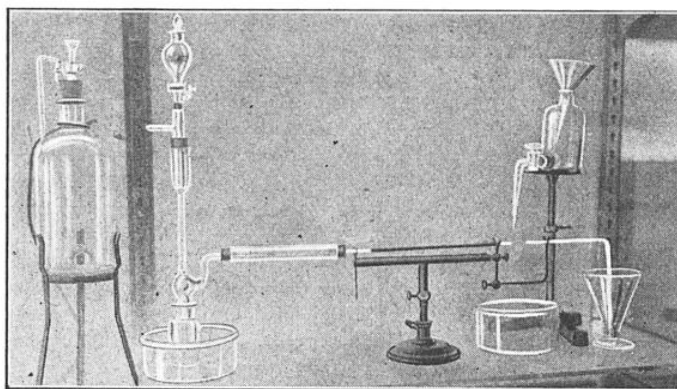


FIG. 3. — L'APPAREIL DE GABRIEL BERTRAND QUI PERMET DE DOSER L'ARSENIC DANS UN TISSU ORGANIQUE A RAISON DE 1 DEMI-MILLIÈME DE MILLIGRAMME

végétal (la luzerne) et d'*animal supérieur le plus évolué* (l'homme).

Un *homme standard*, de 65 kg, se décompose chimiquement comme il suit, « l'eau » étant mise à part : 12 kg 6 de carbone ; 1 kg 75 d'hydrogène ; 6 kg 1 d'oxygène ; 3 kg 34 d'azote ; 0 kg 89 de calcium ; 0 kg 41 de soufre ; 0 kg 40 de phosphore. A ces éléments « macroscopiques » (ceux qu'indiqua Lavoisier), il faut ajouter maintenant : 0 kg 17 de sodium ; 0 kg 14 de potassium ; 0 kg 11 de chlore ; 0 kg 03 de magnésium.

Mais voici le dosage des éléments qui relèvent du véritable « microdosage » :

Le fer entre dans l'organisme de notre homme de 65 kg pour 3 g et 1/4 (0 kg 003 25) ;

Le silicium, pour 2 g 6 (0 kg 002 6) ;

Le zinc, pour 1 g 6 (0 kg 001 6).

Descendons encore plus profondément dans l'analyse de constitution chimique de notre organisme.

Nous trouvons que nous « contenons » encore 65 milligrammes de manganèse et autant d'iode. Ne faites pas fi de ces impondérables : si l'on vous ôtait, par exemple, ces 65 milligrammes d'iode, votre glande thyroïde serait désaxée, ne remplirait plus toute sa fonction normale.

Les doses infinitésimales d'éléments chimiques les plus divers sont en effet reconnues présentement comme ayant des rôles *essentiels* à tenir dans l'organisme vivant. Les 32 milligrammes de plomb et les 10 milligrammes d'étain que les chimistes ont trouvés dans notre

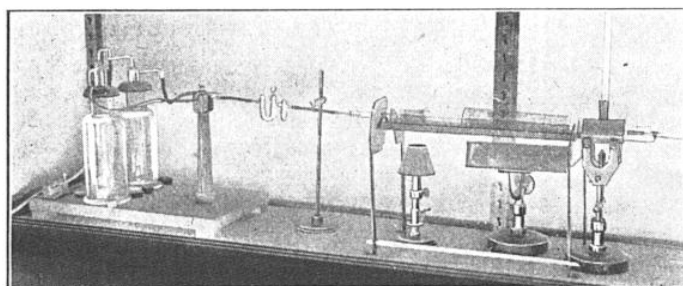


FIG. 2. — L'APPAREIL MODERNE DE PREGL QUI PERMET DE DOSER LE CARBONE ET L'HYDROGÈNE CONTENUS DANS UN TISSU ORGANIQUE, AVEC UNE PRÉCISION DE 0,5 % SUR QUELQUES MILLIGRAMMES DE MATIÈRE

I. — MACRODOSAGES (en kilogrammes)					
Eau	48,75	Azote.	0,53	Phosphore.	0,045
Carbone.	7,36	Calcium.	0,37	Sodium	0,026
Hydrogène.	0,90	Soufre.	0,07	Potassium.	0,014
Oxygène	6,71	Magnésium.	0,05	Chlore	0,045
Soit, au total.....				64 kg 870	
II. — MICRODOSAGES (en grammes)					
Silicium.	5,8	Manganèse	0,2	Titane.....	0,06
Fer	1,6	Bore.	0,25	Nickel	0,004
Aluminium.	1,6	Cuivre.	0,02	Cobalt.....	0,0008
Zinc.	0,2				
Soit, au total				9 g 7348	

TABLEAU DES ÉLÉMENTS ENTRANT DANS LA CONSTITUTION DE 65 KG DE LUZERNE

corps sont très loin d'y être inactifs, vous pouvez en être assurés.

Quant à l'aluminium, à l'arsenic, au fluor, au lithium, au brome, au bore, au titane, au nickel, au cobalt et au molybdène que les appareils de micro-analyse ont décelés chez nous à l'état de « traces » provisoirement impondérables, si vous m'en croyez, ne les méprisez pas davantage. Lorsqu'on sait que le phénomène « biochimique » ne se déroule que grâce à une perpétuelle « catalyse », on comprend immédiatement que les traces d'éléments chimiques les plus éloignés des quatre composants fondamentaux (C, H, O, Az), surtout s'il s'agit de métaux, jouent un rôle analogue à ces fines limailles qui, sans intervenir autrement que par leur présence, assurent les synthèses les plus étonnantes de notre chimie industrielle.

Si de l'animal nous descendons au végétal, nous trouvons que les matériaux utilisés par la « biochimie » des organismes vivants ne sont ni moins nombreux, ni moins curieu-

sement dosés dans le laboratoire moderne.

Voici donc, sur le tableau ci-dessus, la composition de 65 kg de luzerne équivalant en poids, à notre homme standard.

On remarquera quel faible « résidu » de matière a échappé à la pondération des chimistes : sur les 65 kg de luzerne, 64 kg 873 g ont été saisis par l'analyse : les 27 g restants figurent l'indétermination inhérente à toute mesure.

Pour l'homme, c'est à 64 kg 940 g que les chimistes évaluent le total de leurs mesures pondérales : si l'on songe aux manipulations infiniment nombreuses et délicates que représente cette ana-

lyse, on peut être sûr que l'ombre de Lavoisier se pâmerait d'admiration.

L'eau, constituant de base de tout ce qui vit

Maintenant que nous connaissons les matériaux élémentaires mis en jeu par la vie, avec leurs proportions, tâchons de comprendre leur rôle dans la série de ces transformations merveilleuses de la matière

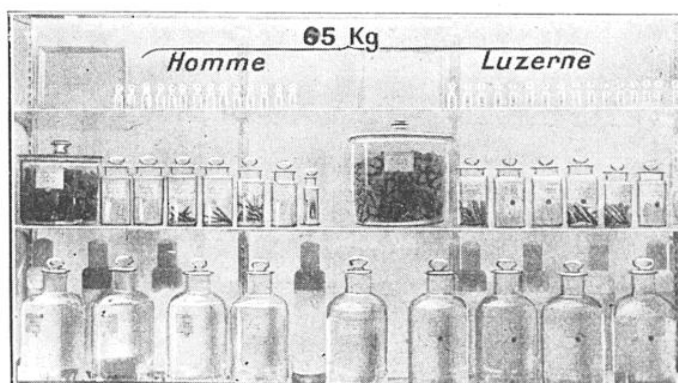


FIG. 4. — COMPOSITION COMPARÉE, EN TOUS LEURS ÉLÉMENTS CONSTITUTIFS, D'UN HOMME PESANT 65 KG (A GAUCHE) ET D'UN MÊME POIDS DE LUZERNE (A DROITE) Les grands bocaux de l'étage inférieur représentent les quantités d'eau. Derrière, les « bouteilles » à gaz comprimé contenant l'hydrogène, l'oxygène, l'azote. A l'étage supérieur, le carbone rassemblé dans le grand récipient. Pour le détail des autres corps simples, et surtout de leur « microdosage », voir le texte.

vivante qui s'appelle chimie biologique ou, plus brièvement, « biochimie ».

La vie est née dans l'eau, dans l'océan primaire. Tout ce qui vit est composé d'eau suivant un pourcentage qui va de 79 % pour le sang et la lymphe jusqu'à 2 % pour les dents et les ongles.

Certains animaux marins, tels les anémones de mer et les méduses sont constitués d'eau dans la proportion d'environ 95 %.

L'eau est tellement la base de la vie qu'elle se retire de l'organisme à mesure que celui-ci vieillit. Le corps d'un adolescent contient plus de 65 % d'eau ; celui d'un vieillard n'en contient plus que 60 %.

Tout agriculteur sait que les graines deséchées et conservées « au sec » revivent dès qu'on les place en milieu humide et qu'on les arrose. Des blés centenaires ont germé de la sorte.

L'eau dissout les sels minéraux et constitue le « solvant » de toute la matière colloïdale dont l'ensemble constitue l'édifice organique. Elle est donc à la fois le ciment des corps et le véhicule des échanges chimico-physiques, dont le total constitue le « métabolisme » caractéristique de tout individu dans son évolution vivante et duquel dépend son état de santé.

Le rôle du carbone dans le drame de la vie

Essayons, en parcourant du regard les vitrines de M. Gabriel Bertrand, de saisir le mécanisme, de complexité croissante, par lequel s'édifie la matière vivante.

Il faut commencer par le végétal, sans lequel il n'y aurait pas d'herbivores, par conséquent, aucune vie animale.

Pourvue d'eau, la plante assimile son troisième élément, le carbone, en le prélevant sur le gaz carbonique (CO_2) contenu dans l'atmosphère. L'opération s'effectue par l'office du « biocatalyseur » qu'elle a

préparé à cette intention : la *chlorophylle*. Grâce à la chlorophylle, la feuille végétale réalise une opération qui exigerait, au laboratoire, l'intervention, soit des hautes températures, soit des rayons ultraviolets, à supposer que la synthèse artificielle puisse concurrencer jusqu'au bout la fonction d'assimilation du végétal. Le gaz carbonique est décomposé en ses deux éléments : le carbone et l'oxygène. En présence de l'eau constitutive, la suite des transformations fournit l'« aldéhyde formique » ($HC\ HO$), puis des sucres, *glucose* ($C^6 H^{12} O^6$), puis du *saccharose* ($C^{12} H^{22} O^{11}$), puis de l'*amidon* ($C^6 H^{10} O^5$) —

autant d'« hydrates de carbone » ou comme on dit aujourd'hui, de « glucides ».

Le *sucré*, voilà donc le premier produit « organique ». Vous en trouverez la gamme de complexité croissante sur les rayons de verre de la vitrine n° 10. Pourquoi y a-t-il dans le monde végétal une telle variété

de « sucres » ? Ils proviennent d'une « condensation » sans cesse plus compliquée des trois éléments fondamentaux : hydrogène, oxygène et carbone. Mais le caractère fondamental de la « biochimie » du sucre est de procéder par « réversibilité ». L'organisme végétal se donne le *glucose* qu'il met en réserve. Mais si la concentration du glucose dans l'organisme dépasse un certain taux, l'organisme le transforme en *saccharoses* plus complexes et en *amidon*, qui se déposent dans les organes, et finalement en *cellulose*, qui représente la condensation suprême de la *chimie végétale*, l'armature même de tout le règne végétal.

Mais la transformation des sucres prend également une autre bifurcation. elle aboutit aux *matières grasses* qui dérivent des sucres par la *glycérine* et les *esters* : les esters *oléique*, *stéarique*, *palmitique* issus de la *glycérine* et les constituants des huiles et autres matières grasses végétales.

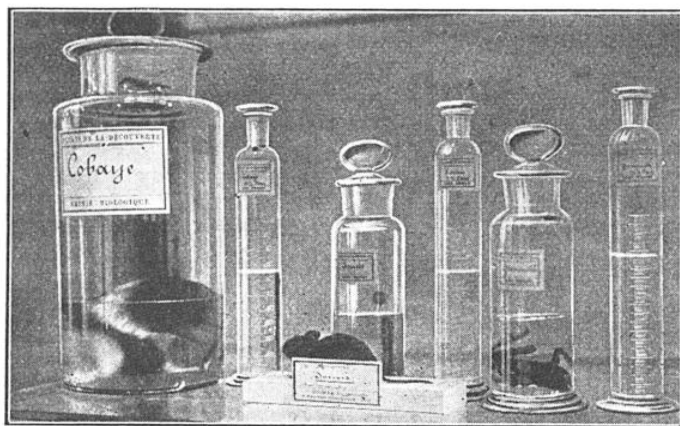


FIG. 5. — QUELQUES EXEMPLES DU POURCENTAGE D'EAU CONTENU DANS QUELQUES CORPS D'ANIMAUX

Le cobaye (à gauche) contient 65 % de son poids d'eau ; la souris (au centre), 71 % ; la grenouille (à droite), 78 %.

Voici donc le premier aspect du végétal : un édifice dans lequel le sucre, l'amidon, la cellulose, les matières grasses se trouvent imbriquées avec une répartition plus ou moins spécialisée dans chaque espèce. Les fruits, d'ordinaire, accaparent le sucre ; les graines, l'amidon ; les tiges, la cellulose. Mais il y a des tiges sucrées (canne à sucre), des fruits amylacés et des graines sucrées en même temps qu'oléagineuses.

L'organisme végétal se réserve d'ailleurs — ce que fera l'animal avec encore plus de subtilité à tout instant de sa vie « mouvementée » — de forcer l'amidon à retourner à l'état de « glucides » et même du glucose fondamental, quand son développement l'exigera — sans parler de la « respiration » qui, par la combustion du carbone déjà emmagasiné, modifie constamment l'équilibre des combinaisons par lesquelles cet élément s'est inséré dans l'organisme.

La germination représente la phase suprême de cette direction imposée par le végétal à ses propres constituants. Mais la moindre « pousse », à chaque printemps nouveau, est, à ce titre, une germination.

Le secret de ce pouvoir étonnant que possède la vie de modifier à son gré ses propres constituants réside — nous y reviendrons — dans la « biocatalyse » qui s'effectue grâce aux produits les plus complexes qu'elle fabrique à cet effet : les *diastases*.

L'azote, à son tour, entre en scène dans le règne « animal »

A l'opposé de la feuille, à l'autre extrémité du végétal se trouve la racine. Par la racine et l'eau de la sève (qu'elle canalise), la plante absorbe l'azote contenu dans les *nitrate*s du sol.

La seule présence de ce nitrate accroît d'abord l'intensité de l'assimilation chlorophyllienne comme si, avant de se mêler au circuit de la vie, l'azote commençait par jouer, en manière de bienvenue, le rôle de

catalyseur — c'est-à-dire d'un *facteur d'activation* des combinaisons chimiques essentielles. Puis, combiné aux dérivés des sucres (corps ternaires), l'azote fournit les « albuminoïdes » (corps quaternaires).

Les albuminoïdes entrent dans la composition du protoplasma végétal et constituent des réserves spéciales en vue de la germination. Aussi bien se trouvent-ils concentrés dans la graine sous forme granulaire (les *aleurones*) qui disparaissent dans le phénomène de germination. Les *aleurones* du grain de blé constituent, par exemple, le *gluten*.

Il résulte de là que les corps organiques « quaternaires » (que définit l'addition de l'azote aux trois composants des « glucides ») sont en quelque sorte réservés aux animaux.

L'animal, dont la nutrition remonte toujours au végétal, révèle, tout comme celui-ci, une « biochimie » des sucres et des graisses, mais qui se trouve « préparée » précisément par l'aliment végétal. On connaît le mécanisme de la « fonction glycogénique » du foie ; l'emmagasinement du glucose se fait dans les muscles

et dans le foie, non plus sous forme d'amidon, mais de *glycogène*. Le sang a la mission de répartir le glycogène aux différents points du système musculaire, dont cette substance représente, pour ainsi dire, le « combustible-moteur » : pour remplir cette mission, la teneur du sang en sucre doit demeurer constante. C'est le foie qui veille au maintien de cette constance.

Mais les matériaux de construction des tissus animaux ne sont plus, comme chez les végétaux, le résultat d'une dernière condensation des sucres, la cellulose ; ils sont fournis par des albuminoïdes très complexes qui, avec des corps gras, des lécithines, des glucides, des sels et des gaz, constituent la cellule animale.

Il nous est bien impossible de donner ici même une idée succincte de la biochimie des albuminoïdes et des matières « protéiques » qui font l'objet de la schématisation con-

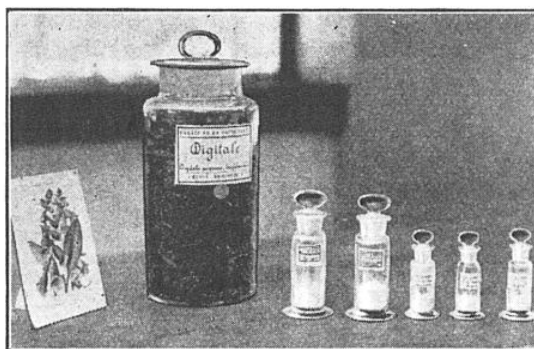


FIG. 6. — UN EXEMPLE, ENTRE CENT, DES « HÉTÉROSIDES » CONTENUS DANS LA PLANTE « DIGITALE », BIEN CONNUE DES PHARMACIENS ET DES MALADES DU CŒUR

A gauche ; la plante dessinée en fleur. Dans le grand bocal : la plante desséchée. Puis, par ordre de bocaux décroissant : 1) digitaloside ; 2) purpurea-glucoside ; 3) digitoxose ; 4) digitogénine ; 5) glucose... Et une analyse plus poussée pourrait accroître encore le nombre des petits flacons.

centrée dans la vitrine n° 14 du stand. On y peut suivre toutefois la condensation de ces corps quaternaires qui fournit, par exemple l'*albumine* de l'œuf, la *sérine* du sang, la *caséine* du lait et, au dernier stade, la *kératine* constituant quasi inerte des ongles, des cheveux, des poils, des écailles, des sabots du cheval — de la chitine des invertébrés. C'est là qu'aboutit l'ultime condensation des corps quaternaires, de même que celle des corps ternaires ne saurait aller plus loin que la cellulose.

Le mécanisme des transformations des protéines englobe les phénomènes les plus subtils de l'immunité, de l'anaphylaxie, de la compatibilité et de l'incompatibilité des groupes sanguins. Tout un monde dont chaque compartiment enrolé une armée de chercheurs.

La quintessence de la biochimie végétale : les essences, les alcaloïdes

Ayant terminé les deux esquisses très sommaires de la biochimie des glucides et des albuminoïdes, nous pouvons maintenant revenir sur des embranchements de cette biochimie, que nous avons laissés volontairement de côté.

C'est ainsi que, si nous revenons aux *glucides*, nous trouvons que certains sucres forment, pour ainsi dire, des « paliers » de la condensation générale : et ces paliers donnent naissance à des dérivés complexes, tels que les « hétérosides ». Ces corps, combinés, créent des produits végétaux caractéristiques de l'espèce, dont des propriétés tantôt bénéfiques, tantôt toxiques, ont longtemps pourvu, à peu près exclusivement, aux besoins de la pharmacie.

Prenons quelques exemples de ces composés : dans une plante bien connue, la *digitale*. Les « hétérosides » produits par la digitale, en plusieurs étapes d'ailleurs, se décomposent comme l'indique notre photographie figure 6. Ils se dédoublent en régénérant le sucre, quand l'organisme du végétal le demande.

Et puis viennent les *essences* (vitrine 12), dont on connaît plus souvent le mode empirique d'extraction que la famille chimique. Le plus souvent, les essences végétales sont à base de « terpène », à laquelle s'ajoutent des produits volatils d'odeurs très variées

(alcools, phénols, aldéhydes). C'est ainsi que le *thymol* (un phénol) parfume l'essence de thym ; l'*anisol*, l'*eugénol* (autres phénols) parfument les essences tirées de l'anis et du girofle ; le *citral* (un aldéhyde) parfume l'essence de citron. La fleur d'oranger, la cannelle, le camphre s'analysent pareillement.

Les *acides organiques* (vitrine 13) n'offrent pas moins d'intérêt que les essences : les acides formiques (produits par les fourmis) ; oxalique (de l'oseille) ; benzoïque (du benjoin) ; tartrique (du raisin), etc., sont connus et utilisés dans l'industrie.

Les *alcaloïdes* enfin représentent les plus subtils aboutissements de la condensation des glucides et des composés quaternaires : la caféine, la strychnine, la morphine, la nicotine ont des pouvoirs extrêmement divers, que l'humanité a mis en œuvre pour des fins bien diverses.

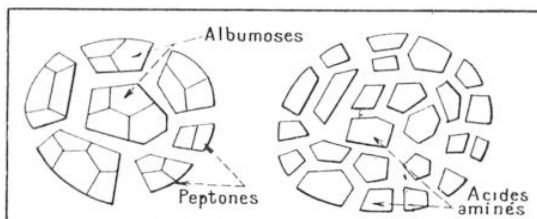


FIG. 7. — ACTION SUR UNE MÊME MOLECULE D'ALBUMINE : 1° DE LA « PEPSINE » (A GAUCHE) ; 2° DE LA « TRYPSINE » (A DROITE) On voit que la dissociation due à la pepsine est moins poussée que celle due à la trypsine.

subtils et souvent encore bien mystérieux qui président aux transformations biochimiques ; ce sont les corps dits « biocatalyseurs ».

Nous avons déjà rencontré des corps minéraux dont les « traces » agissent vraisemblablement à la manière des catalyseurs industriels. Mais la vie ne saurait se contenter de cette catalyse sommaire. Les animaux, surtout, *n'ont pas le temps d'attendre* que telle réaction chimique dont leur vie dépend (qu'il s'agisse d'une digestion ou d'une réaction motrice) s'effectue à la faible vitesse, que lui assignerait la loi classique d'« action de masse » : les concentrations des éléments mis en présence sont beaucoup trop faibles... Bref, nous n'en finirions plus de « digérer » s'il nous fallait assimiler le carbone à la manière des plantes, par la grâce de la chlorophylle béant au soleil. C'est pourquoi l'organisme animal a créé les *diastases* et leurs dérivés, tels que la *pepsine*, la *trypsine*. Grâce à ces « biocatalyseurs », les réactions vont vite : elles commencent dans la bouche avec les diastases salivaires ; elles continuent par le suc gastrique dont la *pepsine*, par exemple, brise littéralement les molécules d'albumine en

Les

« biocatalyseurs »

Il nous faut, pour terminer, dire un mot des agents les plus

leurs constituants les « peptones » et les « albumoses ». La *trypsine* du pancréas achève le travail en brisant à leur tour *peptones* et *albumoses* en leurs « radicaux » : des « acides aminés ». A ce moment, l'énorme molécule albuminoïde de nos aliments carnés est à peu près disloquée : ses matériaux peuvent entrer dans le circuit sanguin.

Les *diastases* reconnues sont très nombreuses : les unes sont « oxydantes » (oxydases), communes dans les végétaux ; d'autres, « hydrolysantes » (celles de la digestion animale). Voulez-vous surprendre l'action de l'une des premières ? Coupez une pomme : elle brunit. C'est la « laccase » (diastase qui fait les propriétés de la laque) contenue dans la pomme qui agit par oxydation sur le tanin contenu dans le fruit. Certains champignons (bolets) bleussent à vue d'œil sur leurs cassures : c'est la laccase du végétal qui transforme du *bolétol* (de couleur bleue) par fixation d'oxygène.

Quant aux diastases de la digestion animale, l'amylase, la propepsine qui, dans l'estomac, fournit la pepsine en présence de l'acide chlorhydrique, la trypsine, la lipase, la maltase, la lactase, la sucrase, l'érepsine sont autant de « biocatalyseurs » qui les uns brisent les albuminoïdes, et les autres transforment le glucose en sucres plus complexes ou réciproquement.

Mais voici les plus subtils des « biocatalyseurs » et les plus mystérieux, encore, pour la plupart : ce sont les *vitamines* des végétaux et les *hormones* que secrètent les glandes endocrines des animaux. Nos lecteurs connaissent l'importance de ces corps infinitésimaux qui ont fait, dans cette revue, l'objet de plusieurs articles (1). Ils savent

donc que les *vitamines* et, plus encore, les *hormones* agissent par doses qu'il faut estimer par fractions de milligrammes. C'est à la présence de ces doses infimes que l'organisme doit d'assimiler et de grandir normalement, de se constituer un squelette fort, de jouir d'une circulation sanguine parfaite, d'un fonctionnement nerveux sans histoire. C'est à leur absence qu'il doit de tomber en état de rachitisme, de ne pas grandir *assez* ou de *trop* grandir, d'avoir des troubles circulatoires et un système nerveux déréglé.

Avec les *vitamines* végétales et les *hormones* animales, nous touchons les causes et les effets les plus subtils de la biochimie. Ce sont des « catalyseurs » que l'organisme s'est donné, parce qu'il ne trouvait pas leur équivalent dans la nature inorganique aux dépens de laquelle il est obligé de vivre.

C'est donc à ce terme que s'arrête l'exposition méthodique de la chimie biologique organisée par M. Gabriel Bertrand.

Nous avons, c'est bien évident, passé sous silence des détails et des embranchements des réactions biochimiques. Le visiteur attentif les rencontrera, matérialisés çà et là sur les étagères de verre. Il aura son attention attirée par des explications claires à des questions qu'il s'est souvent posées. Mais l'éminent biochimiste lui-même n'a pas prétendu rassembler sur quelques rayons de vitrine la totalité des réactions qui créent la matière vivante ou que celle-ci met en œuvre pour se nourrir, se mouvoir, se reproduire. Il ne s'agissait que de réaliser une synthèse largement brossée, mais exacte, du phénomène biochimique. M. Gabriel Bertrand y a parfaitement réussi. Nous nous excusons si notre modeste étude a dû simplifier encore son thème général.

JEAN LABADIÉ.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 214 et n° 238

Jadis, les Hollandais étaient considérés comme les « rouliers des mers ». Aujourd'hui on peut les qualifier de grands « routiers » des airs. L'aéroport de Schiphol (à 9 km S.-O. d'Amsterdam), équipé d'après les conceptions les plus modernes de l'infrastructure, enregistre quotidiennement près de cinquante départs et arrivées des avions de transport qui relient Amsterdam à toutes les capitales et aux principales villes du continent. Ainsi la capitale des Pays-Bas constitue le premier centre européen pour le transit international aérien. Les appareils de la Compagnie de navigation néerlandaise (K. L. M.) pour l'exploitation de ces lignes internationales et intercontinentales sont parmi les plus confortables et les plus rapides : dix jours (aller et retour) pour aller d'Amsterdam à Batavia, capitale de ce magnifique domaine colonial des Indes Néerlandaises dont Java constitue l'une des plus belles richesses du Royaume des Pays-Bas, depuis le XVII^e siècle.

PRENONS L'ÉCOUTE

POLITIQUE DES TRANSPORTS PAR DIRIGEABLES

Depuis la catastrophe du dirigeable *Hindenburg* aux Etats-Unis, certains se sont imaginé que la Société Zeppelin renoncerait à l'exploitation des lignes aériennes intercontinentales par les « plus légers que l'air ». Il n'en est rien. Depuis le terrible accident du 8 mai dernier, les pourparlers se sont poursuivis — avec succès — pour fournir à la Société allemande le gaz hélium dont l'Amérique possède le monopole de production, grâce aux gaz naturels fournis en assez grande quantité lors de l'exploitation de certains champs pétrolifères. Le traitement délicat et onéreux pour aboutir à l'hélium pur font que ses prix sont encore exorbitants (1).

La *Science et la Vie* a consacré une étude détaillée à l'hélium qui a mis en évidence les avantages et les inconvénients de ce gaz employé en place de l'hydrogène pour le gonflement des dirigeables. Quand on saura que le gonflement de l'*Hindenburg* de 190 000 m³ (pour enlever une charge marchande de 20 t) nécessite une dépense d'hélium de 2 millions de francs, on conçoit aisément que l'on ait préféré l'hydrogène, beaucoup moins cher (2), mais, hélas ! plus dangereux. Pour le gonflement de ses aéronefs en 1937, l'Allemagne n'aurait disposé, en effet, que difficilement de devises étrangères en vue de régler ses achats d'hélium à son fournisseur américain.

Mais rien ne dit que, dans un avenir plus ou moins éloigné, la science ne parviendra pas à procurer aux aéronautes l'hélium (ou un autre gaz comparable) par des moyens nouveaux que les découvertes de la chimie et la physique allemandes nous autorisent à considérer comme des possibilités de demain. A ce moment, le monopole de l'hélium américain aura vécu.

Quoi qu'il en soit, le docteur Eckener, dont les qualités de ténacité et d'audace ne le disputent qu'à celles de navigateur aérien, poursuit activement dans les chantiers de Friedrichshafen l'achèvement d'un dirigeable plus grand encore que celui qui vient d'être anéanti. Sa mise en service est prévue pour 1938.

Certains qualifieront d'entêtement irraisonné la continuation d'une telle politique d'exploitation aérienne de transports. Mais il ne faut pas perdre de vue que, pour les communications à longues distances, le dirigeable rigide présente des avantages non négligeables : il constitue à la fois l'appareil aérien le plus économique, le moins exigü, au rayon d'action le plus étendu. De plus, dans certaines régions où les conditions atmosphériques lui sont particulièrement favorables, l'emploi du dirigeable est tout spécialement indiqué. Nous citerons les territoires de l'Arctique, plats et froids, ceux du nord de l'Asie, les vastes océans (tel le Pacifique). On sait en effet qu'un aéronef plus léger que l'air réclame la possibilité d'appareiller à partir d'un niveau au-dessus de la mer *aussi bas que possible*, une pression barométrique *la plus haute possible*, une température par contre *aussi basse que possible*. En dépit des variations météorologiques, ces conditions sont assez fréquemment réalisées dans les cas précédemment indiqués.

A ce propos, il faut rappeler que le *L. Z.-127 (Graf Zeppelin)* avait fait, jusqu'en

(1) De l'ordre de 20 f le m³. (Voir *La Science et la Vie*, n° 163, page 49.)

(2) Autorisant à volume égal une force ascensionnelle plus grande.

1936 (lorsqu'il cessa d'être en service), au cours de quatre années, 41 fois le tour de la terre (1) en transportant près de 14 000 passagers sans accidents ! Son successeur le *L. Z.-129 (Hindenburg)*, le plus puissant et le plus grand construit à ce jour, avait accompli 20 traversées en un an sans aucun accident jusqu'à la catastrophe finale dont la principale cause est évidemment la substitution imprudente de l'hydrogène à l'hélium par raison d'économie.

Néanmoins, il n'est pas douteux que la Société Zeppelin envisageait, en 1937, un développement des relations régulières « super-Atlantique-Nord » par dirigeable entre l'Allemagne et les États-Unis, (et cela d'accord avec les autorités américaines) grâce à des tarifs avantageux pour les voyageurs et le fret, le trajet s'effectuant en moins de 48 heures dans des conditions de confort au moins équivalentes à celles de l'avion. Peut-être la disparition tragique du *L. Z.-129* retardera — quelque peu — la réalisation de ce vaste programme, mais — là encore — l'oubli vient vite. Qui de nous se rappelle maintenant les premiers naufrages des paquebots ou les drames de l'air depuis le début de l'aviation au cours du présent siècle !

L'histoire des transports de l'humanité ne nous montre-t-elle pas qu'au fur et à mesure que les progrès de la Science appliquée se manifestent la sécurité grandit. Il en fut ainsi pour le chemin de fer, pour le bateau, pour l'automobile, pour l'avion. Il en sera sans doute de même — dès demain — pour le dirigeable. Cet engin de transports commerciaux, moins rapide que l'avion, est en effet en mesure de rendre des services incomparables pour l'intercommunication des peuples. L'Angleterre elle-même n'avait-elle pas envisagé, elle aussi, la valeur pratique et économique de tels services dans les relations à établir avec les différents domaines de son immense empire réparti sur les cinq parties du monde ?

Il y a une dizaine d'années, le Ministère de l'Air britannique avait déjà envisagé un programme de liaison « transimpérial » par dirigeable pour desservir son « commonwealth » (2). Les désastres que l'Aéronautique anglaise enregistra successivement (avec ses semi-rigides ou ses rigides) l'incitèrent sans doute à ne pas persévérer dans cette voie. Il en fut de même des États-Unis (après la disparition de l'*Akron* le 4 avril 1933 et du *Macon* le 12 février 1935). Mais si Anglais et Américains sont d'excellents marins, ils sont loin, par contre, d'égaler les Allemands, ces audacieux navigateurs de l'air, qui y manœuvrent d'énormes vaisseaux tels que les Zeppelins ! Leurs pilotes jusqu'ici inégalés portent les noms glorieux de Zeppelin, Eckener, Lehmann, qui ont surclassé sans contester leurs camarades « aéronautes » des autres nations. Sur la ligne Francfort-Lakehurst, nous verrons sans doute bientôt de nouveaux dirigeables (le *L. Z.-130* déjà prévu pour 1938 et le *L. Z.-131* pour 1939), continuant à y assurer la liaison germano-américaine (3).

(1) A titre de statistique, rappelons que les dirigeables *Graf Zeppelin* et *Hindenburg* avaient (jusqu'au 1^{er} janvier 1937) accompli 173 traversées de l'Océan Atlantique avec 18.000 heures de vol et 39.348 passagers transportés, en respectant presque toujours l'horaire prévu et cela en moins de 3 jours, réalisant aussi un gain d'au moins 48 heures sur les paquebots les plus rapides.

(2) Sous ce vocable, on désigne en quelque sorte le patrimoine commun (territorial) de l'Empire britannique, républiques ou états dépendant de la « couronne », qui établit le lien entre tous les membres de la communauté des nations britanniques. Le mot *Wealth* correspond au terme allemand *Reich*.

(3) Au point de vue des applications militaires des dirigeables rigides, contrairement aux affirmations frégemment répandues, il est fort probable que le Reich, en cas de conflit, utiliserait ces aéronefs comme bombardiers (50 t de poids utile dont 35 t de bombes) naviguant à l'abri des nuages artificiels et avec un rayon d'action de l'ordre de 15.000 km. Des avions les escorteraient pour les défendre. Le dirigeable offre aussi un excellent moyen d'observation et de photographie aérienne sur mer comme sur terre bien meilleur, à ce point de vue, que l'avion trop rapide et ne pouvant faire du « sur place ». Il possède en outre un laboratoire assez vaste et mieux outillé que sur un avion pour documentation photographique météorologique, climatique géographique, sur les ports et régions survolées (France notamment). Le colonel Erdmann, qui a disparu avec le *Hindenburg*, était précisément chargé des observations scientifiques à bord. On voit que le rôle des dirigeables pour la défense nationale est loin d'être négligeable. Quant aux Américains, l'Amirauté envisagerait la construction d'un dirigeable d'expériences (en métal léger et résistant) étroitement compartimenté, gonflé à l'hélium, et qui coûterait plus de 15 millions de francs (de 1936), mais qui serait plus petit que les géants germaniques, de 250 m, de 100 000 m³, de 5 000 ch, enlevant une charge utile d'une cinquantaine de tonnes !

SYNTHÈSE ET CARBURANTS EN 1937

La fabrication synthétique de l'essence destinée à être utilisée comme carburant dans les moteurs actuels préoccupe à juste titre les grandes nations industrielles : Allemagne, Angleterre, France, Italie, qui ne disposent pas de grandes ressources en naphte. Les procédés récemment mis au point pour l'hydrogénation du charbon (en marche continue) dérivent tous du génial système allemand (Bergius) qui a donné naissance aux trois méthodes actuelles : I. H. P. [*International Hydrogénation Patents*], Vallette [Béthune] et Audibert [Liévin] (1). Si le principe y demeure le même, les applications, par contre, sont assez différentes en ce qui concerne soit les catalyseurs, soit le dispositif des appareils (tubes de synthèse), soit aussi le mode d'épuration du gaz et la compression, etc. De telles installations, particulièrement délicates à réaliser, ont nécessité d'énormes mises de fonds dont l'ensemble dépasse déjà le milliard. Parmi les plus belles de ces usines consacrées à la synthèse industrielle, il faut citer notamment celle de Billingham, en Angleterre, qui appartient à la Société *Imperial Chemical Industries*. Elle est actuellement capable de produire 150 000 t par an de carburant. Quant aux usines allemandes créées par l'I. G., elles sont encore les plus importantes d'Europe en 1937, car elles peuvent produire 350 000 t (par an) d'essence synthétique à partir de l'hydrogénation de la houille, des lignites, des goudrons primaires (2). Ainsi nous assistons depuis peu à une grandiose expérience de synthèse industrielle, qui est l'une des plus prodigieuses que la Chimie moderne ait mises à la disposition des peuples pour se substituer à la Nature (carburants du sous-sol). Elle est appelée en effet à bouleverser l'économie de plusieurs d'entre eux, soit en temps de paix, soit en cas de conflit armé. L'on objecte à cette réalisation d'un programme aussi ambitieux que le prix de revient du produit artificiel est encore très élevé par rapport au produit naturel... Mais toute tentative engendrée par la science appliquée au cours de ce siècle a démontré qu'à l'origine les dépenses sont évidemment énormes, et quasi prohibitives du point de vue commercial : puis, au fur et à mesure que le procédé fonctionne, il se perfectionne, le rendement augmente, les frais de fabrication diminuent, les immobilisations de capitaux sont réduites, les dépenses d'exploitation également, et finalement le produit artificiel peut concurrencer avantageusement le produit naturel et s'introduire avec succès sur le marché. Rappelons-nous qu'il en a toujours été ainsi à l'origine : les nitrates de synthèse et la soie artificielle (rayonne), pour ne citer que ces exemples connus de tous. Et cependant, ils sont maintenant répandus sur tous les marchés du monde où ils évincent les nitrates du Chili et la soie naturelle, bouleversant ainsi des industries internationales qui, au début, considéraient avec quelque mépris ces « créations » de chimistes confinés dans leurs laboratoires. C'étaient, selon eux, des visionnaires, puisqu'ils prétendaient passer — un jour — économiquement du plan de la recherche scientifique sur le plan industriel. Là encore — dans le domaine des carburants — la Science fera aussi bien — sinon mieux — que la Nature elle-même. Le Palais de la Découverte à l'Exposition de 1937 nous en apporte le probant et précieux témoignage. On y a intelligemment reconstitué les étapes parcourues depuis moins d'un siècle par la synthèse chimique, organique et minérale, du point de vue de la Science pure comme de celui de la Science appliquée (3).

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 239, page 397. — (2) Voir *La Science et la Vie*, n° 231, page 218.

(3) En juin 1937, le président de l'*Imperial Chemical Industries*, à Londres, a déclaré que l'hydrogénation de la houille ne peut encore être exploitée actuellement dans des conditions permettant de donner des bénéfices, même en tenant compte de la subvention du gouvernement britannique qui n'a pas craint de consacrer à cette industrie neuve 150 millions de francs annuellement (protection douanière contre le pétrole importé). D'autre part, il y a bientôt 10 ans que l'Angleterre est entrée dans la voie de la synthèse des carburants. Elle y a déjà consacré pendant cette période plus de 700 millions de francs ! Au cours de la présente année, les dépenses de l'usine de Billingham seront plus élevées que précédemment, à cause des hausses des matières premières et des salaires, d'où nouvel accroissement des prix de l'essence synthétique. C'est au point de vue « Défense nationale » que l'investissement de tels capitaux se justifie, ... à moins qu'en dehors de l'essence ordinaire ces nouvelles installations industrielles de synthèse puissent fournir en outre d'autres produits rémunérateurs. La chose n'est pas impossible, à en juger par les récentes déclarations du président de l'I. C. I., qui a envisagé favorablement le développement d'une telle politique commerciale sur le marché des produits chimiques fabriqués en Grande-Bretagne.

CONCEPTIONS BRITANNIQUES SUR LES DOCTRINES DE L'ARMÉE AÉRIENNE

La Science et la Vie a exposé en toute objectivité les théories et doctrines concernant l'arme aérienne et son emploi envisagées sous leurs différents aspects : *technique, tactique, stratégique* et qui — dans l'ordre chronologique — émanent du général italien Douhet (1) et de l'ingénieur en chef Rougeron, notre éminent collaborateur (2). Voici d'autres considérations rassemblées dans un récent ouvrage, *Air Strategy*, sous la signature, cette fois, d'un officier général anglais, N.-N. Golovine, dont les conceptions sont, elles aussi, appelées à un certain retentissement, si on les compare à celles des personnalités précitées. Voici les conclusions de l'auteur britannique — dont la compétence est un garant, — conclusions sur lesquelles il y aura lieu du reste de revenir, car elles présentent indiscutablement un réel intérêt. Il considère que le croiseur de bataille de l'air tel que l'envisageait le général Douhet est en opposition formelle avec les progrès récemment réalisés et au point de vue de l'armement des avions et au point de vue de leur vitesse comme de leur rayon d'action. Il est d'avis de substituer à la « batterie volante » du théoricien italien la notion spécifiquement française de « canon volant ». On verra comment le lieutenant-général anglais Golovine envisage, à ce point de vue, les possibilités stratégiques de ce qu'il appelle la « force aérienne indépendante pour l'offensive stratégique » (I. A. F. S. O.). Il considère notamment que l'armement ne sera dans l'avenir ni le moteur-canon, ni le canon d'aile. Appliquant ce principe de la division du travail si en honneur dans l'artillerie et qui fut à l'origine même de ses rapides progrès, il affirme que la spécialisation est à la base de l'aviation militaire. Plus d'appareils bons à tout et bons à rien pour missions multiples et variées, mais, au contraire, *spécialisation* des types. Ainsi les forces aériennes comporteraient notamment, elles aussi, des *destroyers* multiplaces armés de canons automatiques à grande vitesse initiale, des *monoplaces* légers munis de bombes antiaériennes susceptibles d'être lancées (3) sur l'adversaire dans les vols en « piqués ». La vitesse constituera le facteur essentiel du succès dans le combat aérien. C'est dans cette voie que paraît s'orienter plus particulièrement l'Etat-Major de l'Air du Reich. Le corps de bataille d'une flotte aérienne serait donc composé de destroyers (à grande vitesse de l'ordre de 550 km/h) et de bombardiers (vitesse de l'ordre de 360 km/h). Les premiers pour *combattre*, les seconds pour les raids stratégiques sur les bases et les centres industriels en territoire ennemi. L'armement d'un destroyer aérien sera aussi puissant que possible : canon automatique orientable pour attaquer à longue portée (correction de pointage), canon automatique fixe et mitrailleuses fixes de fort calibre pour plus courte distance et mitrailleuses ordinaires orientables à l'arrière pour la défensive. Pour le bombardier rapide, son armement comportera des canons orientables et fixes. Quant aux bombardiers de gros tonnage, ils seront évidemment moins rapides (maximum de vitesse : 300 km/h), mais seront, par contre, susceptibles d'emporter jusqu'à 5 t de bombes. Nous aurons l'occasion de commenter ces vues exposées récemment par l'officier anglais en ce qui concerne la défense aérienne. Signalons dès maintenant qu'elles coïncident sur de nombreux points avec celles de deux spécialistes qui font autorité, le major général anglais Ashmore et l'ingénieur en chef français Rougeron. On y verra en particulier pourquoi la « stratégie de la représaille » doit être, selon le général Golovine, considérée comme inopérante... en dépit de certaines affirmations quelque peu controversées !

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 219, page 175. — (2) Voir *La Science et la Vie*, n° 238, page 265, et n° 241, page 34.

(3) De nouveaux dispositifs permettent aujourd'hui de déclencher électriquement les bombes emportées par l'avion. L'élimination de tout effort mécanique (autre que la pression sur un bouton) assure l'instantanéité du lancement, et par suite accroît la précision du tir. L'amorce des bombes — ou de la bombe, car ce système permet de libérer à volonté un ou plusieurs projectiles — est également électriquement contrôlée.

GRANDEUR NAVALE...

Ceux de nos confrères qui assistèrent à la revue navale de Spithead, en mai dernier, furent frappés de l'enthousiasme et de l'intérêt technique manifestés par les foules (plusieurs centaines de milliers de spectateurs) à l'égard des bâtiments de la flotte britannique. Des Anglais appartenant à toutes les classes de la société, citadins ou paysans, étaient venus en foule, munis de revues et de plans (d'un caractère parfois assez technique), pour apprécier le magnifique spectacle qui leur était offert à l'occasion du couronnement de leur roi. En France, la mentalité populaire à ce point de vue n'est pas, en général, aussi affirmée. Or, la Grande-Bretagne, démocratie occidentale et maritime, a toujours appliqué ce principe de politique navale de Richelieu, à savoir que la maîtrise de la mer est aussi indispensable pour conduire une guerre à bonne fin que pour assurer aux peuples les bienfaits de la paix. Les spectateurs anglo-saxons de Spithead semblent plus pénétrés de cette doctrine que la plupart des citoyens français que rebute sans doute la lecture d'articles techniques — même accessibles à tous. Cependant, cette documentation est aussi captivante que certains films d'aventures ou policiers ; ils présentent de plus l'avantage d'enrichir le « capital » de nos connaissances sur l'un des chapitres les plus essentiels de notre activité nationale. Pas un Britannique sur cent ignorerait les performances commerciales du paquebot *Normandie* ou les qualités militaires du cuirassé *Dunkérque*. C'est ainsi que l'Anglais moyen commentait en mai dernier, dans les cabarets de Portsmouth, les qualités offensives et défensives de notre *Dunkérque* de 26 600 t avec sa grosse artillerie (de 330 mm) répartie en deux tourelles quadruples à l'avant du cuirassé, alors qu'à l'arrière il est démuné de grosses pièces (1). Le cuirassé allemand dit de 10 000 t, et qui, en réalité, en accuse 13 000, *Admiral Graf und Spee*, était aussi un objet de curiosité, car, en Grande-Bretagne, on connaît depuis sa mise en service sa remarquable vitesse et les dispositifs les plus modernes dont il est équipé (propulsion, télécommande, etc.). Il est vrai que trois cuirassés encore plus rapides (4 nœuds de plus que ce bâtiment de guerre allemand) et aussi plus puissants (35 000 t) paraissent devoir d'ici peu surclasser bien des unités modernes non seulement de la flotte allemande si rapidement reconstituée, mais aussi d'autres marines militaires poursuivant actuellement avec activité la construction de nouvelles unités destinées à leur corps de bataille... Le croiseur japonais de 10 000 t *Asigara* est aussi l'un des plus rapides parmi les « existants » (33 nœuds) qui figuraient à la revue navale dans les eaux anglaises. Or, dix croiseurs, mieux armés et sans doute plus « vite » sont actuellement en achèvement dans les chantiers britanniques ! Le formidable programme naval britannique si vigoureusement poussé, loin de susciter de l'amertume de la part du contribuable du Royaume-Uni par suite des sacrifices financiers qu'il engendre, est accueilli par l'opinion publique d'outre-Manche comme une manifestation nécessaire de la puissance de l'Angleterre pour maintenir son prestige et... la paix.

ÉCONOMIE ITALIENNE ET « AUTARCIE »

A l'assemblée nationale des Corporations (en mai dernier à Rome), le Duce a consacré son discours à l'*autarcie* (2) italienne. Il a notamment dressé l'inventaire des matières premières indispensables à l'économie nationale. Pour le charbon, si le territoire de la péninsule n'en contient pas, par contre il existe en Sardaigne et même en Istrie des gisements carbonifères, de qualité secondaire il est vrai, mais dont l'extraction doit atteindre, en 1938, 4 millions de t. L'Italie consomme actuellement par an plus de 16 millions de t. Une fois en possession de ces ressources d'énergie thermique, l'électrification ferroviaire sera activement poussée. Quant au fer, l'Italie est parvenue à produire en 1936 plus de 900 000 t et compte même dépasser 1 100 000 t

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 229, page 66. — (2) Et non « autarchie » car, étymologiquement, ce mot tiré du grec vient de *autarkeia* (*arkein* : se suffire ; *autos* : soi-même).

cette année (ferrailles importées, pyrites de fer, etc.). Le minerai de manganèse italien est assez abondant (Sardaigne, etc.) et pourra presque suffire aux besoins nationaux. Il en est de même pour le minerai de nickel qui peut un jour fournir à l'industrie italienne la plus grande partie de ce métal nécessaire à sa sidérurgie. Le minerai de cuivre n'existe pas en Italie ; par contre celui d'étain (Sardaigne, Livourne) est suffisant. Mais pour l'aluminium, l'Italie est, au contraire, devenue exportatrice et sa production dépasse déjà 20 000 t ; elle atteindra prochainement 40 000 t (1). Pour le pétrole naturel, c'est en Albanie où se trouvent des champs pétrolifères exploitables que l'Italie extrait du naphte qui, joint à ses produits de synthèse, peut lui permettre un jour (d'ici un an, dit-on) de se libérer presque totalement des carburants et lubrifiants fournis par l'étranger. Le plan « autarcique » prévoit encore le développement d'une politique de la cellulose (industrie de la soie artificielle et du papier) qui doit affranchir l'Italie de toute importation de cette matière première d'ici deux ans ! En ce qui concerne le caoutchouc, c'est évidemment à la synthèse industrielle, comme en Allemagne, que l'on a fait appel. Il en est de même, du reste, pour les textiles : laine artificielle (2), etc. Ce tableau correspond au présent ; pour l'avenir, l'Éthiopie doit aussi puissamment concourir à alimenter la métropole. Cependant sa conquête, déjà si onéreuse, ne doit pas nous faire perdre de vue que son aménagement au point de vue industriel sera également long et coûteux. On évalue à 25 milliards de liras les dépenses occasionnées par la campagne en Éthiopie au cours des exercices budgétaires de 1934-35, 1935-36, 1936-37 (ce dernier ne comportant que dix mois). D'autre part, ajoutons que, séparée de la métropole par plus de 10 000 km, il faut que le plan économique de l'Italie nouvelle envisage le cas où ses communications seraient coupées avec l'Afrique orientale ! L'exploitation de l'Afrique orientale italienne se fera par étapes au fur et à mesure que la prospection révélera les possibilités de mise en valeur (3). On devra également tenir compte des moyens financiers nécessaires à la réalisation de cette grande œuvre de colonisation qui fait honneur à la nation qui l'a « osée » dans des conditions particulièrement difficiles. Quoi qu'il en soit, comme tout grand pays dépourvu de la plupart des matières indispensables aussi bien à son économie qu'à sa « stratégie », l'Italie cherche de plus en plus à s'affranchir (par l'autarcie) de la tutelle des peuples mieux partagés que le sien au point de vue ressources naturelles indispensables non seulement à son développement mais à son existence même. C'est là une doctrine économique qui conditionne la politique intérieure et extérieure de l'Europe.

A LA RECHERCHE DES PROPRIÉTÉS MÉCANIQUES DE LA MATIÈRE SANS CESSÉ AMÉLIORÉES

Au fur et à mesure que les recherches des savants de la métallurgie, pour préparer de nouveaux alliages présentant les qualités exigées aujourd'hui par la construction mécanique, ont fait appel à des métaux peu ou pas utilisés, ceux-ci ont pris, sur le marché des matières premières, une place plus ou moins importante. A titre d'exemple (4), citons le cas du nickel qui, vers 1900, représentait, à la production, à peine 10 000 t et en 1936 a atteint 85 000 t environ. Les nombreux alliages à base de nickel et les aciers spéciaux (inoxydables, résistants, etc.) découverts depuis la

(1) L'Italie recèle dans son sol des minerais de plomb, de zinc, de magnésium qui, exploités plus rationnellement, pourraient également réduire notablement ses importations.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 232, page 293.

(3) Un plan de six ans vient d'être élaboré qui prévoit une dépense de 12 milliards de livres comme contribution de l'Etat (en dehors du budget ordinaire de l'Afrique orientale italienne). Il se répartit ainsi : routes, 7 730 millions (en vue de communications avec les possessions voisines des autres Etats) ; ports, 670 millions ; établissements hydrauliques et hydroélectriques 300 millions ; hygiène, 550 millions ; mines, 100 millions ; travaux d'urbanisme, près de 2 millions ; colonisation agraire, reboisement, 200 millions ; télégraphe, téléphone, radio, 60 millions ; ouvrages militaires, 493 millions. Enfin, pour la Lybie, de nouvelles dispositions ont été prises en ce qui concerne la concession de terrains agricoles aux familles venues de la métropole.

(4) On pourrait citer parmi les plus récents et les plus nouveaux : le titane, le vanadium, le molybdène, le glucinium, le gadolinium, etc.

guerre sont aujourd'hui largement utilisés dans les fabrications de guerre, de l'automobile, de l'aviation, ce qui explique l'essor de la métallurgie du nickel, dont les principaux producteurs de minerai (garniérite, etc.), sont : le Canada avec plus de 75 000 t environ, la France (Nouvelle-Calédonie) avec près de 6 000 t, la Russie, dont l'extraction représente — en 1937 — une moyenne annuelle de 1 500 t. Les pays consommateurs sont de plus en plus exigeants, puisque, l'an dernier, le monde demandait déjà près de 85 000 t. On prévoit donc pour l'année courante une augmentation de tonnage de l'ordre d'au moins 15 % ! Parmi les pays consommateurs, les Etats-Unis achètent environ 40 000 t, l'Angleterre plus de 10 000 t, la France 6 000 t, l'Allemagne près de 4 000 t. L'U. R. S. S. (dont on ne connaît pas exactement les importations) doit en consommer au moins une dizaine de milliers de tonnes. On voit que l'Amérique (E.-U.), à elle seule, consomme presque autant que toutes les autres nations réunies, et que le Canada fournit à lui seul 88 % de la totalité produite dans l'univers (soit plus de 75 000 t). Le nickel, grâce à l'entente des producteurs — et surtout des Canadiens — soucieux d'en étendre les débouchés, n'a pas suivi la hausse des métaux (cuivre, étain, plomb, zinc, etc.), puisque le prix à la tonne est plus bas en 1937 qu'en 1933 (180 livres sterling contre 250). A ce propos, rappelons que la recherche constante des techniciens pour l'emploi d'un « matériau » de qualité supérieure a marqué les grandes étapes des réalisations industrielles qui correspondent toujours à des conquêtes de l'homme sur la matière. Celles-ci résident surtout dans les propriétés mécaniques de celle-là, qui nous permettent de la mieux connaître pour la mieux utiliser (économie de masse) et de lui donner, grâce aux alliages, plus de *résistance*, plus d'*endurance*, plus d'*élasticité*, plus de *dureté*. Ces essais et ces mesures dans l'étude des métaux et alliages sont maintenant complétés par leur examen (pour certains emplois) de leur *résistance à chaud*, des phénomènes de *corrosion* (1), de leur *structure* (micrographique, cristalline, atomique), qui permet non seulement d'*expliquer* la plupart des propriétés mécaniques, mais encore de les *prévoir* ainsi que l'a démontré l'expérience. Ce raccourci suffit à montrer comment de nouveaux métaux et de nombreux alliages ont été ainsi introduits dans l'industrie : la machine-outil, pour le travail des métaux à grandes vitesses de coupe, a nécessité des outils en aciers spéciaux à haute dureté (résistance à l'usure) ; la vapeur à haute température et à haute pression (turbines, chaudières) a posé le problème de la résistance à chaud des métaux et dérivés. La synthèse chimique des hautes températures et des hautes pressions n'a elle-même progressé que le jour où la métallurgie lui a fourni les matériaux indispensables à ses opérations industrielles. Et de nombreux exemples pourraient encore étayer cette affirmation de l'un de nos savants métallurgistes : les tendances dans l'étude des propriétés mécaniques des métaux et de leurs alliages reflètent — assez exactement — les préoccupations d'une époque et les tendances de toutes les industries modernes. C'est pour ces raisons que certains métaux, qui, il y a cinquante ans, ne trouvaient pas d'emploi dans les industries, y sont maintenant recherchés et étudiés à cause précisément de la fonction qu'ils sont appelés à remplir de par leurs alliages (nous allions écrire leurs *alliances*), afin de livrer aux constructeurs une matière de *qualité supérieure*, c'est-à-dire offrant des propriétés mécaniques nouvelles ou améliorées.

POUR LES PRISES DE VUES A GRANDE DISTANCE AU CINÉMA

La lentille pour prise de vues cinématographique de la plus grande distance focale vient d'être construite en Grande-Bretagne et utilisée à l'occasion du

(1) Qu'il s'agisse, par exemple, d'aciers courants ou inoxydables, la résistance à la corrosion est l'une des propriétés essentielles des produits sidérurgiques dans l'industrie moderne. Le professeur Guertler estime que la destruction des aciers par corrosion représente annuellement le quart de leur production ! C'est pour ce motif que les recherches scientifiques à ce sujet se poursuivent activement dans les pays industriels. En France, nous mentionnerons, à ce propos, les travaux récents de M. Guitton sur la détermination *potentiométrique* de la résistance à la corrosion des différents aciers.

couronnement de George VI. Certains opérateurs ont employé, en effet, une lentille de 1,42 m de distance focale. L'objectif lui-même à une longueur de 1,22 m et un diamètre de 203 mm.

L'instrument ainsi réalisé permet de prendre des prises de vues *rapprochées* à grande distance. On pourra juger des résultats ainsi obtenus lorsqu'on saura que pour que la tête et le buste d'un homme couvrent toute la pellicule, le sujet doit être placé à 76 m et que l'on obtient la photographie en pied d'un homme situé à 230 m ; les projections de ces deux pellicules couvrent l'écran de cinéma dans sa hauteur totale.

L'emploi de cette lentille convient aux manifestations et cérémonies publiques où l'opérateur peut ainsi prendre des vues détaillées, tout en demeurant hors de la foule ; il peut ainsi choisir son point de vue et travailler sans gêne.

Cette lentille permet aussi de prendre des vues à grande distance ; voici une expérience concluante à ce sujet : l'appareil de prises de vues étant placé à Londres (en un point du North Circular Road), l'on a pu photographier le mât et l'antenne ondes courtes de télévision installés sur la tour d'Alexandra-Palace, alors que l'œil avait de la difficulté à apercevoir cette tour, qui était distante de 10 km du point de prise de vue ! On voit, par cet exemple, quelles applications militaires on peut tirer d'un pareil instrument. Il permet, en effet, de prendre des photos précises et détaillées d'objets situés à plus de 10 km ! Déterminer avec une approximation inconnue jusqu'à ce jour les points de chute d'un tir de réglage d'artillerie devient ainsi une opération relativement aisée grâce à ce nouveau dispositif aussi précis qu'ingénieux.

CONCURRENCE ET PRIX DE REVIENT

C'est un fait : nos importations augmentent parce que les produits étrangers reviennent moins cher que les nôtres et parfois dans de telles proportions qu'ils menacent d'envahir notre marché intérieur en dépit des droits et contingentements. Tel est le cas de la bonneterie française (bas, chaussettes) pour laquelle notre *Journal Officiel* a publié récemment un décret relatif au contingentement de ces objets de bonneterie entrant en France. Le texte introductif rappelle, en effet, que nous avons importé en 1935 plus de 26 000 douzaines de paires de bas et chaussettes en coton et qu'en 1936 nous avons presque atteint 58 000 douzaines ! En 1937, rien que pour les deux premiers mois, le chiffre était déjà près de 19 000 douzaines de paires ! Comme notre consommation n'a pas sensiblement varié, il faut en conclure que nos fabriques sont en régression d'où accroissement inévitable du chômage dans l'industrie de la bonneterie... quand on n'y met pas bon ordre. Mais alors si on protège comme il convient la production française par le système des contingents, il n'est plus question — comme on le proclame un peu partout en ce moment — d'abaisser les fameuses barrières douanières, déjà trop élevées, que dressent les pays à tendances autarciques plus ou moins accentuées. Cette antinomie — parmi tant d'autres — suffit à démontrer quelle importance présente pour nos industries, quelles qu'elles soient, les prix de revient dans lesquels tant de facteurs de hausse ont été récemment incorporés. Non seulement, nous ne pourrions trouver pour ces industries de débouchés suffisants à l'étranger, mais encore nous serons menacés, *de plus en plus*, par certains produits en provenance du dehors pénétrant *de plus en plus* sur notre propre marché en dépit même des moyens artificiels de protection (tarifs douaniers, contingents, etc.). C'est ce qui explique que notre balance commerciale laisse redouter — si elle se maintient à la cadence mensuelle actuelle — un excédent de quelque 18 milliards de nos importations par rapport à nos exportations... à moins que les prix se relevant sensiblement à la production étrangère, et les nôtres demeurant au contraire assez stables, nous ne parvenions à affronter — avec plus de chance d'être favorisés par des ordres de la clientèle extérieure — l'âpre et légitime concurrence qui se manifeste sur les principaux marchés internationaux.

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

JEUX D'EAU, JEUX DE LUMIÈRE, JEUX DU SON

Par Jean Marchand

INGÉNIEUR I. E. G. — LICENCIÉ ÈS SCIENCES

La télémechanique électrique — sans cesse perfectionnée — a permis, pour les grandes fêtes nocturnes de l'Exposition de Paris, de réaliser la synchronisation des jeux d'eau, des jeux de lumière, des jeux du son. Dans ces programmes artistiques, la couleur comme la forme se conjuguent ainsi avec l'émission musicale. Du « bateau-studio », véritable centre de commande de tout cet ensemble, un chef d'orchestre invisible distribue ses ordres qui sont automatiquement exécutés par des appareils appropriés aux différentes opérations : projection d'eau, émission de lumière, de fumée, des sons (radio), installés et sur le fleuve et sur les berges. Ce dispositif électromécanique réalise la synthèse désirée pour « impressionner » (perceptions extérieures) l'excitation de chaque organe sensible provoquant nos sensations (1). C'est l'envoi d'un courant électrique qui assure l'émergence des 174 bouées submersibles — celles-ci reposant pendant le jour sur le lit de la Seine — ainsi que la mise en marche des pompes qui alimentent les projections d'eau jaillissant de ces bouées, l'allumage des groupes de projecteurs diversement colorés qui les illuminent. Au gré de l'« animateur » peuvent être aussi « déclenchées », simultanément ou séparément, des fontaines lumineuses dont certains jets atteignent 75 m (7 m de plus que les tours de Notre-Dame), des projections de fumée et d'eau finement pulvérisée (atomisée) dont les panaches, « soufflés » au moyen d'un courant d'air de 100 km/h, apparaissent alors également lumineux et diversement colorés. Sur la Tour Eiffel, la luminescence des tubes, disposés comme il a été indiqué antérieurement (2) — 10 km de tubes répartis entre le sol et le premier étage, — complète cet ensemble spécifiquement « spectaculaire ». Deux projecteurs géants (4 milliards de bougies au total) dressent simultanément leurs faisceaux lumineux de 2 m de diamètre pour en « corser » plus encore l'effet. Le « bateau-studio » commande en outre la « sonorisation » qui accompagne ces manifestations « muettes ». Sans la radio, elles rappelleraient trop celles que nous avons connues dans les Expositions internationales de ce genre. Dans ce but, on a réparti 44 haut-parleurs (sur 11 pontons situés dans l'axe de la Seine) qui reçoivent les courants porteurs de la modulation musicale.

Plus de 40 000 kW (le tiers de la puissance de la centrale de Maréges) pour l'électrification de l'Exposition.

L'EXPOSITION internationale de Paris 1937 constitue en quelque sorte l'apothéose de la lumière appliquée à la vie moderne : décoration par motifs lumineux, éclairage indirect des monuments, mani-

festations artistiques (1) combinées de jeux d'eau et de lumière et du son, confort du « home », hygiène de l'atelier, éclairage rationnel en urbanisme comme en circulation routière et aérienne (2).

Le Théâtre d'eau

Parmi ce que l'on peut appeler les nouveautés de l'Exposition, — car il s'agit de

(1) Une certaine école de philosophie distinguait jadis les données de la *sensibilité* (sons, formes, radiations, etc.) et leur synthèse (perceptions, émotions, etc.). Nos sensations visuelles, par exemple, dépendent de l'excitation qui les détermine (image rétinienne). La psychologie de la *perception* tend à établir les lois qui la régissent — en faisant varier les conditions expérimentales. Ceux que cette question intéresse — car elle ne saurait être traitée ici — pourraient consulter la *Bibliothèque de Philosophie Scientifique* et, notamment les récentes études du professeur P. Guillaume, de la Sorbonne (N. D. L. R.).

(3) Voir *La Science et la Vie*, n° 237, page 242.

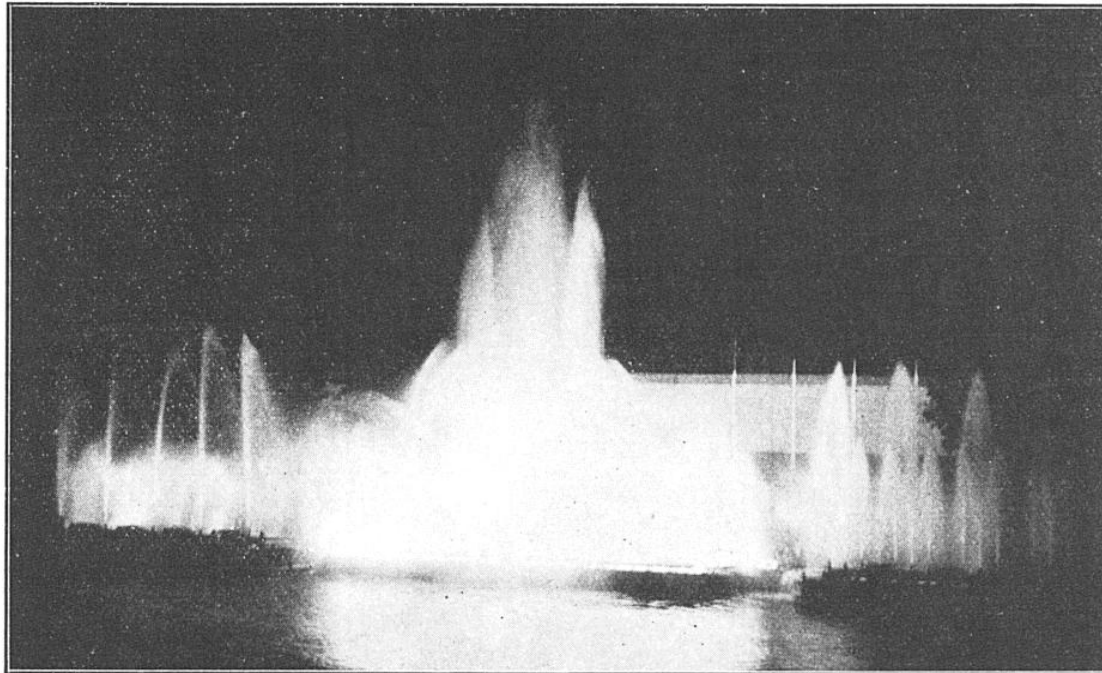
(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 234, p. 429.

(2) 41 000 kW, soit environ 56 000 ch (puissance deux fois et demie supérieure à celle utilisée pour l'Exposition Coloniale de 1931) ont été installés. Ils se décomposent ainsi : 24 000 ch pour la rive droite ; 18 400 ch pour la rive gauche (y compris les illuminations de la Tour Eiffel) ; 600 ch pour l'île des Cygnes ; 13 000 ch pour les fêtes sur la Seine. En réalité, cette puissance ne joue jamais en totalité. Ainsi, pendant les fêtes sur le fleuve, l'éclairage extérieur de l'autre partie de l'Exposition sera fortement réduit en vue, d'une part, de concentrer tout l'intérêt sur le fleuve, d'autre part, de limiter les

renouveler les conceptions et de moderniser les réalisations, — voici le « Théâtre d'eau » sur la Seine. Il se compose de trois vastes pontons métalliques disposés sur le fleuve (l'un central fixe, de 32 m 60 de long ; deux latéraux mobiles de 24 m de long ; la largeur et la hauteur communes aux trois sont de 9 m et 3 m), renfermant machines, canalisations, projecteurs alimentés en énergie par 4 000 ch répartis en deux groupes de

soit être alignés le long de la rive, soit disposés obliquement pour former en quelque sorte les ailes « enveloppantes » du théâtre (1).

L'éclairage est obtenu par trois séries de projecteurs : tout d'abord, 310 appareils de 3 000 W installés dans les pontons — au-dessus d'eux le plafond est constitué par des dalles de verre — illuminent les jets d'eau de bas en haut. En outre, 110 tambours à



(Jeumont, constructeur.)

FIG. 1. — VOICI, EN ACTION, LE THÉÂTRE D'EAU INSTALLÉ SUR LA SEINE

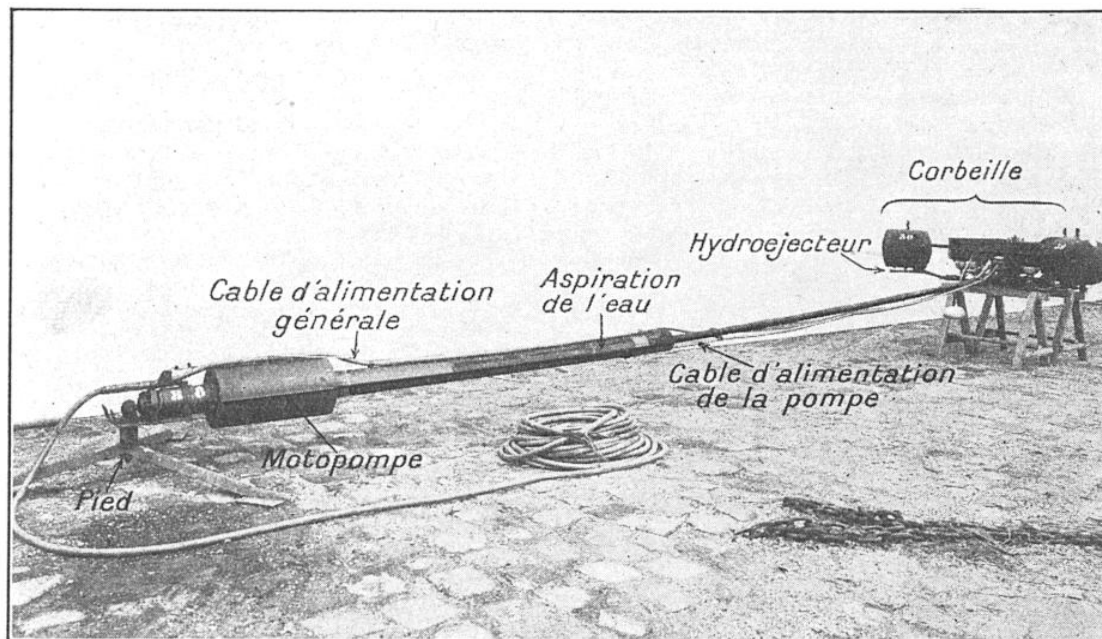
Les 2 200 ajutages débitant 3 000 litres par seconde donnent naissance à des jets d'eau dont les plus élevés atteignent 60 m. Ils sont illuminés par 790 foyers lumineux dont 310 de 3 000 W, 80 de 1 500 W et 400 de 500 W. La commande des jets ainsi que celle des projecteurs diversement colorés s'effectuent à partir du pupitre situé sur l'autre rive de la Seine.

transformation recevant le courant haute tension (12 000 V). Sur le ponton central, amarré, sont articulés les pontons latéraux commandés par des treuils. Ils peuvent ainsi

frais d'établissement qui s'élèvent cependant à plus de 50 millions de francs. Ainsi, on admet que le « pointe » ne doit pas dépasser 26 000 kW (35 000 ch), et le réseau a prévu une puissance maximum à fournir de 30 000 kW (40 000 ch) afin de laisser une marge appréciable de sécurité. Sans entrer dans le détail technique de l'installation électrique, signalons que quatre câbles à 12 500 volts, issus de deux stations de la C. P. D. E. (« Laos » et « Longchamp »), amènent l'énergie aux multiples postes de transformation. Au total, 68 km de câbles à quatre conducteurs pour la haute tension (12 500 V), 84 km de câbles pour la basse tension forment le réseau le plus important qui ait jamais été installé pour une Exposition, même en Amérique.

changement de couleurs enveloppent ces projecteurs groupés en batteries de deux, trois ou quatre appareils. Viennent ensuite 80 projecteurs de 1 500 W, disposés le long d'une passerelle horizontale, chargés plus spécialement d'éclairer la partie supérieure des jets d'eau. Enfin, une troisième série de 400 lampes-projecteurs de 500 W, immergées, illuminent une rampe d'eau pulvérisée qui, pendant le fonctionnement du « théâtre »,

(1) Ces pontons renferment dix groupes motopompes de 1 800 ch au total qui, situés « en charge » sous le niveau du fleuve, y puisent directement l'eau qu'ils refoulent sous pression dans le réseau des tuyauteries : 82 vannes automatiques assurent les différentes combinaisons d'alimentation des 2 200 ajutages qui débouchent sur le pont.



(Jeumont.)

FIG. 2. — UNE DES 174 FONTAINES LUMINEUSES SUBMERSIBLES QUI ÉMERGENT AUTOMATIQUEMENT A LA SURFACE DE LA SEINE, LORS DES FÊTES DE L'EAU ET DE LA LUMIÈRE

La fontaine proprement dite est constituée par la « corbeille », montée sur des flotteurs à l'extrémité d'un bras à la base duquel se trouve le groupe motopompe refoulant l'eau de la Seine vers les ajutages des jets d'eau et, par une dérivation, vers les hydrojecteurs situés sous les flotteurs. Ces éjecteurs fonctionnant comme une trompe à eau chassent l'eau des flotteurs. La « corbeille » monte à la surface.

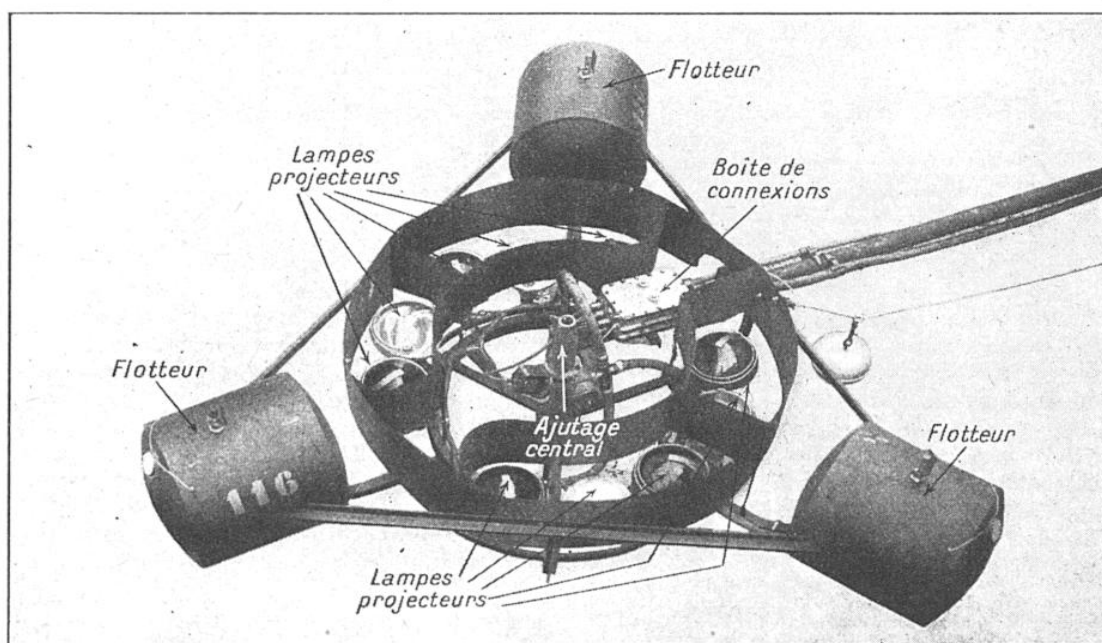


FIG. 3. — « CORBEILLE » D'UNE FONTAINE LUMINEUSE SUBMERSIBLE

On voit sur la photo la boîte étanche des connexions pour l'alimentation de la pompe et pour l'éclairage. Ces 10 lampes projecteurs de 500 W fonctionnant sous l'eau assurent l'illumination des jets d'eau.

dissimule aux spectateurs les charpentes des pontons.

De multiples combinaisons sont réalisées en faisant varier et la forme des jets d'eau (grâce aux vannes automatiques) et la teinte de chacun d'eux (grâce aux mélanges dosés des cinq couleurs des écrans transparents). La commande est télémechanique à partir d'un poste unique de commande à distance situé sur l'autre rive de la Seine. Un câble de 500 conducteurs reposant sur le lit du fleuve aboutit au pupitre de commande, où des boutons-poussoirs permettent de faire évoluer les masses d'eau, jaillies des 2 200 ajutages à raison de 3 000 litres par seconde, dont certains jets s'élèvent à 60 m (les tours de Notre-Dame mesurent 68 m), illuminées par les 3 millions de bougies (1) réparties dans les 790 foyers lumineux des pontons.

Fontaines lumineuses submersibles

L'animation directe du plan d'eau de la Seine constitue une innovation assez ingénieuse (2). Depuis le pont de Passy jusqu'au pont de l'Alma, cette vaste surface exigeait de nombreux engins mobiles, susceptibles soit de prendre automatiquement leur position de fonctionnement à la surface de l'eau, soit au contraire de s'éclipser pour laisser le champ libre à la navigation fluviale.

Chacune des 174 fontaines submersibles est située en un point quelconque de la Seine et est seulement reliée à la berge par un câble électrique qui aboutit (côté terre) à un panneau de contacteurs actionnés à distance pour transmettre à l'engin les commandes qui déterminent sa position, la mise en action, la forme des jeux d'eau, les éclairages variés.

Chaque fontaine est constituée par un pied — posé au fond du fleuve — sur lequel

(1) La bougie est l'unité d'intensité lumineuse. Elle produit un flux lumineux de 12,57 lumens.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 234, page 434.

est articulé un bras à la base duquel se trouve un groupe motopompe qui refoule le liquide vers le « combiné » des jeux d'eau et des projecteurs. Cette « corbeille » monte ou descend automatiquement, selon que la pompe fonctionne ou non. L'envoi du courant électrique à la pompe suffit donc à faire émerger la corbeille, et son interruption à provoquer l'immersion (1). En outre, il est aisé de créer des « figures » diverses avec ces fontaines, qui sont faciles à déplacer.

Nouvelles lampes-projecteurs fonctionnant sous l'eau

L'éclairage sous l'eau exige évidemment une étanchéité parfaite, et aussi l'obtention d'un faisceau lumineux extrêmement concentré pour réaliser le minimum de perte de lumière dans l'illumination du jet d'eau. Les nouvelles lampes utilisées à cet effet comportent un dispositif qui permet de se passer de l'emploi du projecteur. A l'air libre, il suffit de placer le filament au foyer d'une surface

parabolique réfléchissante pour obtenir, comme sur les phares d'autos, un faisceau lumineux parallèle. Dans l'eau, il faut tenir compte de la réfraction des rayons lumineux lorsqu'ils changent de milieu. Pour cela, le filament

condensé (situé dans un plan passant par l'axe de la lampe) se trouve à l'un des foyers d'une calotte ellipsoïdale argentée intérieurement.

(1) En effet, supposons la corbeille au fond de l'eau et mettons le groupe en marche ; sur la canalisation amenant le liquide refoulé vers les ajutages des jets d'eau, une dérivation aboutit à des hydroéjecteurs qui fonctionnent comme des trompes à vide (voir *La Science et la Vie*, n° 51, page 91) et chassent l'eau contenue dans les flotteurs prévus sur la corbeille. Ceux-ci provoquent alors la montée de l'ensemble. Une électrovanne permet alors de déclencher les jeux d'eau et l'alimentation des projecteurs assure leur éclairage diversément teinté. Dès que la pompe s'arrête, l'eau du fleuve, passant au contraire par les hydroéjecteurs qui ne reçoivent plus le liquide sous pression, afflue vers les flotteurs jusqu'au moment où, l'équilibre étant rompu, la corbeille redescend doucement sur le fond.

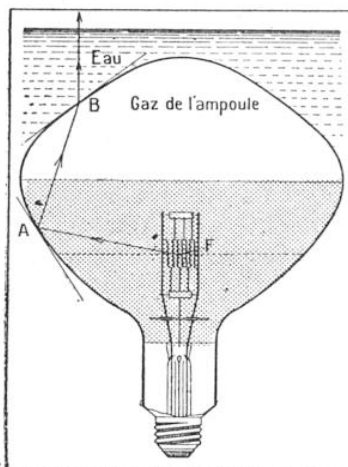


FIG. 4. — COUPE D'UNE LAMPE-PROJECTEUR DE 500 W FONCTIONNANT SOUS L'EAU (MAZDA)

Le filament est situé au foyer F de la surface réfléchissante (en grisé) qui a la forme d'un ellipsoïde. Un rayon lumineux FA se réfléchit suivant AB (dont le prolongement passerait par le deuxième foyer de l'ellipsoïde). En B, il rencontre la partie transparente de l'ampoule dont la forme a été calculée (hyperboloïde) de façon qu'après réfraction, en passant de l'intérieur de l'ampoule dans l'eau, le rayon lumineux sorte parallèlement à l'axe de la lampe.



(Granet, Expert et Maître, architectes.)

FIG. 5. — VUE D'ENSEMBLE D'UNE FÊTE NOCTURNE A L'EXPOSITION 1937

Au premier plan de cette photographie, prise des terrasses du Trocadéro, les fontaines lumineuses dont le débit total atteint $10\,000\text{ m}^3$ à l'heure. Les jets centraux, inclinés de 32° sur l'horizontale, ont une portée de 55 m sous une pression de 5 kg/cm^2 ; 500 projecteurs de rayons ultraviolets (lampes à vapeur de mercure) excitent la fluorescence de ces jets ainsi que celle de l'eau du bassin (additionnée pour cela de fluorescéine). En outre, 504 projecteurs éclairent les jets d'eau verticaux situés sur les côtés du bassin. Au fond, le feu d'artifice sur la Tour Eiffel dont on aperçoit, sous le premier étage, la voûte rendue lumineuse par 10 km de tubes luminescents, tandis que les 32 projecteurs de 8 km de portée dirigent vers le ciel leurs puissants faisceaux. En outre, un vaste éventail lumineux s'ouvre et se ferme face au Trocadéro. Il est réalisé au moyen de 12 projecteurs. Il faut signaler l'emploi pour tous ces projecteurs de la lampe à vapeur de mercure « Bol » à haute pression. (Voir La Science et la Vie, n° 223, page 17).

Les rayons sont donc réfléchis vers le deuxième foyer de l'ellipsoïde. Mais ce deuxième foyer coïncide précisément avec celui de la calotte transparente opposée à la douille de la lampe, calotte qui présente à peu près la forme d'un hyperboloïde. Dans ces conditions, les rayons lumineux qui émergent de la lampe sont rendus rigoureusement parallèles entre eux et à l'axe de la lampe. Celle-ci constitue donc elle-même son propre projecteur et permet ainsi de réduire le poids, l'encombrement, et le prix de revient.

Jets de 75 m de haut ; projecteurs de 2 milliards de bougies

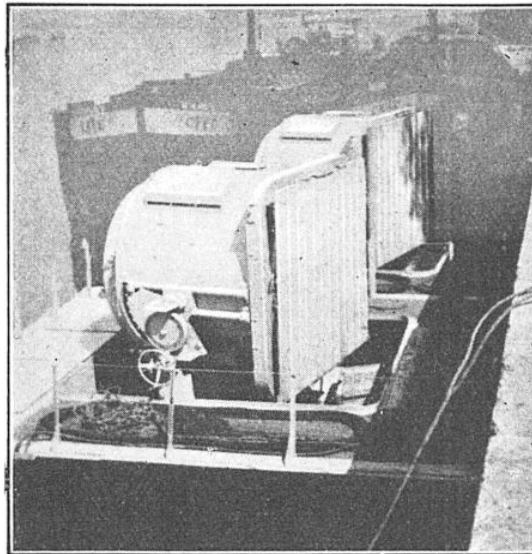
Émergeant du brouillard d'eau créé sur toute la surface du fleuve par les 174 bouées submersibles aux jets diversement colorés, voici les fontaines lumineuses plus puissantes dont certains jets atteignent une hauteur de 75 m. Ces fontaines sont alimentées par des moteurs de 100 kW entraînant une pompe immergée dont la pression de refoulement (12 kg/cm^2) envoie l'eau de la Seine vers des ajutages montés sur rotules et par suite orientables. Cependant, il fallait éviter, pour ces jets d'eau, l'aspect rigide d'une barre liquide. Aussi les ajutages sont-ils constitués par deux enveloppes cylindriques concentriques ; l'intérieure, par où arrive l'eau, est munie de fentes. La vitesse du liquide produit à son passage l'effet d'un éjecteur et aspire l'air situé entre les enveloppes. Ainsi, le jet prend la forme d'un panache. Ajoutons que chaque système de tuyauterie est muni d'une vanne électromagnétique commandée à distance à partir du « bateau-studio ». Quant à l'éclairage des jets, il est assuré, sur chaque fontaine, par 56 projecteurs de 1 000 W étudiés pour fournir deux cônes de lumière : l'un aigu, de 8° , qui illumine le sommet des jets, l'autre ouvert à 120° qui éclaire les nappes d'eau retombantes entraînées par le vent. Ces 56 projecteurs sont répartis en

quatre groupes de couleurs différentes dont la mise en circuit est également assurée depuis le « bateau-studio ».

Enfin, pour compléter l'effet décoratif des jeux d'eau, des pontons spéciaux, construits par Sacée et Siemens, émettent de la fumée, de la mousse, de l'eau atomisée et des lumières colorées. La fumée est obtenue par l'action de l'ammoniaque sur le tétrachlorure de titane ; un ventilateur de 80 kW crée un courant d'air de 100 km/h qui entraîne au loin la fumée produite. L'eau atomisée (goutte-

lettes extrêmement fines) provient d'ajutages montés sur la cheminée du ventilateur. La même pompe alimente, par dérivation, une lance à mousse semblable à celle utilisée pour l'extinction des incendies. L'ensemble de ces projections est éclairé par des projecteurs (10 de 2 000 W, 8 de 5 000 W) munis d'écrans colorés et orientables en tous sens afin de suivre les panaches de fumée et d'eau atomisée.

Enfin, balayant tout cet ensemble de leurs puissants faisceaux, deux projecteurs à arc, de 1 milliard 800 millions de bougies chacun, sont installés sur la berge



(Siemens.)

FIG. 6. — QUATRE MILLIARDS DE BOUGIES SUR UNE PÉNICHE !

Chacun de ces 2 projecteurs géants (hauteur, 3,5 m ; poids, 4 t) produit un faisceau lumineux de 2 m de diamètre (intensité : 2 milliards de bougies).

de la Seine, en face le « bateau-studio ». Le diamètre de leur miroir atteint 2 m, la hauteur de la carcasse 3 m 50, et le poids de chaque appareil est de 4 tonnes.

Un gigantesque « signal » lumineux à l'Exposition de 1937

Il fallait bien utiliser la Tour Eiffel puisqu'on ne pouvait la démolir (1). A un demi-siècle de distance, on l'a donc « employée » pour réaliser le « signal » lumineux le plus grandiose qui existe, même en Amérique ! Voici donc 32 projecteurs de 8 km de portée, dont 28 sont installés sur la galerie trans-

(1) On sait que le poids de la Tour Eiffel est de 7 000 t. On jugera cependant de la légèreté assez relative d'une telle construction si l'on songe que sa réduction, dans toutes ses proportions, au 1/1000 (30 cm de haut) ne pèserait que 7 g !

formée du premier étage et 4 au sommet de la Tour, et qui projettent verticalement leurs faisceaux lumineux parallèles. Equipés chacun d'un miroir de 1 m 50 de diamètre, ils sont munis également de lampes lumineuses à vapeur de mercure à haute pression conçues récemment par l'ingénieur hollandais Bol. En dehors de leur rendement lumineux et de leur éclat remarquables (1), ces lampes n'apportent en outre aucune perturbation aux radio-émissions du poste de la Tour. (Il n'en aurait pas été sans doute de même avec des lampes à arc !) Le faisceau lumineux ainsi obtenu est visible (théoriquement du moins) à une distance de 100 km au minimum !

Voici ensuite le vaste éventail lumineux qui (face au Trocadéro) s'ouvre et se ferme sur le côté nord-ouest de la Tour et est réalisé au moyen de 12 projecteurs de 75 cm de diamètre — également à lampes à vapeur de mercure Bol dont la pression interne atteint 100 atmosphères et dont la brillance (2) est supérieure à 200 bougies par mm². La commande à distance de l'inclinaison des projecteurs permet, grâce à ce dispositif, d'obtenir un bel effet décoratif (éventail lumineux).

Pour matérialiser par la lumière le véritable filigrane d'acier que constitue cette Tour Eiffel de conception si peu artistique, on a fait appel à 750 projecteurs équipés de lampes à incandescence de 1 000 W, disposés dans la charpente, et à des écrans diversement colorés.

Cette décoration, due à l'architecte M. Granet, a ingénieusement appliqué les plus récents progrès de la luminescence (3). Sans alourdir encore cette monstrueuse construction métallique, qui déshonore pour sa part le « stupide » XIX^e siècle, un réseau assez dense de lignes lumineuses épousant les contours des principales poutres métalliques transforme les quatre faces de la Tour (entre le premier étage et le sol) en autant d'arches de lumière et, sous ce premier étage, une voûte de feu apparaît dont la réflexion sur le miroir d'eau (aménagé entre les quatre piliers de la Tour) multiplie les effets. Dix km de tubes luminescents ont été utilisés au total. Cependant, ces tubes à gaz luminescents (néon, argon ou vapeur de mercure) ne se prêtaient pas à une abondante diversité de coloris. Aussi a-t-on utilisé (pour la première fois sur une aussi

vaste échelle) les tubes à luminescence de *matières solides* imaginés récemment par Georges Claude (1). Rappelons qu'ils contiennent une faible quantité de mercure donnant (pendant leur fonctionnement) une tension de vapeur inférieure à 1 mm de mercure ! L'originalité de tels tubes « lumineux » consiste dans le dépôt, sur leur surface interne, d'une mince couche de matières (2) dont la photoluminescence est précisément « excitée » par le rayonnement ultraviolet de la vapeur de mercure lors de la décharge électrique. La lumière ainsi émise par ce tube provient essentiellement de cette photoluminescence et, par suite, du choix de ces matières solides utilisées, ce qui permet de « doser » les radiations lumineuses et, par conséquent, de faire varier la couleur des tubes dont le rendement atteint 30 à 50 lumens (3) par watt, ce qui constitue un résultat des plus satisfaisants, tant au point de vue « physique » qu'artistique.

Voici maintenant la sonorisation

Pour la première fois sur un aussi vaste espace (100 hectares) que celui de l'Exposition, on a aménagé la diffusion, au moyen de haut-parleurs, de programmes sonores spécialement conçus, c'est-à-dire une « sonorisation » accompagnant les fêtes de l'eau, de la lumière et de la pyrotechnique. Grâce à la nouvelle technique de la modulation des courants, de leur amplification de plus en plus puissante, mais aussi de plus en plus fidèle, à un rendement amélioré des haut-parleurs, on est maintenant parvenu à réaliser un ensemble parfait. Parmi les stations de sonorisation, celles installées au Centre des Métiers, au Centre Régional, aux abords de la Seine et de la Tour Eiffel fonctionnent de la façon suivante :

Les deux premières, identiques, reçoivent directement les courants modulés, provenant des microphones des studios des P. T. T. (Palais de la Radio de l'Exposition). Les techniciens préposés à cette sonorisation

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 237, page 242.

(2) Ce sont soit des tungstates, soit des molybdates de calcium ou de cadmium avec addition, comme phosphorogène, d'une terre rare, le samarium par exemple.

(3) Le lumen, défini par la Commission internationale de l'Eclairage en 1921, est le flux émis dans l'angle solide unité (décomposant une surface de 1 m² dans une sphère de 1 m de rayon ayant pour centre la source lumineuse) par une source ponctuelle uniforme d'intensité égale à 1 bougie internationale (définie en moyen de lampes étalons conservées dans les laboratoires nationaux). Le flux lumineux total d'une source uniforme de 1 bougie aurait pour valeur 12,57 lumens.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 223 page 17.

(2) Intensité lumineuse en bougies, par unité de surface (mm²).

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

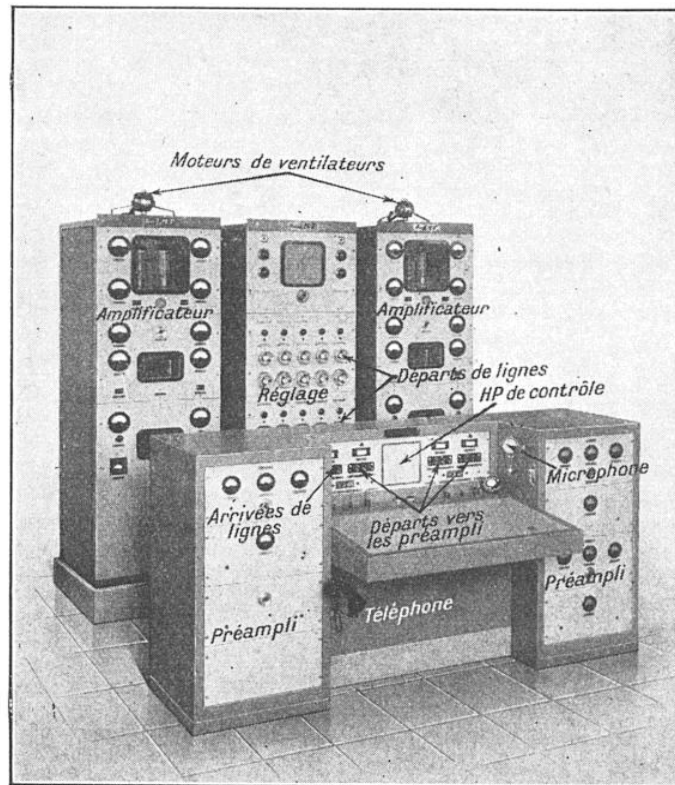
ont uniquement pour tâche de mettre en circuit les appareils d'alimentation des 50 haut-parleurs de chaque « centre », dès qu'ils sont avisés téléphoniquement par les P. T. T. du début de chaque émission. Pour chacun de ces « centres », les appareils comportent d'abord deux préamplificateurs (plus un troisième dit de « secours ») montés de telle façon qu'ils peuvent être mis en service simultanément ou séparément, selon la puissance demandée. Un haut-parleur — plus petit — est situé devant le pupitre de commande et permet de contrôler le bon fonctionnement de ces préamplificateurs. Les courants ainsi amplifiés attaquent ensuite les deux amplificateurs de 550 W modulés (1), qui alimentent les haut-parleurs au nombre de cinquante et sont répartis sur dix circuits distincts (en nombre variable par circuit), de telle façon que la puissance soit équilibrée. Cette condition est indispensable pour obtenir un bon fonctionnement des amplificateurs et une fidélité parfaite de la retransmission. Ces dix circuits sont d'ailleurs réglables séparément (2), afin de

pouvoir (au cours de certaines manifestations sur chaque Centre sonorisé) *affaiblir* ou même *supprimer* les sons émis par tel ou tel groupe de haut-parleurs judicieusement choisis.

Dans de telles conditions, on conçoit aisément que l'opérateur est à la fois aveugle et muet. Il dispose, il est vrai, d'un micro, mais il lui est interdit de s'en servir, sauf en

cas d'alerte (incendie ou autre), et encore lui faut-il recevoir un ordre écrit des P.T.T. Il peut alors interrompre la sonorisation et informer le public des mesures à prendre pour la sécurité.

Pour les fêtes organisées sur la Seine sous le contrôle du « bateau-studio », les jeux d'eau sont mis en action, les bouées submersibles montent alors à la surface, lancent leurs jets diversement colorés, tandis qu'un feu d'artifice (partie pyrotechnique) est tiré au milieu même du fleuve. Simultanément, les onze « pontons-so-



(Le Matériel téléphonique.)

FIG. 6. — UN DES POSTES DE SONORISATION DU CENTRE RÉGIONAL ET DU CENTRE DES MÉTIERS

Les courants modulés, après passage dans les préamplificateurs et les amplificateurs de 550 W, alimentent les 50 haut-parleurs électrodynamiques installés pour chaque centre.

(1) Ces amplificateurs comportent deux lampes montées en push-pull (circuit équilibré) dont la plaque est alimentée sous une tension de 2 000 V. Leur refroidissement est assuré au moyen d'un ventilateur qui aspire l'air chaud à la partie supérieure de l'amplificateur.

(2) Ces circuits demeurent cependant équilibrés, puisque, automatiquement, des résistances sont introduites sur ceux des départs qui exigent moins de puissance pour la sonorisation et absorbent la puissance qui n'est pas distribuée aux haut-parleurs.

nores », qui sont disposés dans l'axe de la Seine et équipés chacun de quatre haut-parleurs électrodynamiques à aimant permanent, diffusent le programme musical de la manifestation. L'intensité sonore, le timbre varient évidemment à volonté suivant les exigences de ce programme minutieusement établi en accord avec les variations de couleurs des jets d'eau et les phases variées du feu d'artifice. Grâce à ce dispositif, ce son, très ample, enveloppe pour ainsi dire l'ensemble sans qu'il soit possible au spectateur-auditeur de

déterminer la direction de la source sonore (une disposition rationnelle des haut-parleurs permet d'atteindre ce résultat).

Les organes de commande centralisés sur le « bateau-studio » règlent *synchroniquement* jeux d'eau et jeux de lumière.

Ainsi, le *pupitre de commande* mis à la disposition de l'opérateur lui permet de mettre en circuit les sources de modulation désirées (selon le programme à diffuser), et de relier aux amplificateurs les pontons haut-parleurs répartis sur le fleuve.

Ces sources de modulation sont au nombre de six : 2 lignes des P. T. T., 1 provenant du microphone du bateau-studio, 3 lignes issues des trois pick-up de trois tourne-disques placés à portée de l'opérateur. Ces six circuits d'entrée peuvent être branchés (au moyen de 12 clés à deux positions) sur l'une quelconque des quatre lampes d'un *préamplificateur-mélangeur* qui a pour mission (par réglage) de doser à son gré les modulations des six circuits précédents. Cet appareil assure également le

renvoi des programmes sélectionnés vers deux circuits d'amplification — utilisés simultanément ou séparément — qui alimentent finalement, par l'intermédiaire d'un *répartiteur de sortie*, les lignes aboutissant aux onze pontons, et éventuellement, celle de la Tour Eiffel, dont la sonorisation a été également prévue. Cependant, les courants, à la sortie du répartiteur, ne sont pas assez intenses pour fournir aux haut-parleurs la puissance voulue. Aussi chaque ponton est-il précédé d'un « central-satellite » (placé en face sur la berge) comprenant deux amplificateurs d'une puissance unitaire de 60 W modulés dont la mise sous tension est réalisée à distance au moyen d'un relais à

mercure commandé lui-même par l'intermédiaire d'un *circuit-fantôme* (1).

L'ensemble de ces dispositifs que nous venons de présenter est enfin réglé du *pupitre chef d'orchestre*, qui, lui, a pour mission d'assurer la puissance, le *timbre* de l'émission (2). Le pupitre comprend essentiellement deux systèmes de réglage (un pour chaque circuit d'amplification) — par commutateurs — qui déterminent les *fréquences* à amplifier ou à affaiblir suivant les exigences du programme. De son côté, la *puissance* est réglée au moyen de deux potentiomètres (3). Un certain nombre de « voyants » lumineux, judicieusement disposés, indiquent au « chef d'orchestre » les différentes manœuvres exécutées sur le pupitre de commande, en vue d'obtenir toutes les combinaisons (sources de modulation) les plus variés suivant le programme même à exécuter : véritable synthèse de la lumière et du son.

J. MARCHAND.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 65, page 351.

(2) Un son est défini par son intensité, sa hauteur et son timbre. La *hauteur* (sons aigus ou graves) dépend de la fréquence des vibrations qui lui donnent naissance. L'amplification de fréquences déterminées permet donc d'intensifier à volonté les sons aigus ou graves. Le *timbre* est la caractéristique qui différencie une même note jouée par divers instruments. Il dépend des fréquences harmoniques (multiples de la fréquence du son fondamental) émises par l'instrument.

(3) Un *rhéostat* est, on le sait, une résistance variable que l'on insère en *série* dans un circuit pour faire varier l'intensité du courant qui le parcourt. Un *potentiomètre* est constitué par une résistance branchée directement aux bornes de la source d'énergie électrique. Le circuit d'utilisation est connecté : d'une part, à une extrémité de la résistance ; d'autre part, à un point variable de cette même résistance (curseur). Ce sont donc les variations de la chute de tension à travers la portion de résistance comprise entre ces deux connexions qui permettent de régler l'intensité traversant le circuit.

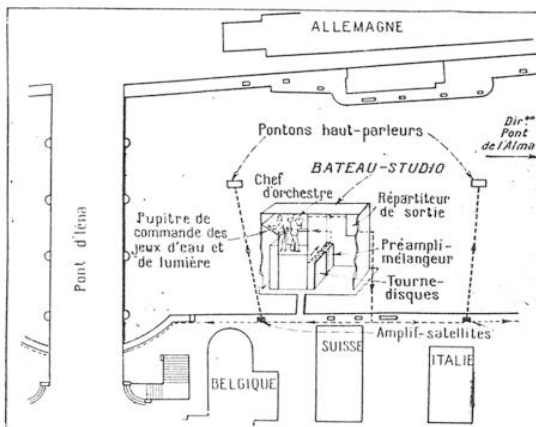


FIG. 7. — SCHÉMA GÉNÉRAL DE LA SONORISATION DES FÊTES DE LA SEINE

Les 11 pontons à quatre haut-parleurs placés sur la Seine reçoivent les courants modulés d'amplificateurs satellites, eux-mêmes alimentés par le bateau-studio où s'opèrent tous les réglages d'intensité et de timbre de l'émission, conjugués avec les jeux d'eau et de lumière.

N. D. L. R. — Certaines plaintes ont été émises concernant le retard constaté pour le fonctionnement de la sonorisation à l'Exposition. En effet, à l'heure où nous mettons sous presse, seules les fêtes sur la Seine sont sonorisées. Pour les autres centres, le matériel de la sonorisation est à pied d'œuvre, mais n'a pu être installé par suite du retard général des travaux de l'Exposition.

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.

A PROPOS DES DOCTRINES ÉCONOMIQUES : LE LIBÉRALISME DU XIX^e SIÈCLE A VÉCU

DANS une conférence récente sur la « fin du libéralisme », un ancien ingénieur du corps des Ponts et Chaussées, M. Detœuf, qui occupe aujourd'hui l'un des plus hauts postes dans une société de constructions électriques, a émis certaines idées, inspirées par le « marasme » économique actuel, que l'on n'a pas coutume de rencontrer couramment dans le patronat français. Ainsi le premier aphorisme énoncé par M. Detœuf est que le « libéralisme est mort ». Il a été tué par une inéluctable évolution interne. Comme choisir c'est sacrifier, le conférencier a examiné ce qui pouvait être sauvé de ce libéralisme, tel qu'il a joué au XIX^e siècle, en sacrifiant « une partie de la cargaison pour ne pas faire naufrage avec le reste », et en s'appuyant sur ce théorème qu'il faut laisser subsister de cette doctrine ce qui est bon, car une part de libéralisme est aujourd'hui malfaisante si on veut reconstruire une économie habitable. Les lecteurs de *La Science et la Vie*, répartis dans le monde entier et dont le nombre a depuis longtemps atteint le million, appartenant à toutes les catégories sociales où se recrute l'élite intellectuelle avide de connaître et de comprendre, ne trouveront sans doute pas que la démonstration entreprise par M. Detœuf soit, suivant sa propre expression, une « mauvaise action ». C'en serait une, au contraire, que de vouloir faire croire, par une sorte d'hypocrisie libérale, que « tout va s'arranger » dans notre économie un jour ou l'autre et que l'on retournera à la vieille formule du libéralisme à laquelle nous étions habitués depuis plus d'un siècle. Elle doit être rénovée parce qu'elle ne paraît plus répondre aux conditions du temps présent. Et voici les questions que se pose et nous pose tout d'abord M. Detœuf : « Pourquoi — alors que l'économie classique déclare impossible la surproduction générale — y a-t-il aujourd'hui une période de surproduction générale, et pourquoi — alors que l'économie classique déclare que les prix pratiqués ne peuvent durablement demeurer au-dessous des prix de revient — voit-on appliquer durant plusieurs années

consécutives des prix nettement *au-dessous* des prix de revient ? Pourquoi, sans discontinuité, les industriels d'un pays pratiquent-ils à l'étranger (1) des prix constamment *inférieurs à ces prix* de revient ? Enfin, pourquoi — alors que l'économie libérale annonce qu'en cas de crise les plus faibles s'éliminent et que leur effacement *assainit* le marché — ne voit-on pratiquement aucune production disparaître de nos jours ? » Toutes ces questions ne se sont posées qu'au début du XX^e siècle, car, auparavant, des crises générales n'étaient pas des crises de surproduction générale, mais des crises de panique financière due à la surproduction limitée à certains domaines de l'activité : les industries en *excédent* disparaissaient alors assez rapidement ; les prix pratiqués sur l'ensemble d'un marché n'étaient que rarement, et en tout cas pour de courtes durées, inférieurs aux prix de revient. Actuellement, il n'en est plus de même, et les phénomènes que nous constatons sont tout à fait contraires à la théorie. M. Detœuf, après avoir rappelé que même dans les pays où le libéralisme a joué au maximum, — comme aux États-Unis, où la crise s'est implantée là comme ailleurs, et où précisément le chômage a été le plus intense (plus de la moitié de la population ouvrière) — montre que l'intervention est aujourd'hui devenue nécessaire (« rooseveltisme »). De même que l'on a été contraint à renoncer dans la physique classique à l'*absolu* pour ne faire de celle-ci qu'un cas particulier d'une physique plus générale (dans laquelle la *masse* ne se conserve plus), de même les principes de l'économie libérale nous offrent l'exemple de postulats *incontestés* jusqu'ici parce qu'ils répondaient d'une façon satisfaisante à la réalité, mais maintenant *contestables* parce qu'ils ont cessé d'y répondre... et M. Detœuf de nous énumérer plusieurs de ces postulats implicites qu'il a cru découvrir expérimentalement. En voici quelques-uns dont l'intérêt n'échappera, selon nous, à aucun esprit curieux d'analyse et soucieux d'objectivité :

(1) À moins qu'ils n'y disposent d'un monopole de droit ou de fait.

— 1. La théorie libérale admet implicitement que les hommes prennent des décisions d'achat et de vente, indépendamment les uns des autres. Elle admet que la majorité d'entre eux sont dans l'incapacité de faire des prévisions de longue durée sur les marchés et se reconnaissent incapables de faire de telles prévisions ; autrement dit, elle admet que la masse ne spéculé pas et qu'il n'y a qu'une infime minorité d'hommes qui spéculent. Cela n'est plus exact. Si l'on suppose que la masse spéculé, toute la théorie de la stabilité des marchés et de l'adaptation de la production à la consommation est renversée.

— 2. La théorie libérale suppose aussi que les habitudes des hommes restent, en moyenne, dans un même pays, à peu près fixes. Elle suppose que les besoins des hommes varient lentement. La stabilité relative des prix n'est que la traduction de l'hypothèse implicite de la stabilité relative des besoins imputables à la loi des grands nombres. Or, l'expérience actuelle montre que les hommes sont, de plus en plus, soumis à des besoins de foule, que tous en même temps ont un désir beaucoup plus vif de paraître et d'entreprendre et un besoin beaucoup plus vif de sécurité : en un mot, que les désirs d'achat et de vente peuvent se modifier brusquement et profondément sous l'action d'une opinion commune. Si l'on suppose que les besoins des hommes ne sont plus individuels, mais sont des besoins de foule, alors tout le régulateur de l'économie libérale, qui était, secrètement, la « loi des grands nombres » de Bernouilli, disparaît !

— 3. La théorie libérale suppose implicitement que le prix de revient partiel est assez proche du prix de revient total, autrement dit que la part de frais généraux de toute nature est relativement faible dans les prix de revient. Elle en conclut qu'on ne pratique pas durablement des prix de vente inférieurs aux prix de revient. Ce postulat — lui aussi — n'est plus exact. Si l'on suppose que la part des frais généraux est élevée, les prix peuvent durablement rester *au-dessous* des prix de revient, soit sur une partie du marché, soit sur la totalité du marché ; alors la disparition des entreprises en perte, au lieu de s'accomplir rapidement, exige un certain nombre d'années !

— 4. La théorie libérale suppose encore que le nombre des entreprises concurrentes est suffisant pour que la concurrence s'exerce réellement, et que des entreprises de fourniture de produits (ou de services divers) ne se soutiennent pas les unes les autres. Elle suppose implicitement que l'Etat n'est acheteur et qu'il n'est entrepreneur que pour une faible part du marché ; que, le progrès étant lent, l'adjudication peut toujours être adoptée ; que les entrepreneurs étant nombreux, la collusion peut toujours

être évitée. Si, par contre, l'on fait les suppositions inverses, on constate que le jeu de la loi de l'offre et de la demande est complètement faussé !

— 5. Cette théorie suppose enfin, et encore, implicitement, que l'entrepreneur est *un* — c'est-à-dire qu'il est à la fois le bailleur de fonds et le gérant — ou qu'en tout cas le gérant agit exactement comme s'il était le bailleur de fonds. Si on écarte cette hypothèse, les lois libérales se trouvent une fois de plus sérieusement affectées. Or, toutes ces transformations : développement de l'esprit de spéculation dans la masse, accroissement de la différence entre le prix de revient total et le prix de revient partiel, concentration des entreprises, accroissement formidable du rôle de l'Etat comme acheteur et comme entrepreneur, divergences de niveau de vie entre pays concurrents, résistance des nations à l'émigration ou à l'immigration massives, différenciation entre le bailleur de fonds et le gérant d'une entreprise, toutes ces transformations se sont produites, et continuent à se développer de nos jours.

Et ce qui est important, elles sont *inévitables*, parce qu'elles résultent du jeu du libéralisme lui-même dans un milieu où le progrès scientifique permet le progrès technique. Elles ne sont point dues, par exemple, à une erreur de certains hommes, à une incompréhension des gouvernements ; elles sont dans la nature des choses. S'il en est bien ainsi, il faut en tenir compte et *refaire une théorie*, qui ne sera peut-être plus une théorie complètement libérale, mais qui sera *actuellement vraie*. Il faut expliciter ce qui est implicite, c'est-à-dire modifier ce qui est devenu inexact dans l'implicite.

L'ancienne théorie libérale restera dès lors un *cas particulier*, applicable aux conditions du XVIII^e et du XIX^e siècle...

M. Detœuf s'est efforcé de démontrer la valeur de ces assertions. Ainsi, la généralisation de la spéculation détruit la théorie libérale des marchés. En effet, un certain nombre de gens sont, d'après cette théorie, disposés à payer un produit jusqu'à un certain prix maximum, alors qu'un certain nombre d'autres sont prêts à vendre ce même produit *au-dessus* d'un certain prix minimum. Le prix qui s'établira alors, pour des transactions faites *au grand jour*, est celui pour lequel le nombre des offres est égal au nombre des demandes. Dans de telles conditions, le marché est stable. Il ne se modifie que si un événement quelconque change la relativité des acheteurs et des vendeurs. Les spéculateurs escomptent, au contraire, des modifications futures (récolte déficitaire ou surabondance, par exemple), de telle sorte que l'offre augmente dans ce dernier cas, alors que la demande demeure constante. C'est la baisse des prix et le spéculateur s'empresse de vendre *par avance*,

quitte à se racheter plus tard (à terme). Il est à remarquer que l'action du spéculateur, quand elle n'est pas exagérée, est souvent bienfaisante, car elle atténue les variations du marché. C'est pourquoi le libéralisme accepte quelques « spécialistes » de la spéculation, alors que la « masse » ne spéculé pas faute d'informations et de moyens. Si, au contraire, elle se met à spéculer pour des raisons quelconques (en période troublée, par exemple), il est évident que l'équilibre entre acheteurs et vendeurs est plus ou moins compromis et les prix ne sont plus stables. C'est la psychose bien connue du joueur. Il va de soi que les mouvements ainsi amorcés exercent — dans un sens ou dans l'autre — leurs répercussions sur la production, suivant la hausse ou la baisse des prix. Le mécanisme du phénomène est le suivant : la production s'élève plus lentement que la hausse des prix qui la devance ; un *nouveau pouvoir* d'achat se crée, car, notamment, les salaires montent. Cette prospérité « artificielle » incite à de nouveaux investissements industriels, et par suite à l'embauche. La circulation monétaire croît parallèlement, puis vient le développement du crédit pour favoriser ces achats. Dans l'euphorie générale, les gouvernements se montrent optimistes, puisqu'ils sont plus riches en recettes, et, par suite, des lois sociales plus généreuses apparaissent... Mais un jour arrive où la production rattrape la consommation et puis — sous l'empire d'espérances illimitées — c'est la surproduction. Le jour où ce phénomène s'arrête et *change de sens*, c'est le désastre qui commence... Dans cette économie libérale, le spéculateur devient malfaisant, car il provoque des différences de cours injustifiées que la masse « non initiée » amplifie encore par ses interventions... et la débâcle s'accroît. Dans l'état actuel des choses, la Presse et le Radio on en effet contribué à accroître la grandeur de ces phénomènes, qui, évidemment, au cours du XIX^e siècle, ne pouvaient se manifester alors avec la même intensité.

On voit donc que la théorie libérale était fondée sur une inertie des masses inconscientes, et que c'est la spéculation *généralisée* de nos jours qui l'a ébranlée. A cette cause essentielle s'en ajoutent évidemment d'autres : multiplication des valeurs mobilières, dévalorisation des monnaies (après la guerre de 1914-18). Ajoutez à cela le développement et souvent l'*abus* du crédit, et vous connaîtrez les principaux facteurs qui ont déterminé ce que l'on appelle les « crises » de notre économie contemporaine. La responsabilité de système revient à la masse qui, au XX^e siècle, s'est substituée à la personne. Cette foule, pendant dix ans, peut jouir d'un optimisme exacerbé, puis elle tremble de peur pendant un nombre d'années plus grand encore ! Tel est le « fait »

de la théorie de l'économie classique...

M. Detœuf estime que cette doctrine doit être également révisée en ce qui concerne la capacité de production. Cet élément nouveau est intervenu avec l'économie moderne issue du libéralisme. Celui-ci admettait que les entreprises les moins bien armées pour la lutte des prix devaient disparaître lorsqu'elles n'étaient plus rémunératrices. Aujourd'hui, il n'en est plus de même : elles ne veulent plus mourir. Le marché subit ainsi une concurrence *virtuelle* que la loi de sélection naturelle (inéluçtable pour les êtres vivants) aurait jadis éliminée dans le domaine de la production. Ainsi par des mesures anti-libérales, le patronat solidaire — par crainte que la ruine de l'un n'entraîne la ruine de l'autre — a faussé *volontairement* le jeu des lois économiques (de l'offre et de la demande) au grand dam de l'assainissement corporatif. Et l'on s'explique dès lors que le développement de l'*immobilisation* prolonge la période de déséquilibre. Sous une forme imagée, on peut donc affirmer que le prix de revient *partiel* prend la place du prix de revient *total*, grâce à la concentration des entreprises industrielles. On en arrive ainsi à vendre à l'étranger beaucoup *moins cher* que dans son propre pays ! Plus de libre concurrence internationale, plus de libre circulation des marchandises ! Ceci n'est pas fait évidemment pour faciliter l'établissement des droits de douane. Là encore, le libéralisme a fait faillite, puisque nous admettons maintenant couramment la *prime* à l'exportation (« dumping »). Un tel état de choses résulte — répétons-le — de la concentration industrielle, du développement des immobilisations, c'est-à-dire du libéralisme jouant dans une économie comportant de larges progrès techniques, comme c'est précisément le cas actuellement.

Parmi les éléments qui faussent encore les lois libérales, il faut également faire sa part à la société anonyme (qu'il y aura lieu d'étudier ici ultérieurement au point de vue de la doctrine libérale). Entre l'administrateur et le propriétaire, il existe en effet des différences de mentalité qui expliquent bien des choses...

De tout ceci, il apparaît que le libéralisme ancien est périmé et que l'évolution des conditions économiques a conduit *inéluçtablement* à l'intervention de l'Etat. Tous les pays, depuis l'U. R. S. S. jusqu'aux Etats-Unis, en passant par l'Angleterre, ont dû abandonner — sous l'empire des événements — les lois du libéralisme pour remettre à l'Etat le soin — plus exactement la *mission* — d'intervenir *toujours et partout* (1).

Une telle évolution découle, par voie de conséquences, des progrès incessants de la

(1) La Grande-Bretagne est en train de transformer toutes ses entreprises de transports, toutes ses distributions d'énergie en organismes d'Etat, détruisant ainsi les derniers vestiges du libéralisme dont elle avait été l'apôtre convaincue dès le XVIII^e siècle !

technique qui s'est révélée comme l'adversaire irréductible du libéralisme. Celui-ci ne pouvait en effet subsister qu'en l'absence du progrès technique. Aussi l'Etat d'aujourd'hui est-il devenu la forme matérielle de la solidarité nouvelle. Dès que les lois du libéralisme ont cessé d'être vraies en présence de cette évolution technique, il était à prévoir qu'il ne s'agissait plus seulement d'une crise temporaire mais d'une solution définitive. Dès lors, ne nous acharnons pas à ressusciter d'anciennes formules ; cherchons à sauver ce qui peut en être sauvegardé pour revenir à une certaine forme de *régularité économique*, condition nécessaire de paix intérieure. Il n'y a pas d'équivoque en matière économique : ou il faut qu'on s'impose ses lois, ou il faut que l'Etat nous les impose (« dirigisme »).

Au cours d'autres considérations (1), qui mériteraient d'être discutées par de plus qualifiés, M. Detœuf estime que, dans une économie qui aura su *s'organiser elle-même*, l'intervention de l'Etat sera par ce fait même réduite au minimum. Et ainsi subsis-

(1) Dans la jeune publication bi-mensuelle *Nouveaux Cahiers*, nous avons noté quelques articles de M. Detœuf, que nous aurions plaisir à commenter ici s'ils ne sortaient pas du cadre de *la Science et la Vie*. Ces études font honneur à leur auteur qui n'a pas craint d'exposer, en toute franchise, son point de vue sur des problèmes d'une extrême gravité se posant à tous ceux qui veulent ardemment épargner au pays les risques de la guerre civile. Parmi ces problèmes actuels, celui de la discipline du travail et celui de la discipline du capital s'imposent à tout esprit impartial. Le souci constant de l'objectivité et la puissance d'analyse qu'y témoigne l'auteur nous change des platitudes ordinaires et des hypocrisies habituelles que l'on rencontre trop souvent sur ces sujets dans une certaine presse quotidienne et périodique. Ces qualités, assez rares à notre époque, justifient le frontispice des *Nouveaux Cahiers* : POUR LA LIBERTÉ DE LA PENSÉE, sans considération pour ses rédacteurs des divergences d'éducation intellectuelle, politique, sociale. Puisse cet effort d'interprétation entre esprits cultivés conduire à des réalisations constructives !

terait une part — non négligeable — du libéralisme par ailleurs amputé. Il pourrait en être ainsi pour certaines branches de l'activité : notamment pour les professions libérales, l'artisanat, etc.

Ceci dit, il paraît vraisemblable qu'en abandonnant le libéralisme, on ne peut éviter l'Etat totalitaire qu'en le rendant inutile. Ceci suppose aussi la formation d'une morale civique et sociale adaptée à l'économie nouvelle. Si le libéralisme a sanctifié l'égoïsme en rendant perpétuellement hommage au succès individuel, il a, par contre, détruit la notion du devoir social. Dans une économie fort peu concentrée, cela n'était pas dangereux pour la collectivité ; mais, dans une économie de *totale interdépendance*, l'acte de chacun cesse d'être indifférent à autrui. Or, il faut reconnaître en toute impartialité qu'en France nous n'avons pas précisément la notion collective...

C'est ainsi que chacun considère qu'il est en droit de réclamer à l'Etat des pensions, des indemnités, des exemptions, des prébendes... L'économie d'aujourd'hui exige une autre mentalité. C'est toute une éducation morale à faire dans la voie du renoncement. Qu'on le veuille ou non, une révolution se fait devant nous et malgré nous : le tout est de savoir si nous voulons l'ordonner ou si nous nous laisserons détruire par elle.

L'étatisme sans conscience conduit à l'anarchie sans scrupules. C'est donc pour nous affaire de compréhension. C'est aussi l'affaire des groupements de production, qui doivent se créer et s'organiser pour dispenser l'Etat de tout gérer à l'aide d'une administration toujours pesante et souvent inopérante.

Le rôle de l'Etat consistera alors à contrôler et à arbitrer... mais nous n'en sommes pas, hélas ! encore là...

G. B.

Les Allemands poursuivent leurs essais, en ce qui concerne le catapultage des hydravions destinés à exploiter un jour la ligne transatlantique Lisbonne-Açores-Bermudes-New York au moyen de bateaux-relais. La compagnie exploitante (*Lufthansa*) possédait déjà trois de ces navires spéciaux qui ont donné, pendant la période expérimentale, entière satisfaction ; elle va en mettre en service un quatrième qui vient d'être construit à Kiel et qui doit rejoindre, après achèvement complet, son poste désigné sur l'océan Atlantique pour assurer la liaison supratlantique. Ainsi le gouvernement portugais avait déjà passé des conventions avec la compagnie allemande avant d'autoriser le « pool » anglo-saxon à faire escale aux Açores (durée de l'accord : 25 ans ; monopole au profit d'une société anglo-américaine : 15 ans). Ceci tiendrait à prouver qu'il n'est pas question d'exclusivité pour les autres nations.

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

UN TRIOMPHE DE L'INDUSTRIE MINÉRALE A L'EXPOSITION DE 1937 : LES APPLICATIONS DES NOUVEAUX « VERRES » DANS LA CONSTRUCTION MODERNE

Par Paul NICOLARDOT

ANCIEN ÉLÈVE DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE
DOCTEUR ÈS SCIENCES

Il fut un temps — pas très lointain — où le verre ne trouvait pas d'autre application, dans la construction, que la confection de ces verrières plus ou moins vastes destinées à laisser pénétrer, en la tamisant ou la colorant, la lumière du jour dans les édifices, les ateliers, les habitations. Aujourd'hui, le verre, ou plutôt les verres — il en existe de multiples variétés scientifiquement composées et étudiées en vue d'emplois spécifiquement déterminés — ont conquis une place prépondérante dans la construction moderne. Aussi, l'Exposition des Arts et des Techniques constitue-t-elle, à cet égard, une sorte d'apothéose du verre appliqué au bâtiment qui utilise couramment les matériaux translucides. Mettant en évidence ses inestimables qualités, ce matériau relativement nouveau offre de réels avantages, et notamment au point de vue insonorité, isolement thermique, légèreté (densité voisine de celle de l'aluminium) et surtout luminosité. A cet égard, il permet, en effet, non seulement de diffuser la lumière, mais encore de la répartir rationnellement conformément aux lois de la physique appliquée. De plus, grâce à la trempe, on sait aujourd'hui — par une technique analogue à celle des verres de sécurité pour automobiles (1) — faire disparaître cette fragilité du verre jadis prohibitrice pour de nombreuses applications et accroître non seulement sa résistance aux chocs, mais encore son élasticité, soit dans le cas de plaques de faible épaisseur (dalles d'escalier, parois résistantes au choc), soit même dans la fabrication de corps creux, tels que briques pour la construction des façades, pavés incalifiables (parfois métallisés à l'aluminium pour accroître plus encore leur luminosité) très employés de nos jours dans la construction des coupoles en « béton translucide » (2) et dont l'apparition a autorisé les effets à la fois les plus seyants et les plus pratiques. La soie de verre (3), elle aussi, a étendu le champ de ses applications. Celle-ci est, en effet, à la base de la fabrication du verre thermolux, simultanément bon isolant thermique et acoustique et parfait diffuseur de la lumière. Enfin, parmi ces verres récemment créés par les industries céramiques et dont les emplois se multiplient sans cesse, il faut également citer les verres mousse (se laissant couper et percer sans rupture) et les pavés chauffants (pourvus d'une couche d'aluminium formant résistance électrique). Ce rapide tour d'horizon sur ce nouveau domaine — beaucoup plus étendu qu'à l'époque des dernières expositions — embrassant la technique industrielle des verres minéraux témoigne d'une audacieuse orientation de la chimie minérale appliquée (céramique). Elle a su aussi réagir contre l'empiétement de la synthèse organique et ses créations récentes dites « verres organiques » (4) qui s'avéraient de plus en plus redoutables pour les produits silicatés. Ainsi, chaque fois qu'un péril économique menace certaines productions en stagnation par suite de la concurrence de découvertes scientifiques, ces industries réagissent, en effet, « intelligemment » et ingénieusement en s'adressant elles aussi à la science du laboratoire qui peut précisément leur fournir les perfectionnements et transformations indispensables pour leur sauvegarde et leur assurer ainsi l'existence même dans la lutte pour leur « survie ».

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 174, page 481. — (2) Voir *La Science et la Vie*, n° 156, page 502. — (3) Voir *La Science et la Vie*, n° 144, page 513. — (4) Voir *La Science et la Vie*, n° 236, page 103.

C'E n'est point — contrairement à ce qu'on pourrait croire — dans le Pavillon de la Verrerie et de la Céramique, par ailleurs si remarquable, que l'on rencontre à l'Exposition des Arts et Techniques les applications modernes les plus importantes du verre à la construction.

Partout ailleurs, au contraire, dans les Pavillons belge, italien, palestinien, suisse, dans celui de la Parure, de la Monnaie et bien d'autres, on peut admirer de grandes verrières laissant passer la lumière, les uns sans la modifier, les autres en la tamisant ou en la colorant. Mais c'est surtout en visitant deux pavillons, celui de la Tchécoslovaquie et celui de la Compagnie de Saint-Gobain, que l'on peut se rendre compte du rôle de premier plan que le verre — ou plutôt les différents verres — peuvent jouer comme matériaux de construction et d'ornementation, sans parler de leurs multiples applications industrielles.

Jusqu'à ces dernières années, les principales applications de verre dans le bâtiment avaient pour but de laisser pénétrer la lumière dans les intérieurs ou de la réfléchir pour les égayer et les agrandir. Il a été étudié maintenant pour répondre à des besoins nouveaux.

Encastré dans le béton où il travaille à la compression, le verre a permis de réaliser des coupes, des voûtes, des parois translucides, colorées ou non, dont chaque élément diffuse largement la lumière et la répartit d'une manière rationnelle (1). Les verres, sous des formes diverses, ont permis d'élever des cloisons, des murs, transparents ou simplement lumineux, de réaliser des planchers aux teintes diverses dont on peut même élever la température à volonté, supprimant ainsi les radiateurs encombrants peu esthétiques et condenseurs de poussières sur les murs, qu'ils salissent rapidement.

Les fenêtres, les parois peuvent être construites avec des verres spéciaux assurant l'isolement thermique, l'insonorité (2), en même temps que la diffusion de la lumière.

Mieux encore, une *trempe* spéciale supprime la fragilité du verre (3), permettant ainsi de l'utiliser pour la construction de marches d'escalier, de parois résistantes au choc, de bétons translucides à haute résistance.

Le verre, isolant thermique et acoustique

Pour lutter contre le bruit intense dans certaines rues, contre le vent et le froid,

la première solution appliquée a été la construction de doubles fenêtres. Ce procédé onéreux, assez efficace contre le bruit, l'est beaucoup moins contre le froid. L'expérience a prouvé, en effet, que la couche d'air isolée entre deux lames de verre doit avoir une épaisseur de 4 cm *au plus* pour obtenir un isolement thermique ; l'épaisseur des lames de verre ne joue aucun rôle. En doublant l'épaisseur de celles-ci, on ne diminue que de 3 % seulement le coefficient de passage de la chaleur. Dès que l'intervalle entre les deux lames de verre augmente, des courants de convection se produisent et l'isolement est fortement diminué, s'il ne disparaît pas. Pour éviter la construction onéreuse de doubles fenêtres, ou de doubles parois ou plafonds en verre, et éviter des dépenses exagérées dans le chauffage des bâtiments à larges et multiples baies, on a songé à coller deux vitres sur tout leur pourtour en laissant entre elles un intervalle de quelques millimètres, et, entre les deux vitres, on a déployé, avant leur collage, des nappes de *soie de verre* entrecroisées. Cette *soie de verre*, obtenue en filant du verre ordinaire transparent — du verre « blanc » comme on l'appelle improprement — ou du verre coloré, se présente sous la forme de fils très fins, comme ceux d'une toile d'araignée (1). Ces fils brisent la lumière en tous sens.

Avec l'isolement thermique se trouve réalisée, par l'emploi de ces verres appelés *thermolux*, une diffusion complète permettant à une lumière douce, non aveuglante, teintée ou non, d'éclairer toutes les parties de la salle par le plafond, les cloisons ou les baies, même quand il n'est pas nécessaire d'avoir des baies transparentes. Une étude plus complète a permis tout récemment de réaliser avec ces verres une insonorité relative et de permettre leur emploi dans des salles de concert. La forme, l'épaisseur du verre, la répartition des nappes de *soie*, l'encastrement jouent dans ce cas un grand rôle, comme il arrive avec les parois ordinaires sur lesquelles rebondit le son ou sur lesquelles il s'amortit suivant que ces parois sont dures ou non.

C'est avec ce verre *thermolux*, employé de plus en plus dans les nouveaux bâtiments et qui se retrouve dans divers pavillons à l'Exposition, notamment au Pavillon italien où il laisse tomber sur les fraîches peintures une douce lumière, que sont construites les parois du Pavillon tchécoslovaque.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 144, page 513.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 156, page 502.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 170, page 97.

(3) Voir *La Science et la Vie*, n° 174, page 481.

Dans la construction du Pavillon tchécoslovaque entrent trente sortes de verre

Ce Pavillon — édifié au bord de la Seine, sur la rive gauche de ce fleuve, en aval du pont d'Iéna — est l'œuvre de l'architecte tchécoslovaque, M. Krejkar, aidé par MM. Molinié, Nicod, Boulanger et Barbieris, architectes d'opération, et secondé par M. l'ingé-

terrasse en béton translucide, bordée par une balustrade en acier où s'encastrant de grands hublots en verre trempé, surplombant la berge du fleuve.

L'entrée du Pavillon du côté opposé, appelée le « hall d'état », est recouverte par un toit en verre armé spécial. Les mailles de l'armature sont de faibles dimensions et les arêtes longitudinales des plaques de

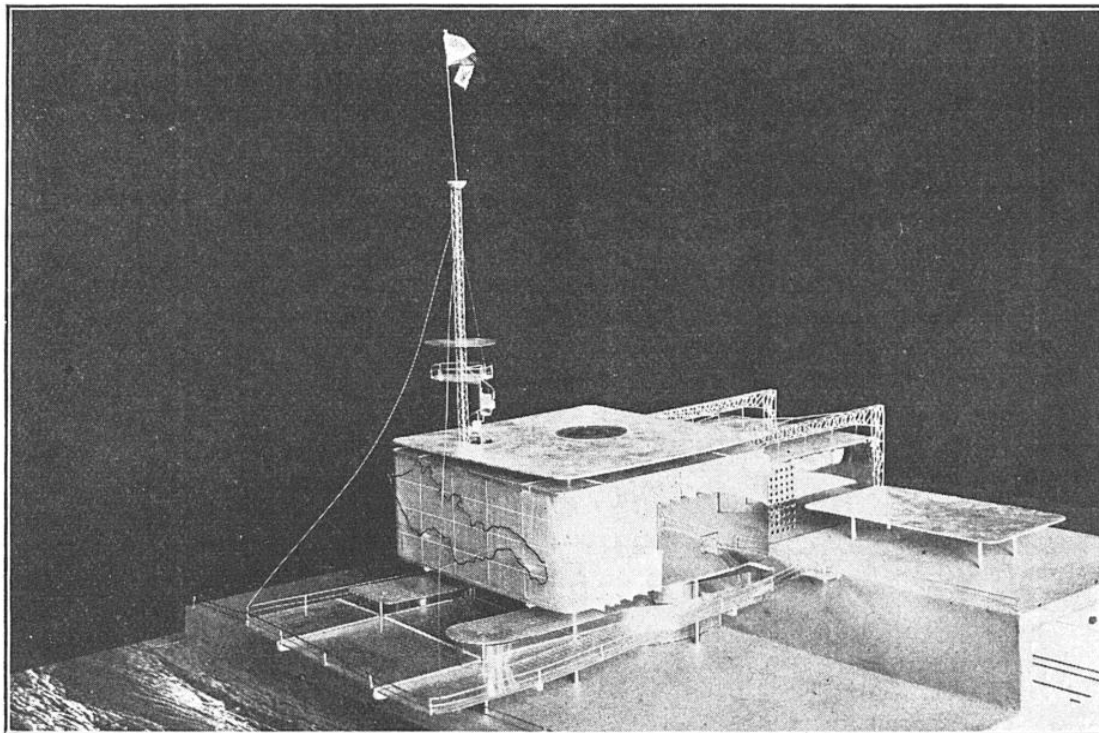


FIG. 1. — LE PAVILLON DE LA TCHÉCOSLOVAQUIE POUR LA CONSTRUCTION DUQUEL ON A FAIT APPEL A TRENTÉ SORTES DIFFÉRENTES DE VERRE

La plus grande partie de la façade est constituée par les verres « thermolux » dont les propriétés remarquables, au point de vue de la diffusion de la lumière, de l'isolement contre la chaleur et le bruit, sont dues à la présence de soie de verre. Le « hall d'état », visible à droite, est recouvert d'un verre armé spécial, et le bâtiment central est surmonté d'une coupole de 12 m 50, en pavés de verre garnis de fibrociment et de soie de verre.

nieur Polivka, dont les travaux sur les verres et leur emploi dans le bâtiment sont bien connus.

Ce Pavillon a été édifié avec les aciers et les verres préparés et façonnés en Tchécoslovaquie. Il est essentiellement constitué par un cube formé d'une ossature métallique en portiques, s'appuyant sur la berge de la Seine à l'aide de quatre poteaux en acier, supportant chacun une charge de 400 tonnes. Les cloisons de cette ossature sont remplies par des verres « thermolux ». Du côté de la Seine, et sur une partie des deux façades perpendiculaires, court en porte-à-faux une

verre armé ont des profils arrondis. Dans les joints, ces verres sont recouverts par des baguettes profilées en verre. Cette innovation intéressante évite entre autre la rouille des armatures de fer et la nécessité de les protéger. Ce plafond en protège un autre exécuté en verre « thermolux » étudié notamment pour le rendre isolant contre le bruit et éviter les échos désagréables. Les concerts qui seront donnés dans ce hall d'entrée permettront sans aucun doute d'apprécier la valeur de ces verres spécialement étudiés. Les parois sont formées par des briques de

verre, évidées afin d'assurer l'isolement thermique. Les surfaces sont finement profilées pour diffuser la lumière.

Ce hall se raccorde, du côté sud, au bâtiment principal à l'aide d'une paroi revêtue de verres argentés de revêtement *vitracolor* et *vitropak*, séparés de la paroi intérieure et protégés contre l'humidité à l'aide de feuilles métalliques.

Dans les coins verticaux du bâtiment principal, les verres «thermolux» sont bombés. Leurs dimensions étant de 182 sur 215 cm, on voit quelles difficultés ont dû être surmontées dans leur fabrication.

Le toit du bâtiment principal est formé d'une coupole en béton translucide de 12m50 de diamètre dont l'épaisseur n'est que de 6 cm. Elle a été réalisée par M. l'ingénieur Polivka, à l'aide de verres ronds à profil bien étudié pour éviter la rupture. L'originalité de cette construction consiste dans l'emploi de petits cadres ronds en fibrociment sur lesquels sont placés à l'avance, ces verres, avec interposition d'un tissu en soie de verre augmentant l'isolement thermique et assurant la diffusion de la lumière. Entre ces cadres, sont disposées les armatures et, après coulage du béton, celui-ci est fortement damé. Aucun de ces verres n'est fendu ou écaillé, ce qui est bien la meilleure preuve d'une bonne exécution du travail. La rupture des verres,

quand elle se produit, a toujours lieu dans un délai très court après le décoffrage.

Le Pavillon de Saint-Gobain, véritable musée des verres modernes

Fort différente de l'architecture du Pavillon de la Tchécoslovaquie est celle du beau

Pavillon de la Compagnie de Saint-Gobain, conçu et édifié par les architectes MM. René Coulon et Jacques Adnet. L'acier n'y entre que pour une faible part. Ce bâtiment, de plus de 20 m de haut, se présente sous l'aspect d'un cube dont la façade principale seule n'est pas plane, mais incurvée en son centre suivant une courbe de 11m de rayon. Des «cerces» en béton armé maintiennent les glaces bombées de 3 m de hauteur, fabriquées à Cirey, et le beau monogramme en dalles éclatées exécuté par le maître Labouret. Les deux autres façades sont entièrement construites avec des briques



FIG. 2. — VUE D'ENSEMBLE DU PAVILLON DE SAINT-GOBAIN, MUSÉE DES VERRES MODERNES

Sur la façade d'entrée, on remarque les glaces bombées maintenues par des «cerces», les murs en briques creuses de verre trempé et les marches de l'escalier également en verre trempé semblable au verre «Sécuret». Au milieu, le monogramme en dalles éclatées. Parmi les verres les plus nouveaux, il faut signaler les verres chauffants, les verres mousse particulièrement légers, les verres colorés, transparents ou opaques (marmorites).

creuses en verre. Le fond est formé de briques pleines devant lesquelles sont des glaces argentées. Entre le mur du fond et les glaces sont des gaines permettant l'accès au toit. Le tout est soutenu par des poutres en béton armé qui supportent ainsi plus de 100 tonnes de verres moulés, briques et pavés. En prévision d'un grand nombre de visiteurs, la charge qu'il a fallu prévoir, d'après le cahier des charges de l'Exposition, est de 500 kg/m².

Une difficulté particulière se présentait dans la construction du Pavillon de Saint-Gobain, celle de conserver deux marronniers du Cours-la-Reine, qui s'élèvent sur son emplacement. Les architectes qui ont eu à résoudre ce problème en ont tiré le meilleur parti. Quand les visiteurs entrent par la façade principale, en gravissant l'escalier à double rampe dont les marches (sans contremarche) en verre trempé ne faiblissent même pas sous le poids de deux ou trois personnes, ils se trouvent, après avoir franchi le seuil, en face des deux arbres s'élevant sur

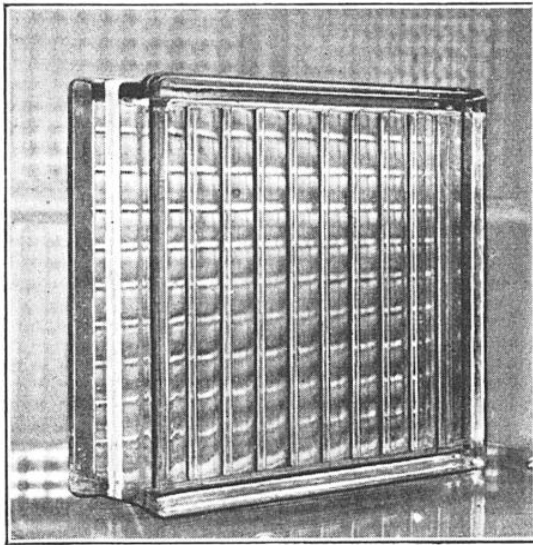


FIG. 3. — UNE DES BRIQUES CANNELÉES CREUSES EN VERRE TREMPÉ QUI ONT SERVI A L'ÉDIFICATION DU PAVILLON DE SAINT-GOBAIN, A L'EXPOSITION DE 1937

un fond de glaces. L'impression est des plus curieuses et des plus attrayantes. Les glaces impeccables ont fait disparaître le mur du fond et, par les effets d'éclairage des façades toutes en verre, les visiteurs ont l'impression de se trouver en plein air. Ils sont bien vite rappelés à la réalité par les vitrines qui renferment, entre autres beaux verres, les verres d'optique préparés au Vésinet et les verres les plus divers dont nous ne décrirons que quelques-uns, les plus nouveaux, ne rappelant que pour mémoire des verres comme le Pyrex.

Les verres nouveaux les plus importants, en raison de leurs applications de plus en plus fréquentes dans la construction, sont les grandes briques creuses, les pavés et verres chauffant, les verres mousse et enfin les verres trempés, non fragiles.

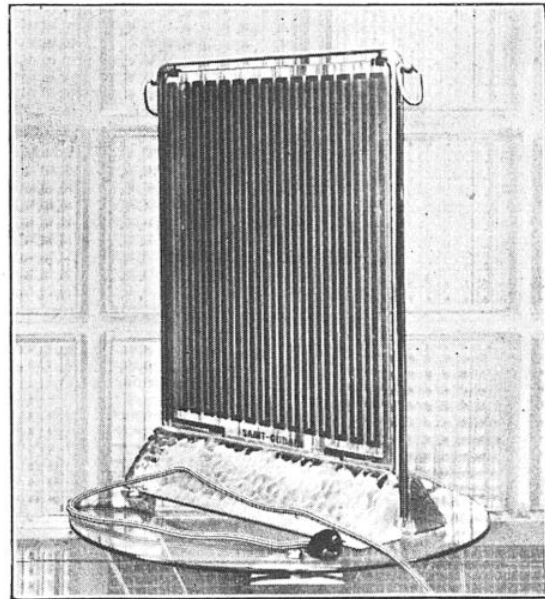


FIG. 4. — VOICI UN RADIATEUR ÉLECTRIQUE DE 1 kW ENTIÈREMENT EN VERRE

Il est constitué par deux plaques de verre « Sécurité » (verre trempé) sur lesquelles est déposée une couche d'aluminium formant résistance électrique. Entre les deux plaques circule de l'air dont le courant chaud ascendant brasse d'une façon continue l'atmosphère de la salle à chauffer.

Voici les briques de verre creuses et les pavés chauffants

Les briques creuses qui constituent les deux grandes façades latérales et une partie de la façade principale du Pavillon ont les dimensions suivantes : $30 \times 30 \times 10$ cm. Elles sont creuses, portent des cannelures et

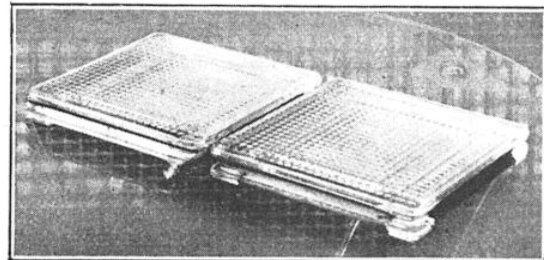


FIG. 5. — CES PAVÉS CHAUFFANTS EN VERRE TREMPÉ SONT RECOUVERTS, SUR LEUR FACE INFÉRIEURE, D'UNE COUCHE D'ALUMINIUM JOUANT LE RÔLE DE RÉSISTANCE ÉLECTRIQUE. Le contact électrique entre les couches d'aluminium de deux pavés jointifs est assuré par une petite brosse métallique introduite à force dans une cannelure ménagée entre les pavés.

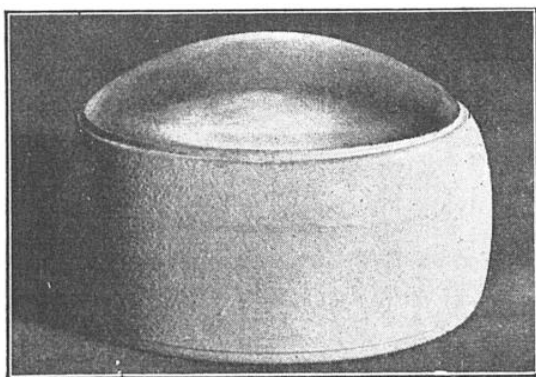


FIG. 6. — PAVÉ « SÉCUREX » EN VERRE TREMPÉ (A SURFACE LATÉRALE MÉTALLISÉE A L'ALUMINIUM POUR AUGMENTER LE RENDEMENT LUMINEUX) UTILISÉ PARTICULIÈREMENT DANS LA CONFECTION DU BÉTON TRANSLUCIDE (PETITE COUPOLE)

sont trempées pour diminuer leur fragilité. Avant de souder les deux demi-briques, ce qu'il est possible de faire parce qu'elles sont trempées, ainsi que nous le verrons à propos des verres utilisés dans la construction des bétons translucides, les cannelures des deux demi-briques sont disposées perpendiculairement et non parallèlement les unes aux autres. Cette manière de faire, en assurant une diffusion parfaite de la lumière, évite la monotonie qui résulterait du parallélisme des cannelures en créant une sorte de chatoiement. Celui-ci se modifie au fur et à mesure que le spectateur se déplace.

Le mur de ces briques se trouve à 5 cm des poutres en béton auquel il est relié par des anneaux scellés dans le béton et s'engageant dans les joints.

Les pavés chauffants sont préparés à peu près comme la plaque chauffante de l'élégant petit appareil portatif exposé dans le hall et fournissant pour un kilowatt-heure 860 calories. La résistance chauffante est constituée par une couche d'aluminium projeté sur le verre chaud à l'aide d'un pistolet. Dans le petit appareil, le dépôt est réalisé sans solution de continuité. Le verre recouvert de cette résistance est placé entre deux glaces. Il se produit alors un courant ascendant qui brasse puissamment l'air de la pièce et en assure le

chauffage. Les pavés recouverts d'une résistance en aluminium sont placés côte à côte et les dépôts métalliques sont reliés entre eux par un procédé spécial.

Les verres mousse

Pour terminer cet exposé, il nous reste à parler de deux verres, dont l'emploi se développe de plus en plus et qui sont préparés intentionnellement avec les défauts que redoutaient le plus les anciens maîtres-verriers.

On sait, en effet, avec quel soin ceux-ci cherchaient à bien affiner leur verre, à éliminer toutes les bulles et, après avoir obtenu du verre bien affiné, ils s'efforçaient de recuire soigneusement les objets préparés avec ce verre bien affiné. Maintenant, parmi les verres nouveaux les plus intéressants, on voit apparaître des verres fortement « bulleux » et des verres « trempés ».

Les verres « bulleux », à multiples bulles, sont les *verres mousse*. Ils renferment une multitude de bulles irrégulières, de diamètre plus ou moins grand, ne communiquant pas entre elles. La présence de ces bulles augmente la légèreté du verre, son pouvoir de diffusion sans diminuer son étanchéité tout en le rendant plus insonore et plus isolant. Ces propriétés permettront au verre mousse de trouver certainement des applications nouvelles, car il se laisse percer, couper sans se rompre. La résistance à la

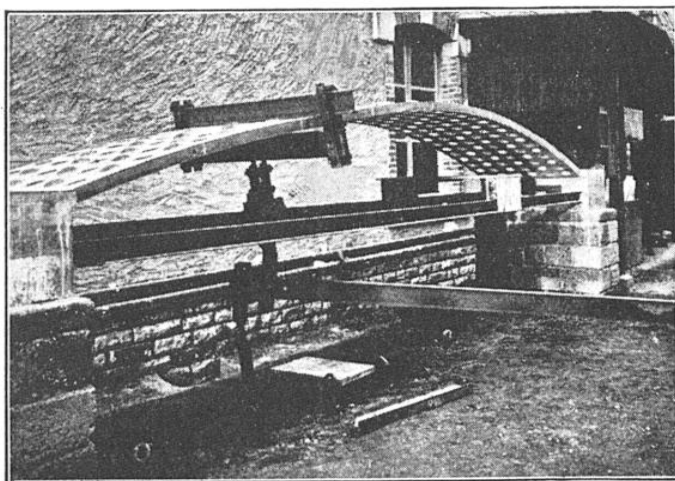


FIG. 7. — ESSAI SPÉCIAL DE RÉSISTANCE A LA FLEXION D'UN ARC DE VOUTE EN BÉTON TRANSLUCIDE. Cet arc de voûte, comportant six rangées de pavés « Sécurex » métallisés semblables à celui de la figure 6, mesure 1 m de largeur et a une portée de 5 m. Malgré l'importante déformation de l'arc de voûte, tous les pavés sont restés intacts.

compression des verres mousse est suffisante, elle varie de 41 kg/cm² à 45 kg/cm² suivant que les bulles sont plus ou moins grosses.

On obtient ces verres en ajoutant de la poudre d'aluminium avec divers bioxydes métalliques (titane, chrome, manganèse, etc.) aux matières utilisées pour la fabrication du verre en supprimant naturellement les substances oxydantes (nitrates, sulfates). L'aluminium réduit les bioxydes et produit des grains très divisés qui réagissent sur le gaz carbonique provenant de la décomposition du carbonate employé pour la préparation de ces verres. Les bulles renferment de l'oxyde de carbone produit au moment où on réchauffe la masse vers 700° (1). La densité de ce verre bulleux est de 0,25. Cette densité s'abaisse encore si l'on soumet la masse chauffée à l'action du vide. Elle descend jusqu'à 0,15.

On voit quelle légèreté présentent de tels verres puisque les verres ordinaires sans bulles ont une densité moyenne de 2,5 légèrement inférieure à celle de l'aluminium.

Les verres trempés

La trempe était autrefois un défaut des verres parmi les plus redoutés. A la trempe étaient dues la rupture spontanée des vitres ou des glaces, la déformation ou gondolage de celles-ci, quand la trempe était moins forte. Et c'est cependant en reprenant les idées de l'ingénieur français La Bastie que l'on est arrivé, au moyen d'une trempe modérée bien conduite, à préparer des verres non fragiles capables de supporter des chocs violents sans se briser, de plier sans se rompre, alors que les verres ordinaires les mieux préparés ne peuvent se déformer sans se briser.

Les dalles utilisées pour la construction des marches du Pavillon de Saint-Gobain ont été construites comme les glaces et les pare-brise de sécurité. La résistance exigée étant de 200 kg par mètre linéaire, elles ont été essayées sous une charge trois fois plus grande et ne « claquent » que sous une charge six fois plus forte. La charge prévue pour chaque marche est ainsi de 320 kg ; elles ont été essayées à 960 kg et, pour en rompre une, il a

(1) Certaines briques de mousse de verre présentées au Pavillon de Saint-Gobain sont fabriquées par un procédé différent encore tenu secret et qui consiste à partir directement de la poudre de verre et de charbon chauffées.

fallu y appliquer près de 2 tonnes. C'est dire toute la sécurité que présente le bel escalier conduisant à l'intérieur du Pavillon de Saint-Gobain.

La trempe de ces plaques est une opération relativement facile. Leur refroidissement s'effectue à l'aide de tuyères soufflant de l'air à une température bien déterminée. Il suffit, pour éviter le « martelage » du verre, c'est-à-dire la trace sur celui-ci des jets d'air, de déplacer la plaque ou les tuyères.

Dans le cas des corps creux comme les briques creuses utilisées pour la construction des façades ou des pavés employés dans la construction des bétons translucides, certaines précautions sont à prendre. Il faut, en effet, que les deux faces soient également trempées ; or la partie creuse, restant plus longtemps chaude, éprouve un recuit partiel, si on ne poursuit pas son refroidissement.

C'est en tenant compte de cette différence dans le refroidissement des corps creux qu'ont pu être réalisés de remarquables produits à haute résistance, comme les pavés inécaillables. Pour augmenter la luminosité des bétons translucides préparés avec ces pavés, ils sont métallisés à l'aluminium. Le pavé nu pour petites coupoles a un facteur de transmission pour la lumière diffuse de 0,40 ; la valeur de ce facteur s'élève à 0,51 quand on revêt le pavé d'un enduit blanc et à 0,70 quand il est métallisé à l'aluminium. Cette métallisation se fait à chaud, ce qui est possible avec du verre trempé et ne l'est pas avec du verre ordinaire. L'aluminium adhère parfaitement sur le verre chaud. La résistance et l'élasticité des voûtes construites avec de tels pavés sont remarquables.

Les deux Pavillons de la Tchécoslovaquie et de Saint-Gobain, que nous venons de décrire avec quelque détail, sont loin de constituer des exceptions parmi les édifices de l'Exposition des Arts et des Techniques. On peut dire qu'il n'est pas un pavillon qui ne fasse appel au verre, le plus souvent pour sa décoration, mais fréquemment aussi pour sa construction. Sous les multiples formes que nous avons décrites et sous bien d'autres encore, dont les applications sont encore limitées, mais qui prendront sans doute, dans peu d'années, une importance notable, le verre a pris rang aujourd'hui parmi les matériaux de construction les plus modernes.

PAUL NICOLARDOT.

COMMENT L'ANGLETERRE A RÉALISÉ SON RÉSEAU « IMPÉRIAL » DE NAVIGATION AÉRIENNE

L'AVIATION marchande anglaise aborde, en 1937, la réalisation de son programme d'Empire pour acheminer désormais, par voie aérienne, la totalité de son courrier postal affranchi au tarif normal (14 g pour 70 centimes, alors que de Paris au Chili 5 g coûtent 10 fr !). Dans une récente étude remarquablement documentée, M. Henri Bouché expose magistralement cette entreprise impériale d'aviation marchande que la Grande-Bretagne parachève actuellement.

La Compagnie « Imperial Airways », résultant depuis 1924 de la fusion de toutes les sociétés anglaises aériennes, a méthodiquement établi son programme aujourd'hui en plein développement. A ce propos, M. Bouché souligne que le magnifique réseau des lignes aériennes exploitées par ses hydravions a été réalisé avec le minimum de subventions officielles puisque celles-ci ne représentent même pas le tiers de la recette totale acquise à la compagnie exploitante, alors qu'en France les subventions de l'Etat représentent environ les quatre cinquièmes des recettes encaissées par les exploitants !

L'aviation de transport en Angleterre s'est, en effet, orientée dès le début vers les *gros tonnages*, de préférence aux grandes vitesses qui coûtent cher. C'est pour cette raison que furent construits, vers 1930, ces grands avions quadrimoteurs pour 30 à 40 passagers sur la ligne Paris-Londres (à 150 km/h), puis les hydravions à 15 passagers pour la ligne Italie-Egypte-Grèce. Ainsi, les « Imperial Airways » furent conduits à ne plus utiliser que des appareils dont la *charge payante* moyenne était supérieure à 1 tonne. Les autres compagnies européennes se contentent souvent de la moitié et même moins ! C'est ce qui explique que la politique commerciale aérienne britannique s'astreignit à n'utiliser qu'un nombre restreint de grands avions (une trentaine en 1935), alors que les concurrents des autres nations chiffrèrent les éléments de leur flotte par centaines. De plus, la compagnie anglaise était ainsi amenée à ne s'adresser qu'à

quelques constructeurs éprouvés capables de lui livrer des appareils répondant le mieux aux conditions de leur exploitation commerciale. C'est cette sage politique qui détermina le gouvernement à confier à l'aviation marchande *dès cette année* le transport de la poste de première classe (lettres et cartes affranchies au tarif normal d'un penny et demi pour une demi-once, soit 70 centimes pour 14 g). Cette décision signifiait que chaque semaine, au départ de Southampton (plus tard ce sera Portsmouth), la métropole expédie 20 t (au moins) de courrier aérien vers l'Egypte pour être réparti entre les routes d'Afrique, d'Asie, d'Australie. Un tel programme allait, dit M. Bouché, imposer des capacités de charge et des fréquences de service si nouvelles qu'on en pourrait attendre d'immenses possibilités commerciales : passagers et messageries allaient en effet affluer.

Il fallait dès maintenant prévoir cet afflux et y pourvoir. C'est alors que la compagnie commanda 40 appareils de fort tonnage, dont 28 hydravions « Short » et 12 avions (peut-être même 14) « Armstrong-Whitworth ». Ce sont des quadrimoteurs (3 200 ch au total) pesant en charge 20 t environ. Grâce à une nouvelle organisation et à ces nouveaux matériels, les durées de voyage décomptées en jours s'expriment comme suit : Londres-Calcutta, 16 jours par paquebot, 6 jours et demi actuellement par avion, 4 jours seulement en 1938 ; Londres-Singapour, 22 jours, 8 jours et demi, 5 jours et demi l'an prochain ; Londres-Australie (Sydney) 31 jours, 12 jours et demi, 8 jours (1). Ces chiffres ont leur éloquence. En voici d'autres : pendant la pé-

(1) Lorsque l'équipement total du réseau sera un fait accompli, la durée des voyages aériens sera encore plus courte : Calcutta, 3 jours ; Singapour, 4 jours ; Sydney, 6 jours et demi. Le record Australie-Angleterre (Waller et Cathcart Jones) est de 5 jours 15 h 55 mn. Celui d'Angleterre en Australie (Scott et Campbell Black) est de 2 jours 4 h 37 mn. Tout récemment, en mai dernier, l'aviateur anglais J. L. Brook a battu également sur le parcours Angleterre-Le Cap, tous les records de durée antérieurs sur ce trajet (Le Cap-Londres en 9 jours 9 h 30 mn ; Londres-Le Cap en 4 jours 18 mn).

riode Noël-Nouvel An, la Compagnie compte mettre en service simultanément 40 grands avions et hydravions voyageant de jour et de nuit sur les routes impériales, à raison de : 15 services hebdomadaires à destination de l'Égypte, 9 pour les Indes, 7 pour l'Australie, 5 pour l'Afrique du Sud (Le Cap). On estime que des appareils pesant 20 t seront capables de transporter près de 5 t de charge payante (courrier, 2 000 kg ; messageries, 500 kg ; passagers, 20, avec bagages). Une telle réalisation nécessite une dépense de 230 millions, rien que pour le matériel, auxquels il faut ajouter les frais d'équipement sur le trajet (notamment la construction d'hôtels-relais). Pour cette grande œuvre, les « Imperial Airways » ont obtenu le concours des Dominions, des Colonies, du Royaume-Uni. Ce dernier accorde sur le budget d'Etat 66 millions de francs, annuellement, pendant quinze ans. Il va de soi que les contrats postaux contribueront pour une large part aux ressources du « transporteur » aérien aux dépens du transporteur maritime ! On évalue la recette de ce fait à environ 450 millions de francs sur une base de 4 francs-or à la tonne/km pour un trafic de 16 millions de tonnes/km par an.

Si on ajoute cette somme aux 100 millions déjà perçus actuellement en dehors de la poste, il n'est pas exagéré d'escompter 900 millions de francs comme recette commerciale d'exploitation. A ce compte, la Compagnie pourrait — d'après M. Bouché — mettre en service jusqu'à 50 appareils de 20 t sur 20 millions de km à parcourir annuellement !

Les nouveaux services d'Empire seront assurés par des hydravions de préférence aux avions. En effet, des gros porteurs de 20 t et bientôt de 40 t exigent l'établissement et l'entretien d'aires d'atterrissage d'un prix quasi prohibitif. L'hydravion, au contraire, trouve dans les régions desservies des plans d'eau utilisables. Les Anglais tendent donc à remplacer les aéroports par les ports dans un but d'autonomie et d'indépendance. D'ores et déjà 28 hydravions « Short » (Empire) sont en construction et 12 sont déjà livrés. Leurs caractéristiques sont les suivantes : envergure 34 m 75, longueur 26 m 80, hauteur 9 m 70, surface portante 139 m², poids à vide 10 t 900, en charge 18 t 380 dont 3 t (environ) pour la charge commerciale non compris l'équipage (5 hommes). Les moteurs au nombre de 4 (de 800 ch chacun) propulsent ces lourds appareils à une vitesse de croisière de l'ordre

de 255 km/h en n'utilisant seulement que les *deux tiers de la puissance* totale (vitesse maximum 320 km/h). Le rayon d'action de ces hydravions « Short » (tel que le « Canopus ») atteint au moins 1 200 km. Par contre, les nouveaux appareils de cette série tels que le « Cavalier » auront un rayon d'action plus grand encore grâce à l'adjonction de réservoirs spéciaux. Le « Cavalier » est destiné, en effet, à exploiter la ligne Bermudes-New York. D'autres encore, plus récents (« Cambria » et « Caledonia ») sont destinés aux essais à poursuivre cette année au-dessus de l'Atlantique Nord. Aussi ces hydravions disposent-ils dans leurs réservoirs de plus de 10 000 litres de carburant, afin de parcourir (par temps calme), sans escale, 6 000 km environ ! Malgré un poids en charge de plus de 20 000 kg, l'un de ces appareils a pu décoller aisément et parcourir 3 700 km d'un trait (Angleterre-Égypte) ayant 5 hommes à bord, 14 passagers et 0,5 t de fret (vitesse à l'aller, 273 km/h ; vitesse au retour, 247 km/h). Ce sont les hydravions de cette série C qui assureront le transport régulier et confortable de 24 passagers (la nuit 16 passagers en couchettes) en 15 h, d'Alexandrie à Southampton.

Cette future « Route des hydravions » a nécessité de nombreux et onéreux travaux préliminaires en tenant compte de la géographie et de la météorologie des contrées traversées et en y installant notamment de nouvelles stations de radio-guidage. Un aussi vaste programme d'Empire s'exécutera progressivement, tant au point de vue des ententes internationales à intervenir qu'à celui de l'aménagement des lignes (infrastructure), et au matériel volant destiné à leur exploitation, etc. Cette grande œuvre fait honneur au gouvernement qui l'a conçue comme à la Compagnie aérienne qui l'exécute. Quand on jettera les yeux, d'ici quelque temps, sur un planisphère, on sera frappé de l'importance prépondérante que tiennent dans le monde les communications intercontinentales exploitées par l'aviation anglo-saxonne. Le Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande, comme les Etats-Unis d'Amérique, auront été les premiers à réaliser un aussi vaste réseau de routes aériennes établi rationnellement, grâce aux moyens les plus puissants que la locomotion mécanique a mis à ce jour à la disposition de la navigation aérienne. Ainsi l'Anglais, éternel « roulier » de la mer, sera devenu le plus grand « routier » de l'air pour relier à sa « métropole » les vastes territoires de son immense « Empire ».

L'AUTOMOBILE ET LA VIE MODERNE

« Tout à l'avant » ou « tout à l'arrière ». — L'étude des carrosseries dans les souffleries aérodynamiques. — De quelques règles de conduite pour les automobilistes de 1937. — L'injection interne de l'essence dans un moteur à explosion.

« Tout à l'avant » ou « tout à l'arrière » ?

Au cours de ces dernières années, dans la construction automobile française s'est affirmée la tendance rationnelle de rendre la carrosserie de nos voitures de plus en plus confortable au point de vue du « logement » disponible pour les passagers. Comme le diamètre des roues des automobiles actuelles est demeuré le même que précédemment et que les constructeurs ont d'autre part « surbaissé » les carrosseries pour en accroître les dimensions de « l'habitacle », il a fallu évidemment descendre le plan supérieur des longerons par rapport aux « essieux » et par suite le plancher des carrosseries et, par voie de conséquence, les sièges ont suivi le mouvement sans diminuer la hauteur intérieure disponible. Mais, ainsi que l'a fort judicieusement fait remarquer l'ingénieur P. Maillard, la boîte de vitesse est alors venue faire saillie entre les *places avant* et il a fallu laisser passer « en tunnel » entre les places arrière l'arbre de transmission, ce qui, évidemment, sacrifie une partie de la place destinée aux passagers au profit du mécanisme. C'est, d'une part, assez gênant et, d'autre part, c'est irrationnel au point de vue mécanique puisque aucun organe (sauf ceux pour la conduite du véhicule) ne devrait dépasser le plancher de la voiture. C'est pour remédier à cet inconvénient que certains constructeurs ont adopté des ponts à vis, à denture « *hypoid* » (1) ou à double démultiplication qui permettent d'abaisser dans une certaine mesure l'arbre de transmission. C'est aussi pour supprimer *totale*ment l'émergence de la boîte de vitesse et de l'arbre de transmission que certains ingénieurs ont été amenés à envisager la *concentration* de tout le mécanisme (du moteur à la transmission) soit à l'avant, soit à l'arrière. De cette conception sont nés les modèles « Citroën »

(1) On sait que le mouvement de l'arbre de transmission à l'axe des roues motrices s'effectue par renvoi d'angle, généralement un couple conique constitué par un pignon et une couronne dont les axes sont perpendiculaires. On utilise aujourd'hui des pignons à denture hélicoïdale qui assurent un rendement d'au moins 95 % et accroissent le silence de fonctionnement. Lorsque les dentures hélicoïdales sont décalées, c'est-à-dire quand les axes du pignon et de la couronne ne se rencontrent pas, les dentures sont dites « *hypoid* ». Cette disposition permet d'abaisser l'arbre de transmission puisque sa position n'est plus définie par celle de l'axe de la couronne.

(tout à l'avant) et « Mercedes », « Adler », « D. K. W. » (tout à l'arrière). Aux États-Unis, une voiture Ford propulsée comme la Mercedes serait, paraît-il, actuellement au point. Une voiture à traction avant, du fait qu'elle est *tirée* et non *poussée*, possède, nous dit M. Maillard, une stabilité de route remarquable. En effet, elle tend toujours à « se redresser » au lieu d'accentuer les écarts de direction, d'où impression de plus grande sécurité dans les virages comme en ligne droite et aussi une plus grande précision dans la conduite. On a constaté que les moyennes horaires sont dans ce cas plus élevées surtout sur des parcours comportant de nombreux virages. La réalisation de la traction avant a soulevé au début de son application certaines difficultés d'ordre mécanique (joints de cardan robustes et sûrs même pour de grands braquages des roues avant), mais, aujourd'hui, on peut affirmer impartialement qu'elle donne pleine satisfaction aux usagers. Par contre, notre confrère — spécialiste averti — signale les difficultés rencontrées dans la *répartition des masses* et notamment l'insuffisance possible de charge sur les roues avant qui pourraient « patiner » dans certains cas (démarrage dans une forte côte, au sol glissant par exemple). C'est pourquoi on a fait supporter au train « avant » le plus de charge possible (bloc-moteur à l'arrière de l'essieu, transmission au centre, boîte de vitesses en avant). Ainsi l'adhérence a pu être obtenue d'une façon satisfaisante. Jusqu'à présent, ce sont surtout les voitures de faible cylindrée qui ont adopté ce système du « tout à l'avant ».

Quant au dispositif du « tout à l'arrière » il a aussi des partisans convaincus : d'abord la construction en est simple, par suite moins onéreuse, et pas de crainte au sujet de l'adhérence. Par contre, en vue de ne pas exagérer la charge, il importe de « reporter » les passagers vers l'avant (alors la largeur de la banquette avant peut être modifiée afin de permettre le débattement exigé au braquage des roues directrices). Quant au radiateur, il faut évidemment le placer à l'arrière du véhicule. Ceci dit, il y a lieu de remarquer que les carrosseries aérodynamiques modernes se prêtent au « tout à l'arrière » ; une carrosserie de ce genre comporte, en effet, une « pointe » à l'arrière

où il est précisément aisé de loger la partie mécanique tout en évitant un « porte-à-faux » par trop exagéré. La disposition la plus rationnelle consiste donc à disposer les organes de la façon suivante : moteur en arrière de l'essieu (axe des roues) (1) commande des roues au centre, boîte de vitesses en avant.

Tels sont les principaux avantages et inconvénients des deux systèmes de traction étudiés. Ils sont actuellement réalisés notamment en Allemagne, en Angleterre, en France. Il est vrai que peu de constructeurs les ont encore appliqués, préférant demeurer dans les conceptions de mécanique les plus répandues en automobile, et que l'on désigne sous le terme générique de « classiques ». Mais il n'est pas impossible que la voiture de demain évolue vers l'un ou l'autre de ces systèmes si les perfectionnements qu'ils apportent à l'usager — le seul juge en la matière — sont reconnus suffisants par les industriels pour changer leur politique de construction en série. Mais une telle transformation ne s'accomplit pas du jour au lendemain : les incidences déterminées pour un changement aussi considérable doivent être minutieusement « pesées » par le constructeur qui doit engager à cet effet d'importants capitaux (outillage, etc.).

L'étude des carrosseries dans les souffleries aérodynamiques

L'ÉTUDE aérodynamique des carrosseries d'automobile en soufflerie s'effectue, d'une manière générale, par application des mêmes principes que celle des cellules d'avions (2), c'est-à-dire suivant les lois

(1) Il faut en effet faire remarquer avec M. Mailard que lorsqu'il s'agit du « tout à l'avant » et du « tout à l'arrière », on emploie par commodité le terme d'essieu, mais c'est de la ligne d'axe des roues qu'il s'agit, car dans les deux cas, la transmission ne comporte pas d'essieu rigide, mais s'effectue au contraire par arbres à cardan latéraux avec roues indépendantes et par trompettes oscillantes.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 226, page 263.

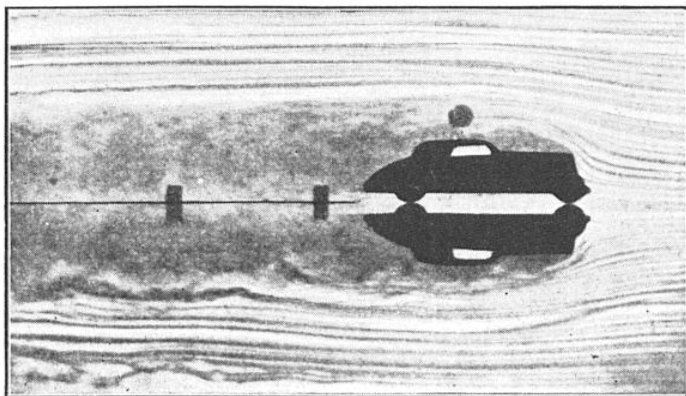


FIG. 1. — ESSAI D'UNE CARROSSERIE A LA SOUFFLERIE SUIVANT LA MÉTHODE DES MAQUETTES SYMÉTRIQUES

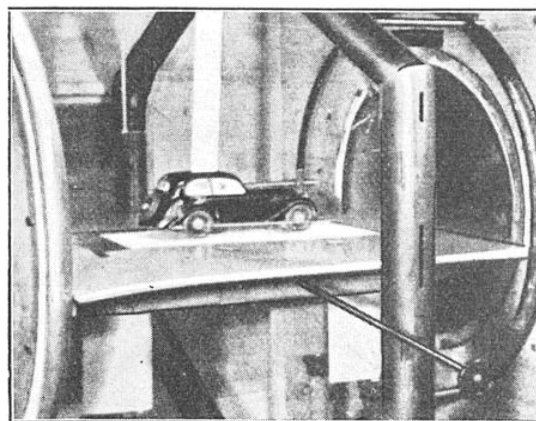


FIG. 2. — ESSAI D'UNE MAQUETTE PLACÉE SUR UN TAPIS ROULANT SE DÉPLAÇANT AVEC LA MÊME VITESSE ET DANS LE MÊME SENS QUE LE COURANT D'AIR

de la similitude dynamique. Comme d'habitude, il importe d'abord de réaliser une maquette du véhicule reproduisant à échelle réduite tous les détails du modèle en vraie grandeur ; ensuite, les essais doivent être effectués dans des conditions telles que leurs résultats puissent être transposés sur le véhicule réel : on sait que pour cela il faut opérer à des valeurs du *nombre de Reynolds* (1) voisines de la réalité. Cela exigerait, pour des maquettes réduites au 1/10, que la vitesse relative du courant d'air fût multipliée par 10, ce qui est une impossibilité manifeste pour les grandes vitesses. Aussi, en pratique, utilise-t-on des vitesses bien inférieures, suffisantes cependant pour que les phénomènes aérodynamiques conservent la même allure.

Mais dans le cas des véhicules terrestres, routiers ou ferroviaires, une difficulté supplémentaire se présente, due à la présence du sol. Sur route ou sur voie ferrée, le véhicule (automobile, autorail ou train) se déplace à travers l'air ambiant qui est lui-même, sauf exceptions, au repos par rapport à la route ou au rail. Si l'on veut matérialiser le sol, dans la veine de la soufflerie, par un plan fixe, les résultats des mesures se trouvent faussés dans une certaine mesure par le fait que le courant d'air se déplace non seulement par rapport au modèle du véhicule, mais aussi par rapport au plan fixe.

Une des méthodes les plus employées pour éliminer les causes d'erreurs est celle des deux maquettes symétriques (fig. 1)

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 190, page 272.

qui présente sur la méthode du plancher fixe l'avantage de ne pas faire travailler la partie inférieure de la maquette dans une couche perturbée par le frottement de l'air sur le plan fixe. Mais souvent apparaissent derrière les maquettes des tourbillons alternés (de Bénard-Karman) qui détruisent la symétrie de l'écoulement des filets d'air. Pour régulariser le sillage, M. Gruson a eu l'idée d'introduire, en aval des modèles, un plancher mince formant écran. Ce dispositif, très efficace, empêche l'interférence des deux systèmes de tourbillons dus à chacune des maquettes.

Une autre méthode, appliquée par un ingénieur allemand, M. Schmid, de l'Institut de Recherches de l'Ecole Technique de Stuttgart, consiste à placer la maquette sur un tapis roulant se déplaçant avec la même vitesse et dans le même sens que le courant d'air (fig. 2). Ce procédé est d'une application délicate, car il n'est pas facile d'obtenir des vitesses de la bande mobile de l'ordre de 60 m/s sans vibration.

Dans l'ensemble, les diverses méthodes d'essais donnent des résultats assez voisins, bien que les différences entre les traînées mesurées atteignent parfois 5 à 10 %.

De quelques règles de conduite pour les automobilistes de 1937

Si la construction des voitures a évolué, il est logique d'admettre que les règles admises pour les conduire doivent également évoluer en tenant compte des progrès successivement réalisés dans la locomotion mécanique. Pour tirer le meilleur parti d'un véhicule moderne (à grande vitesse, aux grandes accélérations, aux freins sur les quatre roues, etc.), il importe que le conducteur s'adapte à des règles de conduite qui tiennent compte de tous ces perfectionnements réalisés. C'est ainsi que M. H. Petit, ancien élève de l'Ecole Polytechnique, vient de judicieusement nous rappeler quelques points que certains automobilistes perdent trop souvent de vue. Ainsi, dans un virage, une voiture est soumise à une accélération perpendiculaire à son grand axe, qui tend à la faire sortir de la trajectoire circulaire qu'elle décrit pour prendre le virage (force centrifuge). Si, à ce moment, les roues n'ont pas une adhérence *suffisante*, la voiture « dérape ». Avec les automobiles de modèles déjà anciens, si l'on freinait brusquement dans un virage, cette action avait pour effet de reporter une partie du poids du véhicule vers l'avant en délestant l'arrière, ce qui contribue à amorcer le dérapage du train-moteur, et cela d'autant plus que la voiture était plus courte et plus haute (types des voitures d'avant la guerre). Ce phénomène déterminait souvent un « tête à queue », mais toujours une tendance pour l'automobile à se mettre en travers de la route. C'est pourquoi on recommandait au conducteur

« de ne jamais freiner dans les virages » — d'où, par voie de conséquence, obligation de ralentir suffisamment en abordant un virage. Mais aujourd'hui les conditions ne sont plus les mêmes : les routes sont plates (et non plus bombées), les virages sont rationnellement relevés, les pneus sont plus adhérents au sol et n'éclatent plus sous l'influence d'un coup de frein même brutal, enfin, du point de vue mécanique, les voitures modernes ont un *plus long* empattement et un centre de gravité *plus bas* (châssis abaissé et roues de *plus petit* diamètre qu'autrefois). De tout cela, il résulte que le changement de répartition du poids sur les essieux (avant et arrière) provoqué par le coup de frein est moins important que jadis, et par suite moins sensible. De plus, les freins actuels ont été si améliorés au point de vue efficacité et progressivité — sans oublier le dispositif de freinage aujourd'hui unanimement adopté sur les quatre roues — que les risques de dérapage dans les virages sont de l'ordre de ceux qu'on peut rencontrer dans la conduite en ligne droite. Mais attention : cela ne veut pas dire qu'il faut exagérer et freiner « à toute volée »...

M. l'ingénieur Petit appelle également notre attention sur la possibilité (sans aucun danger pour le mécanisme) d'utiliser aujourd'hui le *freinage par le moteur* en toutes circonstances, parce que les transmissions modernes sont *reversibles* et *symétriques* ; elles peuvent supporter aujourd'hui aussi bien les efforts qui viennent de l'avant ou de l'arrière, alors qu'autrefois la transmission en souffrait jusqu'à se disloquer (sur certains modèles du moins) !

D'autre part, la cylindrée *unitaire* par cylindre des moteurs actuels est plus réduite que par le passé, et, quand le moteur freine, les « à-coups » sont par suite moindres. Aucun inconvénient donc à utiliser le moteur comme frein dans une descente, mais à condition de ne pas le faire « tourner » à des vitesses excessives (au delà de 3 500 à 4 000 t/mn). Cette manière de freiner ne peut du reste que « soulager » le travail des freins mécaniques de la voiture (1).

Quant à la *descente en roue libre* (ou encore en marche au « débrayé »), il n'en est pas de même, car cette manière de conduire est parfois imprudente, surtout dans les descentes sinueuses ou sur des routes à virages dissimulés. Dans ces différents cas, il est indispensable de pouvoir compter sur le moteur pour ralentir dès que le besoin s'en fait sentir.

(1) Sur un certain nombre de modèles de voitures, la marche en roue libre doit être déconseillée quand, sur certains types de boîtes de vitesses, un ou plusieurs de ses pignons se trouvent à ce moment tourner à grande vitesse, ce qui nuit au graissage normal des organes. Mais, quoi qu'il en soit, les techniciens admettent que, dans la construction automobile moderne, tout type de voiture doit pouvoir marcher en roue libre et doit également pouvoir être freiné par son moteur pendant une descente.

L'injection interne de l'essence dans un moteur à explosion

Le mélange du combustible et du comburant dans un moteur à essence se fait généralement dans un carburateur. On peut cependant imaginer un mode différent de pulvérisation du combustible.

Des expérimentateurs ont réalisé l'injection d'essence dans la tuyauterie d'admission au moyen d'une pompe et d'un injecteur. Si l'on place cet injecteur sur la culasse du moteur à essence, on peut introduire à chaque cycle le combustible pulvérisé dans le cylindre même du moteur. On envisage ainsi deux modes de fonctionnement des moteurs à injection d'essence : *injection interne*, dans le cylindre, et *injection externe*, dans la tuyauterie d'admission.

Ces nouveaux modes de carburation suppriment les pertes d'essence pendant le balayage dans les moteurs à deux temps et rendent possible le balayage dans le cycle à quatre temps qui permet de réduire la fatigue thermique et d'accroître le coefficient de remplissage.

L'automatisme, c'est-à-dire la valeur la plus convenable du rapport air-essence à tous les régimes, et surtout la répartition du combustible dans plusieurs cylindres du moteur, réalisée d'une manière imparfaite par le carburateur, peuvent être réglées dans ces deux cas par le contrôle mécanique du débit des pompes.

Le givrage et le danger de retour de flamme, qui dans l'application à l'aéronautique sont une source d'accidents, disparaissent dans le cas de l'injection interne.

MM. A. Labarthe et A. Ponomareff ont récemment précisé certaines caractéristiques de l'injection interne. Celle-ci peut être réalisée durant la phase d'aspiration ou durant la phase de compression. Pour réaliser ces études, une culasse spéciale équipée d'un dispositif d'injection et portant en un point donné une bougie d'allumage a été établie sur un moteur à compression variable tournant à régime élevé. La première expérimentation fut la comparaison des conditions de marche du moteur en réalisant l'injection d'essence durant différents instants de l'aspiration et de la compression. Les résultats obtenus permettent de dire que la pression moyenne effective maximum a été obtenue lorsqu'on réalisait le début de l'injection au milieu de la phase d'aspiration, et la consommation la plus avantageuse lorsqu'on effectuait cette injection durant la première partie de la phase d'aspiration. L'injection durant le temps de compression a montré que ce calage permettait, pour un combustible et un taux de compression donnés, de diminuer les tendances à la détonation. Si le problème de l'injection dans un moteur Diesel ne peut être résolu que par une étude parallèle des conditions de la pul-

vérification, de l'orientation et de la pénétration des jets, ainsi que de celle du mouvement en masse de l'air dans une chambre de combustion de forme déterminée, l'expérience a montré que le problème analogue de l'injection interne de l'essence est encore plus complexe par suite de la fixité du point d'allumage.

Les essais effectués ont permis de déterminer la variation de la puissance et de la consommation en fonction de la vitesse de rotation, en maintenant constante la richesse du mélange explosif (1). Les résultats obtenus ont montré que la puissance croissait quasi proportionnellement au nombre de tours (8,1 ch à 1 750 t/mn, 10 ch à 2 250 t/mn, 12,1 ch à 3 000 t/mn).

Les mêmes essais effectués dans les mêmes conditions expérimentales en munissant le moteur d'un carburateur normal ont prouvé que la puissance croissait, dans ce cas, moins vite que le nombre de tours et restait toujours inférieure à celle enregistrée avec l'injection directe (7 ch à 1 750 t/mn, 8,8 ch à 2 250 t/mn, 10 ch à 3 000 t/mn). Ces expériences comparatives des conditions de fonctionnement des deux modes de carburation ont permis de conclure que l'injection interne de l'essence permettait de réaliser une augmentation de puissance massique et de pression moyenne efficace correspondante variant entre 12 % et 17 %. Cet avantage est d'autant plus sensible que la vitesse de rotation du moteur est plus élevée et les mouvements en masse du carburant plus accentués. La culasse du moteur expérimenté, ainsi que le dispositif d'injection, n'étant pas particulièrement favorables à l'injection interne d'essence, il est vraisemblable que ces résultats pourront être encore améliorés. Les premiers essais ont montré une amélioration de la consommation spécifique d'environ 7 %. Toutes ces comparaisons ont été établies en maintenant constantes les conditions de réfrigération du moteur, la température de l'huile, la pression et la température de l'admission. La température et la pression atmosphériques, ainsi que l'état hygrométrique de l'air étaient sensiblement les mêmes pour les essais comparés. Les divers relevés de diagrammes effectués par la méthode photo-cathodique ont montré une diminution de la tendance à la détonation dans le cas de l'injection. Ces considérations thermodynamiques sont confirmées par le fait que l'avance à l'allumage, pour la même richesse et le même régime de rotation, est presque la même pour l'injection interne que pour la carburation préalable, mais donne dans le cas de l'injection interne une pression efficace plus élevée.

(1) Cette richesse a été déterminée au moyen de l'analyse chimique quantitative des gaz d'échappement et par la mesure électrique de leur teneur en hydrogène.

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 et industriel 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.

Vers les carburants synthétiques moins chers ?

DE même que l'azote synthétique a fini par concurrencer les nitrates naturels, il est probable qu'un nouveau procédé de préparation de carburants synthétiques tout récemment mis au point en Allemagne (à Essen) permettra d'abaisser industriellement leur prix de revient. Dans le procédé d'hydrogénation de la houille pour alléger les molécules de ses constituants (et aussi du lignite ou du goudron), on leur incorpore de l'hydrogène. Cet hydrogène servant également à éliminer les impuretés du charbon (le soufre en formant de l'hydrogène sulfuré, l'oxygène en donnant de l'eau, l'azote en le transformant en ammoniac) coûte cher et est, en outre, utilisé en grande quantité (1.500 à 3.500 m³ d'hydrogène pour une tonne d'essence). Son prix grève donc lourdement (1) celui du carburant de synthèse (théoriquement cinq fois plus cher que l'essence naturelle). Dans le nouveau procédé allemand, au lieu de mélanger le charbon à l'huile de goudron et de le traiter ensuite à 450° C — ce qui risque de provoquer la formation de coke arrêtant le fonctionnement des appareils — les docteurs Patt et Broche le dissolvent au moyen de certains produits dérivés des goudrons (tétraline, phénols). Non seulement l'hydrogénation en est facilitée (car le poids moléculaire des constituants de la houille est par suite abaissé de 100 000 à 2 500) mais aussi la quantité d'hydrogène nécessaire est diminuée grâce à l'élimination par filtration, avant traitement, des impuretés indésirables (cendres, fusain). Le mélange obtenu est chauffé progressivement jusqu'à 400° C (température inférieure à celle de la formation de coke). On obtient de cette façon un *extrait* représentant en poids de 74 % (si l'on est parti du charbon) à 94 % (si l'on est parti du lignite) de la matière traitée. Après filtration, on recueille un produit (masse noire) qui, dissous dans de l'huile de houille, peut servir à l'alimentation des moteurs à combustion interne (genre Diesel). Hydrogéné par les procédés habituels (2), il

peut être aussi transformé en *essence synthétique*. L'usine en construction à Essen est prévue pour fournir annuellement 30 000 t d'huile lourde et sera mise en service avant la fin de 1937 (1).

Un nouvel avion de transport américain

IL est exact que l'on construit actuellement en série, aux Etats-Unis, le nouveau *Lockheed-14*, avion de transport à quatorze places (dont onze passagers), à ailes attachées au niveau du centre du fuselage, — ce qui est assez nouveau dans la construction américaine, — dispositif qui accroît la finesse aérodynamique et permet de loger les réservoirs d'essence dans les ailes. Pesant 6 800 kg, cet avion, d'une envergure de 20 m, sur lequel l'emploi des alliages légers et résistants a été rationnellement généralisé, à train d'atterrissage escamotable, est propulsé par deux hélices à trois pales à vitesse constante (« Hamilton »), de 3 m 30 de diamètre, mues par deux moteurs (« Wright-Cyclone ») de 870 ch, à 2 200 t/mn, mais utilisées normalement à 1 900 t/mn (600 ch à 4 000 m). La vitesse maximum de cet appareil atteint 425 km/h ; vitesse de croisière, 345 km/h à basse altitude, et 385 km/h à 4 000 m. L'adoption de volets de courbure lui permet d'atterrir à une vitesse de 105 km/h seulement et de décoller sur 200 m en 11 secondes. Son rayon d'action, suivant la charge, varie de 1 000 à 1 600 km. La cabine des passagers, de 6 m de long, 1 m 90 de haut, 1 m 70 de large, a été spécialement étudiée au point de vue du confort (chaque voyageur dispose d'un système de commande individuel pour la ventilation, etc.).

Au Salon de l'Aéronautique belge

C'EST bien le premier Salon de l'Aéronautique belge qui a eu lieu à Bruxelles en mai dernier. Nous vous signalons tout particulièrement le prototype monoplan construit en Belgique, le *Renard-36*. C'est

(1) L'Allemagne consomme un million de t d'huile lourde par an.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 236, page 126.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 209, page 369.

un avion à ailes basses en duraluminium, à moteur-canon « Hispano-Suiza ». Train d'atterrissage escamotable. Vitesse maximum : 510 km/h. Vitesse minimum : 115 km/h. Plafond maximum : 12 000 m. Le *Renard* est, en outre, armé de quatre mitrailleuses et sa densité de feu dépasse 100 projectiles à la seconde. Le radiateur d'eau est dissimulé dans le fuselage, derrière le siège du pilote.

Renard expose également une carlingue étanche permettant le vol aux hautes altitudes. En Italie, en Allemagne, aux Etats-Unis et en France, les ingénieurs s'efforcent à résoudre ce problème. A Bruxelles, Renard a exposé, reproduite à l'échelle 1/2, une cabine étanche destinée à un nouvel appareil de transport pour dix-huit passagers. L'étanchéité y sera, dit-on, parfaite. Le passage des commandes est assuré au moyen d'axes travaillant par torsion en relais étanches. La vitesse prévue pour le *R.-35*, à 6 000 m, est de 435 km/h. A signaler que la cabine étanche est également *flottante*.

Pour le programme naval français

ACTUELLEMENT, après l'Angleterre, première marine du monde, notre flotte totalise 630 000 t, celle de l'Italie, 385 000 t, celle de l'Allemagne, 307 000 t. Cette situation risque cependant de se trouver modifiée dans un avenir prochain. L'Allemagne, autorisée par les accords de Londres du 18 juin 1936 à posséder les 35/100 du tonnage britannique, construit chaque année environ 100 000 t de navires. En 1942, sa flotte atteindra vraisemblablement 600 000 t.

L'Italie, qui n'est limitée par aucun traité, engage également des dépenses considérables pour sa marine dont le tonnage sera voisin de 500 000 t en 1942. Pendant ce temps, la marine française, qui a mis en chantiers des tranches navales dont la moyenne est inférieure à 35.000 t et qui compte un grand nombre de bâtiments à déclasser, verra son tonnage tomber à 450 000 t. Si le vote du projet français n'autorise pas, dès 1937, la mise en chantier de nouveaux bâtiments pour remplacer ceux mis hors service, et si les moyens techniques n'assurent pas leur construction rapide, notre marine sera, dans cinq ans, inférieure à celles de l'Allemagne et de l'Italie, prises séparément.

Artillerie navale antiaérienne

A propos du cuirassé espagnol de 14 000 t coulé récemment, soit par bombe d'avion, soit par une mine flottante, on a agité, en effet, la question de savoir si l'artillerie antiaérienne était maintenant efficace sur les nouvelles unités construites au cours de ces dernières années

par les différentes nations. De grands progrès ont été sans conteste réalisés par rapport aux moyens de défense dont sont pourvus les bâtiments déjà anciens. Les nouveaux canons à tir rapide de 100 mm, récemment adoptés par certaines marines, sont, en effet, bien plus efficaces que les pièces de 75 et même de 37 mm (semi-automatiques). De plus, les mitrailleuses lourdes (armes automatiques de 13 mm et même davantage) ne peuvent agir qu'à courte distance. Aussi a-t-on particulièrement développé l'emploi de l'artillerie antiaérienne de ces calibres. La France adopte le 130 mm sur le *Dunkerque*, par exemple ; l'Allemagne, le 155 ; l'Italie, le 100 ; le Japon, le 127 comme les Etats-Unis. La Grande-Bretagne transforme actuellement toute son artillerie antiaérienne des grandes unités en service. Il est probable qu'elle équipera les futurs cuirassés et croiseurs avec une puissante D. C. A. dont certaines pièces seront particulièrement redoutables pour l'aviation. Quelques indiscretions ont déjà appelé l'attention sur de nouveaux modèles du calibre de 100 mm dont la vitesse initiale, les projectiles spéciaux et la cadence de tir laisseraient loin derrière eux tout ce qui a été fait dans ce domaine depuis la mise en exécution des programmes navals établis au cours de ces dernières années.

Le Reich, la France, l'Italie poursuivent également leurs efforts dans ce sens et il est possible que, dans peu de temps, nous soyons autorisés à exposer ce qu'a fait l'artillerie navale à ce point de vue lorsque le secret qui s'est imposé relativement aux expériences ne sera plus de rigueur.

L'industrie de la laine artificielle se développe

C'EST l'Italie qui occupe le premier rang parmi les producteurs de laine artificielle avec une fabrication qui doit atteindre, en 1937, 150 000 t (en 1936, 49 830 t contre 44 800 t pour l'Allemagne et 18 120 t pour le Japon). Le procédé mis au point par le professeur Ferretti (1) qui consiste à traiter la caséine du lait (donc une matière animale comme le produit naturel) est d'ailleurs considéré comme supérieur à ceux jusqu'ici utilisés (2), aussi bien en quantité (un hectolitre de lait fournit en effet 3 kg de caséine qui donnent 3 kg de laine) qu'en qualité (pouvoir isolant et pouvoir feutrant). Aussi l'industrie de la laine artificielle se développe-t-elle même dans les pays où la laine naturelle suffit aux besoins de leur consommation. Dès 1936, l'Angleterre a produit 9 000 t de laine synthétique, les Etats-Unis 6 000 t et la France 5 400 t. Fin 1937 ou au début de 1938, l'outillage des usines anglo-saxonnes pourra sans doute

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 232, page 293.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 217, page 92.

rivaliser avec celui de l'Italie, qui fournira dès cette année 150 000 t de « lanital ».

A propos du givrage des avions

LE givrage des avions constitue toujours un danger lors de la navigation dans une zone nuageuse ou humide dont la température est voisine de 0° C : givrage du carburateur qui en trouble le fonctionnement ; dépôt de glace sur les ailes de l'appareil qui l'alourdit et peut annuler la portance ; givrage des instruments de bord qui rend le pilote aveugle. La récente catastrophe d'un *Douglas D. C.-2*, à Pittsburgh (Pennsylvanie) est attribuée à un phénomène de givrage que l'on n'avait pas encore constaté : celui des ailerons. L'appareil, après un virage, ne put être redressé et s'écrasa au sol. Aussi étudie-t-on actuellement si l'on pourrait appliquer aux ailerons les systèmes utilisés jusqu'ici avec succès contre le givrage (1) : réchauffage du carburateur et de la tuyauterie au moyen des gaz d'échappement, de l'eau de refroidissement du moteur ou de l'huile de graissage ; dispositifs pneumatiques faisant éclater la glace formée sur le bord d'attaque des ailes ; enduits spéciaux ; réchauffage électrique. En ce qui concerne le givrage du carburateur, des essais précis effectués aux Etats-Unis avec sept carburants, différents au point de vue de leur densité, ont montré que le danger de formation de glace augmentait avec la richesse du mélange carburé et avec la volatilité du carburant.

Les nouvelles rames du métro de Londres

VOICI quelques précisions concernant les rames récemment mises en service à Londres pour la circulation souterraine. Tout d'abord, la caisse des voitures a été étudiée au point de vue aérodynamique : profilage de l'avant, disposition des portes à commande pneumatique telle que, fermées, elles se trouvent exactement dans le plan du revêtement de la caisse ; de plus, l'intervalle entre les voitures, dont l'attelage est *automatiquement* commandé par le conducteur, a été réduit au minimum. Quant au confort, il faut notamment signaler la circulation permanente d'un courant d'air (réchauffé en hiver), dont un thermostat règle la température. Les voitures spacieuses (40 places assises) permettent à un train de ce nouveau type à six voitures de transporter autant de voyageurs qu'une rame (de l'ancien modèle) de sept voitures. Ces trains sont propulsés par douze moteurs électriques de 1 656 ch contre quatre moteurs de 960 ch pour les anciens types. Le freinage électropneumatique a été adopté et assure des arrêts à la fois progressifs et rapides.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 221, page 411.

L'automobile prospère aux Etats-Unis

OUI, le président de la « General Motors », aux Etats-Unis, a déclaré qu'en 1936 l'industrie automobile était revenue à une activité égale à 85 % de celle de 1929, qui fut celle où le chiffre d'affaires maximum fut enregistré. Il est vraisemblable, a-t-il ajouté, que l'année 1937 sera aussi bonne que 1929. Aussi, par suite de l'application de la loi de 40 heures, la « General Motors » a-t-elle dû envisager des heures de travail supplémentaires pour ses 220 000 ouvriers, rétribués à raison de 1,5 fois le tarif normal. Cette déclaration confirme les informations que nous avons déjà publiées sur la prospérité de l'industrie américaine (1).

A propos du Tour de France de la lumière

VOICI les renseignements techniques demandés concernant le matériel des cinq convois automobiles qui, pendant la durée de l'Exposition, réaliseront 430 illuminations différentes des plus beaux sites et monuments de la France et de l'Afrique du Nord. Chaque convoi comprend : 1 voiture de tourisme, 1 camion de 7,5 t portant 10 projecteurs concentrant la lumière de 3 kW (2), 10 projecteurs diffusants de 1,5 kW, 700 m de câbles, 1 pick-up et 4 haut-parleurs pour la sonorisation des illuminations ; 1 remorque de 5 t pour le groupe électrogène de 45 kW (courant continu de 220 V) et les accessoires divers. Ainsi 150 projecteurs (y compris 2 de rechange) et 3,5 km de câbles sont constamment utilisés. Au point de vue de l'intensité lumineuse, signalons que chaque lampe fournit 1,5 million de bougies soit au total 125 millions de bougies.

Télévision tchécoslovaque

LA Tchécoslovaquie se préoccupe aussi activement de développer la transmission d'images avec tous les pays d'Europe. Depuis le mois d'août 1936, ses techniciens spécialistes ont mis au point ce nouveau genre d'échange de documents, grâce aux études qu'ils ont poursuivies avec les instituts étrangers. Prague — déjà relié ainsi à Paris, Berlin, Londres, Bruxelles et Vienne — pourra bientôt communiquer avec Copenhague, Varsovie et Stockholm. La transmission télégraphique d'images doit être également réalisée entre la Tchécoslovaquie et l'Italie, les Pays-Bas et le Vatican.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 234, page 476.

(2) En ce qui concerne ces projecteurs, alors qu'un appareil normal de 3 kW pèse en général, avec son pied et sa lampe, 80 kg, les nouveaux modèles qui équipent ces convois ne pèsent que 13 kg.

A PROPOS DE LA BICYCLETTE EN DURALUMIN

VOICI, pour répondre aux nombreuses demandes de nos lecteurs concernant la bicyclette ultra-légère en duralumin, quels sont, au point de vue de son utilisation, les avantages de la diminution de poids réalisée grâce à la nouvelle application de ce matériau relativement récent. Rappelons tout d'abord que la construction de la bicyclette paraissait s'être stabilisée, pendant cinq ou six ans, dans l'emploi de l'acier à haute résistance. Parallèlement, les performances des cyclistes demeuraient à peu près stationnaires. L'amélioration de ces performances constatée maintenant ne pouvait s'expliquer que par la naissance d'un nouveau matériel, la bicyclette vraiment moderne qui enregistre un gain de poids de 30 % sur la machine courante.

On sait que le duralumin est un alliage contenant normalement 95 % d'aluminium, 4 % de cuivre, 0,5 % de magnésium et 0,5 % de manganèse. Il présente cette particularité que sa charge de rupture et sa limite élastique croissent pendant les quatre ou cinq jours qui suivent la trempe, effectuée à 500° C. Le duralumin présente alors une charge de rupture supérieure à celle de l'acier courant. Dans ces conditions, les gains de poids — à résistance égale — obtenus sur les divers organes de la bicyclette en duralumin ressortent du tableau suivant :

Pièces	Poids des pièces en kg	
	Acier	Duralumin
Jantes (la paire).....	1,200	0,750
Guidon	0,850	0,350
Garde-boue (la paire)...	1,200	0,450
Pédalier.....	0,600	0,350
Freins (la paire).....	0,800	0,400
Moyeux AV. et AR.	0,450	0,320
Monture de selle	0,625	0,350
Tige de selle.....	0,100	0,050
Pièces diverses : boulons, écrous	0,700	0,350
TOTAUX.....	6,625	3,350

L'allègement est donc de 3,175 kg sur ces seules pièces. Ainsi, la bicyclette de course ne pèse plus que 7,500 kg, et la bicyclette de tourisme 10 kg (1).

Tels sont les résultats obtenus dans la lutte contre le poids. Quelle influence peut avoir ce gain de 3 kg sur l'utilisation de la bicyclette ? Ch. Faroux l'a spécialement étudiée récemment : considérons, par exemple, un cycliste pesant 70 kg dont l'énergie musculaire, agissant sur les pédales, doit déplacer non seulement lui-même, mais aussi sa monture. Supposons qu'il gravisse une rampe de 5 %, à la vitesse de 20 km/h en utilisant une bicyclette normale de course sur route, pesant 11 kg, puis une machine allégée de 8 kg. Une formule simple, établie d'après des expériences précises effectuées en Angleterre,

(1) Nous avons signalé déjà que ces chiffres avaient été dépassés en employant le duralumin pour la construction du cadre. (Voir *La Science et la Vie*, n° 237, page XXIII.)

montre que, dans le premier cas, l'effort nécessaire est de 6,743 kg, et, dans le second, 6,233 kg. L'économie réalisée est donc de 4 % (1). Nous verrons qu'elle est importante au point de vue de la fatigue.

Un autre facteur intervient encore. Chaque roue de la bicyclette constitue en effet un volant qui exige, pour sa mise en mouvement, une certaine dépense d'énergie, fonction de sa masse, ou plutôt de ce que l'on appelle son « moment d'inertie » (2). Dans la roue de bicyclette, la masse est presque entièrement répartie sur la périphérie, de sorte que le gain de 225 g pour la jante en duralumin présente un intérêt notable. Ainsi, d'après Ch. Faroux, pour une vitesse de 36 km/h, ce gain correspond, pour une roue de 0,70 m de diamètre, à une diminution de 3 kg pour l'énergie de rotation. Certes, si la vitesse demeure constante, la puissance requise ne varie pas ; mais, à chaque variation d'allure, la roue légère manifeste sa supériorité, qu'il s'agisse d'un ralentissement ou d'une accélération. Pour passer, par exemple, de 20 à 40 km/h, l'emploi des roues en duralumin permet une économie de 3 % sur l'effort musculaire. Or il est bien évident que la marche à allure variable est le cas général sur route, les vitesses constantes étant réservées à la piste (et encore, dans ce cas, les démarrages sont-ils favorisés par l'allègement). Or, ce sont précisément les variations d'allure qui entraînent pour le cycliste un surcroît notable de fatigue. L'ingénieur anglais Rankine n'a-t-il pas montré que, sur un parcours déterminé, une puissance de 10,4 kgm/s était nécessaire (à vitesse constante) et qu'il fallait 12,6 kgm/s à vitesse variable (pour un même temps total), dans le cas d'une bicyclette ordinaire de course sur route ? Avec la bicyclette allégée, ces chiffres se réduisent à 10 kgm/s et 11,7 kg m/s, soit un gain de 4 % dans le premier cas et de 7 % dans le second (3).

Le gain, même de 4 %, n'est pas négligeable, surtout lorsque l'on se rapproche de l'effort maximum que la mécanique humaine, comme les autres, ne peut soutenir longtemps (4). C'est donc au point de vue de la fatigue que l'avantage de la bicyclette en duralumin apparaît primordial. Quelle que soit la nature exacte de la fatigue, au point de vue physiologique, deux expérimentateurs anglais ont montré que le produit du carré de l'effort dépensé par la durée de cet effort est constant. Nous avons vu que le gain total d'effort dû à la bicyclette légère est de 7 %. Dans ces conditions, la « fatigue » est diminuée de 15 %, et l'endurance accrue d'autant.

C'est là un facteur d'une extrême importance qui explique notamment l'amélioration des performances réalisées sur route.

(1) Si le cadre est également en duralumin, cette économie est naturellement plus élevée.

(2) Somme des produits des masses élémentaires d'un volant par le carré de leurs distances à l'axe de rotation.

(3) Dans certains cas particuliers, la puissance développée est d'ailleurs bien plus élevée (coureurs du Tour de France gravissant des rampes de 10 % à 10 km/h) et atteint 30 kgm/s.

(4) Un moteur calculé pour tourner à 6 000 t/mn se fatigue vite à ce régime. Une diminution de 4 % seulement lui permet de « tenir » pendant des jours.

COMMENT S'EST AMÉLIORÉE LA VOITURE AUTOMOBILE DEPUIS DIX ANS

L'ÉVOLUTION de l'automobile est une suite de progrès révolutionnaires et de réactions. En réalité, le progrès continu est dû aux leçons tirées des essais audacieux des précurseurs. Le constructeur d'automobiles, dont le but est de fournir à l'usager une voiture toujours plus sûre et plus pratique, s'il doit posséder un bureau d'études capable d'initiatives, évitera donc d'appliquer trop tôt, à la « série » des solutions trop neuves qui n'ont fait leurs preuves que sur des prototypes spécialement mis au point. Il en étudiera soigneusement les détails susceptibles d'améliorer la voiture normale.

Il y a quelque dix ans, notre réseau routier se ressentait encore des fatigues de la période de guerre : le trafic s'était considérablement accru alors que l'entretien des routes commençait seulement à être efficace. D'autre part, la diffusion de l'automobile exigeait que l'on ne réclamât pas de l'usager des qualités de mécanicien.

Pour satisfaire aux nécessités des mauvaises routes, les voitures avaient alors une suspension très souple ; elles étaient relativement légères et le cadre qui formait leur charpente était établi avec des longerons

en U reliés par des traverses de forme variée, assemblées par des rivets. Ces cadres étaient solides, mais leur rigidité assez réduite ne présentait aucun inconvénient en raison des faibles vitesses permises par la qualité du sol.

Les moteurs étaient peu poussés, suivant l'expression de l'époque, et pourtant la consommation n'avait rien d'excessif car les voitures ne trouvaient que rarement un tronçon de route où elles pouvaient montrer leur qualité de vitesse. Marchant à une allure relativement faible, les voitures de bonne construction avaient des freins suffisants.

Le point le plus délicat était celui de la suspension en vue d'améliorer le confort et de réduire au minimum la fatigue du matériel. Tous les systèmes de ressorts à lames furent mis en application, mais nous croyons que le plus judicieux fut celui que la maison Renault utilisait déjà depuis longtemps (suspension en trois points, deux ressorts droits à l'avant et un ressort transversal à l'arrière, dont les points de fixation au cadre déterminent pratiquement un triangle). Cette suspension spéciale était à la fois douce et favorable à la stabilité de route.

La direction alors généralement du type

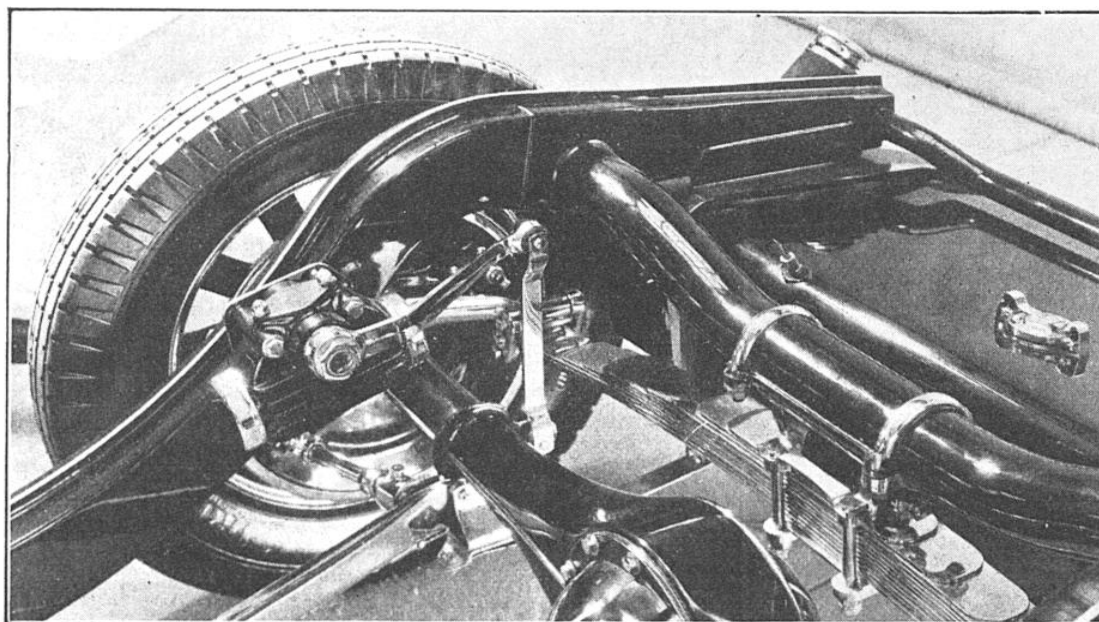


FIG. 1. — RESSORT TRANSVERSAL ARRIÈRE ET AMORTISSEUR A HUILE A DOUBLE EFFET UTILISÉS AUJOURD'HUI DANS LES SUSPENSIONS MODERNES (RENAULT)

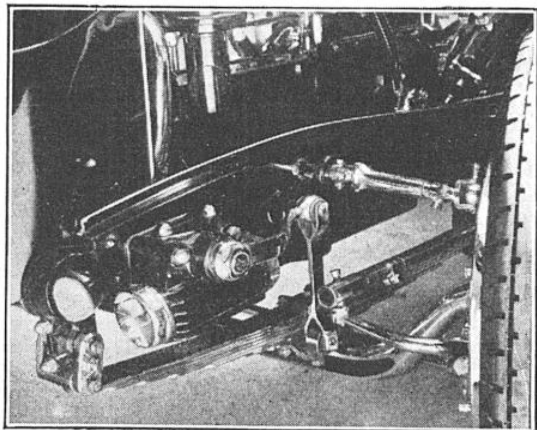


FIG. 2. — ARTICULATION AVANT DE RESSORT AVANT PAR JUMELLES (RENAULT)

Les jumelles ont pour but de permettre les variations de longueur du ressort selon qu'il est plus ou moins déformé par la charge.

à vis tangente et secteur, bonne mais pas très douce, imposait au conducteur une fatigue due aux réactions. Une solution, maintenant généralisée sur toutes les bonnes voitures à ressorts droits à l'avant, a été adoptée tout d'abord sur les voitures Renault : c'est celle qui consiste à mettre la main des ressorts avant, par rapport à l'essieu, du même côté que le boîtier de direction. Les directions Renault, déjà connus pour leur précision, devenaient ainsi d'une stabilité remarquable. D'autres constructeurs cherchèrent la solution de ce problème en modifiant complètement l'avant-train de la voiture et en remplaçant l'essieu forgé par des articulations assurant aux roues une certaine indépendance réciproque. Les roues indépendantes avaient été essayées d'ailleurs dès avant la guerre, sans grand succès, malgré leurs qualités théoriques, car leur réalisation laissait à désirer. Notamment, les articulations étaient beaucoup trop nombreuses et le jeu qu'elles prenaient à l'usage compensait, et au delà, les avantages qu'elles pouvaient présenter à l'état neuf.

Il y a une dizaine d'années également apparurent quelques prototypes équipés avec un avant-train moteur, mais la réalisation probablement défectueuse fit échouer ces tentatives.

Depuis cette époque, la situation de l'automobile dans le monde, et spécialement chez nous, s'est considérablement modifiée. Actuellement, la voiture est devenue un instrument indispensable de la vie moderne. Aussi sa diffusion a-t-elle obligé les Pouvoirs publics à apporter au réseau routier les modifications nécessaires à un trafic dense de véhicules nombreux ayant des possibilités de vitesse très élevées. En France, il faut

rendre hommage au service des Ponts et Chaussées pour la façon magistrale dont il a remanié les routes nationales, au point d'en faire un des plus beaux réseaux du monde permettant des allures très vives avec le maximum de sécurité. Cette transformation du réseau routier, forcément progressive, a provoqué une modification non moins progressive des désirs et des besoins des automobilistes (vitesse et sécurité).

Il y a une dizaine d'années, l'on considérait qu'une moyenne de 60 km/h sur un long parcours ne pouvait être réalisée que par une voiture puissante, conduite par un conducteur spécialement entraîné. Aujourd'hui, les voitures à grande diffusion permettent, presque sans fatigue, à un conducteur quelconque de soutenir des moyennes de 70 à 80 km/h et les voitures puissantes voient leurs possibilités, comme moyenne, s'établir environ à 100 km/h. Ceci suppose évidemment non seulement une grande vitesse instantanée, mais encore des accélérations vives et un freinage puissant. Les conditions de sécurité sont donc aussi modifiées et le problème de la tenue de route devient primordial. A cela, il faut ajouter la question de l'économie de plus en plus exigée par

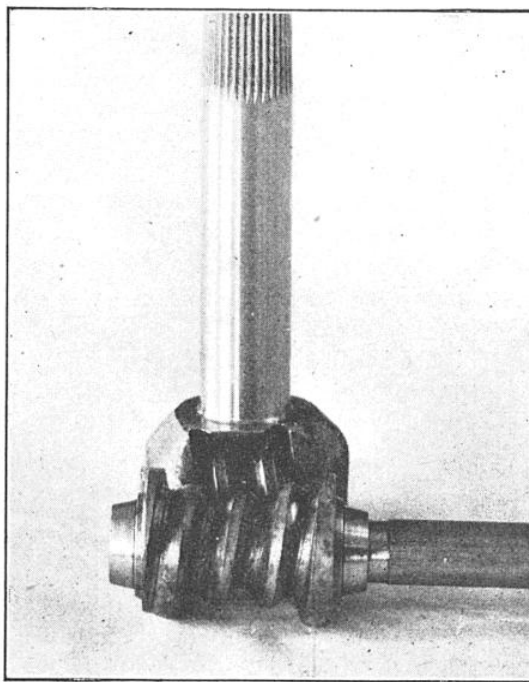


FIG. 3. — COMMANDE DE DIRECTION PAR VIS GLOBIQUE DES VOITURES « RENAULT »

La vis globique est une vis sans fin dont le noyau primitif épouse, sur une certaine longueur, la forme circulaire de la roue à vis sans fin qu'elle commande. Ce dispositif assure le maximum de rendement au mécanisme.

l'usager. L'interdépendance de ces différents facteurs, bien comprise par les constructeurs, a nécessité, pour les bureaux d'études, l'élaboration de *voitures complètes* dont le centrage parfaitement déterminé élimine les inconvénients de la méthode ancienne : le châssis était habillé par un carrossier sans aucune liaison entre ses services techniques et ceux du constructeur.

Voyons maintenant pour chacun des organes principaux de la voiture les modifications et améliorations qui ont permis à l'automobile d'atteindre son stade actuel.

Le moteur fonctionne toujours suivant le même principe, mais sa puissance, à cylindrée égale, s'est considérablement accrue, résultat d'améliorations nombreuses de détails. Parmi les plus importantes, citons l'adoption d'un alliage d'aluminium pour l'établissement des culasses et l'emploi des carburateurs inversés. Les améliorations concernant les nuances de fonte des blocs, l'augmentation de rigidité des vilebrequins et leur parfait équilibrage dynamique aussi bien que statique, le graissage toujours proportionné à la vitesse de rotation et le refroidissement normalisé sont aussi des facteurs de l'augmentation de puissance. L'augmentation de puissance du moteur n'était cependant pas suffisante pour assurer des accélérations très vives et une tenue parfaite en côte. Il fallait, et c'est précisément ce qu'a déterminé Louis Renault, la « surpuissance » qui assure en permanence au conducteur une réserve de puissance pour parer à toutes les nécessités de la route.

D'autre part, si le moteur assure les accélérations positives, les accélérations négatives dépendent du freinage. Cette fonction capitale, car elle ne sert pas seulement aux ralentissements, mais aussi aux arrêts rapides, ne peut être remplie que par des freins parfaits, non seulement au moment de la sortie de la voiture de l'usine, mais pendant toute la durée de son utilisation. Il fallait donc que l'usure des freins fût réduite au minimum, que leur réglage fût aisé. Facile à résoudre pour les voitures légères, le problème était plus ardu pour les voitures puissantes et plus lourdes. On sait que la solution est due à la multiplication de l'effort du conducteur par un servo-moteur de freinage. Parmi les différents dispositifs de ce genre, nous devons signaler spécialement le servo-frein mécanique Renault, qui allie à la puissance l'avantage de pouvoir fonctionner aussitôt que le véhicule est en mouvement, même si le moteur est arrêté et le levier de vitesse au point mort.

Ainsi l'automobile moderne autorise des vitesses moyennes très élevées et, dans ce domaine, la voiture européenne s'avère excellente. Ce résultat est dû aux efforts des constructeurs qui ont doté leur production d'une tenue de route de plus en plus par-

faite, grâce à l'étude de la rigidité du châssis, de la carrosserie et de leur assemblage, du centrage (répartition correcte des masses à l'avant et à l'arrière), de l'influence de la suspension et surtout de son amortissement ; enfin, d'une direction à la fois douce et précise.

La rigidité du châssis a été poursuivie par des voies différentes par les constructeurs, mais, en général, la solution a consisté à remplacer les longerons en U par des longerons en forme de caisson et à les réunir par des traverses tubulaires en les fixant par soudure électrique. La carrosserie, elle-même plus solide, est constituée d'éléments soudés l'un à l'autre par résistance et sa liaison avec le châssis n'est plus obtenue comme autrefois par quelques rares boulons. De nos jours, le châssis et la carrosserie forment un tout dont chaque constituant participe à la solidité de l'ensemble.

La suspension, si elle doit être douce pour le confort des occupants, doit surtout, pour la tenue de route, être parfaitement amortie. C'est pour satisfaire à ces deux conditions — en quelque sorte opposées — que pratiquement tous les constructeurs ont généralisé le montage, sur leur matériel, d'amortisseurs hydrauliques à double effet, solution qu'avant la guerre Renault avait déjà appliquée sur quelques-unes de ses voitures.

Les directions, depuis longtemps précises, sont devenues plus douces parce que le frottement de glissement a été remplacé par le frottement de roulement. L'ancien secteur a été remplacé par un galet commandé par une vis globique.

Enfin si, depuis les débuts de l'automobile, on a constaté que la vitesse coûtait cher en carburant, c'est surtout parce que l'étude des lois de l'aérodynamique était complètement négligée. C'est encore à Renault que revient le mérite d'avoir le premier lancé en série des voitures dont les formes soient étudiées en tunnel et dont la résistance à l'avancement soit minimum tout en offrant aux occupants un confort accru par l'intégration des marchepieds dans la carrosserie. La diminution de la résistance à l'avancement contribue ainsi à la faible consommation des voitures modernes malgré leurs performances remarquables.

Le progrès en automobile apparaît donc comme la résultante des recherches de laboratoires qui ont fourni au constructeur des matériaux de choix (aciers spéciaux, alliages légers et résistants) et qui ont autorisé une amélioration constante de la puissance spécifique (étude de la carburation, de la combustion) comme de la sécurité (freinage et tenue de route). Dans une voiture, la modification de tout organe essentiel entraîne celle de tous les autres. C'est au constructeur averti de discerner l'incidence des solutions nouvelles en vue d'établir la voiture la plus pratique.

CHEZ LES ÉDITEURS ⁽¹⁾

Plans nouveaux, par Philippe Girardet :
Prix franco : France, 13 f 40 ; étranger, 15 f 80.

Ceci est un livre de bonne foi où l'auteur, sans aucun esprit de parti, examine quels sont les moyens proposés pour remédier à l'état « cahotique » de notre économie actuelle. Sans entrer dans le détail des conceptions, si nombreuses à notre époque, des « planistes » de différentes obédiences, l'auteur passe en revue les principaux problèmes, ainsi que les solutions qui paraissent le plus rationnelles en ce qui concerne la machine à produire, le pouvoir d'achat, la monnaie, le crédit, la normalisation, la production, les transports, la vente, l'incidence des nouvelles lois sociales sur les prix de revient industriels, l'augmentation des frais commerciaux et le coût de la vie. Autant de sujets d'actualité « aiguë » que la « révolution » de juin 1936 a mis au premier plan des préoccupations du patronat comme du salariat. L'expérience en cours — c'est le terme à la mode — doit évidemment tenir compte de la difficulté d'appliquer pratiquement de saines conceptions théoriques. Celles-ci, pour être viables, ne doivent donc pas se confondre avec des idéologies généreuses, mais plus ou moins audacieuses ! Les lois économiques, dont dépend la lutte pour l'existence, se chargeraient bien vite de nous conduire à d'autres expériences plus brutales, parce que trop éloignées de l'action conjugée des producteurs et des travailleurs. Entre le libéralisme économique du XIX^e siècle (qui se confond parfois avec la « licence ») et les formules très modernes, mais plus ou moins étatistes et dictatoriales, on doit pouvoir concilier ces facteurs essentiels : liberté dans la discussion, discipline dans l'action.

Arts et techniques de la santé, par G. Daniel et A. Daniel (2 vol.). Prix franco : France, colis postal gare, 305 f 70 ; à domicile, 307 f 15.

Cette œuvre imposante que nous présentons à nos lecteurs est incontestablement d'une portée sociale et scientifique essentiellement pratique. Elle constitue, en quelque sorte, une synthèse des rapports qui doivent exister entre l'hygiène dite classique et le naturisme — qu'il ne faut pas confondre avec le nudisme ! — Ici, c'est du « cosmonaturisme » dont il s'agit. Celui-ci comprend un ensemble de pratiques « hygiéniques » qui tendent à nous ramener à l'observation des conditions physiologiques pour lesquelles nous sommes faits et dont nous éloignons de plus en plus une civilisation trop « poussée ». L'interconnexion hygiène-naturisme doit donc nous conduire scientifiquement à une vie plus conforme aux lois de la Nature. C'est le but poursuivi par les auteurs du présent ouvrage pour mettre en évidence la mission — immense — des hygiénistes qui ne séparent pas l'être humain du milieu naturel dans lequel il est plongé et auquel il emprunte toutes ses énergies (vitales, physiques, psychiques). Leurs conceptions modernes aboutissent à cette interprétation, à

savoir : que les divers aspects morbides de l'humanité sont la résultante d'infractions aux lois naturelles. Ainsi les infections sont des conséquences d'une déchéance, plus ou moins accentuée, de nos processus d'immunité naturelle, les microbes n'étant alors que des causes secondes, puisque les causes premières résident dans nos fléchissements biologiques. Ceci tend à nous rapprocher de cette formule bien connue : la graine n'est rien, le terrain est tout. Cette notion de terrain physiologique est elle-même liée, bien entendu, à celle de l'hérédité. Ainsi l'hygiène expérimentale — dite naturiste — ne sépare plus l'être humain du milieu auquel il emprunte précisément ses énergies vitales, physiques, psychiques, dont nous parlions tout à l'heure. Hygiène individuelle à orientation *naturiste* prédominante, hygiène collective et sociale à tendance *technique*, telles doivent être les bases sur lesquelles peut s'édifier une doctrine vraiment moderne cherchant à protéger notre civilisation actuelle contre une décadence possible, sinon prochaine... Une telle opinion (partagée de nos jours par d'illustres savants du monde entier) découle d'une expérience biologique, médicale, sociale, relativement prolongée. L'Exposition de 1937 nous montre déjà, à ce point de vue, dans quelle voie doit s'engager l'hygiène de demain pour réaliser l'urbanisme conforme au bien-être social. Et cela en faisant appel aux ressources si variées et si fécondes de la Médecine, de l'Hygiène, du Droit. Ce sont du reste les mêmes principes qui doivent animer l'organisation des centres ruraux — encore si arriérés à notre époque par rapport aux cités beaucoup plus évoluées...

Et cependant, malgré les progrès de la science médicale qui, depuis plus d'un siècle, nous a fourni des moyens efficaces de défendre notre organisme contre des maladies jadis si pernicieuses (syphilis, variole, diphtérie, paludisme, etc.) grâce aux vaccins, aux sérums, aux remèdes chimiques spécifiques, il est indéniable que les maladies contre lesquelles la médecine est la mieux armée persistent encore pour des causes sociales.

Aussi la médecine sociale n'avance plus qu'en liaison avec l'économie. C'est pour cette raison déterminante que la S. D. N. a établi une collaboration permanente entre le Travail (B. I. T.) et l'Hygiène.

Ces considérations générales se dégagent aisément de l'ensemble de l'œuvre magistrale de G. et A. Daniel. Bien que brièvement résumées ici, elles nous permettent cependant de nous faire une idée suffisamment exacte de la portée éducative d'une œuvre qui a pour but social : conserver et accroître le capital « santé » de l'individu et par suite celui de la collectivité. C'est de celui-ci que dépend en effet, pour une grande part, la puissance morale et matérielle d'un peuple. Et voici — en s'inspirant de ces principes — les principaux sujets traités dans les deux volumes qui représentent au total près de 1 550 pages grand format. Ce sont : la médecine préventive, l'hygiène sociale ; la statistique, les techniques sanitaires (ce chapitre de science appliquée traite de l'eau, de l'air, du lait). Puis

(1) Les ouvrages annoncés peuvent être adressés par LA SCIENCE ET LA VIE, au reçu de la somme correspondant au prix indiqué sauf majorations.

voici dans ce domaine si étendu du naturisme l'examen des différents éléments naturels (radiations, aliments). Enfin, la partie prédominante de l'ouvrage est consacrée aux problèmes : hygiène et naturisme-urbanisme. On y verra notamment un exposé concernant les conditions *antinaturelles* de la vie moderne et le comportement biologique et social de l'être humain à l'égard des éléments nuisibles ou carences. Près de 200 pages, minutieusement documentées, sont ensuite réservées à l'urbanisme. Celui-ci soulève en effet tant de problèmes fort complexes relevant de l'architecture, de la physique et de la chimie appliquées, dont les solutions pratiques permettent précisément de réaliser la cité moderne qui doit abriter le travailleur moderne. A quelques catégories qu'il appartienne, il a droit au confort, à l'hygiène, en un mot au bien-être dont dépendent à la fois son rendement individuel, son équilibre physique et psychique. De l'intégration de ces conditions *nécessaires* dépend la résolution de l'équation d'équilibre social. Par voie de conséquence, la prospérité d'une nation en découle.

G. B.

L'éclairage et le démarrage électriques des automobiles, par René Bardin. Prix franco : France, 11 f 20 ; étranger, 13 f 20.

Cette brochure renferme tout ce qu'il faut connaître pratiquement dans ce domaine si délicat de la locomotion mécanique (par moteur à carburant).

Pour guérir et vivre sainement (HERAUS AUS KRANKHEIT UND LEBENSNOT), par Friedrich Oelschläger. Döningshaus und Cie, éditeur, Stuttgart-N. (Allemagne).

Télégraphie et téléphonie sans fil (Cours élémentaire de), par Bedeau. Prix franco : France, 63 f 20 ; étranger, 69 f 20.

L'enseignement du professeur Bedeau en radioélectricité a le mérite d'être à la fois accessible à tous et suffisamment complet pour intéresser les ingénieurs spécialisés dans ce do-

main. La deuxième édition (qui vient de paraître) démontre l'accueil que ce cours théorique et pratique — mis au courant des plus récents progrès de la Science et de la Technique — a déjà rencontré auprès des spécialistes et de tous ceux qui se destinent à la profession d'ingénieur radiotélégraphiste. Les débouchés dans cette carrière sont encore pleins d'attrait, et nul doute que cet ouvrage ne contribue à accroître encore le goût de la jeunesse des écoles pour la radio aux multiples applications.

Le port de Marseille.

La Chambre de Commerce de notre grand port méditerranéen vient de publier une notice non seulement luxueusement illustrée et scrupuleusement documentée sur les ouvrages, organes et annexes existants, mais aussi concernant les projets en voie de réalisation : notamment aménagement du Rhône, aéroport (de Marignane, etc).

Français, debout ! par Léon Regray. Prix franco, France : 19 f 40 ; étranger, 21 f 80.

Déficit humain, déficit financier, déficit moral, tels sont les « aspects » du problème économique envisagé pour inviter le citoyen français à ne chercher les améliorations de sa condition (économie, sociologie) que dans son propre effort et non dans la panacée d'un système. L'appel que l'auteur adresse à tous les citoyens, sans distinction d'opinions politiques, doit être médité sans parti-pris. C'est pourquoi nous invitons nos lecteurs à lire cet ouvrage de 250 pages : il est temps de réfléchir sur nos erreurs et d'envisager sans plus tarder les saines résolutions à prendre. Est-ce possible ?

AVIS IMPORTANT

Nous informons nos lecteurs de la mise en vente de l'emboîtement pour la reliure du tome LI (janvier à juin 1937). Prix : à nos bureaux, 6 francs ; franco 6 f 70 ; étranger, 8 francs. Pour recevoir la table des matières du même tome, ajouter 1 f 50 aux prix ci-dessus.

TARIF DES ABONNEMENTS A « LA SCIENCE ET LA VIE »

FRANCE ET COLONIES

Envois simplement affranchis.....	{ 1 an..... 55 fr.	Envois recommandés.....	{ 1 an..... 65 fr.
	{ 6 mois... 28 —		{ 6 mois... 33 —

BELGIQUE

Envois simplement affranchis.....	{ 1 an... 70 f. (français)	Envois recommandés.....	{ 1 an... 90 f. (français)
	{ 6 mois. 36 f. —		{ 6 mois. 45 f. —

ÉTRANGER

Pour les pays ci-après : *Afghanistan, Australie, Bolivie, Chine, Danemark, Etats-Unis, Grande-Bretagne et Colonies, Iles Philippines, Indes Néerlandaises, Irlande, Islande, Italie et Colonies, Japon, Norvège, Nouvelle-Zélande, Palestine, Pérou, Rhodésie, Suède.*

Envois simplement affranchis.....	{ 1 an..... 90 fr.	Envois recommandés.....	{ 1 an.... 110 fr.
	{ 6 mois... 46 —		{ 6 mois.. 55 —

Pour les autres pays :

Envois simplement affranchis.....	{ 1 an..... 80 fr.	Envois recommandés.....	{ 1 an..... 100 fr.
	{ 6 mois... 41 —		{ 6 mois.. 50 —

Les abonnements partent de l'époque désirée et sont payables d'avance, par mandats, chèques postaux ou chèques tirés sur une banque quelconque de Paris. — Tout changement d'adresse doit être accompagné de la somme de 1 franc en timbres-poste.

« LA SCIENCE ET LA VIE » — Rédaction et Administration : 13, rue d'Enghien, Paris-X^e
CHÈQUES POSTAUX : 91-07 PARIS

Directeur : G. BOURREY. — Gérant : M. LAMY. Paris. — Imp. MAURICE BERNARD, 18, rue d'Enghien.

COMMENT GARDER NOTRE SANTÉ ?

L'élimination des ondes nocives

« Le microbe n'est rien, c'est le terrain qui est tout. »
CLAUDE BERNARD.

Les causes de l'infection microbienne

D'INNOMBRABLES microbes partagent notre existence. Ils pullulent sur notre peau, s'installent dans nos voies digestives et respiratoires, de telle sorte que chacun de nous, même en parfaite santé, porte constamment les germes de maladies redoutables. Comment se fait-il que nous échappions à leurs atteintes, et que des hôtes aussi dangereux ne manifestent pas plus souvent leur présence ?

En réalité, ils s'y emploient de tout leur pouvoir, et, s'ils sont tenus en respect, c'est grâce à une lutte incessante dont nous sommes vainqueurs à notre insu. Notre organisme est doté de puissants moyens de défense naturels. Tant que leur fonctionnement est normal, ils s'opposent à l'infection microbienne. Mais que survienne une période de dépression, une brèche dans le système défensif, immédiatement l'adversaire exploitera notre défaillance. Sa force est faite de notre faiblesse.

Le microbe, agent de la maladie, n'en est pas la cause déterminante. Nous allons le prouver par l'exemple, qui nous est malheureusement familier, du trop célèbre bacille de Koch.

Bien que tous les humains soient porteurs de bacilles tuberculeux, les adultes se montrent peu sensibles à la contagion. Par contre, chez les enfants, moins bien armés, le même bacille trouvera un terrain d'évolution favorable. Jusqu'à deux ans, et de dix-huit à vingt ans, la tuberculose sera fréquente et grave.

Le même microbe, réduit ici à l'impuissance, prendra sur nous sa revanche dans d'autres conditions de temps, d'âge ou de milieu, si nous n'organisons pas notre résistance. Sachons défendre notre terrain, notre « coin de peau ».

En redisant, après Claude Bernard : « Le microbe n'est rien, c'est le terrain qui est tout », nous ne prétendons pas diminuer le rôle considérable joué par la bactériologie dans les progrès de l'hygiène, à la faveur des travaux du grand Pasteur. Mais la meil-

leure hygiène ne peut nous confiner en un milieu aseptique, et nous devons, pratiquement, vivre face aux microbes.

Apprenons donc à nous accommoder de ces mauvaises rencontres que nous ne saurions éviter. Que le souci de notre santé ne se traduise pas en nous par la terreur du microbe, dont un organisme en bon équilibre ne devrait normalement avoir rien à redouter.

L'équilibre organique

La découverte des phénomènes radio-électriques n'a pas inauguré seulement le règne de la T. S. F. Elle est à l'origine d'une cascade de découvertes qui ont bousculé maintes hypothèses traditionnelles, provoquant un renouvellement profond qui s'est étendu des sciences physiques aux autres sciences.

Nous savons aujourd'hui qu'en dehors des ondes sensibles telles que les ondes sonores, lumineuses, etc..., nous vivons entourés d'autres ondes imperceptibles par nos sens, comme le sont celles de la T. S. F. Les détecteurs, qui seuls nous permettent de les déceler et de les identifier, distinguent en elles des ondes magnétiques à allures horizontales et des ondes électriques à allures verticales.

Ces nouveaux aspects des phénomènes ondulatoires — dont la théorie n'est pas nouvelle, puisque l'hypothèse en a été formulée pour la première fois par Descartes — se retrouvent jusque dans l'être vivant lui-même. Notre organisme est chargé d'un magnétisme personnel, qui s'apparente au magnétisme terrestre et que crée vraisemblablement en nous la fonction rythmée du cœur et du poumon. Les travaux de l'ingénieur Turenne (auquel nous rapportons le mérite de cette découverte et de ses applications) ont permis d'en déterminer la nature et les lois d'accord.

Il faut un régime bien déterminé d'équilibre électromagnétique pour assurer à la cellule vivante les conditions favorables à son existence. L'homme et les animaux sont faits pour vivre dans un milieu magnétique

d'ondes horizontales, émettant une fréquence correspondant à 8 m de longueur d'onde. C'est sur cette longueur d'onde que nous sommes « accordés ».

Nous rencontrons dans notre habitat naturel ces conditions elles-mêmes : non seulement nous baignons dans l'onde horizontale du magnétisme terrestre, mais l'air que nous respirons, l'eau, la lumière totale ont uniformément 8 m de longueur d'onde ou un sous-multiple.

Il en est de même des différents corps dont l'homme est constitué. Sur les 93 corps simples chimiquement reconnus, 44 se trouvent dans le corps humain à l'exclusion de tous autres. Cette découverte toute récente s'explique par le fait que ces 44 corps constitutifs sont aussi les seuls dont la longueur d'onde soit de 8 m.

Lorsque leur milieu naturel n'est pas troublé, nos cellules y vibrent à l'unisson, et cette harmonie assure notre équilibre organique qui, nous le savons maintenant, est avant tout un équilibre électromagnétique.

Cette loi d'harmonie est universelle. Dans la nature, tout déséquilibre est une cause de destruction. Toute rupture de notre équilibre magnétique comporte pour nous une menace d'état morbide.

Les ondes nocives

Le corps humain constitue un détecteur remarquablement sensible, capable de s'accorder presque instantanément aux fréquences vibratoires extérieures, et de recevoir par conséquent les ondes de toute nature.

Cette extrême sensibilité n'est pas sans dangers. Créé pour vivre en un milieu magnétique d'ondes horizontales, notre organisme est affecté par la réception des ondes électriques verticales qui dérèglent la fréquence de nos cellules et détruisent notre équilibre. Ces ondes s'accumulent dans nos muscles qui les condensent d'autant plus que leur fréquence est plus grande. Nous rejoignons ici une des premières découvertes qui furent faites des phénomènes électriques,

lorsque, en 1789, Galvani constata l'accumulation dans des muscles de grenouilles d'un « fluide » inconnu. Nous percevons aujourd'hui toute la signification de cette vieille expérience.

Il arrive que dans la nature même, l'homme soit exposé à la rencontre accidentelle d'ondes électriques éminemment défavorables : la foudre en est une manifestation éclatante et incontestable. Mais nous avons également à nous défendre contre d'autres ondes d'allure moins brutale, plus insidieuse. Il ne faut pas les confondre avec le courant électrique qui donne des étincelles, fournit lumière et force. Les ondes électriques qui nous occupent procèdent d'une forme d'électricité statique qui ne se manifeste pas par

des phénomènes visibles.

Par temps orageux, en l'absence de tonnerre et d'éclairs, maints organismes sensibles éprouvent, du seul fait de l'électricité atmosphérique, des troubles réels, quoique passagers. Certaines ondes géologi-

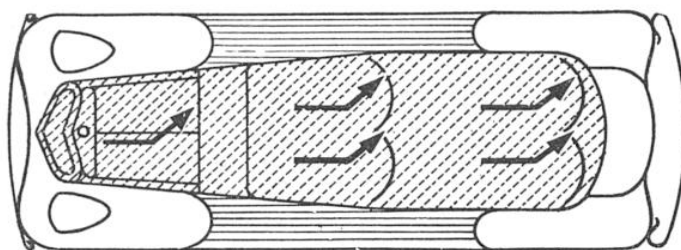


FIG. 1. — DÈS LA MISE EN MARCHÉ, LE MOTEUR ÉMET DES ONDES ÉLECTROMAGNÉTIQUES, A ALLURES VERTICALES ET A POTENTIEL VARIABLE, QUI SUIVENT LES BORDS DE LA TOLE ET CRÉENT DANS LA VOITURE UNE ZONE D'ONDES VERTICALES NOCIVES

ques ont également sur notre organisme une action néfaste longtemps inexpiquée.

A ces causes naturelles de perturbations, l'homme en a malheureusement ajouté d'autres, plus menaçantes et plus durables.

Le progrès porte en lui sa rançon. Il a contribué à placer l'homme dans un milieu artificiel chargé d'ondes nocives. Nous avons asservi l'électricité, mais c'est à nos risques et périls que nous l'avons introduite dans notre existence. En circuit ouvert, et sans que le compteur tourne, l'électricité émet à notre insu des ondes verticales, que nos muscles condensent et qui dérèglent la fréquence de nos cellules. Dans nos demeures où les fils électriques s'enchevêtrent, nous nous entourons à plaisir d'ondes malfaisantes.

En auto, les delcos et les magnétos donnent de la haute fréquence qui suit la caisse de la voiture pour former à l'intérieur une zone d'ondes verticales d'autant plus nocives qu'elles changent de potentiel à chaque changement de direction et à chaque changement d'accélération.

Ces ondes, qui sont la cause des troubles ou des malaises que tant de personnes ressentent en auto, agissent sur notre organisme comme de véritables maladies.

Toutes les maladies émettent, en effet, des ondes verticales, donc électriques, de longueurs d'ondes inférieures à 8 m. Les détecteurs électromagnétiques permettent de reconnaître les ondes d'émission caractéristiques de chaque maladie, et de les déceler non seulement sur les sujets qui en sont atteints, mais encore dans les sols contaminés.

De tout temps, dans tous les pays, on a connu des maisons, des terrains, parfois des régions entières où certaines maladies, cancer, tuberculose, typhoïde... se reproduisaient avec une fréquence anormale. Nous savons aujourd'hui pourquoi. Les ondes de ces maladies cheminent sur les ondes verticales émises au-dessus de cassures géologiques ou de filons d'eau contaminés, et forment, par induction entre deux failles ou filons parallèles, une zone chargée de ces ondes nocives.

Si, dans cette zone, on construit une maison, les ondes verticales la pénétreront sans être arrêtées et l'organisme des habitants en sera gravement imprégné. A plus forte raison, les malades connus ou inconnus qui nous entourent peuvent-ils nous transmettre les ondes nocives qu'ils émettent.

Ces ondes de maladie ne donnent pas directement les maladies, mais elles font vibrer nos cellules en ondes verticales à leur fréquence. Abaisant ainsi notre longueur d'onde au-dessous de 8 m, elles préparent en nous le terrain qui convient aux microbes correspondants, et sur lequel ceux-ci peuvent désormais se développer à l'aise. Ils ont trouvé la brèche par laquelle va se propager l'infection microbienne.

Ce sont nos défaillances qui nous exposent au danger, nous l'avons dit, mais les conditions d'existence actuelles rendent ce danger constant. Diminué dans sa résistance physique par la violation constante des lois naturelles, exposé plus que jamais aux occasions de contamination par la multiplication des échanges, l'homme moderne doit-il payer de sa santé la recherche du progrès matériel ?

Nous allons voir qu'il peut, fort heureusement, demander aux ondes elles-mêmes une protection contre les ondes et rétablir ainsi son équilibre naturel.

La déviation des ondes nocives

Une fois mises en mouvement, les ondes malfaisantes ne peuvent être détruites, ni

absorbées. Mais elles peuvent être détournées hors d'une zone à protéger.

M. L. Turenne, ingénieur des Arts et Manufactures, et ancien professeur de T. S. F. à l'Ecole d'Artillerie de Fontainebleau, après avoir constaté que les ondes électromagnétiques s'apparentent aux ondes radio-électriques et obéissent aux mêmes lois, a découvert le moyen de capter les ondes nocives et de les entraîner dans l'espace, sur une « onde portante », exactement comme en T. S. F.

La difficulté était d'éliminer les ondes verticales nocives, sans modifier les ondes magnétiques à allures horizontales indispensables à la santé de toutes les cellules vivantes. Le dispositif Turenne, qui a résolu le problème, est basé sur une loi des ondes que l'on peut énoncer ainsi :

— en groupant, dans leur ordre naturel, les sept couleurs fondamentales du prisme, on détermine un phénomène particulier d'ondes qui est la lumière ; si l'on rompt l'ordre de ces sept ondes particulières, on supprime l'onde de la lumière ;

— de même, en répartissant autour d'un cercle, dans leur ordre logique, les ondes de sept corps fondamentaux, on détermine sur toute la surface du cercle un faisceau d'ondes verticales. Ce faisceau agit comme onde portante à l'égard de toutes les ondes verticales analogues à l'exclusion de toutes autres ondes. Si on rompt l'ordre de répartition des corps sur le cercle, le phénomène cesse, comme il cesse dans le cas de l'onde lumière.

Le faisceau déterminé par les sept ondes du dispositif Turenne est parcouru par des ondes verticales de 8 m, longueur d'onde qui est également celle de toutes les cellules humaines et animales en bonne santé. Ce faisceau agit comme onde portante et entraîne dans l'espace toutes les ondes verticales de moins de 8 m, que nous savons être des ondes de maladie.

Ce procédé, appliqué avec grand succès depuis plusieurs années à la protection des lieux d'habitations et des voitures, trouve une application beaucoup plus étendue, en vue de la protection individuelle, sous la forme très pratique d'un collier.

Le collier électromagnétique « Sepdon »

Ce collier se compose d'une chaîne en métal radioactif à laquelle sont suspendus six petits médaillons. Les ondes des sept corps ont été fixées sur des poudres enfermées en ces six médaillons, dont la répartition sur le cercle, en apparence irrégulière, correspond à la place de chaque corps telle qu'elle

est déterminée par la loi de Mendeleef (classement des 92 corps simples adopté par les physiciens du monde entier).

Le collier « Sepdon », ainsi constitué, émet sur toute sa surface, même lorsqu'il n'est pas posé en cercle parfait, un faisceau d'ondes portantes qui évacue au loin toutes les ondes émises par les maladies, les appareils électriques, les autos, etc... Il s'oppose ainsi à ce que notre organisme s'imprègne de ces ondes électriques nocives. Il le débarrasse de celles qui se sont accumulées dans nos muscles. Par contre, il ne modifie pas — condition essentielle — les ondes magnétiques et laisse le champ libre à leur action bienfaisante.

L'idée du « collier de santé » n'est pas nouvelle. Mais, jusqu'alors, elle n'avait été réalisée que sous la forme d'appareils simplistes, tels que ceintures en corde, colliers en fils métalliques ou autres. Ces appareils ne peuvent agir que par leurs ondes de formes. Ils ne donnent naissance qu'à une toute petite onde verticale en leur centre, d'où leur petit effet.

Le collier électromagnétique « Sepdon » agit au contraire par toute sa surface, et c'est ce qui explique son action considérable. Celle-ci ne repose pas sur des hypothèses inconsistantes, mais sur un phénomène contrôlé dont les applications en T. S. F. sont devenues banales : le cheminement d'une onde sur une onde portante.

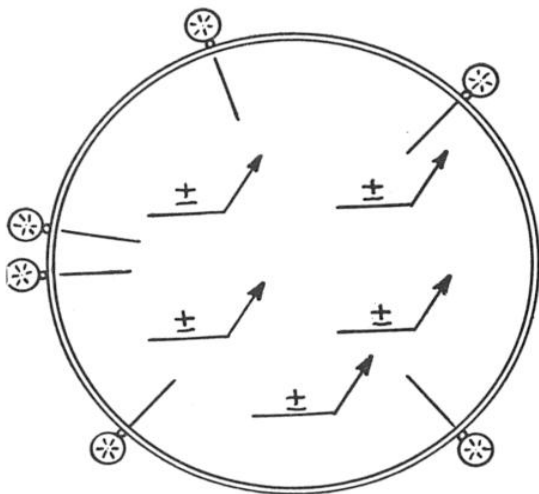


FIG. 2. — L'ÉLIMINATION DES ONDES NOCIVES PAR LE COLLIER « SEPDON »

Elle est basée sur un phénomène familier aux sans-filistes : le cheminement des ondes sur une onde portante. Celle-ci est créée à l'intérieur du collier par l'action électromagnétique de sept corps fondamentaux.

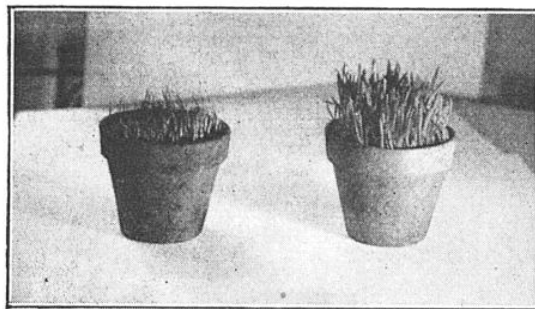


FIG. 3. — L'EFFICACITÉ DE « SEPDON » SE MANIFESTE PAR LA PRÉCOCITÉ ET LA VIGUEUR DU SEMIS SOUMIS À SON ACTION

Preuves de l'efficacité du collier « Sepdon »

Le collier électromagnétique « Sepdon » est une application de théories reconnues et en tout point conformes aux lois de la physique, comme aux lois d'évolution de la matière. Cela crée déjà, en faveur de son efficacité, une présomption favorable. Nous allons relater une série de preuves expérimentales qui en donnent la certitude.

L'efficacité du collier électromagnétique « Sepdon » peut être démontrée de maintes façons :

a) Tout d'abord par ses résultats. Mais il faut pour cela un peu de patience. A moins d'une réceptivité exceptionnelle, ce n'est pas du jour au lendemain que le porteur du collier peut retrouver l'impression de bien-être et de plénitude que donne un organisme en parfait équilibre ;

b) Les détecteurs électromagnétiques permettent de suivre très exactement l'action de l'onde portante émise par le collier. Par ailleurs, toutes les personnes dont la longueur d'onde est déficiente — c'est-à-dire la presque totalité — verront, après avoir porté le collier pendant quelques jours, leur longueur d'onde se rapprocher de 8 m. La règle universelle de Turenne permet des mesures très faciles de cette longueur d'onde. Mais il s'agit là, reconnaissons-le, de moyens de contrôle qui exigent une intervention compétente et que les médecins eux-mêmes ne pratiquent pas encore tous ;

c) Aussi, nous demandons à tous nos lecteurs de faire les deux expériences suivantes qui sont à la portée de tout le monde et qui démontrent, sans contestation possible, les propriétés du collier « Sepdon » :

1^{re} expérience. — Couper en deux un morceau de viande, mettre chaque morceau dans une soucoupe et entourer une seule des sou-

coupes d'un collier « Sepdon ». La viande ainsi protégée ne se décomposera pas, car le collier écarte d'elle les ondes de pourriture qui sont, elles aussi, des ondes de maladie. Evidemment, ce morceau de viande changera d'aspect ; son eau de constitution s'évaporerait au contact de l'air ; il se desséchera jusqu'à devenir dur comme du bois. Mais il n'aura subi aucune altération en dehors de cette déshydratation. Déposés dessus, des vers y trouveront leur nourriture ; mieux encore, un animal délicat tel que le chat ne le dédaignera pas.

La même expérience peut être faite sur un cadavre d'oiseau, de souris, de poisson, qui se momifiera en quelques jours sans jamais se décomposer.

Quant à l'autre morceau de viande ou au cadavre restés sans la protection du collier « Sepdon », mieux vaut n'en pas parler : en ce qui les concerne, leur odeur et leur aspect nauséabonds entraîneront vite la fin de l'expérience.

2^e expérience. — Dans nos deux soucoupes garnies d'un peu de terre ou d'ouate humides, plaçons maintenant quelques graines, des lentilles, par exemple, dont la rapidité de germination pourra satisfaire plus vite notre curiosité. Dans la soucoupe que nous entourerons du collier « Sepdon », les graines germeront plus vite et avec beaucoup plus de vigueur. Si nous prolongeons l'expérience, nous constaterons dans la soucoupe protégée la persistance d'une activité végétative très supérieure à celle qui se manifestera dans la soucoupe témoin : croissance plus rapide, plantes plus fortes.

Ces deux expériences ne peuvent laisser aucun doute sur l'efficacité du collier « Sepdon ». Faciles à reproduire, elles sont réellement impressionnantes. La première, celle de la viande morte, témoigne de la puissance d'assainissement de l'onde électromagnétique émise par le collier. Mais cette momification d'un cadavre n'est pas due à une action stérilisante qui comporterait des dangers, puisque la deuxième expérience, celle où nous voyons naître la plante, démontre avec évidence que l'onde du collier est une onde de vie qui assure à l'organisme son complet épanouissement, en écartant de lui toutes les ondes nocives qui diminueraient sa vitalité.

Applications du collier électromagnétique « Sepdon »

Le collier « Sepdon » n'agit pas comme un médicament. Il n'a pas par lui-même d'effet curatif. Son rôle propre est de réta-

blir ou de maintenir les moyens de défense de l'organisme, c'est-à-dire son équilibre électromagnétique.

C'est à ce point de vue qu'il peut rendre de grands services aux malades, en les plaçant dans des conditions beaucoup plus favorables au succès des agents thérapeutiques. L'efficacité des ordonnances du médecin est nettement renforcée par le port du collier « Sepdon », celui-ci éliminant les ondes nocives de toute nature qui contrarient trop souvent l'action des médicaments.

De façon générale, le port du collier « Sepdon » est indiqué dans tous les cas où nos muscles accumulent des ondes verticales qui affectent nos ondes personnelles. C'est dire que presque tous nos contemporains auraient intérêt à en faire usage. Il est facile de s'en rendre compte par la mesure de leur longueur d'onde.

Les individus chez lesquels celle-ci atteint 8 m sont extrêmement rares. Elle oscille généralement autour de 7 m 75 chez l'homme moderne, qui est en état de déficience perpétuelle, sans que, bien souvent, il s'en doute. Certains organismes en bon état apparent peuvent s'épuiser en luttes invisibles.

Le collier « Sepdon » leur apporte un renfort précieux. Son action tonique est remarquable. Il est donc à recommander à tous les déprimés, aux convalescents chez lesquels il renouvelle avec une rapidité surprenante les facultés de résistance.

Le port du collier « Sepdon » fera merveille dans certains états mal définis de déséquilibre qui se manifestent par une lassitude vague, une diminution d'activité cérébrale ou musculaire, irritabilité ou émotivité extrêmes, insomnies, etc... Ces troubles sont généralement provoqués par la présence d'ondes nocives et disparaîtront avec elles.

Enfin, le collier « Sepdon » apporte une protection indispensable à toutes les personnes qui vivent auprès des malades ou qui les approchent, qui habitent ou traversent des milieux contaminés ou suspects. Grâce à lui, des infirmières ont pu reprendre leur métier qu'elles avaient dû abandonner en raison de leur sensibilité aux ondes nocives. Le collier « Sepdon » les en protège et leur rend, par surcroît, l'exercice de leur pénible profession plus agréable et plus facile.

Enfin, les sportifs, les athlètes améliorent presque toujours leur condition physique en faisant régulièrement usage du collier « Sepdon ».

Il y a dans le langage sportif une expression courante dont nous nous apercevons

aujourd'hui qu'elle exprime une réalité scientifique. Nous disons d'un athlète qu'il a perdu sa « forme », retrouvé sa « forme ». Ce n'est pas une vague image. Cette « forme » existe si bien que chacun de nous peut représenter graphiquement la sienne, de même que nous représentons par leur spectre les ondes des couleurs. Son tracé est celui d'une ellipse

dont le grand axe est déterminé rigoureusement par la longueur de notre onde propre et dont le petit axe correspond à sa hauteur.

Notre « forme » est variable, nous le savions. Nous comprenons maintenant qu'elle

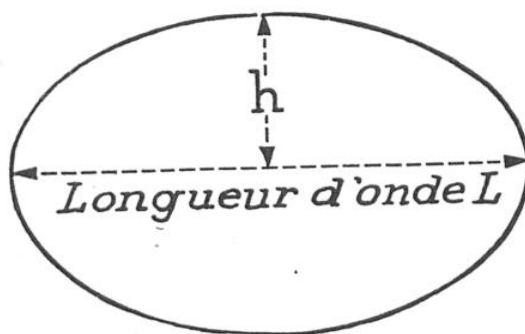


FIG. 4. — NOTRE « FORME » EST FIGURÉE EFFECTIVEMENT PAR UNE ELLIPSE DONT LA SURFACE VARIE AVEC NOTRE LONGUEUR D'ONDE, SUIVANT NOTRE ÉTAT DE SANTÉ

varie avec notre longueur d'onde, augmente et diminue avec elle. Nous pouvons, en vérité, la mesurer et l'exprimer par sa surface que nous calculerons avec une rigueur toute mathématique.

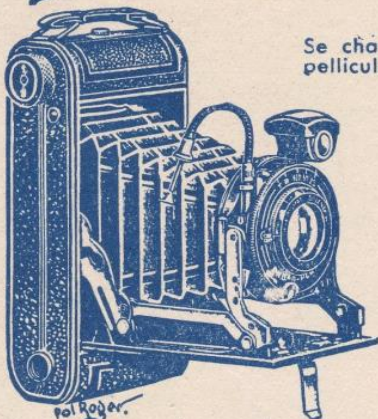
A son maximum de surface, correspondant à 8 m de longueur d'onde, cette ellipse représente notre « pleine forme ». Le collier électromagnétique « Sepdon »

nous aidera à la recouvrer et nous permettra de la conserver désormais intacte.

En nous restituant notre équilibre organique, il nous rend un peu de notre jeunesse.

En cette saison, la plupart d'entre nous, sur les plages, aux champs ou en montagne, se retrempe dans la nature et font ainsi leur cure de désintoxication. Mais le temps des vacances est court, hélas ! Aussi nous avons pensé intéresser beaucoup de nos lecteurs en leur faisant connaître le procédé « Sepdon » qui permet d'obtenir, chez soi et en tout temps, un puissant renouveau de vitalité. Pour tous renseignements complémentaires, nous prions nos lecteurs d'écrire directement à SEPDON, 70, Champs-Élysées, Paris (8^e), qui nous a obligeamment fourni cette documentation sur les travaux qui ont conduit l'ingénieur Turenne à la création du collier « Sepdon » (brevet n° 805.275).

Vici les 2 Appareils



Le "SPORTEX" 6x9

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

Le même en 6 1/2 x 11 **295 Fr.**
ou 8 mensualités de **40 Fr.**

CADEAU

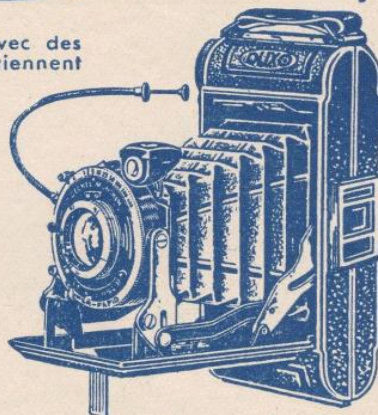
Tout acheteur d'un "Sportex"
ou d'un "Duxo" payé comptant reçoit un superbe SAC EN CUIR pour l'appareil.

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

SUCCÈS

auprès des Amateurs

Ils sont montés avec Anastigmat 1:4,5
OBTURATEUR A RETARDEMENT
permettant de se photographier soi-même.



Le "DUXO" 6x9

Appareil automatique de luxe, gainé cuir fin, double format: 6x9 et 4 1/2 x 6.

Avec PRONTOR 1/125° **350 Fr.**
ou 10 mensualités de **38 Fr.**

PRONTOR II 1/150° **395 Fr.**
ou 10 mensualités de **43 Fr.**

COMPUR 1/250° **495 Fr.**
ou 12 mensualités de **45 Fr.**

COMPUR RAPID 1/400° **595 Fr.**
ou 12 mensualités de **54 Fr.**

I: 3,8 COMPUR RAPID 1/400° **695 Fr.**
ou 12 mensualités de **63 Fr.**

Pellicules "HÉLIOCHROME"

ultra-rapides 26° Sch. - Les 8 poses

4 1/2 x 6	6 x 9	6 1/2 x 11
5.40	5.40	7.50

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

EXCLUSIVEMENT PAR LES ÉTABLISSEMENTS

PHOTO-PLAIT

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

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

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

CATALOGUE PHOTO-CINÉMA 1937 GRATIS ET FRANCO

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

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

Pour devenir un parfait Amateur, il faut lire:

"LA PHOTO POUR TOUS" Revue mensuelle illustrée de photographie, Le N° 4 fr. 50 - Abonnement 1 an 40 fr.



Dans une automobile moderne la SÉCURITÉ et le CONFORT doivent être tels, à l'AVANT comme à l'ARRIÈRE, qu'à tout instant, même en vitesse sur mauvaise route, la voiture "se fait oublier" !...

C'est l'agrément incomparable que procure la suspension à ROUES AVANT INDÉPENDANTES aux propriétaires...



.. de 302 et de 402

Peugeot