

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

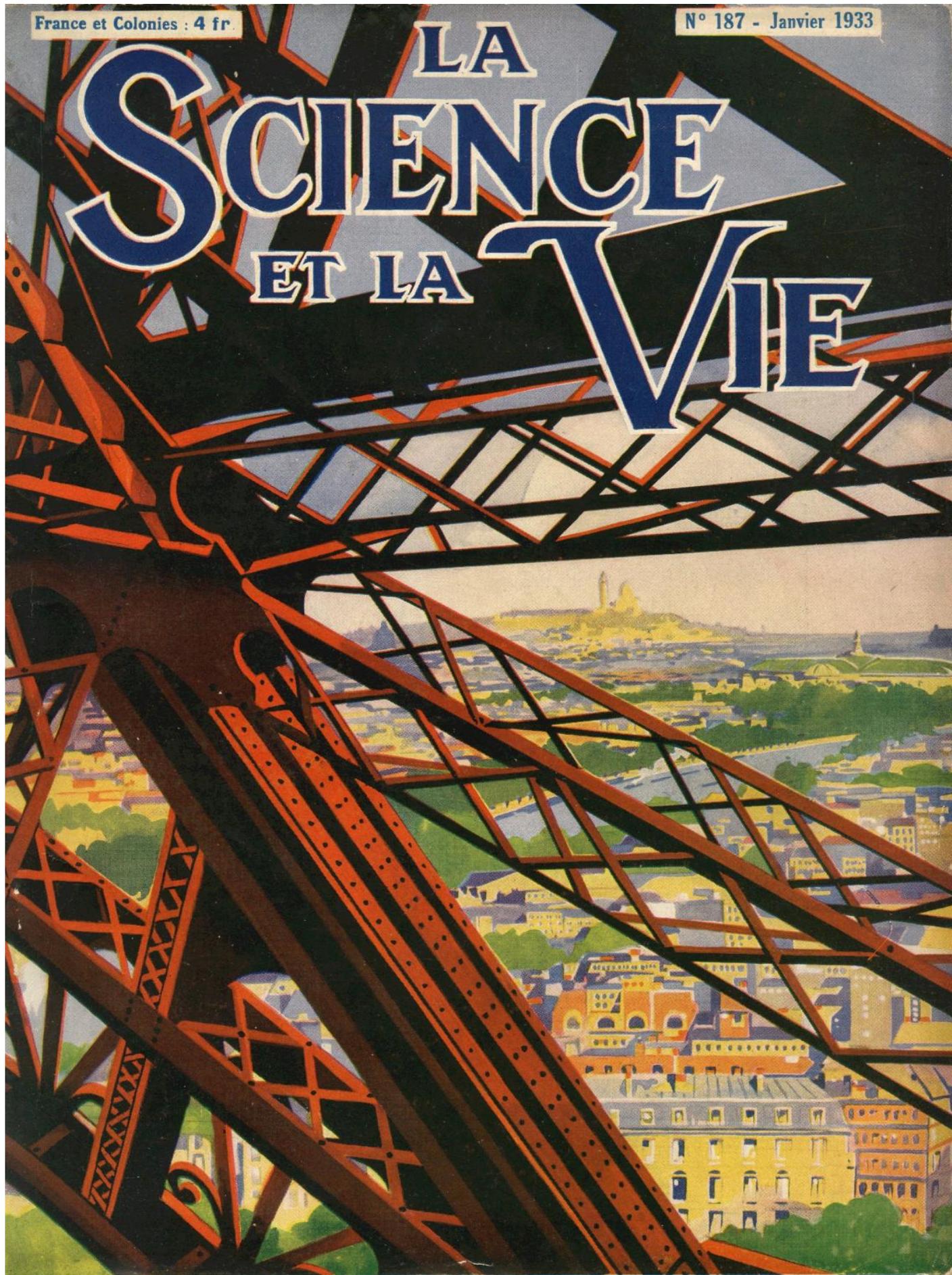
Notice de la Revue	
Auteur(s) ou collectivité(s)	La science et la vie
Auteur(s)	[s.n.]
Titre	La science et la vie
Adresse	Paris : La science et la vie, 1913-1945
Collation	339 vol. : ill. ; 24 cm
Cote	SCI.VIE
Sujet(s)	Sciences -- Vulgarisation Culture scientifique et technique Presse scientifique
Note	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 43. n. 187. Janvier 1933
Adresse	Paris : La Science et la Vie, 1933
Collation	1 vol. (XXX p.-90 p.) : ill., couv. ill. en coul. ; 24 cm
Cote	SCI. VIE 187
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	10/12/2019
Permalien	http://cnum.cnam.fr/redir?SCVIE.187

France et Colonies : 4 fr

N° 187 - Janvier 1933

LA SCIENCE ET LA VIE



Droits réservés au [Cnam](#) et à ses partenaires

RÈGLES A CALCULS DE POCHE MARC

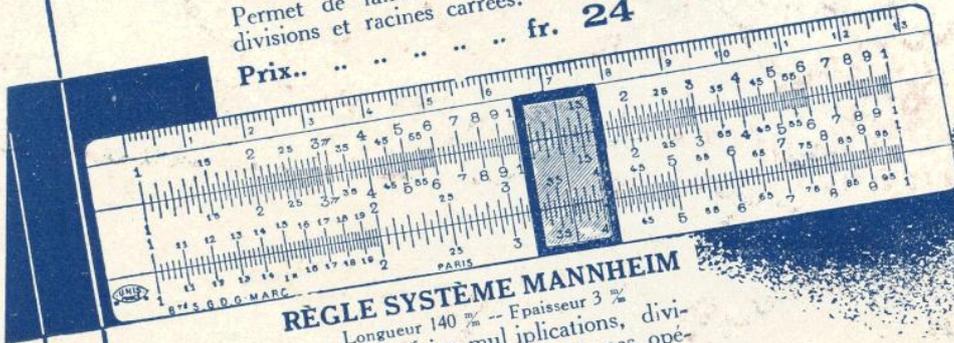
ÉTUDIÉES POUR VOTRE POCHE
et aussi indispensables que votre stylo



RÈGLE SCOLAIRE

Longueur 140^{mm} -- Epaisseur 3^{mm}
Permet de faire les multiplications,
divisions et racines carrées.

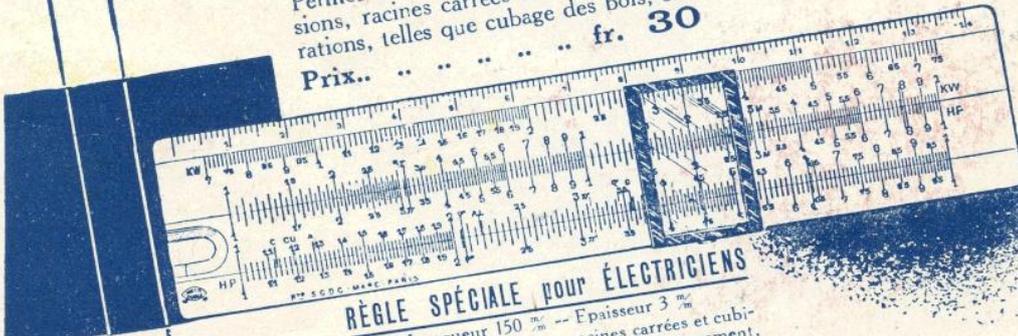
Prix.. fr. 24



RÈGLE SYSTÈME MANNHEIM

Longueur 140^{mm} -- Epaisseur 3^{mm}
Permet de faire mul iplications, divi-
sions, racines carrées et certa nes opé-
rations, telles que cubage des bois, etc.

Prix.. fr. 30



RÈGLE SPÉCIALE pour ÉLECTRICIENS

Longueur 150^{mm} -- Epaisseur 3^{mm}
Multiplications, divisions, racines carrées et cubi-
ques, transformation de HP en Kw et inversement,
Calculs de rendement de moteurs et dynamos,
résistance et chute de tension, Poids d'une barre
d'acier, d'un fil de cuivre ou d'aluminium, circon-
férence et surface latérale d'un cylindre.

Prix.. fr. 36

DÉTAIL : MAISONS D'APPAREILS DE PRÉCISION
PAPETIERS - LIBRAIRES - OPTICIENS
GROS EXCLUSIVEMENT :
CARBONNEL & LEGENDRE
12, rue Condorcet, PARIS (9^e) — Tél. : Trudaine 83-13

Publ. A. GIORGI



ÉCOLE DU GÉNIE CIVIL **ÉCOLE DE NAVIGATION**

placées sous
le haut patronage de l'État

Directeur Général: J. GALOPIN * O. O. I.

19, rue Viète (Métro Wagram) - PARIS (17^e)

Cours sur place ou par correspondance

DES SITUATIONS

COMMERCE & INDUSTRIE

Obtention de Diplômes et
accès aux emplois de

**SECRÉTAIRES
DESSINATEURS
CHEFS DE SERVICE
INGÉNIEURS
DIRECTEURS**

Préparation aux Concours

**ÉCOLES
BANQUES
P. T. T.
CHEMINS DE FER
ARMÉE
DOUANES
MINISTÈRES, etc.**

Programme gratuit
N° 807

MARINE

Admission aux
**ÉCOLES DE NAVIGATION
des PORTS
et de PARIS**

Préparation des Examens

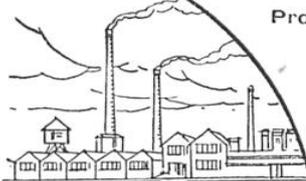
**ÉLÈVES-OFFICIERS
LIEUTENANTS
CAPITAINES**

**Mécaniciens, Radios,
Commissaires**

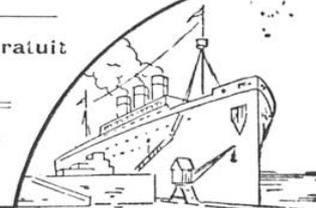
Préparation à tous les
**EMPLOIS DE T. S. F.
Mécaniciens, etc.**
de la Marine de Guerre et
de l'Aviation

Programme gratuit
N° 809

Accompagner toute demande de renseignements
d'un timbre-poste pour la réponse

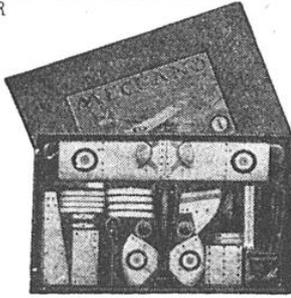


UBLI-ELGY



Paracina

R



MECCANO

Constructeur d'Avions

Exiger la marque :
MECCANO
CONSTRUCTEUR
D'AVIONS

En vente dans tous
 les bons magasins de
 jouets.



Meccano vient de créer des boîtes spéciales à l'intention des garçons qui s'intéressent à l'aviation. Ces boîtes permettent de construire plusieurs modèles d'avions courants et les instructions contenues dans chaque boîte sont à la portée des petits et des grands. Monter sa propre flotille, quel bonheur pour vos enfants destinés à une vie beaucoup plus aérienne que la nôtre.

Et qui sait si, parmi cette phalange de constructeurs en herbe, un beau jour ne se révélera pas un inventeur d'autogyre ou d'avion stratosphérique? Allons, jeunes gens que le problème de l'air hante et passionne, construisez vos avions! Et vous, Parents soucieux d'offrir à vos enfants des jouets intelligents et éducatifs, faites-leur cadeau d'une boîte Meccano constructeur d'avions! Laissez-les s'initier à ce jeu bien moderne et scientifique! Nous vous promettons un beau succès!

PRIX : N° 0... 35 fr. N° 1... 57 fr.
 N° 2... 105 fr.

MECCANO
 80, rue Rébeval, Paris



Ne fatiguez plus vos yeux
 à la lumière artificielle!

Les Verres
 Uro-Punktal
ZEISS

affaiblissent l'action des rayons infra-rouges et procurent une impression équivalente à celle de la lumière du jour.

EN VENTE CHEZ TOUS LES OPTICIENS

BROCHURE URO 77 GRATIS ET FRANCO SUR DEMANDE
 ADRESSÉE AU CONCESSIONNAIRE POUR LA FRANCE :
 SOCIÉTÉ OPTICA, 18-20, FAUB. DU TEMPLE, PARIS-XI^e



c'est au pied du mur...

DEUX FILTRES DE BANDE
QUATRE CONDENSATEURS
UN ÉLECTRODYNAMIQUE

2.350 FR.

**VOIR
ESSAYER
ENTENDRE
COMPARER
APPRÉCIER**

2.350 FR.

DEUX FILTRES DE BANDE
QUATRE CONDENSATEURS
UN ÉLECTRODYNAMIQUE

DRASELECTEUR 33

REALISE ET CONSTRUIT ENTIEREMENT EN FRANCE
Demander la notice spéciale à votre electricien ou aux Etas SU-GA

SU-GA
179, RUE DE LA PAIX, PARIS.
Belgique SU-GA 14, rue des Fabriques - BRUXELLES

Mon "CINEY" supprime l'oxyde de carbone

Demandez la brochure "Chauffez-vous mieux" adressée gratis par LES FORGES DE CINEY, à GIVET (Ardennes)



— C'est une qualité inestimable qui s'ajoute à tant d'autres : économie, propreté, meilleur chauffage, élégance, etc...
On croit, en général, qu'il est impossible d'éliminer l'oxyde de carbone, toxique et mortel. Et pourtant, par une simple addition d'air, mon « CINEY » le transforme en acide carbonique et le brûle.
Avec un « CINEY », jamais de migraine ni d'intoxication.

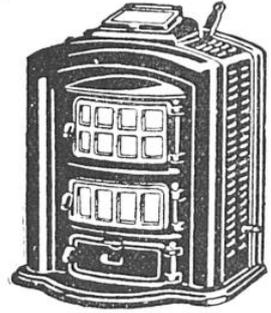
Le calorifère breveté

CINEY

est en vente :

EN PROVINCE : dans toutes les bonnes maisons de chauffage.
A PARIS : 7, boulevard du Temple (3^e).

A BRUXELLES : 22, rue Saint-Jean.
AGENT RÉGIONAL : M. DUVAL, quincaillier, 9, pl. du Marché, LEVALLOIS.



BREVETS LUMIERE et HERCK

Chermis

LE CHAUFFAGE

SANS FEU
SANS FLAMME
SANS FUMÉE
SANS ODEUR
SANS GAZ NOCIFS

SECURITE ECONOMIE PROPRETE HYGIENE MOBILITE

PAR CATALYSE DE L'ESSENCE

CATALOGUES & NOTICES FRANCO SUR DEMANDE A SOCIÉTÉ LYONNAISE DE RÉCHAUDS CATALYTIQUES 2, Bis ROUTE DES SOLDATS LYON-S^tCLAIR (Rhône) FRANCE

AGENCE ET DÉPÔT POUR PARIS I. PELLETIER 44, RUE DE LANORY PARIS 5^e



COMPRESSEURS LUCHARD

HAUTE PRESSION
BASSE PRESSION
COMPRESSEURS SPÉCIAUX

.....
Etabl^{ts} LUCHARD

S. A. R. L.

au capital de 1 million de francs

INGÉNIEURS-CONSTRUCTEURS

20, rue Pergolèse - PARIS

Téléph. : Passy 00-12, 00-13, 00-14, 00-15

R. C. Seine 277 574 B

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 25 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 **vos adresse et le numéro des brochures** qui vous intéressent parmi celles qui sont énumérées ci-après. Vous les 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 aucun engagement de votre part.

BROCHURE N° 48.403, 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*, etc.

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

BROCHURE N° 48.408, concernant toutes les *classes complètes* de l'**Enseignement secondaire** officiel jusqu'au *Baccalauréat* inclusivement — concernant, en outre, 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*.

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

BROCHURE N° 48.416, 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° 48.419, 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 Facultés, Professeurs agrégés, etc...)

BROCHURE N° 48.427, 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° 48.431, 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° 48.436, 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° 48.443, concernant la préparation à toutes les carrières de l'Agriculture, des Industries agricoles et du Génie rural, dans la Métropole et aux Colonies.
(Enseignement donné par des Professeurs des Grandes Ecoles, Ingénieurs agronomes, Ingénieurs du Génie rural, etc...)

BROCHURE N° 48.448, 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° 48.452, 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, Coupeur-Chemisier, Coupe pour hommes, etc...
(Enseignement donné par des Professeurs officiels et par des Spécialistes hautement réputés)

BROCHURE N° 48.461, concernant la préparation aux carrières du Cinéma : Carrières artistiques, techniques et administratives.
(Enseignement donné par des Techniciens spécialistes.)

BROCHURE N° 48.468, concernant la préparation aux carrières du Journalisme : Rédacteur, Secrétaire de Rédaction, Administrateur-Directeur, etc...
(Enseignement donné par des Professeurs spécialistes.)

BROCHURE N° 48.475, 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'Écriture, etc.
(Enseignement donné par des Professeurs de l'Enseignement primaire et de l'Enseignement secondaire.)

BROCHURE N° 48.480, concernant l'étude des Langues étrangères : Anglais, Espagnol, Italien, Allemand, Portugais, Arabe, Esperanto. — Tourisme (Interprète).
(Enseignement donné par des Professeurs ayant longuement séjourné dans les pays dont ils enseignent la langue.)

BROCHURE N° 48.487, concernant l'enseignement de tous les Arts du dessin : Cours universel de dessin, Dessin usuel, Illustration, Caricature, Décoration, Aquarelle, Peinture à l'huile, Pastel, Fusain, Gravure, Décoration publicitaire — concernant également la préparation à tous les Métiers d'art et aux divers Professorats de Dessin, Composition décorative, Peinture, etc...
(Enseignement donné par des Artistes réputés, Lauréats des Salons officiels, Professeurs diplômés, etc...)

BROCHURE N° 48.492, 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° 48.497, 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.)

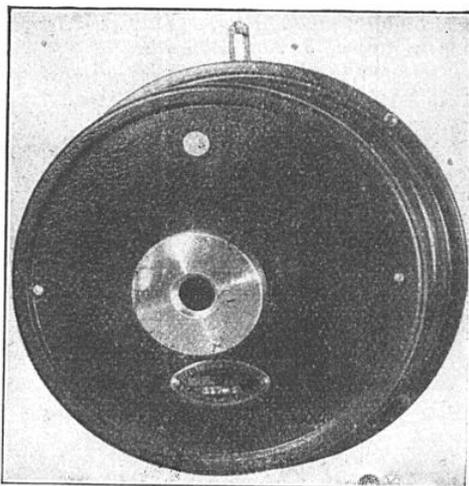
Ecrivez aujourd'hui même, comme nous vous y invitons à la page précédente, à
MESSIEURS LES DIRECTEURS de

L'ÉCOLE UNIVERSELLE

59, boulevard Exelmans, PARIS (16^e)

L'OEIL ÉLECTRIQUE RIO

à Cellule Séléno-électrique



est un
INTERRUPTEUR
commandé à distance
par une
Variation de lumière

*Seule Cellule entièrement métallique
à fonctionnement absolument constant*

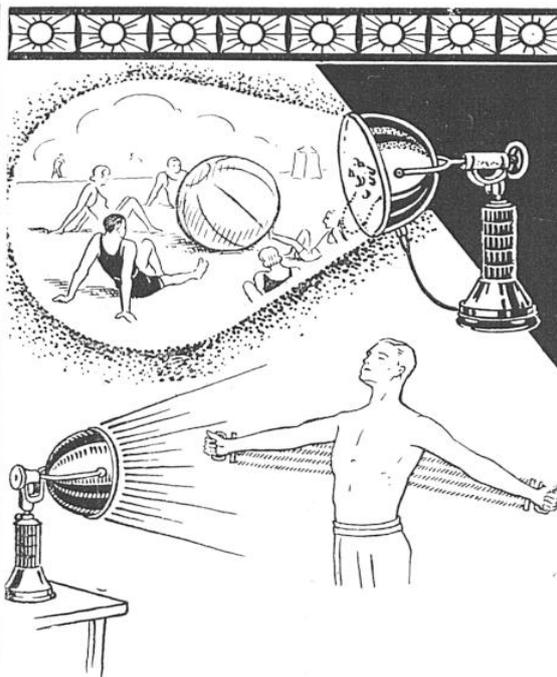
APPLICATIONS EN NOMBRE INFINI :

Allumage de l'Éclairage public.
Détection des fumées.
Pesées automatiques.
Signalisation des véhicules.
Protection du personnel contre les machines-
outils.
Commande à distance des portes.
Publicité automatique.
Protection contre le vol.
Etc., etc.

Sté A^{me} André RIO
17, rue Châteaudun, Nanterre
Tél. : Nanterre 11-15

Seule Cellule adoptée par la C. P. D. E.
Garantie 5 ans

PUBL. C. BLOCH



Des bains de soleil en hiver? Chez soi?

Point n'est besoin d'aller à la montagne ou à la Riviera pour profiter des bienfaits du soleil.

Un séjour quotidien de 5 minutes sous les rayons de la petite lampe de Quartz à vapeur de mercure *Homesoleil* est bien préférable à des heures d'exposition au soleil d'hiver.

Pourquoi une lampe de Quartz ? Parce que le quartz ou silice pure est un cristal de roche naturel, fondu, qui est transparent à ces bons rayons toniques et hygiéniques, appelés *Ultraviolets*. Le verre, même de composition spéciale, arrête ces rayons vitaux.

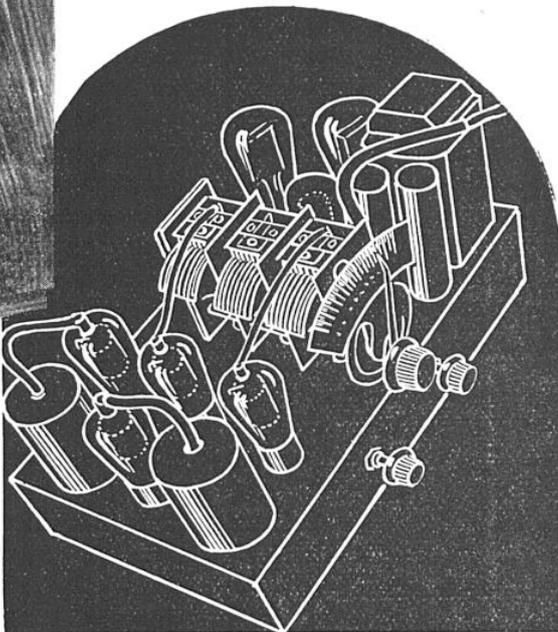
Des détails intéressants font l'objet d'une notice illustrée, envoyée franco par :

LA SOCIÉTÉ DES LAMPES QUARTZ



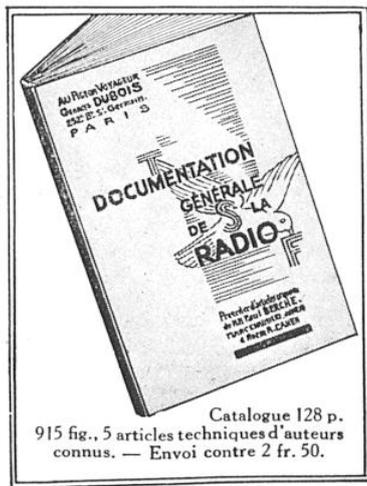
HANOVA
35, RUE DES ÉCOLES
— PARIS —

La Science et la Vie est le seul magazine de vulgarisation scientifique et industrielle



SUPER AUDIOS-VII

résultat de notre vieille expérience!



Catalogue 128 p.
915 fig., 5 articles techniques d'auteurs
connus. — Envoi contre 2 fr. 50.

DIST. A. GIROU

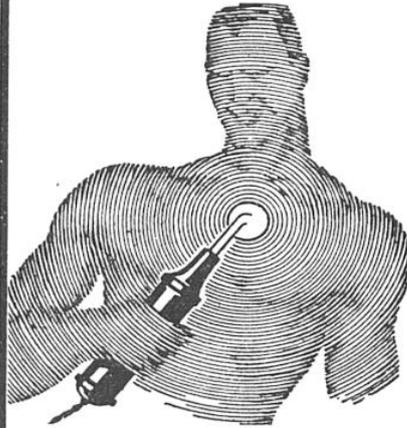
**S' aux auditeurs soucieux d'un rendement poussé et d'une reproduction musicale parfaite. — Comporte :
- 1 HF à écran. - 2 lampes changeuses de fréquence. - 1 MF écran à pente variable. - 1 détectrice écran. - 1 BF penthode dissipant 7 w. 5. - 1 valve biplaque. — Monté avec des pièces sérieusement sélectionnées assurant un très grand coefficient de sécurité. - Commande rigoureusement unique. - Haut-parleur dynamique de grande classe. — Prise de pick-up. - Ebénisterie de luxe, acajou frisé ou ronce de noyer, 440 x 260 x 560 millimètres.**

Complet, en ordre de marche avec lampes et accessoires. **2.900 fr.**

Par GEORGES DUBOIS
Pigeon Voyageur

252 bis, boul. Saint-Germain, PARIS-VII^e
Tél. : Littré 74-71 et 74-72

LES RHUMATISMES GUÉRIS PAR L'ÉLECTRICITÉ



La force mystérieuse de l'électricité est utilisée pour le traitement radical des rhumatismes.

Des rayons **DOUX** et **INOFFENSIFS**, en traversant le corps entier, font disparaître rapidement toute douleur et vous redonnent une santé florissante. Toutes les forces naturelles agissent dans ces ondes vivifiantes : la chaleur, la lumière et l'électricité rayonnent et amènent une guérison complète. Des milliers de malades doivent la suppression de leurs souffrances à ces rayons dits **RAYONS VIOLETS**.

Un essai gratuit :

Si vous êtes malade, faites un essai de ces merveilleux rayons violets.

Cela ne vous engage à rien.

Les douleurs disparaissent comme par enchantement. Même les plus anciennes maladies sont complètement guéries, ainsi que l'attestent plusieurs centaines de lettres que vous pouvez consulter à nos bureaux.

Les rayons "SALVALUX" sont produits par un appareil très simple relié

par une prise de courant à la lumière électrique.

Cet appareil, nous vous le donnons absolument sans engagement et sans frais pendant **DIX JOURS A L'ESSAI**.

Si, pendant ce temps vous n'êtes pas satisfaits de ses effets ou de sa construction, vous nous le retournerez simplement.

Demandez, dès aujourd'hui, notre tarif N° 21 et notre bon d'essai gratuit aux

Etablissements **SALVALUX**, 25, boul. Bonne-Nouvelle, PARIS-2°



MARQUE DÉPOSÉE

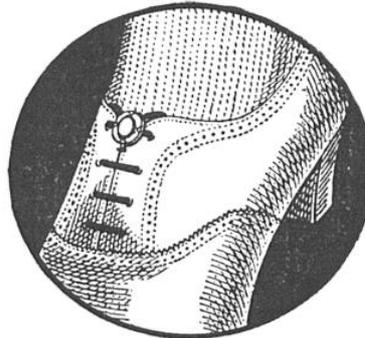
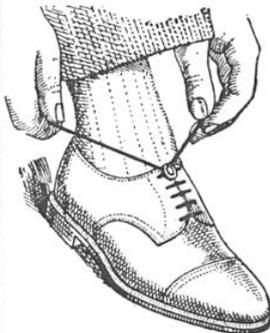
UNE CHAUSSURE LACÉE INSTANTANÉMENT avec élégance et sûreté



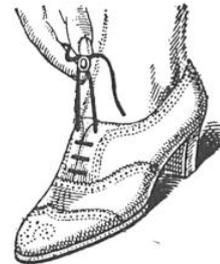
MARQUE DÉPOSÉE



MOTIF LOUIS XVI



MOTIF BOMBÉ



avec l'auto-fixe-lacet **COM-Y-SERRE**

BREVETÉ S. G. D. G. N° 337-136 ET DANS LES PRINCIPAUX PAYS

EN VENTE dans les Grands Magasins, les maisons de chaussures, les bottiers, les cordonniers, les merciers
Vente en Gros: J.-E. LANTHIEZ, 22 bis, rue Vallier, LEVALLOIS-PERRET (Seine) R. C. Seine 294.031



BON DÉMONTAGE

COLLIER DE SERRAGE P. C.

PLUS DE LIGATURES EN FIL DE FER sur vos

Tuyaux d'arrosage, Sulfateuses, Articles de cave, Pompes, Radiateurs, Air comprimé, Echelles fendues, Manches ou brancards cassés, Fixation d'antennes de T. S. F., etc.

MONTEZ-LE CORRECTEMENT — IL EST INDESSERRABLE

Etablissements **CAILLAU**, 56, quai de Boulogne, BOULOGNE (Seine)

Demandez au Service N° échantillon et poinçons franco et

GRATIS ←



*Maintes personnes
vous diront de LINGUAPHONE :*

**“Je n’ai jamais
eu un revenu**

si grand d’un placement si petit ”

Tout acquéreur de la méthode Linguaphone nous dit que Linguaphone est le meilleur placement qu’il ait jamais fait. Il est convaincu de ce fait, car il profite tous les jours de ses nouvelles connaissances de la langue étrangère acquise par cette remarquable méthode.

La première affaire menée à bien, le supplément de salaire résultant d’un avancement dû directement à la connaissance d’une langue étrangère, remboursent largement le prix d’achat d’un cours.

Regardez l’avenir en face

Pendant les jours de prospérité, on se laissait aller, on pensait être suffisamment instruit, que tout se faisait d’une manière facile et qu’il restait très peu à apprendre. Aujourd’hui, hommes et femmes doivent se rendre compte que c’est là une grave erreur. Il est de plus en plus évident que la seule manière de s’améliorer est de beaucoup réfléchir et de beaucoup apprendre. Nous devons préparer nos cerveaux. Nous devons augmenter nos chances de succès.

La pratique d’une langue étrangère est un grand pas dans la bonne direction.

Qu’est-ce que Linguaphone ?

Il signifie pour vous la possibilité d’apprendre une langue étrangère de votre choix, chez vous, rapidement et agréablement, et de parler cette langue aussi correctement que si vous l’aviez apprise dans le pays même. La Méthode Linguaphone est le professeur chez vous, à toute heure du jour, toujours prêt à répéter ce qu’il vient de vous dire d’une voix aussi nette, aussi calme à la fin de la plus longue leçon qu’à la première minute. A raison d’une heure par jour, vous connaîtrez parfaitement une langue en trois mois. Ensuite, Linguaphone, sans un sou de dépense supplémentaire, remplira le même office auprès de tous les membres de votre famille.

Les grands cerveaux d’aujourd’hui recommandent cet unique moyen d’apprendre les langues vivantes. La Méthode Linguaphone a été applaudie par les écrivains les plus célèbres, tels que Rosny aîné, H.-G. Wells, qui dit : « C’est admirable. Vous avez réussi ce qui n’avait jamais été possible jusqu’à ce jour. », Bernard Shaw, Jean Ajalbert, Maurice Deko-

bra, etc., et par les plus éminentes autorités de l’enseignement, Mgr Baudrillart qui nous a écrit : « D’après le témoignage de plusieurs de nos professeurs, le Linguaphone rend, effectivement, d’importants services pour l’enseignement des langues. »

Egalement plus de 2.000 universités, lycées ou collèges ont adopté la Méthode Linguaphone. Vous pouvez acquérir cette méthode infailible pour une somme modeste et la payer par des versements échelonnés si minimes (moins de 100 francs) que vous en sentirez les bienfaits sans vous apercevoir de la dépense.

Essai gratuit de 8 jours

Aucun texte ne peut rendre justice à cette méthode qui fait époque. Il faut l’entendre et la connaître pour l’apprécier. Vous ne pouvez juger de sa remarquable supériorité, sans en avoir fait un essai pratique.

Venez écouter la Méthode Linguaphone à l’Institut, 12, rue Lincoln, où nous serons heureux de vous donner une première leçon gratuitement. Linguaphone étend son offre à ceux qui ne peuvent se déplacer par l’envoi d’une brochure détaillée, donnant sur la méthode tous les renseignements nécessaires et les indications permettant de faire, chez soi, un essai gratuit de huit jours.

LINGUAPHONE INSTITUTE (Section N 27)
12, rue Lincoln, 12, (Champs-Élysées), PARIS (VIII^e)

Monsieur le Directeur,

Je vous prie de m’adresser gratuitement, et sans engagement de ma part, votre brochure annoncée ci-dessus, donnant tous renseignements sur la Méthode Linguaphone et les indications permettant de faire un essai gratuit de huit jours.

Nom.....

Adresse.....

Ville.....

Jusqu'ou peut-on reculer les limites de la mémoire ?

Curieuse expérience dans un rapide

Je montai dans le premier compartiment qui me parut vide sans me douter qu'un compagnon invisible s'y trouvait déjà dont la conversation passionnante devait me tenir éveillé jusqu'au matin.

Le train s'ébranla lentement. Je regardai les lumières de Stockholm s'éteindre peu à peu, puis je me roulai dans mes couvertures en attendant le sommeil : j'aperçus alors en face de moi, sur la banquette, un livre oublié par un voyageur.

Je le pris machinalement et j'en parcourus les premières lignes ; cinq minutes plus tard, je le lisais avec avidité comme le récit d'un ami qui me révélerait un trésor.

J'y apprenais en effet, que tout le monde possède de la mémoire, une mémoire suffisante pour réaliser des prouesses fantastiques, mais que rares sont les personnes qui savent se servir de cette merveilleuse faculté. Il y était même expliqué, à titre d'exemple, comment l'homme le moins bien doué peut retenir facilement, après une seule lecture attentive et pour toujours, des notions aussi compliquées que la liste des cent principales villes du monde avec le chiffre de leur population.

Il me parut invraisemblable d'arriver à caser dans ma pauvre tête de quarante ans ces énumérations interminables de chiffres, de dates, de villes et de souverains, qui avaient fait mon désespoir lorsque j'allais à l'école et que ma mémoire était toute fraîche, et je résolus de vérifier si ce que ce livre disait était exact.

Je tirai un indicateur de ma valise et je me mis à lire posément, de la manière prescrite, le nom des cent stations de chemin de fer qui séparent Stockholm de Trehoerningsjoe.

Je constatai qu'il me suffisait d'une seule lecture pour pouvoir réciter cette liste dans l'ordre dans lequel je l'avais lue, puis en sens inverse, c'est-à-dire en commençant par la fin. Je pouvais même indiquer instantanément la position respective de n'importe quelle ville, par exemple énoncer quelle était la 27^e, la 84^e, la 36^e, tant leurs noms s'étaient gravés profondément dans mon cerveau.

Je demeurai stupéfait d'avoir acquis un pouvoir aussi extraordinaire et je passai le reste de la nuit à tenter de nouvelles expériences, toutes plus compliquées les unes que les autres, sans arriver à trouver la limite de mes forces.

Bien entendu, je ne me bornai pas à ces exercices amusants et, dès le lendemain, j'utilisai d'une façon plus pratique ma connaissance des lois de l'esprit. Je pus ainsi retenir avec une incroyable facilité mes lectures, les airs de musique que j'entendais, le nom et la physionomie des personnes qui venaient me voir, leur adresse, mes rendez-vous d'affaires, et même apprendre, en quatre mois, la langue anglaise.

Si j'ai obtenu dans la vie de la fortune et du bonheur en quantité suffisante, c'est à ce livre que je le dois, car il m'a révélé comment fonctionne mon cerveau.

Il y a trois ans, j'eus le plaisir de rencontrer son auteur et je lui promis de parler de sa méthode dans mon pays lorsqu'elle aurait été traduite en français. B.-E. Borg, qui se repose en ce moment dans notre Midi, vient de publier cette traduction et je suis heureux aujourd'hui de pouvoir lui exprimer publiquement ma reconnaissance.

Sans doute désirez-vous acquérir, vous aussi, cette puissance mentale qui est encore notre meilleur atout pour réussir dans l'existence ; priez alors B.-E. Borg de vous envoyer son petit ouvrage : « Les Lois éternelles du succès » ; il le distribue généreusement, sans demander un centime, à quiconque veut améliorer sa mémoire. Voici son adresse : B.-E. Borg, 7, place Saint-Pierre, Avignon. Écrivez-lui tout de suite, avant que l'édition soit épuisée.

E. DORLIER.

PRIX SANS PRÉCÉDENT POUR LA VENTE ANNUELLE DE SOLDES BURBERRYS

LE BURBERRY : 225 fr.

Le Pardessus d'Hiver n° 1

POUR HOMMES

Pardessus hiver.....	350 fr.
Pardessus demi-saison ..	295 fr.
Complet veston.....	350 fr.

Le Manteau de Ville n° 1

POUR DAMES :

Manteau de ville.....	295 fr.
Manteau de voyage.....	375 fr.
Costume tailleur.....	250 fr.

Et un grand nombre de vêtements pour Hommes, Dames et Enfants à des prix divers, mais tous vendus avec

UN TRÈS GROS RABAIS

CATALOGUE N° 10 FRANCO SUR DEMANDE

BURBERRYS

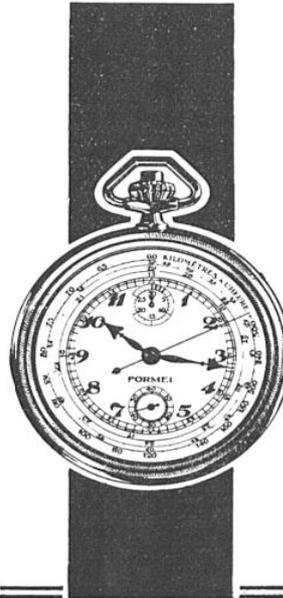
8 et 10, bd Malesherbes, PARIS

EXCEPTIONNELLEMENT la MAISON RESTERA OUVERTE le SAMEDI APRÈS-MIDI



Pour Frs. 270-!

vous pouvez avoir ce merveilleux Chronographe de Grand Luxe, adopté par les services chronométriques des Gdes Cies de Chemin de Fer et des plus importantes administrations privées



Industriels, Chefs de Laboratoire, Docteurs, le Chronométrage est pour vous une nécessité quotidienne. Le Nouveau Chronographe "FORMEL" vous permettra le calcul de Tous Vos Temps, rigoureusement, au cinquième de seconde.

Le nouveau chronographe "FORMEL" est accompagné d'un certificat de garantie réelle de 10 années. Il est adressé franco au prix de modèle extra-plat en chromé, frs : 270
argent, frs : 335
or, --- frs. 1400

Vente exclusive chez
E. BENOIT, 60, rue de Flandre, Paris (19^e)
fourniss' des chemins de fer de l'Est, de l'Etat, etc
(notice à sur demande)

LA CARRIÈRE D'INGÉNIEURS DES TRAVAUX PUBLICS DE L'ÉTAT ⁽¹⁾

Considérations générales sur les administrations de travaux publics (ponts et chaussées, mines, services vicinaux, services municipaux).

Les Administrations de travaux publics comprennent : l'administration des ponts et chaussées, l'administration des mines, les services vicinaux, les services de travaux publics dans les colonies, les services municipaux de travaux.

Dans tous ces services, les situations sont très attrayantes, parce qu'elles sont extrêmement variées ; parce qu'elles sont, en général, actives ; parce qu'elles développent l'initiative ; parce qu'en raison de leur caractère technique, elles font acquérir à leurs titulaires une expérience professionnelle les rendant aptes à être employés non seulement dans plusieurs administrations différentes, mais aussi dans l'industrie privée, et, en particulier, dans l'industrie des travaux publics et du bâtiment où ils sont très appréciés ; parce que beaucoup de fonctionnaires de ces administrations ont la possibilité et la liberté de conduire leur travail à leur guise, sans aucune contrainte horaire ; parce que les occupations sédentaires peuvent alterner avec la vie active des chantiers et des travaux extérieurs, etc...

Ces situations peuvent paraître moins bien rétribuées que les situations correspondantes d'autres administrations, mais les avantages énumérés ci-dessus, les rémunérations accessoires de service et quelquefois même les rémunérations étrangères au service (expertises, travaux divers, etc.) les font rechercher par les nombreux jeunes gens qui aiment l'activité et l'effort et qui comptent beaucoup plus, pour améliorer leur situation, sur leur énergie et sur leur travail que sur la régularité des avancements à l'ancienneté.

Les principaux services assurés par les administrations précitées concernent :

Pour les **ponts et chaussées** : les routes nationales, la construction et le contrôle des chemins de fer d'intérêt général, le service des rivières navigables et flottables, les canaux, les ports maritimes, les phares et balises, le contrôle des distributions d'énergie électrique, le contrôle des chemins de fer d'intérêt local et des tramways, le nivellement général de la France, le service des forces hydrauliques, le service vicinal dans les départements où ce service est confié à l'administration des ponts et chaussées, le service hydraulique, etc.

Pour les **mines** : la surveillance et le contrôle des mines, minières et carrières, le contrôle des chemins de fer miniers, la réglementation de l'emploi et de la conservation des substances explosives, le contrôle des machines et appareils à vapeur ; les études topographiques souterraines, etc.

Pour les **services vicinaux** : la construction et l'entretien des chemins vicinaux dans les départements où ce service n'est pas confié à l'administration des ponts et chaussées.

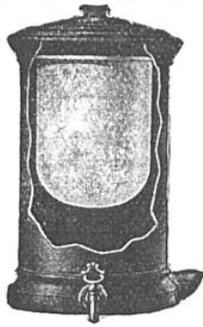
Pour les **services coloniaux** : l'exécution des travaux publics dans les colonies : routes, ports, chemins de fer, etc. ; l'exécution de certains travaux de colonisation, de drainage, d'irrigation, d'assainissement ; l'entretien des ouvrages du domaine public de la colonie, etc.

Pour les **services municipaux** : la construction et l'entretien des voies publiques communales, des réseaux d'égoûts et de distribution d'eau, l'éclairage public, l'entretien des bâtiments publics communaux, etc.

Les difficultés d'accès aux emplois correspondants des diverses administrations de travaux publics ont beaucoup d'analogie et, à la suite d'une préparation unique, les candidats ont la possibilité de se présenter aux concours d'admission à plusieurs administrations différentes (ponts et chaussées, services vicinaux et services coloniaux, par exemple), ce qui augmente leurs chances de succès. Par ailleurs, quelques services vicinaux, coloniaux ou municipaux acceptent, sans examen, les candidats **reçus** ou même seulement **admissibles** aux concours de l'administration des ponts et chaussées.

Tout fait prévoir que, dès que les circonstances économiques le permettront, une période de grands travaux publics s'ouvrira tant en France qu'aux colonies, et il semble que le moment est très intéressant, pour beaucoup de jeunes gens, de se diriger vers cette branche d'activité où, en raison de la variété et de la diversité des occupations, ils ne manqueront pas de se créer une situation parfaitement en rapport avec leurs désirs, leurs aptitudes et leurs convenances personnelles.

(1) Concours chaque année pour cent places. **AUCUN DIPLOME EXIGÉ.** Age : 18 à 26 ans, plus les services militaires. Ecrire à l'**École Spéciale d'Administration, 28, boulevard des Invalides, Paris-7^e.**



Protégez-vous des Epidémies

FILTRE PASTEURISATEUR MALLIÉ

Premier Prix Montyon
Académie des Sciences

PORCELAINE D'AMIANTE - FILTRES DE MÉNAGE

DANS TOUTES BONNES MAISONS D'ARTICLES DE MÉNAGE
et 155, rue du Faubourg-Poissonnière - PARIS (9^e)

PUBLI-ELGY



PRÉSENTE

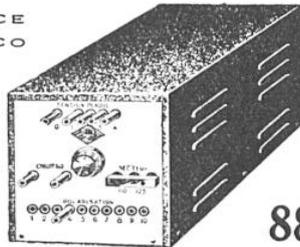
UNE ALIMENTATION TOTALE

des postes sur secteur

Type "CUIVREX" AT 3

Redressement par oxymétal

NOTICE
FRANCO



PRIX :

880 frs

Débit : 40 milliampères, 160 volts. — Prises
à 40 - 80 - 120 volts. — Polarisation :
2 à 20 volts. — 4 volts, 0,6 ampère.

Etablissements ARNAUD S. A.
3, Impasse Thoréton, PARIS (15^e)



**PLUS DE LUMIÈRE
POUR MOINS D'ARGENT...**

Songez à étudier votre éclairage !

Sans modification de l'installation
électrique existante, sans change-
ment de vos appareils électriques.

L'AMPLILUX l'anneau prisma-
tique, vous don-
nera plus de lumière utile sans con-
ommer davantage de courant. L'Am-
plilux vous donnera le même éclairage,
mais à bien meilleur compte.

L'anneau prismatique s'applique à toutes
les lampes électriques nues ou montées
dans des diffuseurs, des réflecteurs et
des abat-jours.

Demandez-nous notre notice ou même
une démonstration gratuite.

BREVETÉ

AMPLILUX
BI LUX S.A.R.L.

179, rue de la Pompe
Paris 16^{ème} tel: Passy 75.36.



LE **SOURD**

ENTEND avec

le **Sonophone**

HUIT JOURS A L'ESSAI

Demandez Notice explicative N° 20

Ets J-PLISSON, 25, Bd Bonne-Nouvelle
PARIS

APPRENEZ LE **DESSIN**
CHEZ VOUS

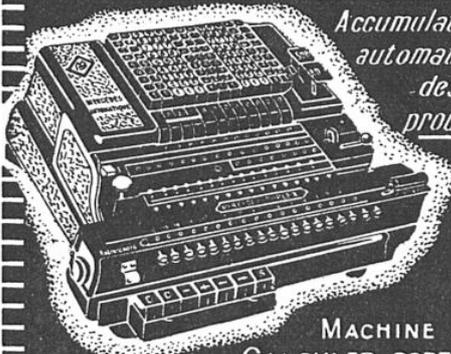
MATÉRIEL GRATUIT

UNE HEURE par jour ! C'est le
travail que nous vous demandons
pour faire de vous, en quelques
mois, un **BON DESSINATEUR**
industriel. Nos cours sont clairs,
faciles, attrayants, à la portée de
tous. Un **MATÉRIEL COMPLET**
de dessinateur (valeur 200 francs),
comprenant tous les instruments
nécessaires, vous sera envoyé
GRATUITEMENT.

Demandez aujourd'hui le programme 3 à
l'École Spéciale de Dessin,
rue Saint-Charles, 164,
Paris (15^e).

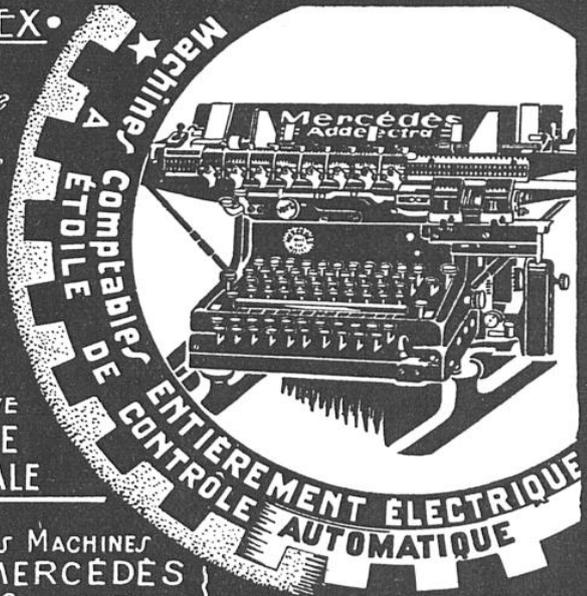
Mercedes

• AUTOMATIQUE DUPLEX •



Accumulation
automatique
des
produits

MACHINE A
CALCULER PORTATIVE
AUTOMATIQUE
INTÉGRALE



MACHINES
COMPTABLES
A ÉTOILE
DE
ENTIEREMENT ÉLECTRIQUE
AUTOMATIQUE



LES MACHINES
MERCÉDÈS
CALCULENT A
LA VITESSE DE
400 TOURS MINUTE

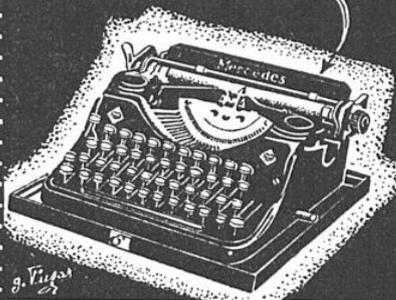
MACHINES A ÉCRIRE
A TABULATEUR AUTOMATIQUE
A FRAPPE

TYPE
PORTABLE



MANUELLE

ÉLECTRIQUE

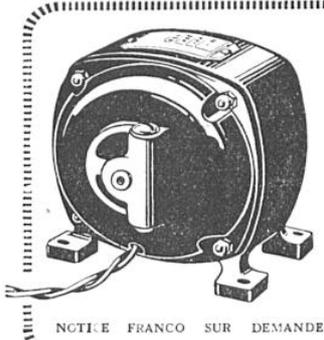


STÉ F SE DE M NES DE B EAU "MERCÉDÈS" SARL AU CAPITAL DE 2.500.000^{FRS}

Anciens Établissements LAFFAY, MOREAU & C^{ie}

• 118 Avenue LEDRU-ROLLIN. PARIS - XI^e •

TELEPHONE : ROUQUETTE 84-87. 84-88. 84-89.



NOTICE FRANCO SUR DEMANDE

MOTEURS ÉLECTRIQUES

MONOPHASÉS DE FAIBLE PUISSANCE
TOUTES APPLICATIONS INDUSTRIELLES ET DOMESTIQUES

DÉMARRANT EN CHARGE — SANS ENTRETIEN — SILENCIEUX
— VITESSE FIXE — NE TROUBLE PAS LA T. S. F. —

R. VASSAL

Ingénieur-Constructeur

13, rue Henri-Regnault - SAINT-CLOUD (S.-et-O.)

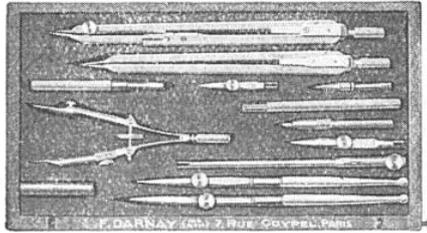
DEMANDEZ-NOUS !

Contre remboursement

Un appareil « **Perspect** » **225.** »
permettant, sans connaissances mathématiques,
de situer en perspective n'importe quel objet
PRÉCISION ABSOLUE



Une pochette de compas de précision. **125.** »



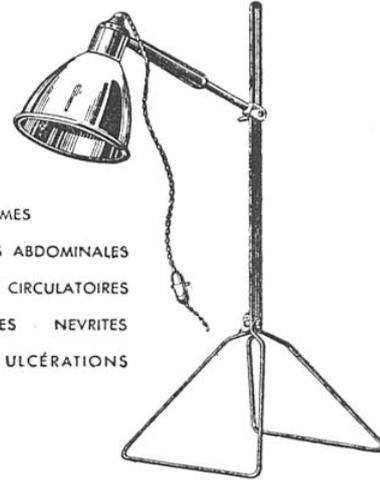
CATALOGUE SUR DEMANDE

F. DARNAY, Ingénieur A. et M.
7, rue Coyvel - PARIS (XIII^e)

L'INFRA-ROUGE

— A DOMICILE —

**PAR LE PROJECTEUR
THERMO-PHOTHERAPIQUE
DU DOCTEUR ROCHU-MERY**



RHUMATISMES
DOULEURS ABDOMINALES
TROUBLES CIRCULATOIRES
NÉVRALGIES - NEVRITES
PLAIES - ULCÉRATIONS
ETC., ETC.

LA VERRERIE SCIENTIFIQUE
12, AV. DU MAINE, PARIS, XV^e T. Littré 81-83
Littré 84-82

L'EMPIRE DES AFFAIRES

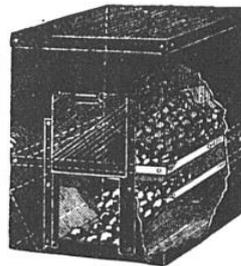
Cette documentation **UNIQUE**, exposée dans une
luxueuse brochure de 60 pages, traite du domaine des
affaires en général, de ses possibilités actuelles et futures,
ainsi que de la préparation pratique, rapide, efficiente,
CHEZ SOI, au

DIPLOME D'INGÉNIEUR COMMERCIAL

Elle est envoyée **gratuitement et sans engagement**,
sur simple demande adressée à

L'ACADÉMIE COMMERCIALE
Boul. Montparnasse, 144/3, à Paris

Références de premier ordre en tous pays



VOTRE CHARBON
dans votre cuisine

"PRATT"

COFFRE à charbon perfectionné
BREVETÉ S. G. D. G.

à double fond en entonnoir,
laisse couler le charbon dans
la pelle et distribue le poussier à chaque pelée.

Pas de poussière

Pas d'effort - Pas de charbon répandu

LES PRODUITS INDUSTRIELS
101, rue de Charonne, PARIS (11^e)

Dans votre intérêt, recommandez-vous toujours de La Science et la Vie auprès de ses annonceurs

INSTITUT PELMAN

Développement scientifique de l'esprit Méthodes de travail, de pensée, d'action

40 ans de succès dans le monde entier — Plus d'un million d'adeptes

LE SYSTÈME PELMAN

Cours individuel par correspondance
sous la direction de Professeurs de Facultés
et d'Hommes d'affaires expérimentés

Rééducation de la mémoire, du jugement, de
l'attention, de l'esprit d'observation;

Développement de l'énergie, de l'imagination
créatrice, de l'initiative, de l'autorité;

Jeunes Gens, pour terminer bien vos études
et vous préparer une brillante carrière;

Adultes, pour mieux réussir dans votre pro-
fession et réaliser votre personnalité;

Apprenez à penser fuctueusement, à organi-
ser votre vie mentale avec méthode et à tirer
parti de toutes vos ressources;

Par un entraînement d'un semestre : effi-
cience et bon rendement la vie entière.

RENSEIGNEZ-VOUS. La brochure explicative vous
sera envoyée contre UN FRANC en timbres-poste.

LA PSYCHOLOGIE ET LA VIE

Directeur : P. MASSON-OURSEL, Prof. à la Sorbonne

Revue traitant chaque mois, depuis six
ans, un problème de psychologie pratique

Abonnements..... 52. » ou 46. » (Pelmanistes)
Etranger 70. » ou 60. » (Pelmanistes)

ÉDITIONS PELMAN

" PSYCHOLOGIE ET CULTURE GÉNÉRALE "

Tome I. - D. FOUSTAN, Inspecteur Général de l'Instruction Publie

La Culture au cours de la Vie

Comment apprendre à penser à propos d'un
problème quelconque. Comment développer sa
culture première (Franco 26.50, Etranger 28.50)

Tome II - G. Ch. BAUDOUIN, Privat-Doctent à la Faculté de Genève

Mobilisation de l'Energie

Comment avoir à sa disposition ses ressources
d'intelligence et de volonté. Parents, éducateurs,
apprenez à connaître par la psychanalyse les
besoins de vos enfants. (Franco 26.50, Etranger 28.50)

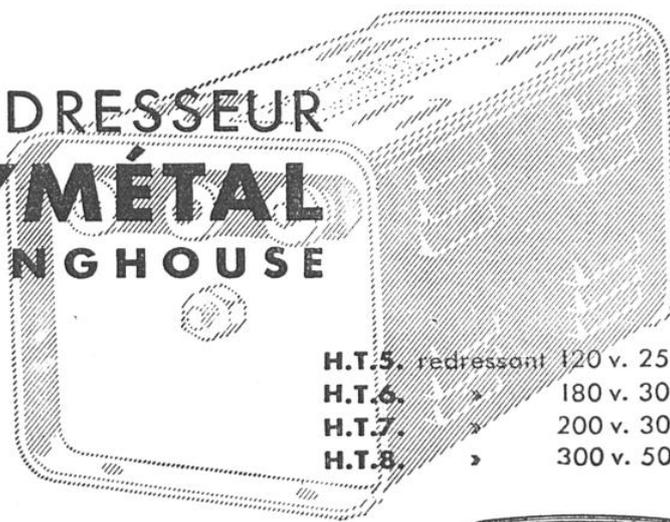
INSTITUT PELMAN, 33, rue Boissy-d'Anglas, PARIS-8^e (Tél. : Anjou 16-65)

LONDRES DUBLIN STOCKHOLM NEW YORK DURBAN MELBOURNE DELHI CALCUTTA

"Pour GAGNER davantage, il faut VALOIR davantage"

TOUTES APPLICATIONS
DURÉE ILLIMITÉE

LE REDRESSEUR
OXYMÉTAL
WESTINGHOUSE



H.T.5.	redressent	120 v. 25 millis.	Frs 85.
H.T.6.	»	180 v. 30 millis.	» 96.
H.T.7.	»	200 v. 30 millis.	» 110.
H.T.8.	»	300 v. 50 millis.	» 135.

Brochure
gratuite



23, rue
d'Athènes
Paris

1 VOLT - 100.000 VOLTS
0,001 AMPERE - 1.200 AMPERES



SOLOR

LES COFFRETS SOLOR-TOUTALOXYD
transformeront votre ancien poste en
POSTE-SECTEUR MODERNE

LEFÈBURE-SOLOR-FERRIX
5, rue Mazet, PARIS-6°

Pour le maximum de puissance de votre moteur
Voici les meilleurs atouts



**SEGMENTS
H. GRENIER**

Médaille d'or Exposition Coloniale Paris 1931
SEGMENTS H. GRENIER
17, rue Carnot, LEVALLOIS. Tél. : Pereire 13-14, 20-13
4.000.000 de segments répartis en 11.000 dimensions
R. C. 405.132

REDOUTEZ LES COFFRES
ANCIENS OU MÉDIOCRES

ACHETEZ UN
FICHET

Siège Social : 20, rue Guyot, PARIS

Magasins de Vente :
43, Rue de Richelieu, PARIS
21, r. Fossé-aux-Loups, BRUXELLES
ET DANS TOUTES LES GRANDES VILLES

Craignez-vous le VOL, l'INCENDIE ?..

Pour une modique somme

ELECTRO-GARD'

Breveté-Déposé tous Pays

VEILLERA SUR VOS BIENS...

VOUS AVERTIRA DÈS LA
MOINDRE ALERTE...

7, rue Sébastien-Gryphe, LYON (Rhône)

R. C. B. 9241

-- Demandez-nous tous renseignements --

TOUTES LES MESURES ÉLECTRIQUES
AVEC UN SEUL APPAREIL

LE CONTRÔLEUR UNIVERSEL

MESURANT, VOLTS, AMPÈRES, OHMS
MILLIAMPÈRES, MILLIVOLTS, ETC...
EN COURANT CONTINU ou ALTERNATIF

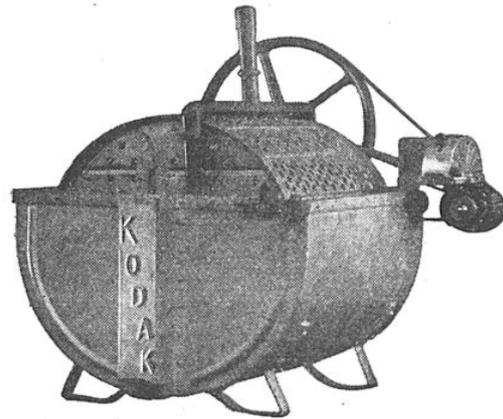


22 SENSIBILITÉS

Permettant de contrôler votre COMPTEUR, vos Appareils MÉNAGERS, votre poste de T.S.F., l'équipement électrique de votre AUTOMOBILE, votre PHONOGRAPHE de dépanner vos SONNERIES, votre TÉLÉPHONE, votre PICK-UP, de mesurer le courant FORCE et LUMIÈRE etc

**UN VÉRITABLE
LABORATOIRE
DE POCHE**

DEMANDER NOTICES 155A ET 307
CHAUVIN ARNOUX
186 rue Championnet - PARIS 18



Machine à laver les
épreuves S. A. F. KODAK-PATHÉ
entraînée par un moteur
ERA de 1/25 CV.

Ce petit moteur,
représente une des 4325 applica-
tions actuellement mises au
point par nous dans les spécia-
lités les plus complexes et les
plus diverses. Quel que soit
votre problème, nous avons
ce qu'il faut pour le résoudre

MOTEURS

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



Publicité R-L Dupuy

RÉSERVOIRS MÉTALLIQUES DÉMONTABLES

Il arrive assez souvent que le coût du transport d'un réservoir assemblé dépasse le coût du réservoir lui-même. Il arrive même, quelquefois, que le transport d'un réservoir tout riveté et monté n'est pas pratique. C'est pour ces deux raisons que nous fabriquons des réservoirs qui ne demandent, pour leur assemblage, que des boulons, des rondelles et du plomb jointif.

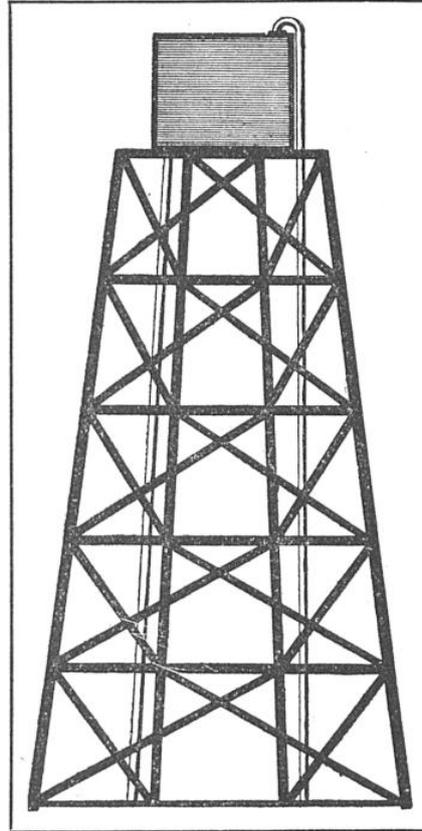
Ces réservoirs partent de 1.000 jusqu'à 8.000 litres de capacité. On groupe quatre réservoirs de 8.000 litres sur un pylône de 10 mètres pour faire le château d'eau d'une commune, ou on met un petit réservoir de 2.000 litres sur un bâti ordinaire pour alimenter le jardin ou la maison. — L'utilité de ces réservoirs est extraordinaire. Nous en employons un dans notre atelier de Petit-Quevilly. Ils sont pratiques à fabriquer et à trans-

porter ; ils n'occupent pas de place dans un vapeur et coûtent peu de chose pour le transport.

Comme prix, nous faisons un taux unique de 350 francs les 1.000 litres de capacité, depuis 500 litres jusqu'à 8.000. L'expédition est faite démontée, les tôles étant emballées et les cornières et T d'assemblages ligaturés entre eux ; la boulonnerie, rondelles et matière jointive sont dans une caisse avec l'outillage pour l'assemblage, lequel ne demande aucune connaissance spéciale.

Nous n'avons pas « inventé le courant d'air » ; mais nous croyons tout de même que nos réservoirs métalliques démontables rendent bien

des services, et que nos honorés lecteurs pourraient très bien s'en servir dans tous les cas où une économie de transport et de manutention s'impose.



PRIX UNIQUE : 35 francs les 100 litres de capacité.

Etablissements JOHN REID, Ingénieurs-Constructeurs
PETIT-QUEVILLY-LÈS-ROUEN (Seine-Inférieure)

La Case à indigènes "LA MARTINIQUE"

2.598 francs

La case dite **La Martinique** est faite en acier et en tôle ondulée galvanisée. Ses dimensions sont les suivantes :

Longueur totale	7 m. 50
Longueur utile	7 m. »
Largeur totale	4 m. 50
Largeur utile	4 m. 25
Hauteur aux côtés ...	2 m. 30
Hauteur au faite	3 m. »

Chaque case donne **deux** pièces de 4 m. 25 x 3 m. 50, cloisonnées en tôle ondulée galvanisée. Chaque pièce a **une** porte, d'un côté, et, de l'autre, **une** fenêtre.

Cette case ne nécessite ni fondations ni main-d'œuvre spécialisée pour sa pose. Elle se monte entièrement à boulons et à vis, et peut se démonter et se remonter une centaine de fois sans déformer la charpente, ni détériorer les tôles.

Tous les éléments entrant dans sa construction sont des pièces rigoureusement standardisées, toute sa fabrication étant étudiée spécialement dans le but de pouvoir présenter à notre clientèle d'outre-mer une case robuste et bien usinée à un prix qui ne grève pas le budget le plus réduit.

La Martinique est livrée absolument complète — même jusqu'à la toile métallique des fenêtres. Rien n'est oublié. Non seulement y a-t-il un supplément de toile et un excédent de boulons, mais l'outillage de pose est compris dans la caisse des petites pièces.

Toutes les tôles de la toiture, des parois, de la cloison et des pignons sont posées sur notre modèle d'usine et numérotées et repérées avant leur démontage, afin de faciliter la rapide exécution de la mise en place par le personnel de nos honorés clients. Surtout, sommes-nous heureux de

pouvoir leur éviter la tâche si onéreuse de couper en biais les tôles des pignons.

La Martinique mérite le bon accueil qui lui est réservé par nos honorés clients d'outre-mer. La nommer une « case à indigènes » est réellement la dénigrer, car nombreux sont messieurs les colons et propriétaires qui l'emploient comme habitation provisoire, ou pour y entreposer du matériel et des marchandises.

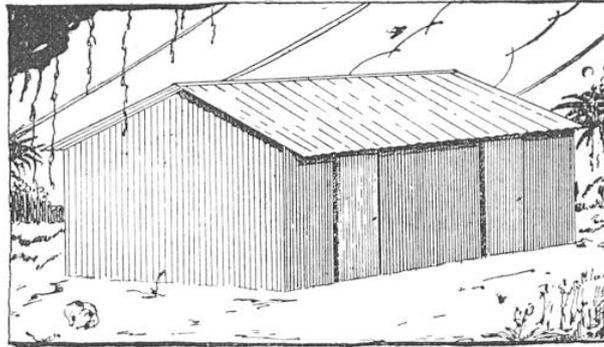
Chaque case coûte **2.598 francs** — **2.364 francs** sans cloison intermédiaire — emballée et mise sur bateau Le Havre. Les

casés à trois pièces coûtent **3.344 francs** et à quatre pièces, **4.324 fr.** Le coût de toute pièce supplémentaire, avec sa porte et sa fenêtre, ainsi que la cloison, est de **980 francs**. En supprimant la cloison entre les pièces, on économise **234 fr.**, ou on peut

avoir une porte dans la cloison au lieu d'une des portes sur les côtés sans supplément de prix. Si on veut une porte dans la cloison sans suppression d'une autre porte, le supplément est de **92 francs** par cloison.

Le coût étant calculé au tout dernier centime possible pour du travail sérieux, il est impossible d'offrir à nos honorés clients une réduction de prix pour une quantité de cases. Notre seul escompte est de 2 %, consenti pour le règlement total en même temps que la commande ; autrement, nos conditions habituelles sont : la moitié à la commande et le solde à la livraison dans le port destinataire.

Les virements peuvent s'effectuer par chèque envoyé directement à la Banque de France, à Rouen, et libellé pour notre compte, ou par virement au compte de chèques postaux **ROUEN n° 50-34**.



Etablissements JOHN REID, Ingénieurs-Constructeurs

6 BIS, Quai du Havre - ROUEN

NOTA. — Les Etablissements **JOHN REID** sont une usine française, employant du personnel français et utilisant des aciers exclusivement français. Elle est agréée des ministères des Colonies, de la Guerre et de l'Aéronautique, ainsi que des Ponts et Chaussées.

étrennes agréables

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

L'OUTILERVÉ REMPLACE TOUT UN ATELIER

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

Son prix extrêmement bas le met à la portée de toutes les bourses.

Il est livré en un élégant coffret, avec tous ses accessoires, au prix de

790 fr.

EN VENTE A LA
SOCIÉTÉ ANONYME FRANÇAISE

RENÉ VOLET

VALENTON (Seine-et-Oise)

Magasin : 20, av. Daumesnil, Paris-12^e

Tél. : Diderot 16-69 et 52-67

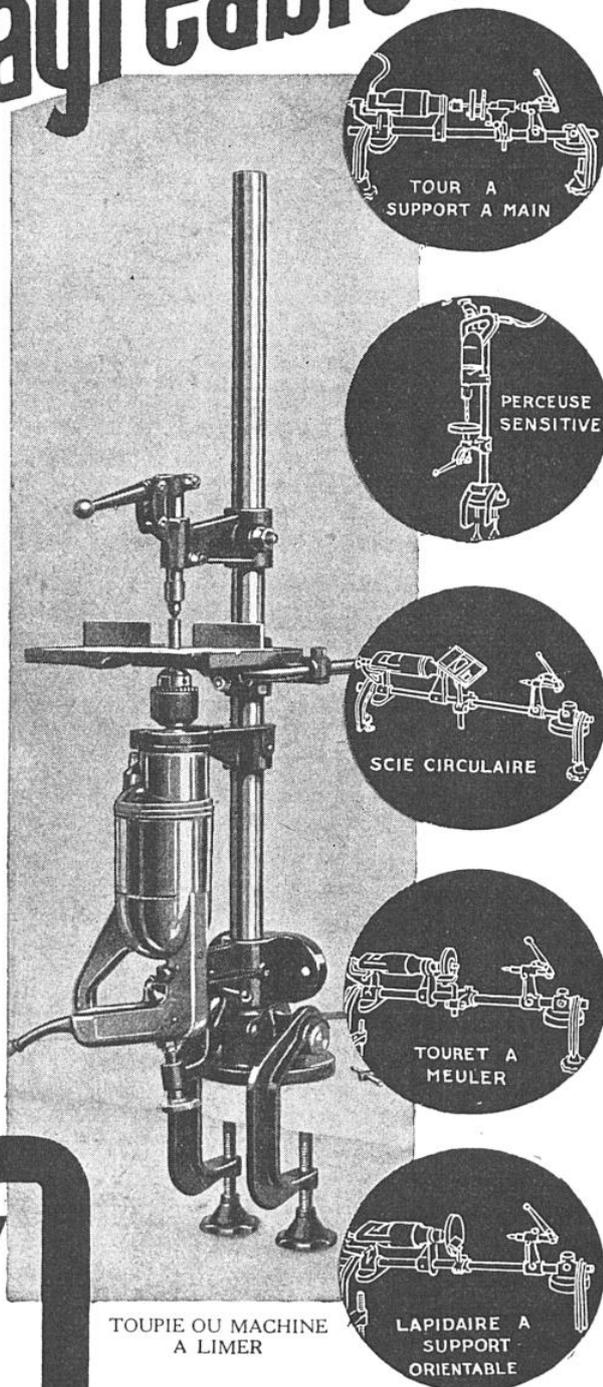
et AUX FORGES DE VULCAIN

Seul dépositaire pour la France

3, rue Saint-Denis, Paris



PUB. A. GIORGI



Le centenaire de Gustave Eiffel, le « magicien du fer ». <i>Le célèbre ingénieur, connu surtout par la construction de la Tour de 300 mètres et du viaduc de Garabit, fut aussi un savant dont les travaux sur l'aérodynamisme ont permis à l'aviation de progresser à pas de géant</i>	Robert Chenevier	3
Les montées et les descentes rapides ne présentent aucun danger pour les voyageurs aériens. <i>Les dernières expériences effectuées au laboratoire du Bourget, près Paris, ont démontré que l'organisme humain peut supporter impunément les changements brusques de pression résultant des variations rapides d'altitudes</i>	Charles Brachet	15
La science au service de l'horlogerie : Les travaux de laboratoire ont donné au graissage des montres une solution scientifique. <i>La constitution même de la molécule des corps gras a fait faire à la technique du graissage des montres de considérables progrès.. . . .</i>	L. Houlléviqne	19
L'orgue radioélectrique du « Poste Parisien » et la synthèse de la musique. <i>Cet orgue silencieux — ses circuits électriques agissant directement sur l'émission — permet la reproduction des sons avec leurs timbres et l'obtention de P « expression » désirée</i>	Professeur à la Faculté des Sciences de Marseille. Victor Jouglà	25
Pourquoi accroît-on sans cesse le nombre des cylindres des moteurs d'automobiles ? <i>Diminution des vibrations, réalisation d'un équilibrage parfait et du maximum de souplesse, tels sont les trois problèmes auxquels les moteurs polycylindriques modernes apportent une solution de plus en plus satisfaisante.. . . .</i>	A. Caputo	32
On sait maintenant doser les rayonnements employés en radiothérapie. <i>Si la mesure est à la base de toute science, elle présente, en radiothérapie, une importance capitale. Grâce à la chambre d'ionisation, elle est, aujourd'hui, effectuée avec précision dans les hôpitaux modernes.</i>	Jean Labadié	39
Qu'est-ce que le chauffage par « pulsion d'air » ? <i>Ce nouveau mode de chauffage, assez répandu aux Etats-Unis et au Canada, permet de puiser de l'air pur dans l'atmosphère et de le distribuer dans les appartements, après son réchauffage.. . . .</i>	G. Leroux	49
Leipzig possède maintenant la station de radiodiffusion la plus puissante d'Europe. <i>Les derniers progrès de la technique radioélectrique ont été mis en œuvre dans cette station dont la puissance atteint 150 kilowatts-antenne</i>	Ancien élève de l'École Polytechnique, Jean Marival	57
Les curieuses habitudes et manies d'insectes. <i>C'est là un des chapitres les plus captivants de la vie des insectes. Voici les curieuses observations recueillies par notre collaborateur.. . . .</i>	C. Pierre	59
Les tunnels sous l'Escaut à Anvers. <i>Troisième port d'Europe, Anvers songe à s'étendre encore. Les deux tunnels sous l'Escaut, l'un pour voitures, l'autre pour piétons, permettront à la ville d'occuper la rive gauche du fleuve.. . . .</i>	Membre de la Société Entomologique de France, J. Bouvet	67
Il faut au Maroc de l'eau et de l'énergie électrique. Le barrage d'El Kansera. <i>Le barrage, en voie d'achèvement, assure l'irrigation de 30.000 hectares de terrains et la production de 15.000 kilowatts pour l'électrification des chemins de fer du Maroc</i>	Ingénieur des Ponts et Chaussées, Jean Marchand	73
Un seul sondage acoustique permet de déterminer l'inclinaison du fond de la mer	Ingénieur I. E. G., J. M.	79
Mât télescopique d'amarrage pour dirigeables	A. C.	80
Vers les applications industrielles de l'accumulateur à iode	L.-D. F.	81
Pour apprendre rationnellement la radioélectricité	J. M.	82
Les « A côté de la science »	V. Rubor	83

Le centenaire d'Eiffel a été fêté le 15 décembre dernier. Le célèbre ingénieur a été un précurseur, non seulement dans la technique des constructions métalliques, mais encore en aérodynamique, et son laboratoire d'Auteuil a été l'un des plus puissants auxiliaires des techniciens de l'aviation. La couverture de ce numéro représente une vue partielle de la Tour Eiffel qui a servi de base également à de nombreuses recherches scientifiques. (Voir l'article, page 3.)



DANS LE LACIS MÉTALLIQUE DE LA TOUR EIFFEL.

Cette curieuse vue montre les escaliers reliant le premier étage au second étage de la Tour Eiffel. La différence de niveau entre les étages est de 100 mètres; le nombre des marches de l'escalier circulaire est de 300 environ. Ajoutons, à titre d'indications complémentaires, que le poids total de la Tour est de 7.000 tonnes. Ce poids est insignifiant. Si, en effet, la Tour était réduite au millième, elle aurait une hauteur de 30 centimètres et pèserait 7 grammes : moins que le poids d'une lettre. Pour édifier cette gigantesque charpente métallique, deux ans seulement furent nécessaires. C'est le 28 janvier 1887 que le premier coup de pioche fut donné. Le 31 mars 1889, la Tour Eiffel était terminée.

LA SCIENCE ET LA VIE

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

Rédigé et illustré pour être compris de tous

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

(Chèques postaux : N° 91-07 - Paris)

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

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

Copyright by La Science et la Vie, Janvier 1933 • R. C. Seine 116.544

Tome XLIII

Janvier 1933

Numéro 187

LES GRANDES ÉPOQUES DE L'INDUSTRIE

LE CENTENAIRE DE GUSTAVE EIFFEL, LE « MAGICIEN DU FER »

Par Robert CHENEVIER

En célébrant le centenaire de la naissance de Gustave Eiffel, magicien du fer, c'est toute une tranche de l'histoire du génie civil français que l'on évoque en même temps. A la pierre, élément architectural dont les harmonieuses dispositions engendraient une beauté, Gustave Eiffel a substitué le métal, un métal assoupli, discipliné et, pour tout dire, asservi. La poutrelle de fer est plus proche de la dentelle gothique qu'on ne le pense communément, et l'élan du viaduc de Garabit ne le cède pas en hardiesse à celui de la nef de la cathédrale de Cologne. Durant un temps, les milieux intellectuels se sont élevés contre la Tour Eiffel. Qui donc, aujourd'hui, oserait lui contester ses lettres de noblesse ? Laboratoire d'études météorologiques, laboratoire d'essais où l'onde radioélectrique, encore balbutiante, a fait ses premières preuves avant de rendre d'éminents services, la Tour de 300 mètres s'est acquis de nombreux titres à la reconnaissance du monde savant. Certes, de toute sa célébrité, elle a peut-être pesé un peu lourdement sur le génie de Gustave Eiffel et projeté comme un cône d'ombre sur certains de ses autres travaux, en particulier ceux dont l'aérodynamique a fait l'objet. En effet, si l'aviation a progressé à pas de géants, c'est beaucoup à Eiffel qu'elle le doit, à ses études désintéressées conduites dans son laboratoire



GUSTAVE EIFFEL EN 1889

d'Auteuil, où fonctionnait la première soufflerie qui existât au monde. Aussi, LA SCIENCE ET LA VIE est-elle fidèle à sa mission instructive et éducative en évoquant aujourd'hui la vie et l'œuvre prestigieuse de celui que la science mettra à son rang sous le nom de magicien du fer.

L'homme et son œuvre

LES œuvres sont inséparables des hommes. On ne comprend bien les unes qu'en connaissant bien les autres. Loin d'échapper à cette règle, Gustave Eiffel la confirme pleinement, tant sa vie, faite de discipline et d'effort continu, atteste la régularité du développement de son œuvre.

C'est à Dijon que naquit Gustave Eiffel, le 15 décembre 1832. Jusqu'en 1850, année de son baccalauréat sciences et lettres, il fit ses études au lycée de sa ville natale ; après quoi, en 1850, il vint à Paris se préparer aux grandes écoles, à l'Institut Sainte-Barbe. En août 1852, il est admissible à Polytechnique et reçu à l'École Centrale. Il fait choix de cette dernière, et trois ans

3

après, en 1855, sort de l'École, nanti du diplôme d'ingénieur chimiste.

La même année, il entre chez Nepveu, entreprise de constructions mécaniques, en qualité de secrétaire particulier et aux appointements de 150 francs par mois. Il a vingt-deux ans.

Au bout de quelque temps, l'entreprise périclité, et Nepveu craint de ne pouvoir conserver à son service le jeune ingénieur. Avec un magnifique désintéressement de

comprimé pour la fondation des piles métalliques. Sa réussite est complète et grand son succès. Aussi les constructions se succèdent-elles rapidement. En moins de dix ans, de 1858 à 1867, il construira, outre le pont de Bordeaux, le pont de la Nive, les ponts du réseau central des chemins de fer à Florac et Capdenac, auxquels il appliquera, du reste, le système perfectionné de l'emploi de l'air comprimé au fonçage des piles tubulaires.

Dès lors, sa jeune réputation est consa-

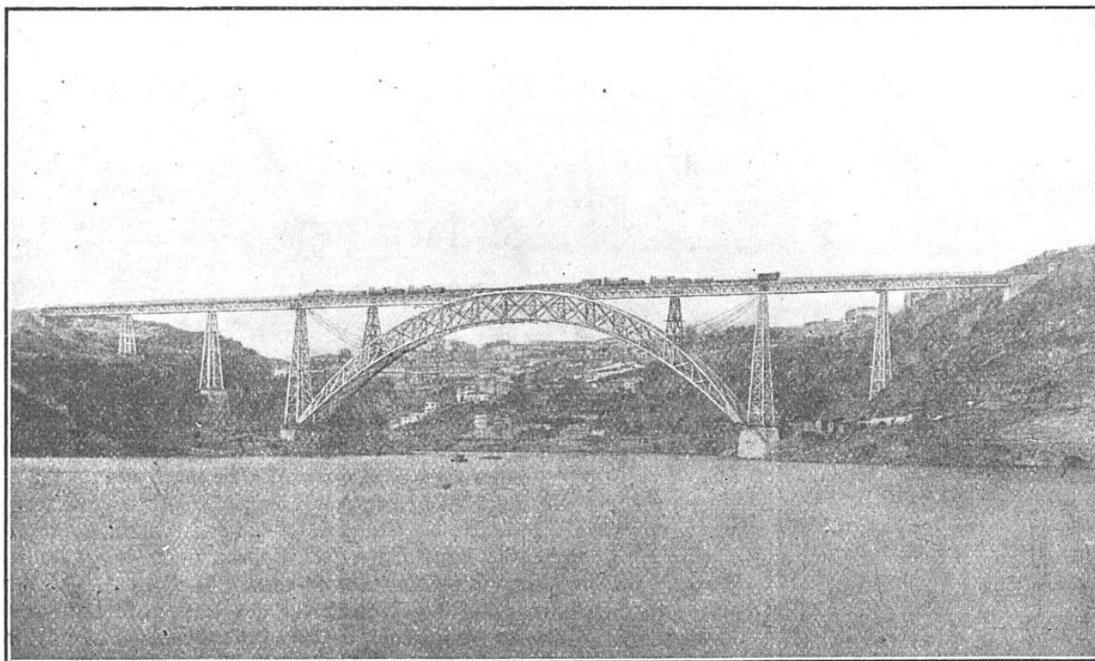


FIG. 1. — LE VIADUC SUR LE DOURO (PORTUGAL) (1877)

Ce pont en arc, le premier d'une telle ampleur qui fut jamais construit au monde, — l'ouverture de l'arc atteint 160 m et la longueur totale du pont 354 m —, annonce le viaduc de Garabit et la Tour Eiffel.

la chose d'argent, qui sera une des caractéristiques de son tempérament, Gustave Eiffel propose de demeurer gratuitement. Le travail l'intéresse. Que lui faut-il de plus ? Nepveu refuse et le place aux chemins de fer de l'Ouest, aux appointements de 125 francs.

Mais la fortune est plus souriante pour le jeune technicien que ses ennuis de situation peuvent le laisser croire. En 1858 — trois ans après sa sortie de l'École — Gustave Eiffel est appelé à donner sa mesure, en assumant la direction des travaux du pont métallique de Bordeaux, l'une des plus importantes constructions en fer de l'époque.

A cette construction, Gustave Eiffel applique, sans crainte ni hésitation, une méthode toute nouvelle : l'emploi de l'air

créé, et il s'affirme comme l'un des meilleurs représentants de ce génie civil français, qu'il portera plus tard au pinacle. Aussi, en 1867, M. Krantz, directeur de l'Exposition Universelle, se l'adjoint-il comme collaborateur direct.

Collaboration singulièrement féconde. M. Krantz demande, en effet, à Gustave Eiffel d'établir le projet des fermes en arc de la Galerie des Machines, ainsi que l'étude théorique de ces arcs et la vérification expérimentale de ses calculs.

Le résultat de ces expériences, qui furent faites en grand à la maison Gouin, avec le concours de M. Tresca, directeur du Conservatoire des Arts et Métiers, fut consigné dans un mémoire où, pour la première fois,

fut déterminée expérimentalement la valeur du module d'élasticité applicable aux pièces composées dans les grands travaux métalliques. Cette valeur, trouvée par Gustave Eiffel, qui est de 16×10^4 , est admise depuis d'une manière générale.

Ce nouveau succès va, du reste, lui donner des ailes. A l'avenir, il sera son maître, le constructeur des œuvres gigantesques qu'il

célèbres sont le pont sur le Douro, le viaduc de Garabit, la coupole de l'Observatoire de Nice et l'ossature métallique de la statue de la Liberté, à New York.

Désormais, autour de lui, la renommée est retentissante et telle qu'aucun ingénieur n'en a connu de semblable. Mais, à cette couronne, il faut un fleuron qui la parachève et la fasse à jamais éclatante : ce

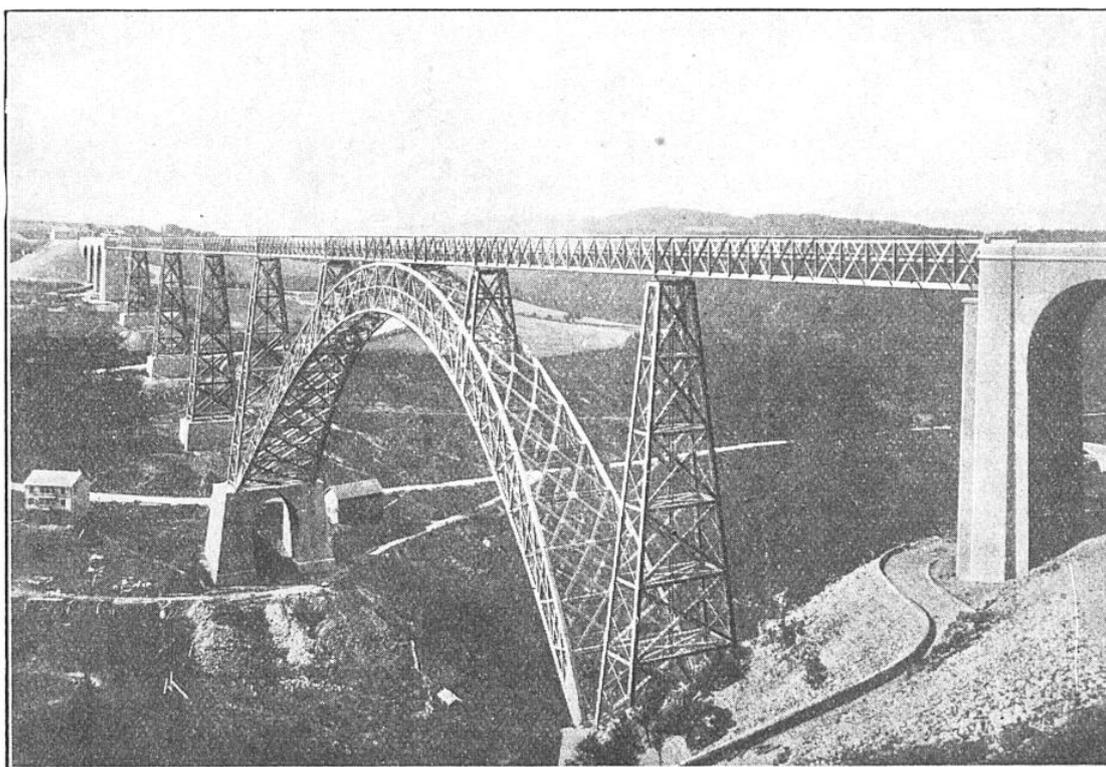


FIG. 2. — VUE GÉNÉRALE DU VIADUC DE GARABIT (1884)

Ce viaduc consacra définitivement la gloire de Gustave Eiffel. Son arc franchit la Truyère à une hauteur de 122 mètres, supérieure à celle des tours de Notre-Dame de Paris et de la colonne Vendôme superposées.

enfantera. A Levallois-Perret, il fonde une entreprise de construction métallique, la Maison Eiffel.

Et c'est alors, en dix-huit ans de temps, une incroyable succession de travaux accomplis un peu partout de par le vaste monde, travaux qui ont valu à son auteur d'être surnommé l'ingénieur de l'univers. C'est ainsi, en effet, qu'il construit 31 ponts et viaducs de chemin de fer, plus de 17 ponts-routes, des charpentes métalliques, plus de 21 monuments dont la gare de Budapest et l'église de Manille, 8 usines à gaz, dont celle de La Paz, en Bolivie, et un nombre immense de travaux divers, parmi lesquels les plus

fleuron sera la tour de 300 mètres.

Coincidence curieuse, c'est à l'occasion de ce point final de son œuvre que les discussions commenceront autour de Gustave Eiffel. On ne grandit pas impunément et, surtout, sans que la malignité publique s'en mêle. La tour sera-t-elle solide, sera-t-elle esthétique, sera-t-elle utile ? La polémique s'engage. Gustave Eiffel y fait front. Il répond par des calculs en attendant de répondre par la réalité. Et cette réalité, chacun aujourd'hui sait ce qu'elle est.

Mais trop éclatant, trop visible est cette fois le triomphe. L'ingénieur a tout surmonté et tout vaincu. L'homme ne pourrait-

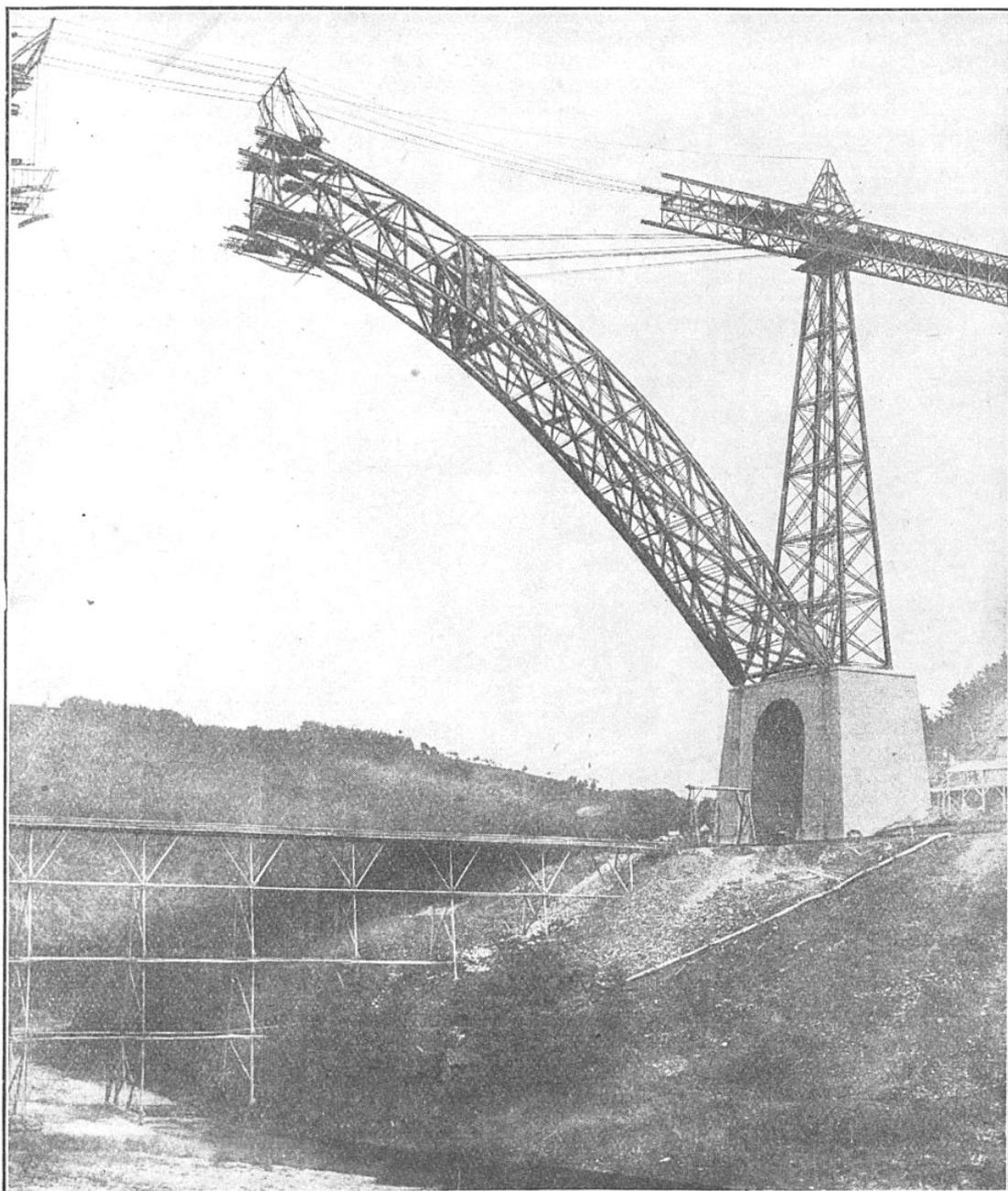


FIG. 3. — LE VIADUC DE GARABIT EN CONSTRUCTION

il être atteint, et qui sait même, abattu ?

L'affaire de Panama va être le prétexte de l'attaque. Bien que, dans la gigantesque entreprise, le rôle d'Eiffel fut limité à celui d'un entrepreneur de travaux et ne comportât pas la moindre responsabilité de gestion, la politique tenta d'étendre jusqu'à

lui l'atmosphère de suspicion dont furent enveloppés tant de Français éminents, et d'autres qui ne l'étaient point. Elle n'y réussit pas. Mais l'épreuve fut lourde aux épaules de celui qui n'avait jamais visé qu'à la grandeur du génie civil français. Il la surmonta, il la domina même. On ne

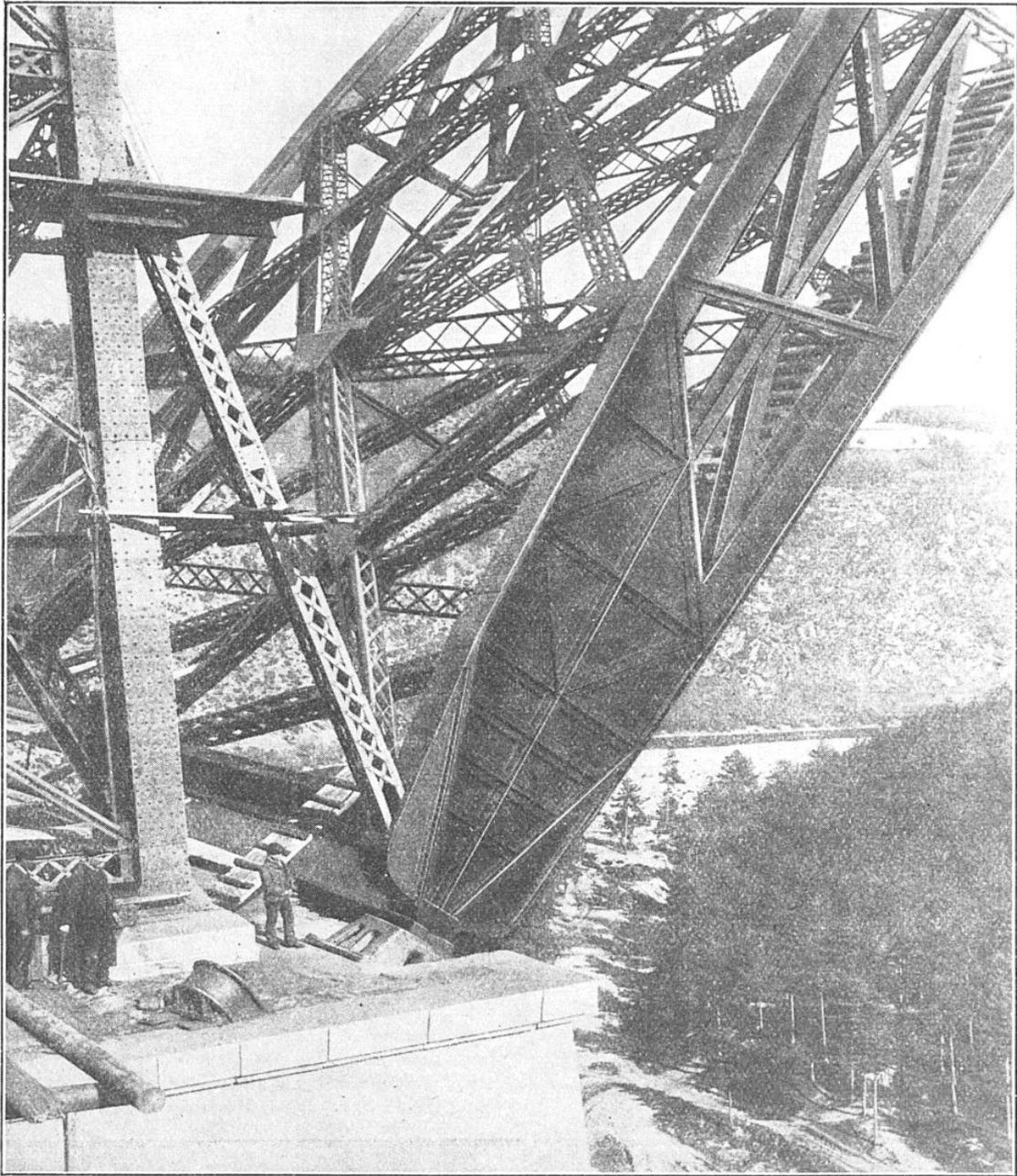


FIG. 4. — L'ASSISE FORMIDABLE D'UN ARC DU VIADUC DE GARABIT

saurait en dire autant de ses accusateurs.

Avec la tour, l'œuvre du magicien du fer était virtuellement terminée, encore que, jusqu'à la fin de sa vie, Gustave Eiffel ne priva jamais de ses conseils et de ses avis techniques ceux qui avaient été ses collaborateurs fidèles et qui s'avéraient ses continuateurs. Mais, en lui, le savant survivait

toujours, avec son inquiétude d'apprendre, de découvrir et d'aider à la marche du progrès scientifique.

Et ce sont à nouveau de très belles pages à inscrire à l'actif de celui qui est un vieillard à l'inlassable jeunesse. Travaux météorologiques, travaux sur l'aérodynamique se succèdent. A la T. S. F. naissante, Gustave

Eiffel offre le gigantesque pylône d'antenne de sa tour. De toutes ses forces, il aide aux expériences d'un jeune capitaine, le capitaine Ferrié, dont le nom égalera ceux des plus grands réalisateurs. A quatre-vingt-onze ans passés, sans un repos, sans une défaillance, ayant été toute sa vie le probe artisan d'un immense progrès technique et scientifique, Gustave Eiffel s'éteindra, ayant vu la consécration de ses efforts et de ses travaux.

Tel est l'homme. Venu en un temps où s'ébauchait, dans une esquisse aux contours imprécis, la royauté du fer, Gustave Eiffel sut à la fois définir et délimiter le rôle du métal dans tout un domaine de la vie moderne. Si le XIX^e siècle est vraiment le siècle du fer, si, comme tous les règnes, il a son expression symbolique et définitive, il le doit au génie créateur de celui qui ne voulut jamais être qu'un ingénieur, mais qui fut vraiment l'Ingénieur.

L'asservissement du métal

Jusque vers 1855, la pierre domine encore la construction. Les éléments métalliques ne sont que des éléments d'accompagnement. Leur fonction est secondaire. Depuis les temps les plus reculés, l'architecture n'a point changé de matériau.

Mais le métal apparaît, sous sa triple nature : fer, fonte, acier. Certes, il est rigide, mais il est maniable et peut être assoupli. Le tout est de le commander et de l'adapter aux emplois qu'on prétend lui imposer. Toute une technique nouvelle est donc à créer, à formuler et à vérifier. A cette triple tâche, Gustave Eiffel s'acharnera avec bonheur.

Il emploie d'abord la fonte, puis il fait du fer son matériau d'élection. Après expérience, il le juge plus solide que la fonte, et de garanties techniques supérieures. C'est donc le fer qui, dans ses constructions, tiendra la première place, et c'est encore à lui qu'il fera appel pour édifier la tour de 300 mètres.

Quant à la technique du fer, Gustave Eiffel l'établit au fur et à mesure que se posent à son esprit de nouveaux problèmes de réalisation. Suivons ses travaux de construction dans leur ordre chronologique. Chacun de ceux-ci bénéficie d'une novation correspondant étroitement à la nature de l'œuvre à édifier. Et c'est la somme des novations ainsi apportées qui constitue le formulaire de la technique nouvelle.

Dès le premier ouvrage d'art qui lui est confié, le pont de Bordeaux, en 1858, Gustave Eiffel se trouve en présence d'une diffi-

culté prononcée : l'ouvrage doit être fondé sur des piles établies à l'air comprimé à 25 mètres sous l'eau. De surcroît, il est l'une des premières applications qui est faite de ce procédé, en même temps que l'un des plus grands ouvrages en fer construits à cette époque.

Gustave Eiffel, ne l'oublions pas, n'a, à l'époque, que vingt-six ans. Néanmoins, les responsabilités ne l'effraient pas. Il fait une large et hardie application de l'air comprimé pour l'enfoncement des caissons des piles. Et il réussit pleinement.

En 1868, Gustave Eiffel est appelé par le réseau des chemins de fer d'Orléans à construire un important viaduc sur la Sioule. La longueur du tablier devait être de 162 mètres et reposer sur deux piles métalliques, dont la plus haute comporterait 51 mètres de hauteur. Ces piles, constituées par des colonnes de fonte réunies par des entretoises de fer, permirent au jeune ingénieur de faire d'intéressantes constatations et, en même temps, de déterminer une formule de construction des piles métalliques.

Cette formule, que nous retrouverons, du reste, dans maints travaux de Gustave Eiffel, répond à un double souci : permettre à l'ouvrage de travailler aussi bien à la compression qu'à l'extension sous les efforts du vent. Aux colonnes de fonte, réunies par des entretoises en fer, Gustave Eiffel substitue un type de piles d'où la fonte est éliminée et qui est formé par quatre grands caissons quadrangulaires, ouverts du côté de l'intérieur de la pile et dans lesquels viennent s'insérer de longues barres de contreventement à section carrée.

Cette formule de pile métallique, Gustave Eiffel l'adoptera pour tous ses ouvrages d'art, qu'il s'agisse de ponts droits ou de ponts en arc. Simplement, il lui apportera une correction, ou, plus exactement, un complément, lors de l'établissement de la tour de 300 mètres, en raison de l'élévation de l'ouvrage et du plus grand travail à la compression qu'il a à fournir.

En même temps qu'il résolvait ce problème, à propos de la construction du viaduc de la Sioule, Gustave Eiffel était amené à innover dans les méthodes même de construction. C'est ainsi qu'au mode de lançage jusqu'alors adopté et qui consistait à pousser dans le vide, jusqu'à la rencontre des piles successives, un tablier préalablement monté sur le remblai des abords, il substitue le procédé par leviers, qui actionnent directement les galets roulants sur lesquels repose le pont, et imagine les châssis

à bascule permettant aux pressions du tablier de se répartir uniformément.

C'est à propos de la construction du pont-route de Cubzac pont d'une longueur de 552 mètres, qu'en raison de difficultés exceptionnelles de l'ancrage Gustave Eiffel employa pour la première fois, en France, un nouveau et remarquable mode de montage, le montage en porte-à-faux. On sait en quoi consiste celui-ci : sur la partie de la

Les grands ponts en arc

Mais le rôle et l'influence de Gustave Eiffel, dans les procédés de construction des ponts en arc, ont été encore plus considérables que pour les tabliers droits et les piles métalliques. Dans ce domaine, deux ouvrages dominent l'œuvre de Gustave Eiffel : le pont sur le Douro (Portugal) et le viaduc de Garabit, sur la Truyère.

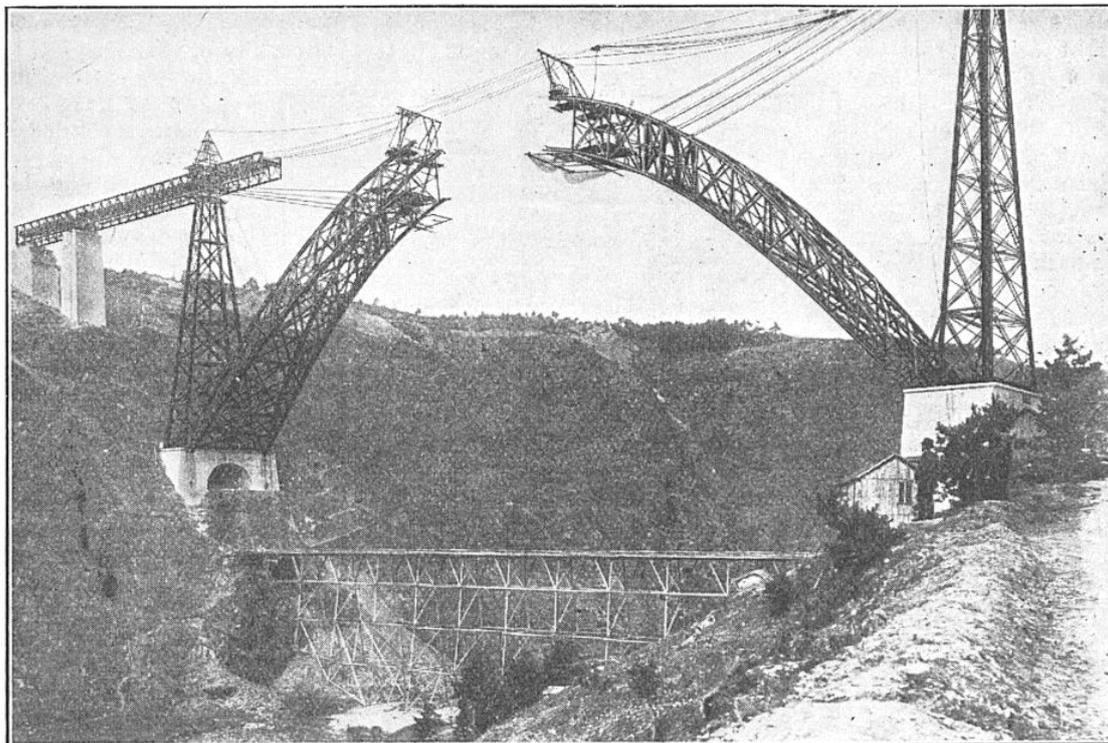


FIG. 5. — LA GRANDE ARCHE DU VIADUC DE GARABIT S'ACHÈVE

Montées en porte-à-faux, soutenues par des câbles d'acier reliés au tablier supérieur, les deux parties d'arc vont se rejoindre et permettre la pose de la clef qui doit les réunir.

poutre déjà conduite dans sa position définitive, on fixe en porte-à-faux les pièces de fer qui y font suite et, quand celles-ci sont rivées, on s'en sert comme de nouveaux points d'appui pour fixer les pièces suivantes. En cheminant ainsi de proche en proche, on monte complètement dans le vide les pièces successives de la travée, jusqu'à la pile voisine. Dans le cas d'un pont ne comportant pas de pile centrale, le montage d'une travée s'effectue des deux côtés en porte-à-faux et la rencontre se fait dans le vide, vers le milieu de l'ouverture, et sans aucun appui intermédiaire. Cette méthode est représentée ci-dessus pour le viaduc de Garabit.

Si l'on ose dire, le premier servit, en quelque sorte, à se faire la main au célèbre constructeur. Rappelons, brièvement, le problème à résoudre.

Il s'agissait de permettre au chemin de fer de Lisbonne à Porto de franchir le Douro, à 61 mètres au-dessus du niveau du fleuve, dont la très grande profondeur rendait impossible la construction de tout appui intermédiaire. La largeur du fleuve, soit 160 mètres, devait donc être franchie par une seule travée.

Gustave Eiffel proposa donc un projet comportant un arc de 160 mètres de corde et de 42 m 50 de flèche moyenne. Cet arc

devait être d'une forme tout à fait spéciale. Il était appuyé sur une simple rotule aux naissances, et sa hauteur allait progressivement en augmentant jusqu'au sommet, de manière à affecter la forme d'un croissant. Disposition particulièrement favorable pour la résistance à des efforts dissymétriques, parce qu'elle permet de donner de grandes hauteurs dans les parties de l'arc les plus fatiguées.

Une autre innovation, des plus considérables celle-là, consiste dans le perfectionnement du système de montage en porte-à-faux. En effet, les arcs furent construits synchroniquement à partir de chacune des naissances et soutenus, au fur et à mesure de leur construction, par des câbles en acier qui venaient se fixer au tablier supérieur. Chacune des parties construites servait de point d'appui pour l'établissement des parties suivantes. Ainsi, les deux parties d'arc s'avançaient l'une vers l'autre par cheminements successifs et venaient se rejoindre dans l'espace, où s'opérait la pose de la clef qui devait les réunir.

La réussite complète du lancement de l'arc du pont du Douro valut à Gustave Eiffel l'admiration du monde savant de tous les pays et la commande du viaduc de Garabit, ouvrage gigantesque qui devait franchir, à 122 mètres de hauteur, la vallée de la Truyère. Les dimensions de cet ouvrage étaient des plus considérables : la longueur totale du viaduc était de 564 mètres, dont 448 mètres pour la partie métallique. Il reposait sur cinq piles, dont la plus haute avait 89 m 64 de hauteur. L'arche principale, du même type que celle du pont sur le Douro, était un arc aujourd'hui connu sous le nom d'arc parabolique système Eiffel. Sa corde était de 165 mètres, sa flèche moyenne de 56 m 86, supérieure de plus de 14 mètres à celle de l'arc du pont du Douro. Enfin, le poids total du métal entrant dans la construction

du gigantesque viaduc était de 3.254 tonnes.

Cet ouvrage qui, à l'époque, était le plus important de France, est, en matière de ponts, le plus parfait de tous ceux qu'ait entrepris Gustave Eiffel. Désormais, c'est avec certitude qu'il peut reprendre le vieux rêve des hommes, édifier une tour dont le front se perde dans les nuées.

La Tour Eiffel

Nous n'entreprendrons point ici l'histoire de la tour de 1.000 pieds, chef-d'œuvre de la construction métallique, par lequel le génie des modernes rejoint en hardiesse et vigueur celui des anciens.

Evoquons simplement quelques détails pittoresques de sa préparation.

Dans son célèbre ouvrage sur *La tour Eiffel*, Dumont, étudiant les travaux auxquels son élaboration a donné lieu, écrit :

« La tour ayant été divisée en 27 panneaux, chaque panneau a donné lieu à une épure distincte, qui, elle-même, a été développée en un grand nombre de dessins géométriques, dont toutes les dimensions ont été calculées, à l'aide de

logarithmes, à une fraction de millimètre.

« Les pièces métalliques devant concourir à la construction de la tour s'élèvent au nombre de 12.000. Or, chaque pièce exigea un dessin spécial où l'on détermina ses dimensions et, notamment, la position exacte et l'ouverture des trous destinés à recevoir les rivets.

« Les épures comportèrent 500 dessins d'ingénieur, pour l'étude des 27 panneaux, et 2.500 feuilles de dessins d'atelier de 1 mètre de largeur sur 80 centimètres de hauteur.

« Quarante dessinateurs et calculateurs, installés dans les bureaux de Levallois-Perret, ont consacré deux ans à ce travail minutieux. C'est également aux ateliers de Levallois-Perret que les plaques de tôle destinées à l'assemblage des pièces métalliques étaient percées de trous à rivets.

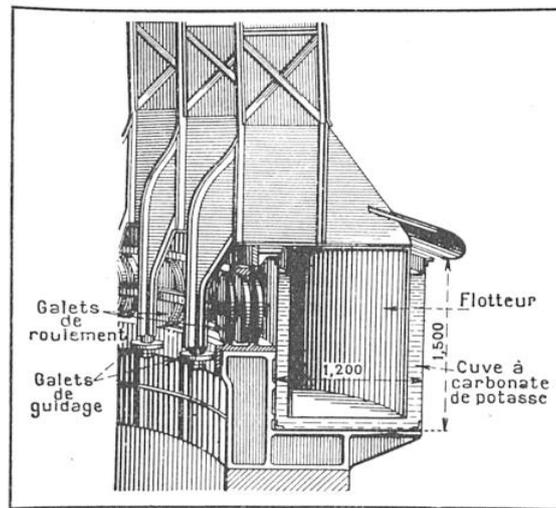


FIG. 6. — COUPE DU FLOTEUR ANNULAIRE DE LA COUPOLE DU « GRAND ÉQUATORIAL » DE NICE. En coupe, le flotteur annulaire permettant la rotation de la coupole du « Grand Equatorial » de Nice. On aperçoit, à gauche, les galets de roulement utilisés comme système de secours.

« Le nombre de ces trous atteint le chiffre de 7 millions pour la tour entière. L'épaisseur des plaques de tôle étant en moyenne de 10 millimètres, les trous placés bout à bout formeraient un tube de près de 70 kilomètres de longueur. »

Si justes étaient les calculs, si précises les épures, que la construction de la tour fut conduite à bien sans le moindre accroc.

assidûment au service de la science. A ce propos, relevons la magnifique générosité de Gustave Eiffel, cette générosité par quoi l'ingénieur rejoint le savant, épris d'idées pures. Il n'est pas un savant, quel qu'il fut et quel que fut son domaine scientifique, qui, ayant demandé à Gustave Eiffel de prendre la tour comme champ d'expérience, n'ait reçu la plus complète et la plus entière satisfaction.

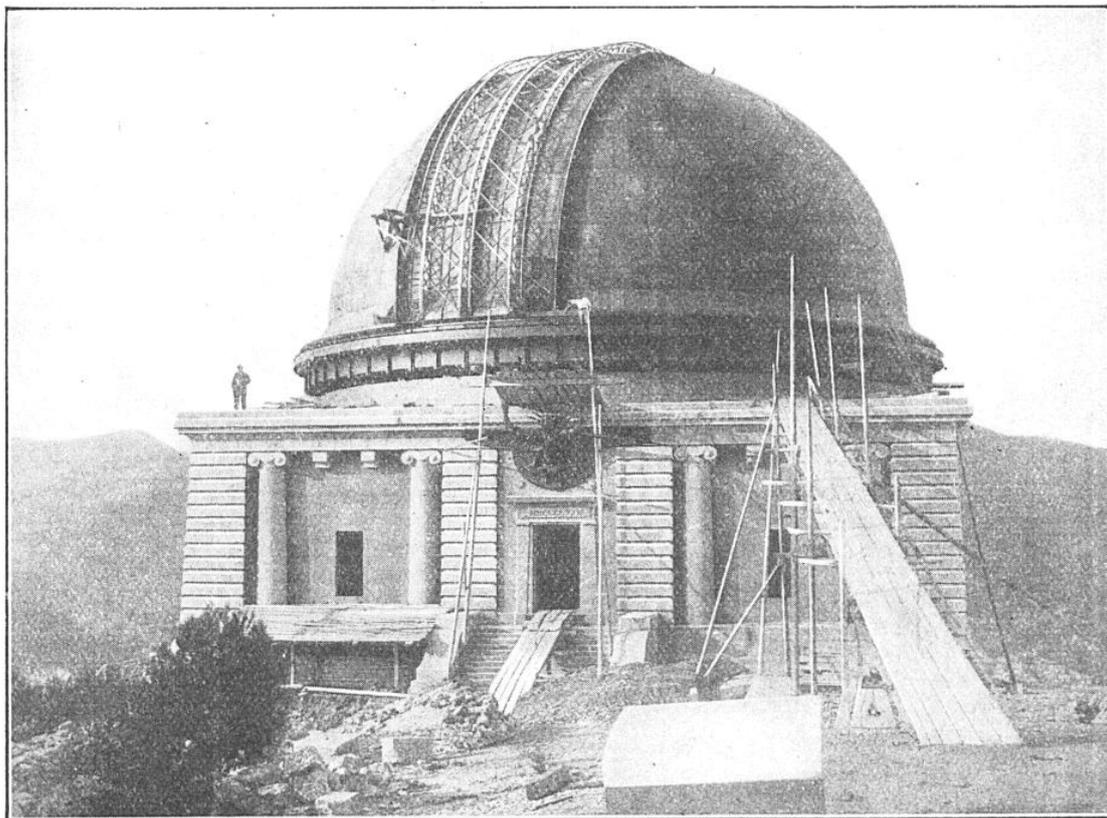


FIG. 7. — COUPOLE DU « GRAND ÉQUATORIAL » DE NICE

Parmi les innombrables travaux de Gustave Eiffel figure la coupole du « Grand Equatorial » de Nice. C'est à cette coupole que le savant ingénieur appliqua son système de rotation par flotteur annulaire.

Chose remarquable : tous les emplacements des rivets étaient si exactement établis qu'aucune correction ne dût être apportée en cours de montage.

La Tour et la science

Combien vaines, puériles, apparaissent aujourd'hui les polémiques conduites à l'époque sur l'utilité de la tour. Destinée à servir d'entrée monumentale et de « clou » à l'Exposition de 1889, la tour, spectacle prodigieux, attraction unique, devait prendre ses lettres de noblesse en se mettant

C'est ainsi que la tour, aussitôt construite, reçoit MM. Cailletet et Colardeau, qui y installent le plus grand manomètre à mercure qui soit au monde. Le docteur Hénoque y étudie les conditions de l'absorption de l'oxygène par l'hémoglobine, avec l'altitude. Répétées furent les expériences de télégraphie optique à grande portée, expériences auxquelles se rattachèrent de précieuses observations sur l'absorption de la lumière dans l'atmosphère. En outre, un observatoire météorologique unique au monde y fut installé. Observatoire qui permit des tra-

vaux d'une portée considérable, puisqu'ils furent à la base d'initiatives parmi lesquelles le sondage aérien, ce prélude de la conquête humaine de la stratosphère.

Mais il y a plus encore. Au service des sciences existantes, la tour devait encore se mettre à celui des techniques et des sciences nouvelles. Elle, qui était déjà une conquête de l'air, allait contribuer à accroître nos

quart de siècle de la tour Eiffel. Nous sommes au début du siècle :

« Les crédits officiels, écrit M. Guillaume, ne deviennent généralement suffisants que lorsque tout est prêt pour les applications ; dans la période inévitable des tâtonnements, ils sont mesurés avec parcimonie. Le commandant Ferrié, alors capitaine, avait formé le projet hardi d'utiliser la tour comme

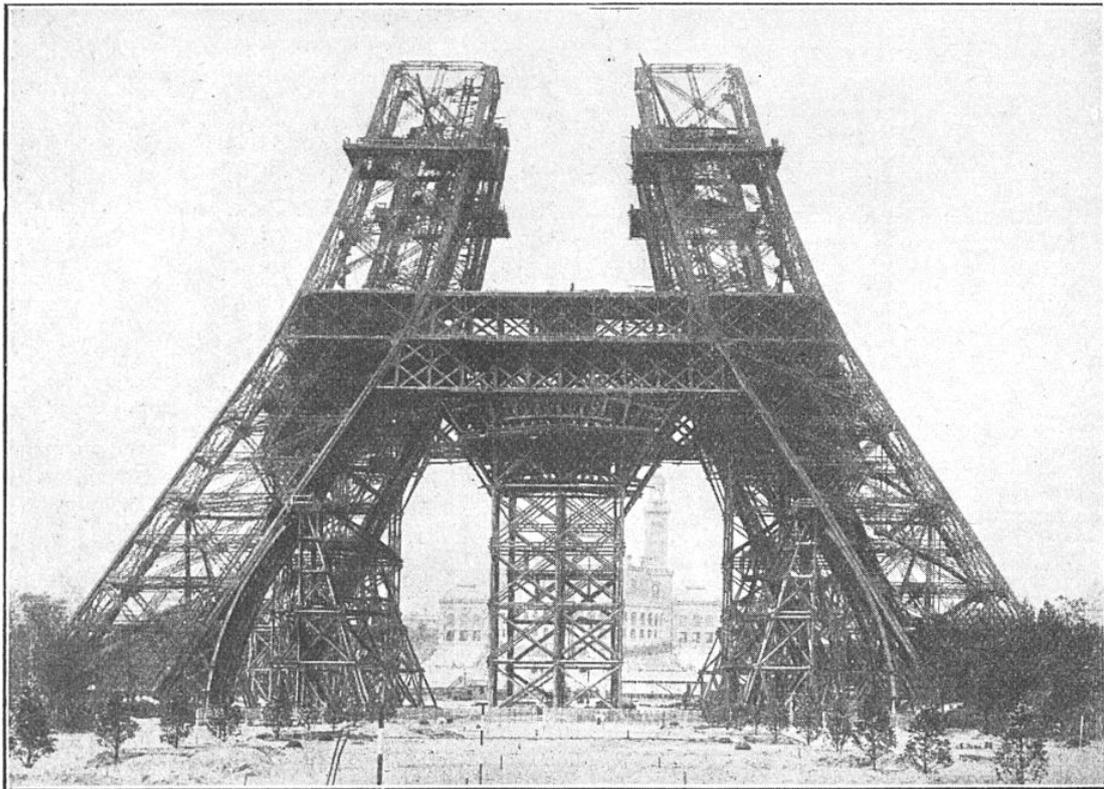


FIG. 8. — LA NAISSANCE DE LA TOUR EIFFEL

Voici une phase de la construction de la Tour Eiffel. L'armature métallique s'élance vers la seconde plate-forme. Elle a déjà dépassé la plate-forme intermédiaire où se fait le changement d'ascenseur.

connaissances sur ce mystérieux domaine, à la fois par les ondes et par l'aviation.

La Tour et la T.S.F.

C'est peut-être là une des plus belles pages de l'histoire de Gustave Eiffel. Non qu'elle mette en cause le savant directement intéressé à des travaux qu'il conduit lui-même, mais parce qu'elle atteste le caractère de l'homme et son entier acquiescement à toutes les formules du progrès humain.

Cédons ici la plume à M. Guillaume, correspondant de l'Institut, et auteur d'une curieuse petite brochure sur *Le premier*

support des antennes. Ce fut M. Eiffel, lui-même, qui lui en offrit généreusement les moyens, en se chargeant personnellement de toutes les dépenses d'installation. »

Ce que la tour Eiffel a été pour la radiotélégraphie d'abord, pour la radiodiffusion ensuite, tous ceux que captive l'onde radio-électrique le savent. Cependant, rappelons un point. Quand Gustave Eiffel conçut et exécuta sa tour, il avait encore présents à l'esprit les souvenirs de la guerre de 1870. Il songait aux services que pouvait rendre la télégraphie optique, et il pensait qu'une tour, permettant, par temps clair, de voir

et de communiquer dans un rayon de 120 kilomètres, trouverait sa justification au point de vue de la défense nationale. Il n'avait point pressenti la T. S. F., et il ne pouvait la pressentir. Mais dès les travaux de Branly, de Marconi, de Ducretet, il comprit.

Et sitôt qu'il eût compris, il se passionna, sans souci des contingences matérielles.

Aujourd'hui, à plusieurs reprises par jour, la tour adresse *urbi et orbi* son appel d'in-

juvénile, bien qu'au moment où il entreprit de sérieuses recherches dans ce domaine il eut dépassé l'âge des études d'un problème nouveau.

C'est peut-être là, ainsi que nous le rappelions plus haut, l'œuvre d'Eiffel la moins connue du public. Elle n'en est pas moins une des plus fécondes qu'il ait réalisées.

Reprenons à nouveau les écrits de M. Guillaume :

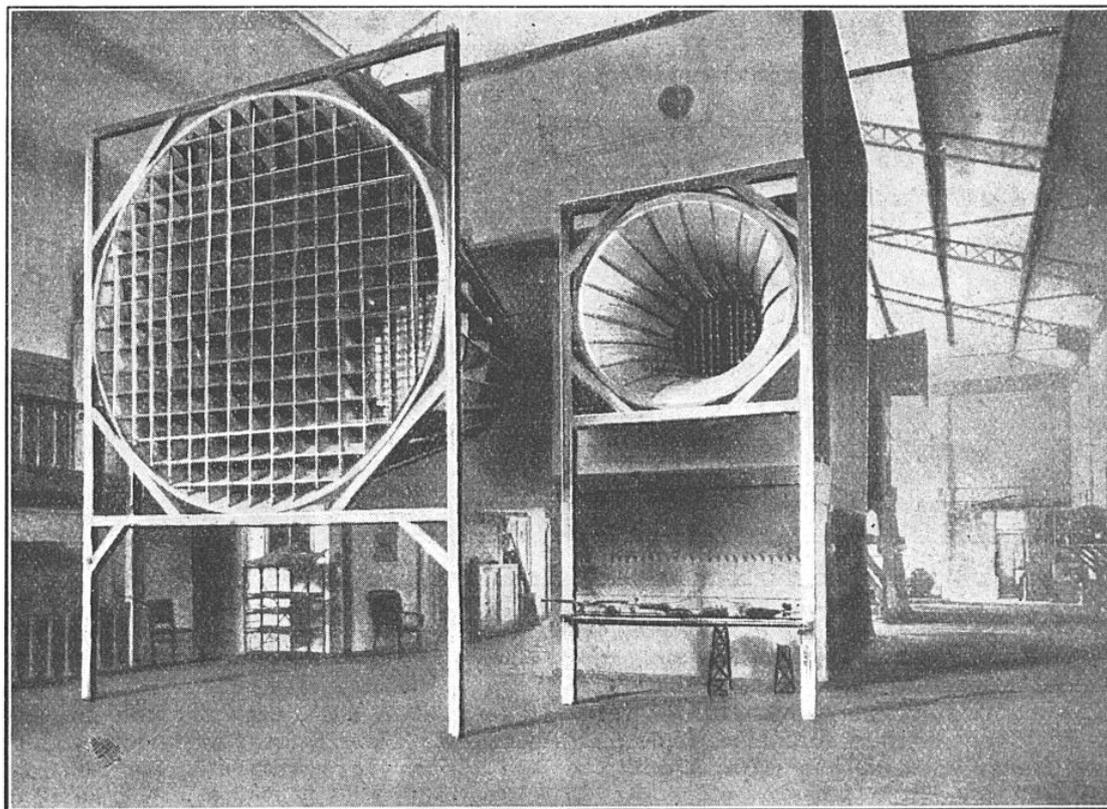


FIG. 9. — LE HANGAR ET LES COLLECTEURS DU LABORATOIRE AÉRODYNAMIQUE DE GUSTAVE EIFFEL, INAUGURÉ A AUTEUIL, PRÈS PARIS, LE 19 MARS 1912

dications météorologiques. Silencieuse, sa grande voix perce les brumes des océans, l'immensité des continents. Elle parle, elle informe, elle renseigne. A la fois l'unité et le tout, elle communique avec tous et chacun. Et rien ne plaide mieux en faveur de la grandeur de ce service que le souvenir adressé à la mémoire du général Ferrié par ceux qui furent ses disciples et ses obligés.

Gustave Eiffel et l'aérodynamique

Abordons maintenant le chapitre des recherches sur l'aérodynamique que Gustave Eiffel a conduites avec une ardeur toute

« Dès l'année 1892, écrit-il, MM. Cailletet et Colardeau procédaient, dans un laboratoire que M. Eiffel leur avait installé à la seconde plate-forme, à des expériences sur la chute des corps légers, abandonnés dans l'air et prenant assez rapidement un mouvement uniforme ; les résultats en furent très intéressants. Elles furent reprises, en 1905, par M. Eiffel, sur un principe tout différent, et poursuivies pendant deux ans, jusqu'en 1907 : une masse pesante, glissant le long d'un câble, entraînait un plan mobile qui enregistrerait tous les éléments de son mouvement. Les résultats ainsi mis à jour ve-

naient à point nommé ; car, ne l'oublions pas, l'aviation naissante avait besoin d'un guide sûr dans les tâtonnements inséparables de toute nouvelle conquête. Persuadé des services qu'il pouvait rendre à la science de l'air, M. Eiffel voulut faire plus encore ; avec la sagacité et la ténacité qu'il met à toutes choses, avec cette vision industrielle des problèmes qui ne les abandonne qu'achevés, il édifia successivement ses laboratoires du Champ de Mars et d'Auteuil, auxquels l'aviation doit tant d'inappréciables documents.

« A Auteuil, dans un grand tunnel que

demande à Gustave Eiffel de lui fournir tous documents sur ses travaux concernant l'aérodynamique. Gustave Eiffel mit à jour ses travaux, qu'il poursuivit pendant toutes les années de guerre. Il n'en demanda aucune rémunération. Tant d'autres, à sa place...

Gustave Eiffel, ingénieur de l'univers

Faisons maintenant un retour sur l'homme et sur le savant. A plus d'un titre, il apparaît grand, émergeant non seulement de sa génération, mais encore de son temps. Il a peut-être cristallisé des aspirations. A coup sûr, il a incarné un moment de l'esprit

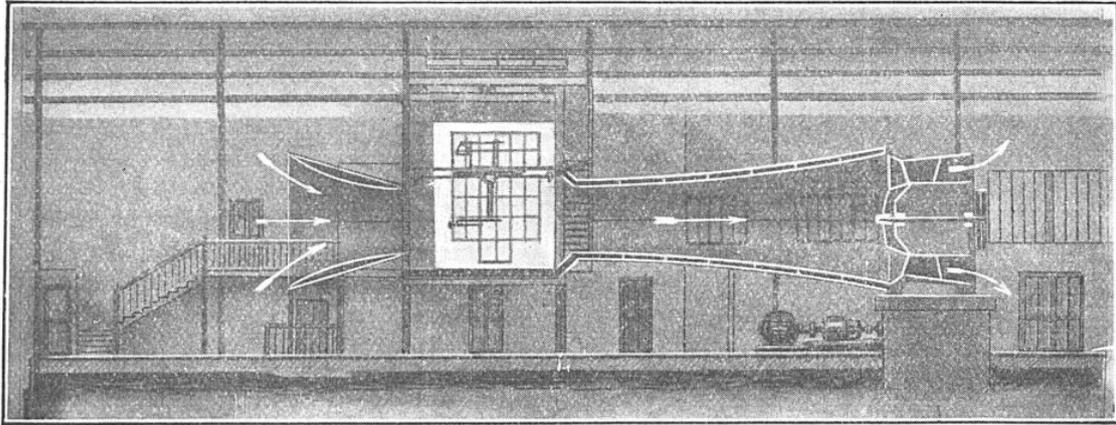


FIG. 10. — TUNNEL DU LABORATOIRE AÉRODYNAMIQUE D'AUTEUIL, PRÈS PARIS

Coupe longitudinale de la « grande buse » permettant de créer un vent artificiel d'une vitesse de 2 à 40 mètres par seconde. Il est à observer qu'aujourd'hui les tunnels aérodynamiques employés dans les stations d'essais de l'aéronautique sont toujours étroitement calqués sur ce tunnel précurseur.

parcourt un véritable fleuve d'air, on peut placer le modèle d'un aéroplane, et étudier ainsi toutes les conditions de sa stabilité.»

Quand ces lignes ont-elles été écrites ? En 1914, c'est-à-dire deux ans après l'inauguration du laboratoire aérodynamique d'Auteuil, près Paris, qui fut inauguré en 1912. Cette année nous rappelle deux souvenirs, inédits croyons-nous.

Voici le premier. Quand Gustave Eiffel étudia un type de tunnel aérodynamique de 2 mètres de diamètre, dans lequel l'air était soufflé à une vitesse pouvant atteindre 40 mètres à la seconde, et qu'il eut trouvé une formule de réalisation conforme aux conclusions de ses calculs, il prit des brevets garantissant la propriété de son invention. Mais il ne demanda jamais aucun droit de licence de fabrication et d'exploitation.

Quant au second, son caractère est peut-être plus prenant encore. Lorsque les hostilités de 1914 éclatèrent, le gouvernement

humain dans ses élans vers une nouvelle forme de vie. Il fut l'Ingénieur, comme nul encore ne l'avait été. Par tous les cieux, toutes les latitudes, il a essaimé ce génie civil français dont, un instant, il fut le dépositaire. Son nom rayonne universellement et rejoint ceux des constructeurs des grandes époques. Il est l'égal des bâtisseurs de pyramides et de cathédrales. Du même génie, il a fait le viaduc de Garabit, la tour Eiffel, la coupole à flotteur annulaire de l'Observatoire de Nice et l'ossature en fer de la statue de la Liberté. Il a construit l'usine à gaz de la capitale de la Bolivie et la gare de Budapest. Il a jeté un pont sur le Douai, en Cochinchine, comme il en a jeté sur le Douro, en Portugal. Dans son domaine et durant un demi-siècle, il fut un symbole de l'universalité.

Ne serait-ce qu'à ce titre, il a bien mérité le cortège de gloire qui l'accompagne à cette heure.

R. CHENEVIER.

LES MONTÉES ET DESCENTES RAPIDES NE PRÉSENTENT AUCUN DANGER POUR LES VOYAGEURS AÉRIENS

Par Charles BRACHET

Les avions dont, actuellement, la vitesse ascensionnelle est la plus grande, montent à 4.000 mètres en sept minutes, ce qui représente 34 kilomètres à l'heure de montée verticale. Les premiers 1.000 mètres sont d'ailleurs franchis à près de 60 à l'heure, vitesse que l'utilisation généralisée des surcompresseurs d'alimentation et des hélices à pas variable permettra probablement de soutenir, un jour, jusqu'à 8.000 et 12.000 mètres. En descente, les pilotes, dans leurs manœuvres de « piqué à mort », moteur à plein régime, atteignent des vitesses verticales de 300 et 400 kilomètres à l'heure. Ces variations très rapides d'altitude correspondent (en montée) à des dépressions et (en descente) à des compressions, avec lesquelles, jusqu'ici, l'organisme de l'homme n'avait eu à compter qu'en des cas très exceptionnels — par exemple, dans celui des scaphandriers ou, encore, de l'ouvrier séjournant dans un de ces « caissons » utilisés pour les travaux hydrauliques. Mais, bientôt, l'aviation fera, de ces conditions physiologiques jusqu'ici exceptionnelles, l'ordinaire de la vie sociale courante. Il convenait, par conséquent, d'étudier les répercussions de ces compressions et décompressions atmosphériques sur l'organisme, de manière à décider jusqu'à quel point la cabine étanche sera nécessaire aux futurs paquebots aériens, quelle pression minimum on pourra concéder à l'atmosphère interne de cette cabine, enfin, quel sera le danger d'une fuite inattendue de cette cabine ramenant brusquement son atmosphère à la très faible pression extérieure des hautes altitudes. Tel est le programme des curieuses expériences entreprises au laboratoire de physiologie du pavillon Paul-Bert, à l'aérodrome du Bourget.

Les expériences du Bourget

Nous avons déjà décrit ici (1) le laboratoire du Bourget et les épreuves physiologiques qu'on y fait subir aux aviateurs, en les plaçant, par des moyens artificiels, dans un « caisson » spécial imaginé par le docteur Garsaux, aux conditions de dépression et de température des hautes altitudes. Nous ne reviendrons pas sur ces données.

Aussi bien, les nouvelles expériences n'ont plus trait à l'examen d'un état de régime permanent, mais à la *vitesse* des changements qu'on peut, sans dommage pour l'organisme, apporter à ce régime.

Le grand caisson du laboratoire, sur lequel agit la puissante machinerie pneumatique chargée d'y faire le vide, constitue une chambre cylindrique de 43 mètres cubes. La vitesse maximum de décompression qui peut être réalisée dans cette chambre, permet seulement de passer de la pression atmosphérique normale (76 centimètres de mercure) à 7 centimètres de mercure en 25 minutes, ce qui correspond à peu près à l'ascension réalisée par le professeur Piccard

(16.000 mètres en 28 minutes). Mais, même en ne visant que l'altitude de 8.000 mètres (20 centimètres de mercure) ou 12.000 (14 centimètres), la vitesse de décompression de l'appareil égale à peine celle qu'éprouve un aviateur, par exemple sur l'avion Morane, dit *le Jockey*, qui monte à 8.000 mètres en dix-huit minutes. Ce dispositif n'était donc pas suffisant pour obtenir la « limite » de décompression brusque que peut supporter l'organisme.

C'est pourquoi un second caisson, de contenance beaucoup moindre (0 m³ 75), a été adjoint au grand caisson et mis en communication avec lui par une tuyauterie qui permet, une fois le vide maximum créé dans le grand caisson, de faire aspirer brusquement par celui-ci l'air contenu dans le petit. En *trois secondes*, par cette manœuvre (qui, d'ailleurs, peut être graduée), la dépression de la nouvelle chambre peut tomber à 14 centimètres de mercure (altitude 12.000 mètres).

Au demeurant, il ne pouvait être question, au début de ces expériences, imaginées et conduites par le docteur Emile Strohl, que d'étudier les réactions sur des animaux (lapins et chiens).

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 152, page 118.

La « maladie des caissons »

Le problème physiologique envisagé à propos de l'aviation *au-dessous de la pression atmosphérique* avait été déjà traité par les spécialistes, mais uniquement pour les pressions et dépressions concernant les caissons hydrauliques, les cloches à plongeurs et les scaphandriers, qui fonctionnent toujours *au-dessus de cette même pression normale.*

organique individuelle étant mise à part) de ces malaises résident dans ce fait que l'oxygène, le gaz carbonique et l'azote de l'atmosphère ambiante se dissolvent dans les tissus à des taux qui varient suivant la pression. C'est ainsi que la dose d'azote dissous dans le sang augmente d'un tiers lorsqu'on passe de la pression normale à la pression de 2 atmosphères, pour quadrupler à 7 atmosphères (ce qui correspond, pour

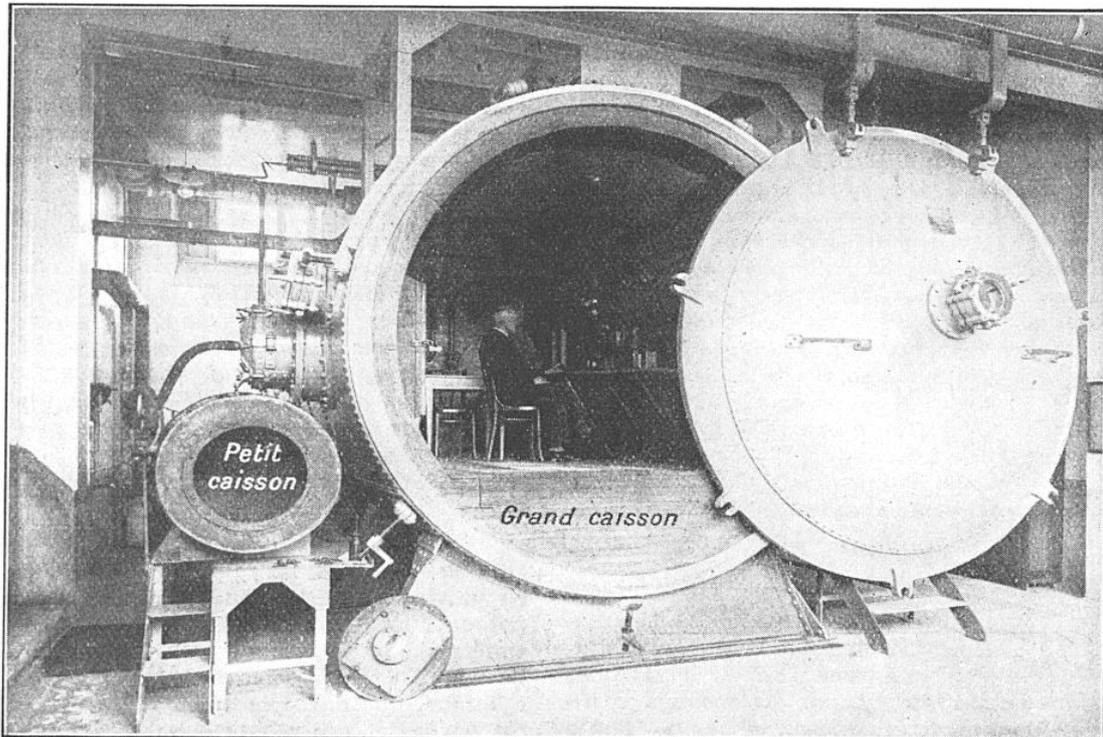


FIG. 1. — LES DEUX CAISSONS PNEUMATIQUES DU LABORATOIRE PAUL-BERT, DU BOURGET
Le grand caisson (45 mètres cubes) communique avec le petit caisson (3/4 de mètre cube). Le vide maximum étant fait dans le premier, la mise en communication avec le second, contenant les animaux expérimentés, peut fournir à celui-ci une dépression aussi rapide qu'on le désire.

On sait que la descente d'un scaphandrier doit être lentement progressive et sa remontée, plus encore. Un scaphandrier qu'on remonte brusquement, un ouvrier qui ne séjourne pas assez longtemps dans le « sas » formant le vestibule d'un caisson, risquent « l'embolie gazeuse », sans parler de moindres maux, tels que les troubles auditifs occasionnés par la différence de pression existant entre les deux côtés du tympan ou, encore, des douleurs articulaires intolérables dont l'ensemble constitue ce qu'on a dénommé la « maladie des caissons ».

Les causes *physiques* (toute prédisposition

un scaphandrier, à 70 mètres de profondeur).

L'oxygène est loin d'atteindre d'aussi fortes variations. Son taux de dissolution dans les tissus s'accroît à peine de 25 % quand la pression passe de 1 à 10 atmosphères. Quant au gaz carbonique, ses variations de dissolution sont insignifiantes.

C'est donc l'azote qui est le grand responsable de la « maladie des caissons ». Quand l'organisme en est saturé, après un séjour plus ou moins long dans une atmosphère fortement comprimée, son élimination doit se faire *par les poumons*, c'est-à-dire par le véhicule du sang, en circulation normale.

Il s'ensuit que le sang doit passer plusieurs fois dans les poumons, aux différents niveaux de la pression descendante, pour évacuer le gaz absorbé. Si la décompression est trop rapide, le gaz se dégage directement, par grosses bulles, au sein même du liquide sanguin, et c'est « l'embolie ».

Allait-on observer les mêmes phénomènes en « descendant » de l'atmosphère normale (76 centimètres) à 20 ou 14 centimètres de mercure ?

Les chiens résistent à l'ascension « à 12.000 mètres en trois secondes »

Des chiens ont été soumis à des changements extrêmement rapides de pression. En sept secondes, un de ces animaux se vit transporté de l'atmosphère normale dans un milieu raréfié à 17 centimètres de mercure — ce qui pouvait lui donner l'illusion d'une ascension quasi instantanée aux environs de 10.000 mètres.

Et cela, plusieurs fois de suite. Après quoi, l'animal, recomprimé, sortit indemne de sa niche pneumatique en aboyant et demandant à manger.

La même expérience fut reprise en poussant le vide à 7 centimètres (pouvoir limite du caisson) et la vitesse de passage à trois secondes. L'animal n'éprouva aucune gêne.

On peut conclure de ce résultat « que la maladie des caissons n'a pas son analogue dans le cas des dépressions brusques effec-

tuées au-dessous de l'atmosphère normale » — le seul que l'aviation ait à envisager.

Le docteur Strohl se substituant au chien pour l'expérience, mais dans le grand caisson, cela va sans dire, se fit alors appliquer une vitesse de dépression correspondant à une ascension verticale de 90 kilomètres à

l'heure — soit 35 centimètres de mercure en quatre minutes — et puis, une « recompression » totale, en deux minutes, correspondant, par conséquent, à une descente verticale de 180 kilomètres à l'heure. Il n'a ressenti aucun trouble. Il est vrai que, dans leurs « piqués », les aviateurs peuvent atteindre 350 kilomètres à l'heure de descente verticale, et certains d'entre eux ont alors accusé des troubles caractérisés, mais non dangereux.

La cabine étanche demeurera nécessaire

Voilà donc qui est rassurant. Aucun danger ne menacera les aviateurs de demain

aux vitesses ascensionnelles sans cesse accrues. D'autre part, le cas de crevaison accidentelle de la paroi des cabines étanches des avions stratosphériques, au moins jusqu'à l'altitude 12.000, ne sera pas mortel.

Car, empressons-nous de l'ajouter, le dispositif de la cabine étanche n'en restera pas moins indispensable aux futurs paquebots aériens des grandes altitudes. La raison en est celle-ci, qu'au-dessous d'une certaine pression, l'oxygène ne se combine plus avec

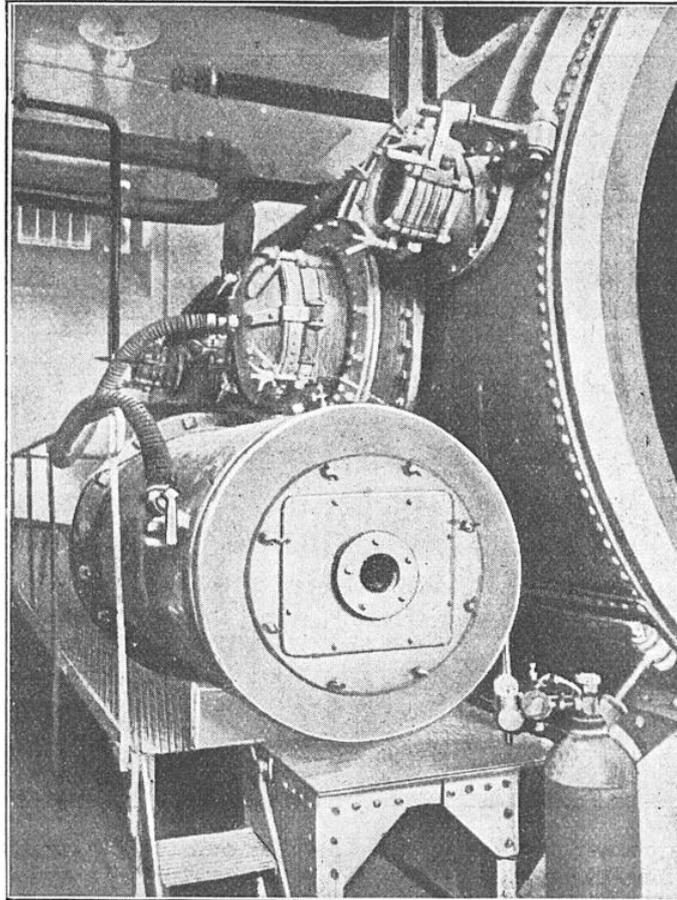


FIG. 2. — DÉTAIL DU PETIT CAISSON DU BOURGET

On aperçoit ici la tuyauterie d'aspiration qui relie le petit caisson au grand, à travers un « sas » qui règle la vitesse d'expansion de l'air, au gré de l'opérateur.

l'hémoglobine du sang. Et c'est alors la mort par asphyxie, même si l'aviateur est muni d'un masque respiratoire le suralimentant en oxygène. L'excès d'oxygène à basse pression constitue même un véritable danger.

Seulement, les expériences du Bourget nous invitent à distinguer l'« asphyxie » pure et simple par manque d'oxygène, des malaises peu redoutables du « dénivel-

plonger vers une atmosphère plus dense, avant que l'asphyxie n'ait tué aucun de ses passagers.

D'autre part, la cabine étanche n'aura pas besoin d'être maintenue à la pression atmosphérique normale (76 centimètres de mercure). Il suffira de donner à son atmosphère une pression relativement basse (correspondant à l'altitude 5.000 mètres, par exemple)

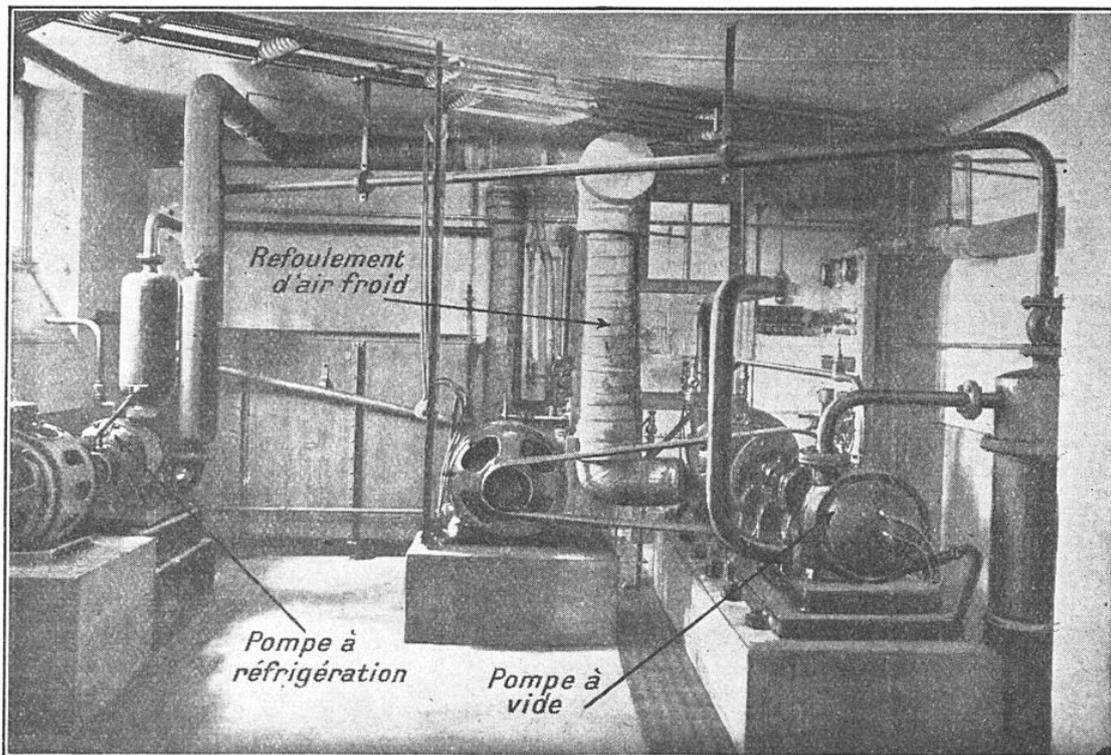


FIG. 3. — LA MACHINERIE PNEUMATIQUE ET DE RÉFRIGÉRATION UTILISÉE POUR LES EXPÉRIENCES EFFECTUÉES DANS LES CAISSONS DU LABORATOIRE PAUL-BERT AU BOURGET

lement » en altitude ou dépression proprement dite.

La distinction est d'importance, car si la dépression brusque ne tue pas, par embolie, les passagers d'une cabine étanche qui a des fuites subites — fuites qui, d'ailleurs, n'équivaldront jamais à une rupture massive et qui, la plupart du temps, seront réparées aussitôt que décelées, ainsi qu'a fait le professeur Piccard, lors de sa première ascension — l'avion aura toujours le temps de

pour qu'elle soit respirable, le point critique de l'oxydation de l'hémoglobine étant respecté si l'on dose convenablement l'oxygène dans l'air ambiant, en se gardant bien de dépasser la proportion dangereuse.

La construction des futures cabines étanches n'apparaît donc pas devoir offrir, ainsi qu'on le pensait naguère, de difficultés bien redoutables, ni leur emploi aucun danger pour les voyageurs de la stratosphère.

CHARLES BRACHET.

LA SCIENCE AU SERVICE DE L'HORLOGERIE

LES TRAVAUX DE LABORATOIRE
ONT DONNÉ AU GRAISSAGE DES MONTRES
UNE SOLUTION SCIENTIFIQUE

Par L. HOULLEVIGUE

PROFESSEUR A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MARSEILLE

Toute pièce de mécanique se déplaçant, au contact d'une autre fixe, subit un frottement qui oppose une résistance au mouvement et provoque une usure plus ou moins rapide. Seule, une lubrification rationnellement étudiée permet aux machines industrielles de fonctionner convenablement. Cette merveilleuse petite usine mécanique de précision que constitue notre montre n'échappe pas à la loi générale. Mais, tandis que l'industrie peut mettre en œuvre un graissage abondant et même sous pression, l'horloger n'a que le droit de déposer, aux points voulus, une petite goutte de lubrifiant pour que les axes tournent sans effort sur leurs pivots, malgré les trépidations, malgré la faible puissance du ressort moteur. Nous avons montré déjà (1) comment des machines de précision assurent l'usinage de ces délicats rouages, permettent de contrôler avec minutie la forme des minuscules pièces qui composent une montre. Toutefois, cette précision serait réalisée en pure perte, si un graissage parfait n'apportait à la marche de l'ensemble une douceur incomparable. Aussi de nombreuses recherches de laboratoires ont-elles été effectuées pour le choix du meilleur lubrifiant. La chimie et la physique ont abouti, aujourd'hui, à une solution vraiment scientifique. C'est, en effet, à l'étude de la constitution de la molécule des corps gras que l'on doit les théories modernes du graissage et la mise au point de lubrifiants appropriés au délicat « mouvement » des montres. Avec sa maîtrise habituelle, notre éminent collaborateur expose ici avec une remarquable clarté, cette délicate question.

L'usure et la vie des montres

UNE montre est une petite usine mécanique, et la plus merveilleuse qui soit : elle fonctionne sans arrêt, de nuit comme de jour, et dans toutes les positions ; elle est exposée à des variations de température qui peuvent atteindre et parfois dépasser 60 degrés ; ses mécanismes, dont plusieurs parties sont en fer, sont soumis à des actions magnétiques, et tout au moins à celle de l'aimant terrestre ; la place est étroitement mesurée à tous les organes et, surtout, ils sont soumis à des trépidations, voire même à des secousses, parfois brutales ; on a pour sa montre toutes les exigences, et aucun égard.

Pourtant, elle marche ; trois siècles de perfectionnements l'ont amenée à remplir, presque sans défaillances, sa tâche essentielle, qui est de découper le temps en tranches rigoureusement égales : une bonne montre de fabrication courante ne varie

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 171, page 205.

que de deux à trois secondes sur les 86.400 qui sont contenue dans un jour ; sa précision est donc voisine de $1/30.000^e$; un chronomètre de précision ne varie, dans le même temps, que de 0'' 2 à 0'' 5, et les pendules garde-temps des observatoires présentent des écarts journaliers qui ne dépassent pas un dixième de seconde ; leur précision est donc voisine d'un millionième.

Il existe des chronomètres, construits depuis plus d'un siècle, et qui sont encore en bon état de fonctionnement. Pourtant, ces appareils ne sont pas éternels ; comme tout ce qui se meut, ils connaissent l'usure, à laquelle on ne peut parer que par la lubrification des organes mobiles. Mais le problème du graissage se présente, dans ces appareils, sous une forme particulière et qui exige des solutions spécialement adaptées. Le graissage industriel (1) s'effectue, en général, par une circulation généreuse du lubrifiant, injecté sous pression entre les organes mouvants, qu'il sépare par une couche liquide,

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 171, page 205.

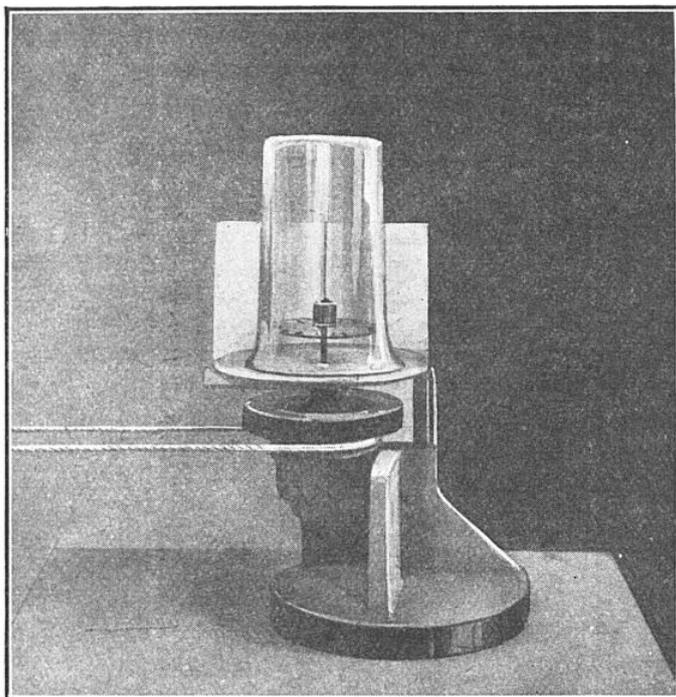


FIG. 1. — DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL RÉALISÉ PAR M. SEARS POUR L'ÉTUDE COMPARATIVE DU FROTTEMENT D'UN PIVOT D'ACIER CONTRE UNE PIERRE DURE (RUBIS OU SAPHIR), AVEC OU SANS LUBRIFICATION

suffisamment visqueuse pour que le lubrifiant puisse se maintenir entre les organes, suffisamment fluide toutefois pour que le glissement qui s'exerce entre les couches superposées n'entraîne qu'une faible consommation de travail et, par suite, un faible dégagement de chaleur. Dans les divers appareils chronométriques et, en général, dans toutes les minuteriers (comme ce les des compteurs électriques), la lubrification ne peut qu'être discrète et limitée à une gouttelette de lubrifiant placée au point de frottement.

Le graissage des montres est indispensable à leur fonctionnement

Pourtant, ce graissage est indispensable ; des expériences décisives ont été effectuées, à ce sujet, au *National Physical Laboratory* de Teddington, où, sous la haute direction de sir Joseph Petavel, sont concentrées les études et les observations chronométriques ;

M. Sears a soumis à une étude comparative le frottement sec et le frottement lubrifié d'un pivot d'acier contre une pierre dure (rubis ou saphir), dans des conditions de vitesse et de pression aussi voisines que possible de celles qui existent dans les appareils chronométriques ; la figure 1 montre le dispositif expérimental employé par M. Sears et la courbe 2 fait connaître, dans les deux cas, les valeurs du frottement (exprimé en dynes-centimètres) au bout d'un certain nombre de tours.

L'examen de ce graphique fait apparaître de profondes différences : au début, le frottement a la même valeur pour le système sec et pour le système lubrifié, mais, au bout de 5 à 600.000 tours, l'usure fait sentir ses effets sur le premier et le frottement y croît rapidement, jusqu'au point de prendre, pour un million de tours, des valeurs absolument prohibitives. Au contraire, le système huilé conserve très sensiblement le même coefficient de frottement jusque vers 15 millions de tours, où il

commence à croître d'une manière inquiétante (1). Ceci nous prouve que *la lubrification n'a pas pour effet, comme on le dit trop*

(1) On constate même, entre 2 et 11 millions de tours, un léger abaissement de la friction, qui tient à un rodage progressif de la tête de pivot.

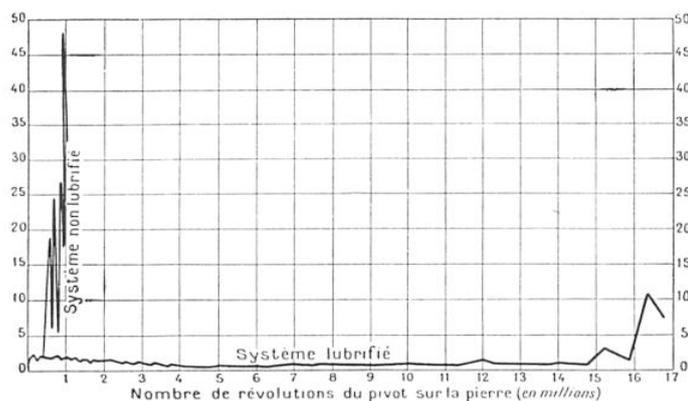


FIG. 2. — COURBES OBTENUES PAR M. SEARS

Au début, le frottement du pivot sur la pierre est le même pour le système lubrifié et le système sec. Mais, tandis que le frottement croît rapidement pour ce dernier, il reste faible pour le système lubrifié jusqu'à 15 millions de tours.

couramment, de diminuer le frottement, puisque celui-ci présente, au début, la même valeur, avec ou sans graissage ; mais elle permet au système pivot-pierre de vivre trente fois plus longtemps que le système à frottement sec.

Ces résultats sont corroborés par l'examen du pivot et de la pierre fait au microscope :

les figures 3, 4, 5 nous montrent à quel point la tête du pivot sec était déjà abîmée après un million de révolutions, combien peu elle l'était après 10 millions de tours, pour le pivot huilé. Quant à la pierre, elle a subi des modifications que font apparaître les photographies figures 6 et 7 : rayures du système sec et, dans le système lubrifié, apparition de poussières ; cette poussière, résultat inévitable de l'usure, paraît, dans le système huilé, rejetée sur les côtés, de telle sorte que son action abrasive se trouve, en fait éliminée.

Il faut bien dire, d'ailleurs, que la poussière qui existe à l'intérieur des appareils d'horlogerie ne provient qu'en faible partie de l'usure des pièces, et que la présence de cette poussière est un grave sujet de préoccupations pour les techniciens. Elle s'introduit, quoi qu'on fasse, dans les boîtiers les mieux fermés, à la faveur de variations de température qui font pénétrer à l'intérieur l'air ambiant avec tout son cortège de poussières ; le docteur Icard a pu ainsi découvrir de la sciure

de bois dans la montre d'un menuisier, de la farine dans celle d'un boulanger, des fragments de cheveux dans celle d'un coiffeur et, dans les montres de dame, de la poudre de riz ; la montre peut ainsi devenir, entre les mains de l'expertise judiciaire moderne, un instrument précieux d'identification.

Laissant de côté ce point de vue, nous devons constater que cet apport de poussières est une cause d'imperfection, contre laquelle ne sont protégées que les pendules d'observatoire, qui marchent dans le vide.

Quel est le lubrifiant pour les délicats organes des montres ?

Puisqu'il faut lubrifier, il importe donc de choisir, entre les divers corps gras, le meilleur lubrifiant. Il paraît tout indiqué de s'adresser, pour cet office, aux huiles minérales extraites du pétrole, dont l'industrie prépare une gamme très étendue et qui, de plus,

sont presque inaltérables. Malheureusement, ces huiles minérales présentent un défaut qui en prohibait absolument l'emploi en horlogerie : *elles grimpent*, c'est-à-dire qu'au lieu de se maintenir au point à lubrifier, elles s'étalent peu à peu et finissent par envahir toutes les pièces du mouvement. Pour ces raisons, on a dû recourir à certaines huiles, d'origine animale, qui sont d'ailleurs les plus parfaits lubrifiants connus, mais

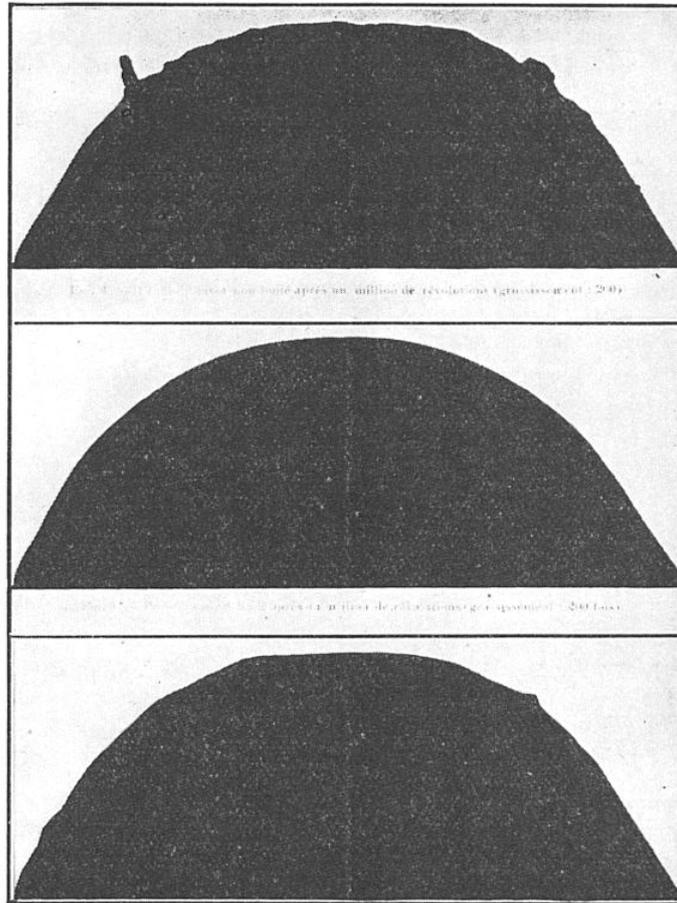


FIG. 3, 4, 5. — DE HAUT EN BAS : PROFIL DE PIVOT NON HUILÉ, APRÈS UN MILLION DE RÉVOLUTIONS ; PROFIL DE PIVOT HUILÉ, APRÈS LE MÊME NOMBRE DE RÉVOLUTIONS ; PROFIL DE PIVOT HUILÉ, APRÈS 10 MILLIONS DE RÉVOLUTIONS (GROSSISSEMENT, 100 FOIS)

qui ont le défaut de s'épaissir et de se *résinifier*, sous l'action de l'oxygène de l'air, grandement activée d'ailleurs par l'influence de la lumière bleue, violette et ultra-violette ; elles se transforment ainsi en un cambouis qui bloque le mouvement des pivots. En raison de cette altération, les fabricants suisses et français ne garantissent la bonne marche de leurs montres qu'à condition que le graissage en soit renouvelé, tous les six mois pour les plus petites, tous les dix-huit mois pour celles de gros calibre ; ce graissage s'effectue généralement, en Europe, avec l'huile de pied de bœuf ou de mouton, tandis que les horlogers américains donnent la préférence, pour leurs appareils de précision, à l'huile de tête de marsouin, qui coûte près d'un franc le gramme.

Ainsi, les règles empiriques auxquelles on était parvenu ne résolvait qu'imparfaitement le problème du graissage, puisque les lubrifiants utilisés s'altéraient trop rapidement. Il fallait sortir de cette impasse. M. Paul Woog, professeur à l'École Nationale des Pétroles de Strasbourg y est parvenu par une étude scientifique, qui lui a permis de définir les termes du problème et d'y apporter une solution d'une rare élégance. Avant d'exposer cette solution, nous devons l'éclairer brièvement par les considérations théoriques qui la justifient.

L'étude scientifique des corps gras et la lubrification :

Epilamens et onctuosité

Les molécules des corps gras possèdent une forme et des dimensions dont on connaît assez exactement les éléments. Prenons en exemple l'acide stéarique, constituant essen-

tiel des bougies ; sa formule développée, $CO^2H-CH^2-CH^2...-CH^2-CH^2-CH^3$, nous montre nettement qu'il est constitué, comme le corps des animaux annelés, par la juxtaposition d'un certain nombre d'anneaux identiques CH^2 (il y en a seize en tout), terminés aux deux extrémités par deux groupements atomiques différents, la tête CO^2H et la queue CH^3 . On sait même que cette molécule, cinq fois plus longue que large, a pour dimension maxima 2,5 micromètres

(ou millièmes de millimètre) ; enfin, les belles études de Langmuir et de Devaux ont établi que la tête et la queue émettaient, dans l'espace avoisinant, un « champ de forces », puisant pour la première, moins énergétique pour la seconde, de telle sorte qu'on peut se représenter approximativement cette molécule d'acide stéarique par la figure 8. Les autres molécules grasses se prêtent à des

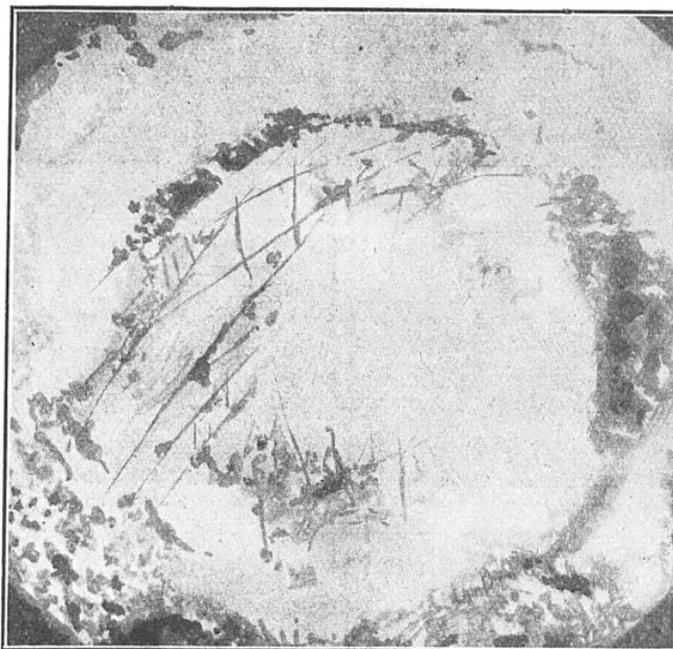


FIG. 6. — ASPECT DE LA PIERRE, APRÈS UN MILLION DE RÉVOLUTIONS D'UN PIVOT NON HUILÉ (GROSSISSEMENT, 130)

représentations analogues, mais qui manifestent toutefois des différences appréciables, suivant qu'il s'agit de corps « saturés » ou « non saturés ».

Lorsqu'un de ces corps gras est mis en contact avec une paroi solide, il forme à sa surface une couche, nommée *épilamen*, où les molécules sont, non pas orientées au hasard comme dans la masse, mais dressées parallèlement, comme les poils d'une brosse ; ainsi elles recouvrent le corps solide d'une peau très fine, mais très adhérente, formée d'une ou de plusieurs couches superposées de ces molécules grasses ; le frottement qui s'exerce alors entre deux surfaces ainsi protégées, pareil à celui de deux pièces de velours glissant l'une sur l'autre, ne dépend plus uniquement de la viscosité de la matière

grasse interposée ; il définit ce que M. Woog nomme l'*onctuosité* de ces surfaces.

Ainsi revêtue d'un épilamen onctueux, la surface des corps prend des propriétés toutes nouvelles ; les molécules d'acide stéarique, dressées vers l'extérieur, leurs têtes appuyant contre la surface du corps qu'elles recouvrent, neutralisent presque complètement le champ de forces émis par les molécules superficielles ; or, c'est l'action de ce champ de forces qui détermine l'étalement du liquide déposé sur le solide : de même, une goutte d'eau, qui mouillera le verre ou le métal parfaitement propres sur lesquels on la dépose, gardera sa forme sphérique si on la laisse tomber sur une étoffe pileuse de laine ou de velours.

D'ailleurs, l'expérience, dont la figure 10 représente les stades successifs, justifie ces raisonnements : on y voit, côte à côte, deux plaques d'acier poli, dont l'une, à droite, est parfaitement nette, tandis que l'autre,

à gauche, a reçu le revêtement d'un épilamen stéarique ; les gouttes d'huile déposées sur celle-ci s'y maintiennent indéfiniment, tandis que, sur la plaque non préparée, elles s'étalent et envahissent progressivement toute la surface.

La solution moderne du graissage est fondée sur la science

De ces résultats, signalés à l'Académie des Sciences en 1925, M. Woog et ses collaborateurs, M. Givaudon et M^{lle} Ganster ont tiré une technique nouvelle, applicable à tous les rouages délicats et qui a reçu, depuis lors, la consécration de l'expérience. Les pièces métalliques à protéger sont plongées dans une solution étendue d'acide stéarique dans un dissolvant approprié,

égouttées et séchées, puis passées à l'étuve à 100 degrés, ce qui, en amenant l'acide stéarique au-dessus du point de fusion, assure la formation d'un épilamen régulier, adhérent, et d'ailleurs de parfaite transparence, ce qui s'explique tout naturellement par sa faible épaisseur, voisine du millièmième de millimètre.

Avec ce mode de protection, rien n'empêche de reprendre et de résoudre le problème du graissage rationnel, dont nous avons tout à l'heure montré les difficultés.

Il devient loisible d'utiliser, en horlogerie, les huiles minérales, dont l'industrie fait un si grand cas pour le graissage des machines et dont elle prépare des types très variés ; pourtant, ce n'est pas cette solution qui a prévalu ; une étude minutieuse a établi que les meilleurs lubrifiants étaient constitués par des mélanges d'huiles minérales et organiques ; seulement, pour parer à la résinification de

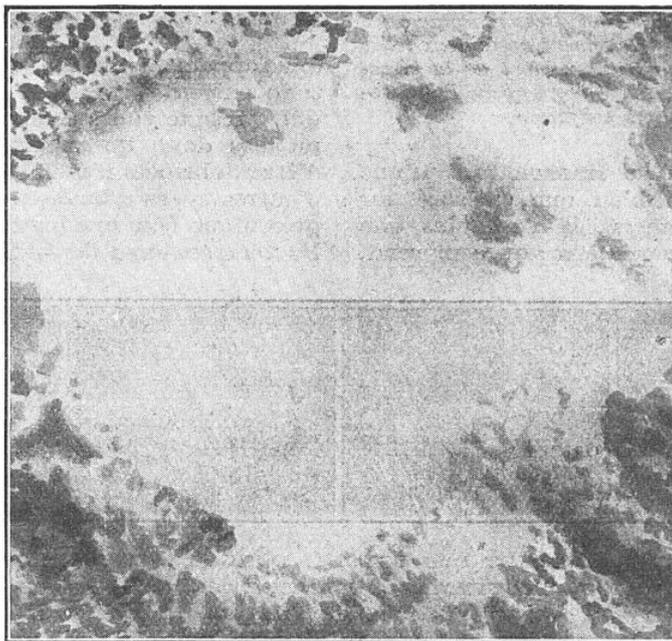


FIG. 7. — ASPECT DE LA PIERRE, APRÈS 10 MILLIONS DE RÉVOLUTIONS D'UN PIVOT HUILÉ (GROSSISSEMENT, 130)

ces dernières, on incorpore au mélange un produit stabilisateur « antioxygène », analogue à la diphénylamine qui stabilise les poudres sans fumée. A cette mixture on ajoutera encore un colorant rouge, qui arrête les radiations de petite longueur d'onde et protège le produit contre l'action de la lumière. Les lubrifiants ainsi constitués sont préparés sous cinq types différant par leur viscosité, les produits les plus fluides étant, bien entendu, réservés aux mouvements délicats ; la force motrice fournie par le ressort est, en effet, tellement faible qu'elle doit être sévèrement économisée : le moment du couple produit par le ressort d'une montre ordinaire (de 43 millimètres de diamètre) ne dépasse pas un demi-gramme-centimètre ; encore se réduit-il à mesure que le ressort

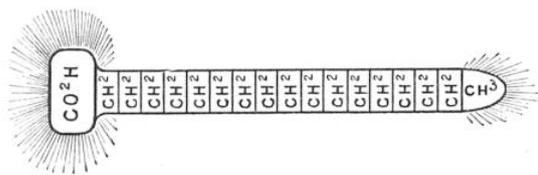


FIG. 8. — UNE MOLÉCULE D'UN CORPS GRAS :
L'ACIDE STÉARIQUE

MM. Langmuir et Devaux ont montré que la tête et la queue de cette molécule émettent un « champ de forces » représenté ci-dessus par des hachures rayonnantes. En contact avec une paroi solide, ces corps gras se recouvrent d'une couche appelée épilamen, où les molécules sont dressées comme les poils d'une brosse. Le frottement entre deux telles couches ne dépend plus uniquement de la viscosité ; il définit ce que M. Woog appelle l'onctuosité de ces surfaces.

se débande et en se transmettant d'une roue à l'autre, si bien que, mesuré sur la roue d'échappement, il n'est plus que d'un décigramme-centimètre ; on comprend,

TYPE	EMPLOI	Viscosité à 35° (en centipoises)
A	Balanciers, petits pivots.	26,7
B	Rouages de montres et chronomètres	33,7
C	Barillets, chronomètres de marine.....	40,6
D	Horloges, réveils, pendulettes	49,5
E, F	Grosse horlogerie, petite mécanique.....	54,7

FIG. 9. — TABLEAU DES CINQ TYPES DE LUBRIFIANTS UTILISÉS EN HORLOGERIE

développement de l'aviation à grande altitude exigent l'emploi d'instruments variés qui, presque tous, comprennent des pièces mobiles dont les articulations ont besoin d'être lubrifiées ; pour cette fin nouvelle, d'autres types d'huiles ont été étudiés, qui présentent leur maximum d'efficacité entre les températures de -20 et -50° .

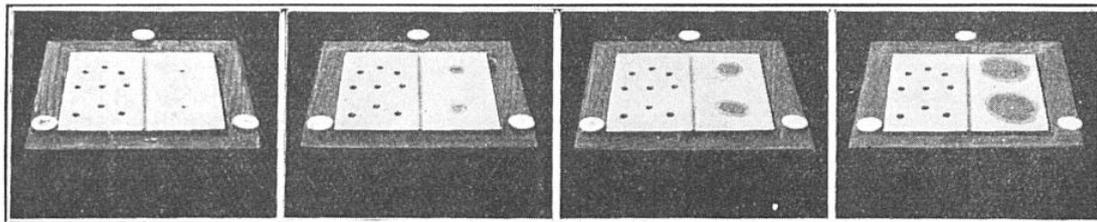


FIG. 10. — COMMENT S'ÉTALENT DES GOUTTES D'HUILE SUR DES PLAQUES D'ACIER POLI (PLAQUES DE DROITE) OU RECOUVERTES DU REVÊTEMENT D'UN « ÉPILAMEN » STÉARIQUE (PLAQUES DE GAUCHE)

On voit que, tandis que sur la plaque d'acier poli, ces gouttes s'étalent et envahissent peu à peu toute la surface, elles restent, au contraire, parfaitement localisées sur la plaque préparée.

d'après la petitesse de ces nombres, combien il importe de doser exactement le freinage exercé par la viscosité du lubrifiant. C'est d'après ces considérations qu'ont été établis les cinq types indiqués dans le tableau (fig. 9).

Tous ces produits assurent une lubrification excellente entre les limites ordinaires de température, c'est-à-dire de -20 à $+40^{\circ}$. Mais les expéditions polaires et, surtout, le

Ainsi, le problème de la lubrification horlogère est sorti de l'empirisme, et les solutions qu'il vient de recevoir procèdent directement d'études de science pure sur les propriétés moléculaires des corps ; en retour, la technique nouvelle fournit à la science des instruments plus parfaits, qui lui permettront de pousser plus avant ses recherches.

L. HOULLEVIGUE.

L'« ORGUE DES ONDES » DU « POSTE PARISIEN » ET LA SYNTHÈSE DE LA MUSIQUE

Par Charles BRACHET

Tout récemment a été inauguré, au Poste Parisien, le nouvel orgue radioélectrique de MM. Givelet et Coupleux. Nous avons tenu nos lecteurs au courant des divers perfectionnements apportés à la synthèse de la musique ainsi réalisée (1). Grâce à une nouvelle technique, le nouvel appareil permet de former les différents timbres, de donner l'« expression » comme les anciennes orgues à vent. De plus, les circuits oscillants attaquant directement le poste d'émission, le microphone est supprimé et le minimum de déformation des sons est atteint. Ainsi, l'orgue pourrait jouer silencieusement, si des haut-parleurs ne permettaient à l'organiste de contrôler son exécution. C'est une nouvelle et importante étape de la musique radioélectrique.

« Si le violon est le roi de l'orchestre, écrit le maître historien de la musique Albert Lavignac, l'orgue en est le dieu. » Et voici qu'avec l'« orgue des ondes », ce dieu prétend recréer la musique de toutes pièces. Telle est du moins l'impression que laissa à beaucoup de mélomanes l'inauguration récente du nouvel instrument dont le *Poste Parisien* enrichit son auditorium de radiodiffusion des Champs-Élysées.

Nous connaissons les principes de la musique des ondes : la *Science et la Vie* les a exposés, à plusieurs reprises, tant à propos des premiers essais de l'inventeur russe Theremin (2) et des Français Martenot et Bertrand qu'à propos de l'instrument

présenté à l'Académie des Sciences, le lundi 6 octobre 1930, par MM. Armand Givelet, l'éminent radioélectricien, et Eloy Coupleux, le facteur organiste bien connu. Cet instru-

ment était si bien au point que, dès la fin de 1931, un grand orgue de vingt jeux, établi sur le principe de ces inventeurs, était inauguré à l'église de Villemonble (3). Mais, voici qu'avec l'orgue du *Poste Parisien*, d'une puissance orchestrale triplée, la nouvelle technique musicale semble avoir fait un pas de géant.

Nous voudrions, à ce propos, l'exposer dans son ensemble, avec les perspectives qu'elle ouvre sur l'avenir.



FIG. 1. — MM. GIVELET ET COUPLEUX DEVANT L'ORGUE ÉLECTRONIQUE DU « POSTE PARISIEN »

Le « circuit oscillant » d'une lampe triode, nouvel élément de musique

Jusqu'ici, le luthier ne savait douer de vibrations véritablement « musicales » que

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 128 et 163.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 128, page 131.

(3) Voir *La Science et la Vie*, n° 163, page 71.

les cordes, les tuyaux et, très subsidiairement, les membranes (timbales) ou, encore, les masses métalliques (carillons). Voici que le physicien, lui, propose désormais, comme nouveau « matériel sonore », des *lampes triodes* animatrices de *haut-parleurs* — autrement dit des circuits électriques « oscillants ».

On n'avait pas attendu, d'ailleurs, l'apparition de la lampe à trois électrodes pour dé-

hertzienne, dans toutes les stations du monde. Une capacité C et une self L sont intercalées dans le circuit « filament-grille ». Les variations de tension de la grille commandent les variations d'intensité du flux d'électrons allant du filament à la plaque. Le courant filament-plaque appliqué à un haut-parleur, lui imprimera une vibration sonore de même fréquence que sa propre

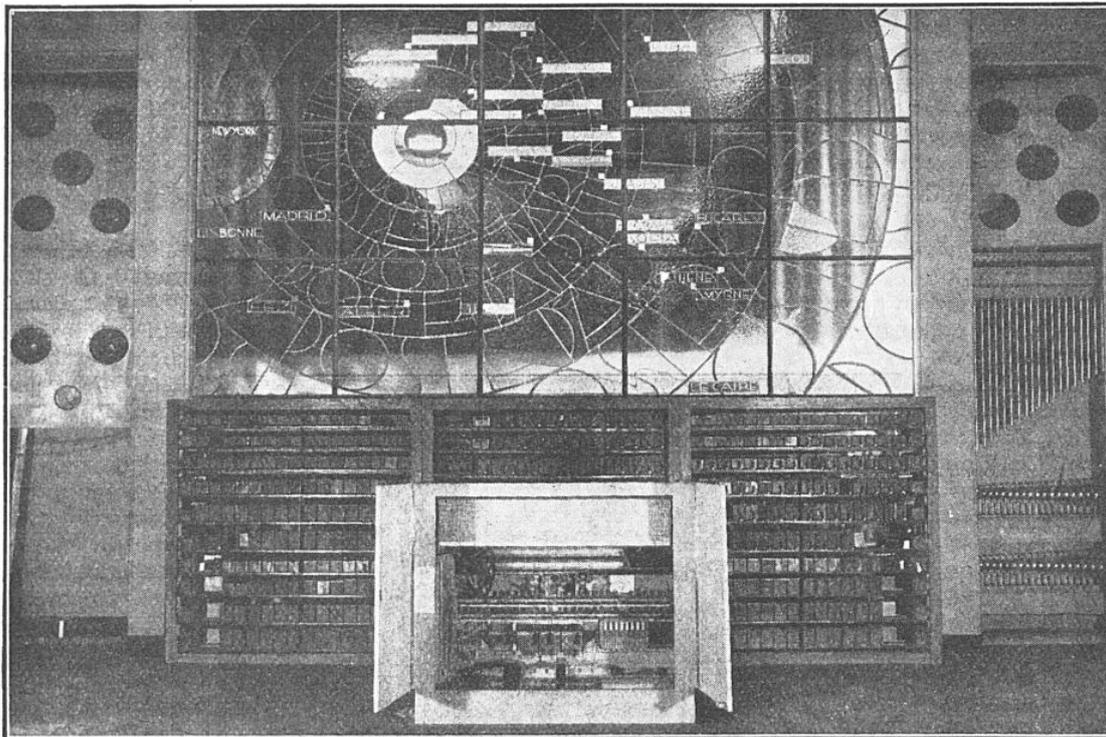


FIG. 2. — L'« ORGUE DES ONDES » DANS L'AUDITORIUM DU « POSTE PARISIEN »

Au premier plan, la « console » ouverte dont l'envers supporte les trois claviers. Au second plan, l'armoire où sont rangés les deux cents circuits oscillants. Si nous pouvions pénétrer jusqu'au mur de fond, nous y trouverions les inextricables connexions des circuits sur les combinaisons des filtres que commandent les tirettes des soixante-seize jeux de l'orgue radiophonique.

couvrir la possibilité de créer des courants alternatifs *entretenus* à fréquence musicale — depuis 16 jusqu'à 6.000 périodes par seconde. En 1902, M. P. Janet, l'éminent professeur de l'École supérieure d'Électricité, était parvenu à réaliser la gamme entière sur « l'arc chantant » de Duddel — arc qui permit d'établir la première téléphonie sans fil par ondes entretenues, vingt ans avant l'apparition de la lampe de Lee de Forest.

Rappelons en quoi consiste un circuit oscillant entretenu par lampe triode. Notre premier schéma (fig. 4) expose ce montage — d'ailleurs classique pour l'émission

oscillation. Si la fréquence du courant est « musicale » — c'est-à-dire de l'ordre de 16 à 6.000 périodes par seconde — le haut-parleur donnera une note musicale.

Le problème est de rendre parfaitement *stable* de telles oscillations électriques et de les stabiliser à la fréquence précise qu'exige la *note de la gamme* que l'on désire faire rendre au haut-parleur.

Bien que nous n'ayons pas l'habitude de recourir aux formules algébriques, celle-ci est tellement simple et fondamentale en radiophonie que nous la donnons sans hésiter : *la période du circuit oscillant est proportion-*

nelle à la racine carrée de la capacité et à celle de la self qui constituent ce circuit ($T = 2\pi \sqrt{CL}$). Il suffit donc de donner à la self et à la capacité des valeurs convenables pour obtenir la période et, par conséquent, la fréquence demandée.

La « capacité » d'un circuit oscillant est, en électricité, l'analogue d'une « élasticité » mécanique : autrement dit, le condensateur joue, ici, le rôle d'un ressort élastique. La « self » joue, de son côté, le rôle d'une « masse ». On sait que, de l'élasticité et de la masse d'une corde mise en vibration, dépend la hauteur de la note émise. L'exécutant du violon modifie sans cesse l'une et l'autre en faisant varier la longueur de la corde ; de même les premiers chercheurs (Theremin, par exemple), modifiaient la « capacité » du circuit oscillant en le frottant de plus ou moins

près avec la main — et c'était une sorte de violon hertzien. Dans un instrument tel que l'orgue, il faut beaucoup plus de précision et... de stabilité. C'est pourquoi M. Givelet, laissant fixe la capacité de ses circuits oscillants, une fois ceux-ci établis pour chacune des touches du clavier qui doit les faire chanter, s'est attaché à accorder ses notes hertziennes par le seul réglage de la self.

C'est ce que montre notre schéma.

La self doit être très grande, puisque la fréquence du circuit doit être « basse » (fré-

quence musicale est toujours synonyme de basse fréquence en radiophonie). Elle comporte donc une forte armature de fer doux. Une partie de cette armature est mobile sous l'action d'un bouton moleté. L'approche ou l'éloignement gradués de ce noyau mobile aboutissent au réglage de la

self jusqu'à l'obtention de la fréquence désirée, réglage tellement facile que n'importe quel aide inexpérimenté peut aider l'organiste à « accorder » ses notes, et tellement stable que cet « accord » n'a pas besoin d'être renouvelé plus de trois fois l'an.

Nous voilà donc en possession de l'« élément musical », dont l'assemblage en nombre aussi grand qu'il le faut, permet de construire un « orgue des ondes ». Dans celui du *Poste Parisien*, chacune des deux cents touches comprises dans les trois claviers et le pédalier commande un circuit oscillant

de l'expliquer.

La sélection des sons harmoniques destinés à la formation des différents timbres

Mais la création de la note hertzienne n'est que le premier pas vers la réalisation intégrale d'un instrument parfaitement musical, tel que l'orgue.

La musique n'existe qu'en fonction des « timbres » sonores : timbres personnels à chaque voix individuelle comme à chaque

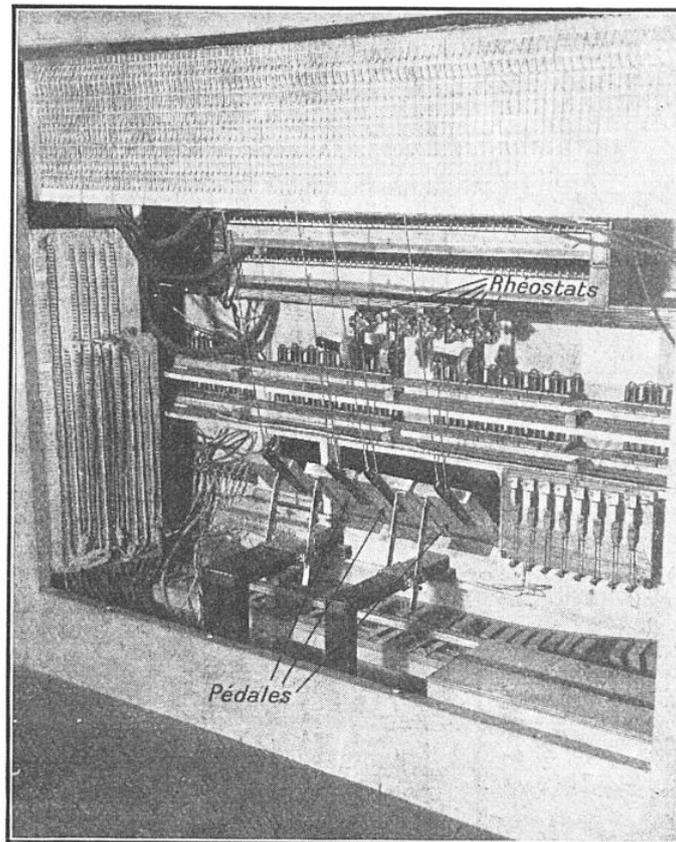


FIG. 3. — DÉTAIL DE LA CONSOLE DE L'ORGUE

On aperçoit, outre la complexité des circuits relatifs aux deux cents lampes triodes (tableau supérieur), la façon dont les quatre pédales d'expression agissent sur les rhéostats commandant l'intensité de l'amplification sonore.

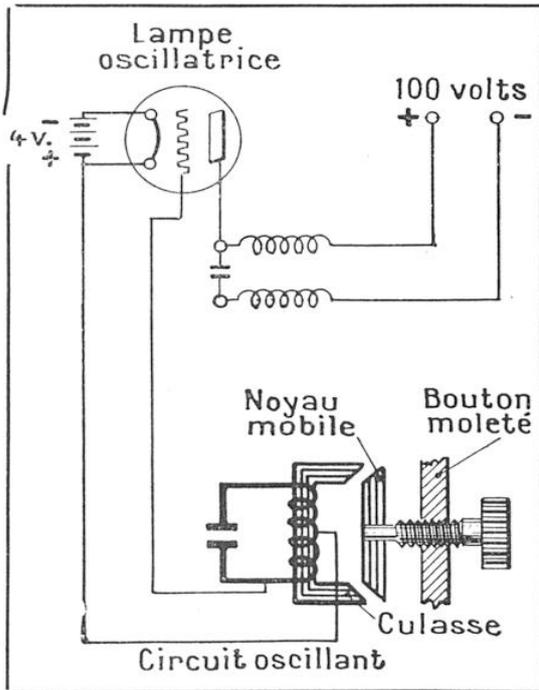


FIG. 4. — LA LAMPE TRIODE MONTÉE SUR CIRCUIT OSCILLANT A FRÉQUENCE MUSICALE

Le circuit oscillant proprement dit est tracé en traits gras. La self porte un noyau considérable dont la partie mobile avance et recule, au gré de l'accordeur, par le moyen d'un bouton moleté. C'est le dispositif d'accord dont est munie chacune des deux cents lampes triodes de l'orgue.

instrument. Non seulement la flûte, la clarinette, le cor, le basson, etc., sont indispensables à l'orchestre, mais encore il y a flûte et flûte, cor et cor, suivant la richesse que le facteur de ces instruments parvient à donner à leur sonorité. L'orgue a la prétention d'exprimer, en chacun de ces jeux, un timbre spécial aussi proche parent que possible d'un timbre instrumental.

Le problème qui se pose au facteur de l'« orgue des ondes » sera donc : 1° de constituer autant de timbres qu'il veut donner de « jeux » à son instrument ; 2° de faire ces timbres aussi riches qu'il pourra.

L'acoustique nous apprend quelle est l'origine physique

d'un timbre musical : elle réside dans la constitution d'une *série* parfaitement déterminée d'*harmoniques* qui viennent s'ajouter à la note fondamentale (la note pure écrite par le compositeur).

Rappelons la définition classique : si on multiplie par la suite des nombres entiers la fréquence d'un son dit « fondamental », on obtient les fréquences sonores de tous les harmoniques *naturels* de ce son.

Dans cette suite « naturelle », que nulle oreille ne saisit guère au delà du 17^e harmonique, chaque instrument, chaque voix humaine sélectionnent spontanément (de par leur constitution physique propre) une série *arbitraire* d'harmoniques, à l'exception de tous les autres qui sont « étouffés » : cette sélection particulière exprime le *timbre* particulier de l'instrument envisagé.

Deux solutions se présentaient donc au luthier des circuits oscillants : ou bien produire, pour chaque note de ses claviers, une gamme de sons rigoureusement purs (c'est-à-dire dépourvus d'harmoniques), avec autant de lampes triodes qu'il aurait fallu ; puis grouper ces différents sons purs, eux-mêmes considérés comme les harmoniques de différentes hauteurs, en les sélectionnant de manière à obtenir le *timbre désiré*. Celui-ci eût été, dès lors, reconstitué *par synthèse*.

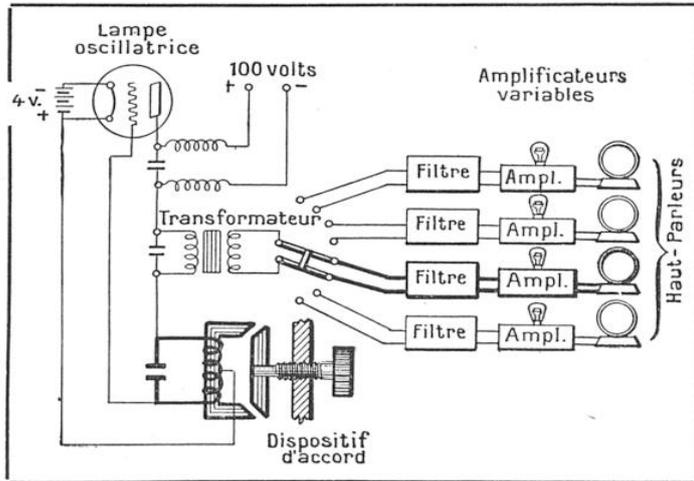


FIG. 5. — LA DISTRIBUTION DES HARMONIQUES AUX HAUT-PARLEURS PAR LES FILTRES

La note fondamentale, riche de tous ses harmoniques, est filtrée par dérivation du circuit oscillant fondamental sur d'autres circuits (filtres), destinés à arrêter toute oscillation qui n'entre pas dans la composition du timbre correspondant au « jeu » désiré par l'organiste. Les tirettes des jeux de la console commandent, en conséquence, la dérivation du circuit oscillant. Entre le filtre et le haut-parleur se trouve le dispositif d'amplification variable qui permet de nuancer l'exécution.

On fait cela, très bien, au laboratoire.

Le facteur d'instruments pratiques devait adopter une autre méthode, par *analyse*.

Il combine le circuit oscillant de chaque lampe triode de manière à lui faire produire, autant que possible, *toute la série des harmoniques naturels*. Le circuit oscillant ainsi réalisé représente une flûte idéale, dont chaque note fondamentale se double de notes plus aiguës dont les fréquences croissent comme les nombres 1, 2, 3..., 16, 17. Après le dix-septième harmonique, on considère qu'il n'y a plus grand'chose à glaner.

L'établissement d'une telle richesse de fréquences sur un seul circuit oscillant constitue l'une des originalités des brevets Givélet, que l'inventeur n'explique pas, d'ailleurs, avec prolixité.

Notre idéale flûte hertzienne contient, en principe, *tous* les timbres, puisqu'elle contient *tous* les harmoniques.

Sur cette suite naturelle totale, il n'y a plus qu'à « sélectionner » des séries *arbitraires* (1, 2, 5, 9, 11, par exemple, ou toute autre suite de nombres entiers), et l'on aura autant de timbres différents. C'est à quoi l'on parvient avec des *filtres* convenablement adaptés.

Ces filtres sont constitués par des circuits ayant leurs selfs et leurs capacités propres. Placés entre la triode et le haut-

parleur, les filtres, que les divers harmoniques hertziens pourront franchir *seulement s'ils sont « en résonance »* avec eux, imprimeront, par conséquent, leur timbre au son résultant.

Nous comprenons maintenant comment sont établis les *jeux* de l'orgue des ondes : chaque jeu est formé de *filtres semblablement timbrés*.

La mise en circuit, ou hors circuit, de ces filtres s'effectue par des *commutateurs*, eux-mêmes actionnés par les *tirettes* classiques de la « console » de l'orgue, tirettes dont chacune porte l'indication bien caractéristique : bourdon, flûte, cor de nuit, gambe, voix humaine, basson, trompette, violoncelle, cor anglais, etc. L'orgue du *Poste Parisien* contient soixante-six jeux de ce genre (plus une dizaine de combinaisons pures n'appelant aucune remarque spéciale).

Notre schéma de la page 30

explique cette constitution des jeux réalisés ainsi pour la première fois.

L'« expression » dans l'orgue des ondes

Jusqu'ici, l'orgue des ondes ne fait qu'imiter l'orgue classique, — tout en s'octroyant d'immenses facilités d'établissement et d'économie de construction. C'est ainsi que les haut-parleurs peuvent être *disséminés* dans les points d'acoustique optimum de la salle.



FIG. 6. — LA CONSOLE DE L'ORGUE RADIOPHONIQUE VUE DU COTÉ DES CLAVIERS, C'EST-A-DIRE DE L'ORGANISTE
En bas, le pédalier des basses. Au-dessus, les pédales d'expression. A côté de celles-ci, quelques pédales de jeux. Au-dessous du premier clavier, quelques tirettes de jeux. Puis les trois claviers. Au-dessus d'eux, les quatre cylindres bicolores indiquant le « degré » d'expression (par blanc ou noir). Enfin, tout en haut, les targettes qui déclanchent les divers jeux de l'orgue.

Une seule console peut commander tour à tour des orgues différentes (chœur et tribune par exemple). L'encombrement total de tels instruments est insignifiant, comparé aux forêts de tuyaux qu'exigent les orgues de cathédrales (*six mille* tuyaux de Notre-Dame sont remplacés, à l'auditorium des Champs-Élysées, par *treize* haut-parleurs).

Quant à la technique proprement musicale, les nouvelles orgues sont « expressives ». Autrement dit, leurs différentes notes peuvent fournir le *forte* et le *piano*, individuellement, alors que les orgues à tuyaux nécessitent l'installation de « boîtes

d'expression », cabines immenses comprenant des jeux entiers et sur lesquelles des *persiennes* mobiles s'entr'ouvrent plus ou moins — au commandement de la pédale de l'organiste. De telles boîtes ne s'appliquent d'ailleurs qu'à un nombre limité de jeux. On n'y saurait faire entrer les tuyaux de basse, dont la hauteur atteint 8, 16 et 32 pieds.

De plus, les boîtes d'expression malaxent les sons de la manière la plus désastreuse.

Combien simple apparaît ce problème de l'expression dans la technique hertzienne !

L'organiste des ondes n'a besoin que de rhéostats commandant des « amplificateurs » intercalés dans le circuit lampe-haut-parleur. Ainsi, sa pédale nuance à son gré l'intensité du son. Quatre pédales lui suffisent pour nuancer l'ensemble des jeux.

Les difficultés vaincues et celles qui demeurent

Nous ne pouvons terminer nos explications sans exposer les difficultés proprement artistiques de la nouvelle technique. Aussi bien, ces difficultés ont leur source dans la nature physique des sons. En étudiant le conflit latent entre cette nature et les règles musicales, nous ne quittons pas le domaine scientifique.

La *gamme naturelle* des fréquences sonores n'est pas celle qu'ont adoptée les musiciens.

La *gamme naturelle* dérive de la succession des « harmoniques », tels que nous les avons définis plus haut. L'ordre naturel des harmoniques fournit des « intervalles de fréquences » qui sont : l'« octave » (fréquence double); la « quinte » (fréquence triple), au-dessus de l'octave; la « quarte », dont la fréquence est quadruple de la fondamentale, etc. Cela donne l'*arpège* des sons naturels. De cette suite de sons, les musiciens ne retiennent que les sept premiers harmoniques qui, ramenés par subdivisions entières à l'intérieur d'une

même octave, fournissent la suite bien connue : « do, ré, mi, fa, sol, la, si ». Ainsi, de proche en proche, à partir d'une fondamentale arbitraire (le *la* du diapason : 435 oscillations par seconde), on a établi la succession d'« octaves » constituant le clavier classique.

Mais il a fallu introduire des « demi-tons » (bémols et

dièzes) utilisés dans les partitions musicales.

Si on veut appliquer, ici encore, la règle des harmoniques naturels, on tombe sur une grave difficulté : le *dièze* d'une note ne coïncide pas avec le *bémol* de la note suivante, ainsi que le veut la technique du clavier (où le *fa dièze*, par exemple, est figuré par la même touche noire que le *sol bémol*). Aussi, les musiciens ont-ils adopté une gamme qui représente, en somme, une « cote mal taillée », dite *gamme tempérée*, dans laquelle on sacrifie la « justesse physique » du son, par fusion des bémols et des dièzes, — au plus grand bénéfice des nécessités de l'exécution et, ajoutons-le, de la composition, puisque toute la littérature musicale, du *xvi^e* siècle (exactement depuis J.-S. Bach) à nos jours, se trouve écrite en gammes tempérées.

Or, voici les inconvénients majeurs que rencontre, de ce fait, l'« organisation » musicale des ondes électriques. La lampe

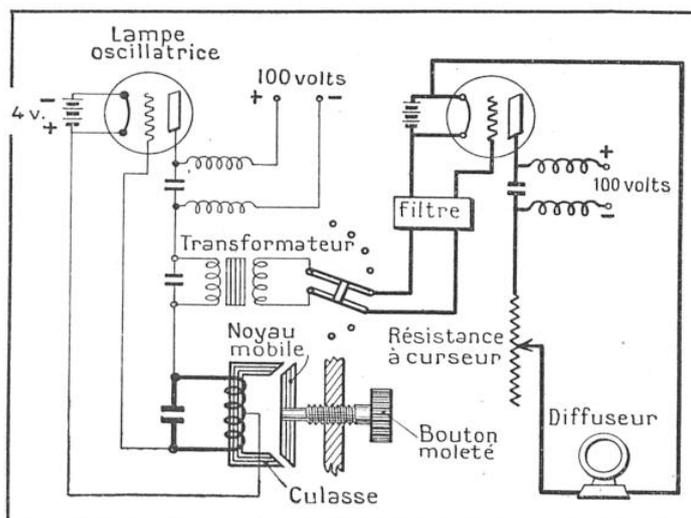


FIG. 7. — ENSEMBLE DU MONTAGE THÉORIQUE D'UN CIRCUIT OSCILLANT DANS L'ORGUE « GIVELET-COUPLEUX »

triode fournit des harmoniques naturels, sélectionnés en « timbres » divers par les différents jeux. Mais cette lampe fournit aussi la fondamentale, correspondant à une touche donnée : l'organiste plaquant un « accord » en gamme tempérée envoie donc sur le haut-parleur des « harmoniques musicaux » artificiels, qui risquent d'y rencontrer des « harmoniques physiques » naturels, procédant du timbre, et qui seront « nominativement », les uns et les autres, du même numéro, c'est-à-dire de la même fréquence... *approximative*. Et c'est alors qu'apparaît un phénomène redoutable.

La note musicale provenant de l'exécution et l'harmonique de même hauteur provenant du timbre, différent d'une très petite quantité (un « comma »). Cette différence se traduit par un « battement » — battement qui n'est autre, d'ailleurs, que le phénomène utilisé dans le montage « hétérodyne ». La fréquence de ce battement constitue donc un *son parasite* indésirable.

C'est de tels battements que l'orgue des ondes doit éviter à tout prix. Et c'est le mérite de M. Coupleux, facteur de l'orgue, d'y avoir à peu près réussi. Comment ? Par une savante dissociation de ses circuits — qui demeure son secret — ce qui l'a conduit à adopter *treize haut-parleurs différents*, alors que théoriquement un seul eût été nécessaire, s'il ne s'était agi que d'acoustique et non, avant tout, de musique.

Ce qui précède nous explique pourquoi

l'orgue des ondes a été si long à « inventer », malgré la simplicité du principe.

L'organiste joue des ondes « à domicile »

Remarquons, en terminant, que le montage de ces oscillations électriques musicales offre à la radiodiffusion une aisance merveilleuse.

La radiotransmission de la musique par les procédés courants exige la modulation à basse fréquence de l'onde porteuse à haute fréquence du poste, par l'intermédiaire d'un microphone. Grâce à l'orgue radio-électrique, la modulation basse fréquence est appliquée directement à l'onde porteuse, sans passer par aucun microphone. Les haut-parleurs n'ont, en ce cas, d'autre rôle que de servir de contrôle à l'oreille de l'organiste. Celui-ci peut, à la rigueur, jouer en silence, Et son clavier agit directe-

ment sur chaque poste récepteur individuel. L'organiste joue vraiment « à domicile ». De plus, en supprimant un intermédiaire, le microphone, il est évident que l'on supprime, de ce fait, une cause de déformation.

Les claviers peuvent encore agir, de la même manière directe, sur un « pick-up », en vue de l'enregistrement sur disques phonographiques de la littérature d'orgue.

La musique touche, par la nouvelle technique, à une « immatérialité » qu'il était difficile de prévoir il y a seulement dix ans.

JEAN LABADIÉ.

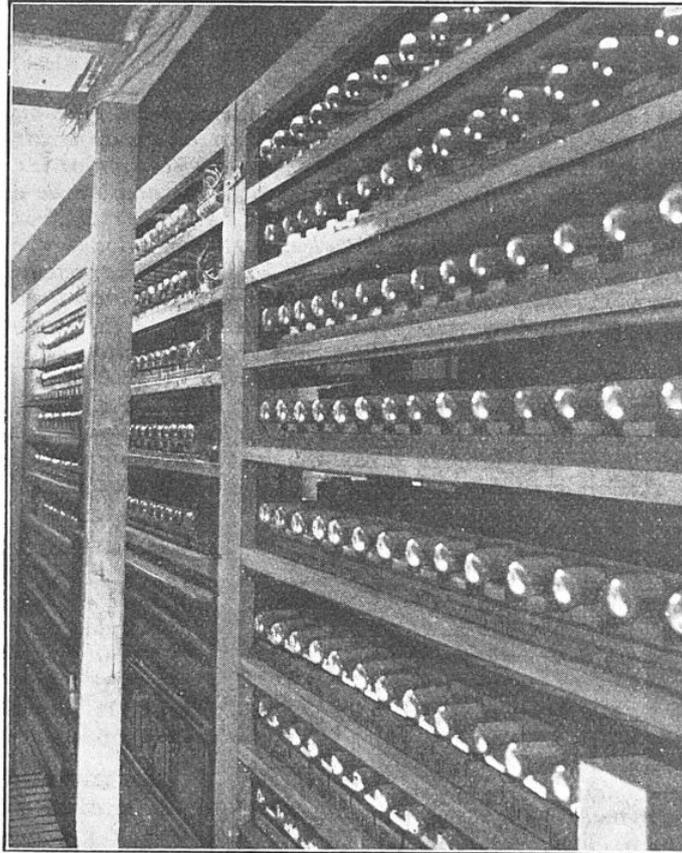


FIG. 8. — VUE PARTIELLE DES DEUX CENTS LAMPES A TROIS ÉLECTRODES UTILISÉES DANS L'ORGUE « GIVELET-COUPLEUX » DU « POSTE PARISIEN »

POURQUOI ACCROIT-ON SANS CESSÉ LE NOMBRE DE CYLINDRES DES MOTEURS D'AUTOMOBILES ?

Par A. CAPUTO

Une des évolutions les plus profondes du moteur d'automobiles est l'accroissement du nombre de cylindres. Après les moteurs monocylindriques du début, on vit apparaître des « deux cylindres » et des « quatre cylindres ». Jusqu'à ces dernières années, toutes les voitures courantes étaient de ce type et, seules, les voitures de luxe avaient un nombre de cylindres supérieur, généralement six. Depuis, nombre de voitures utilitaires ont six cylindres, et les voitures de luxe, que les constructeurs cherchent, bien entendu, à établir suivant une formule différente des voitures usuelles, en ont couramment huit. Un de nos constructeurs les plus cotés et certains constructeurs américains ont même établi des modèles de haut luxe à 12 et à 16 cylindres. Et ce n'est pas fini. Peut-être verrons-nous sous peu, d'une façon courante, des moteurs à 18 ou 24 cylindres. Cet accroissement n'est pas une simple question de mode. C'est, en effet, pour diminuer les vibrations, pour réaliser un « équilibrage » aussi parfait que possible, pour obtenir une souplesse de plus en plus grande, que cette tendance s'est manifestée. Difficilement réalisable il y a quelques années, le moteur à six cylindres et au-dessus est aujourd'hui réellement au point, grâce aux progrès accomplis aussi bien dans l'emploi d'alliages et d'aciers spéciaux, que dans la perfection de l'usinage.

LORSQU'ON étudie l'histoire de l'automobile depuis l'origine, on est frappé par le fait que le nombre des cylindres des moteurs a été constamment en croissant.

Dans les premiers temps de l'automobile, en effet, par suite du peu de confiance que l'on pouvait avoir dans les différents organes mécaniques, on n'osait guère augmenter le nombre des cylindres, car c'était en même temps augmenter le nombre de chances de pannes. En outre, la réalisation pratique d'un moteur polycylindrique était compliquée et coûteuse. Depuis, grâce aux progrès de toutes sortes accomplis, on est arrivé à une grande sécurité d'utilisation, ainsi qu'à un abaissement de prix notable.

D'autre part, la clientèle est devenue,

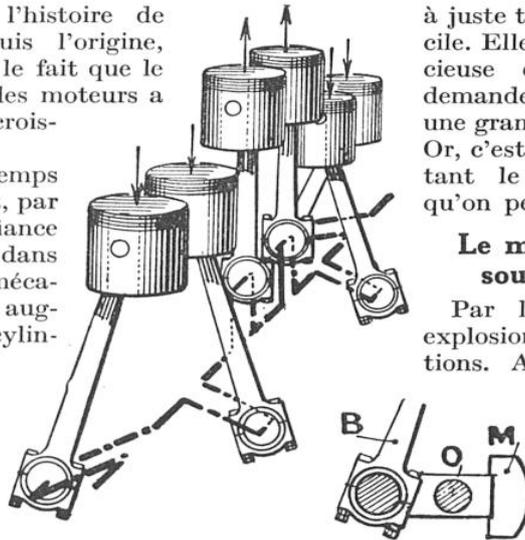


FIG. 1. — DANS UN MOTEUR 6 CYLINDRES, LES VIBRATIONS DU SECOND ORDRE SONT COMPENSÉES

Les forces d'inertie qui s'exercent sur deux des pistons compensent celles qui s'exercent sur les quatre autres pistons en n'importe quelle position des divers éléments du moteur. Certains constructeurs prévoient, en outre, pour compenser la force centrifuge qui s'exerce sur le pied B des bielles, un contrepoids M.

à juste titre, de plus en plus difficile. Elle exige une voiture silencieuse et sans vibrations, et demande, en outre, au moteur, une grande souplesse de conduite. Or, c'est précisément en augmentant le nombre des cylindres qu'on peut arriver à ce résultat.

Le moteur à explosions, source de vibrations

Par lui-même, le moteur à explosions est une source de vibrations. A chaque explosion, en effet, il y a un choc brutal qui est transmis par une liaison mécanique (bielle et manivelle) à l'arbre moteur et de là au carter ; on conçoit facilement que la répétition de ces chocs entraîne une mise en vibration de tout le moteur, qui se transmet ensuite à la carrosserie.

Plus les explosions sont espacées et plus il est nécessaire, évi-

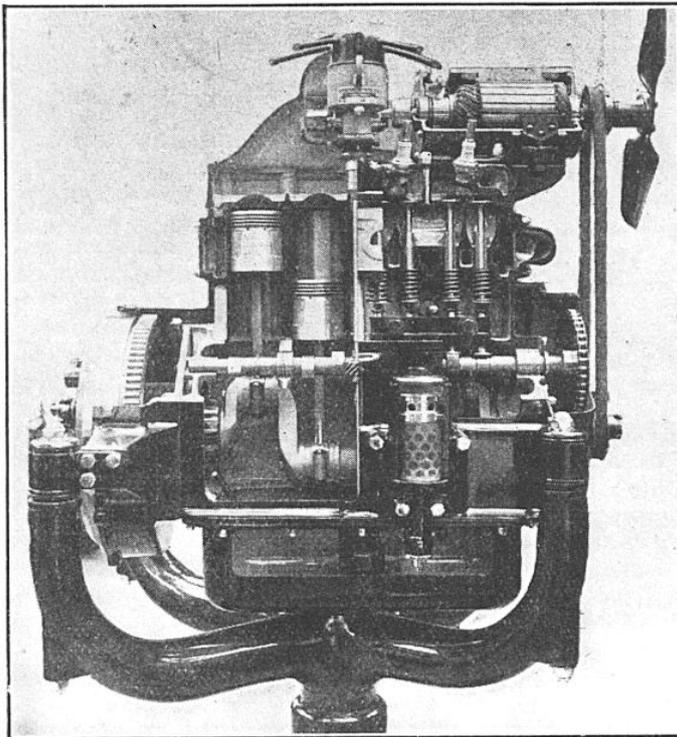


FIG. 2. — LE MOTEUR A 4 CYLINDRES EST ENCORE UNE DES MEILLEURES SOLUTIONS POUR LES PETITES PUISSANCES. Voici la coupe d'un moteur « 301 » Peugeot, l'une des réalisations les plus parfaites du dernier Salon.

demment, qu'elles soient violentes pour donner la puissance cherchée. Il y a donc avantage à avoir des explosions aussi rapprochées que possible.

Avec le moteur monocylindrique, on a alors été amené à accélérer le régime du moteur pour augmenter le nombre d'explosions par seconde. Cela avait, en outre, l'avantage de permettre de réduire considérablement les poids des bielles, des pistons et du volant, ce qui diminuait d'autant les forces d'inertie engendrées par le mouvement.

Mais il est clair qu'on peut obtenir le même résultat en multipliant le nombre des cylindres, et c'est là déjà un des gros avantages des multicylindres.

Ce n'est d'ailleurs pas le seul : pour éviter le plus possible la transmission des vibrations, il est nécessaire d'avoir un « équilibre » aussi parfait que possible des différentes masses en mouvement. Or, ce résultat est beaucoup plus facile à atteindre avec les multicylindres, comme nous allons le voir, sans qu'il soit nécessaire de prévoir des dispositifs auxiliaires encombrants et coûteux.

En quoi consiste le problème de l'équilibrage

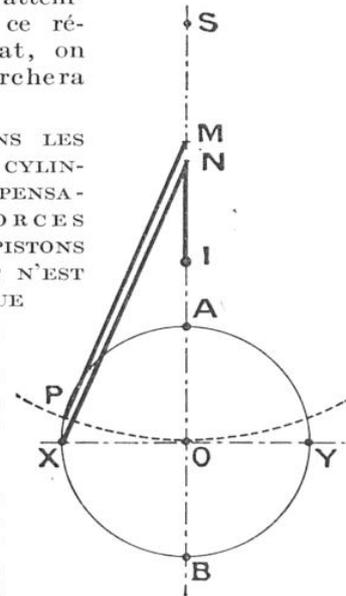
Dans un moteur, les principaux organes en mouvement qui sont susceptibles de transmettre les vibrations sont les pistons, les bielles et le vilebrequin avec ses « manetons ». Les pistons se déplacent d'un mouvement rectiligne de va-et-vient ; le vilebrequin et ses manetons sont soumis à un mouvement de rotation, et les bielles prennent un mouvement complexe qui est la résultante de ces deux mouvements élémentaires.

Ces différents organes étant en mouvement engendrent des forces d'inertie, force centrifuge pour les organes en rotation, force correspondant aux variations de vitesses pour ceux qui sont en mouvement rectiligne. Or, ce sont ces forces qui, se transmettant aux organes voisins, donnent naissance aux vibrations dont on veut empêcher la propagation. Pour pouvoir atteindre ce résultat, on cherchera

FIG. 3. — DANS LES MOTEURS A 4 CYLINDRES, LA COMPENSATION DES FORCES D'INERTIE DES PISTONS EN MOUVEMENT N'EST PAS ABSOLUE

Quand le maneton du vilebrequin décrit le demi-cercle X B Y, la tête de bielle et le piston vont de N en I, puis de I en N. Quand il décrit le demi-cercle supérieur Y A X, par contre, la tête de bielle va de N en S

et de S en N. Or, le point N n'est pas au milieu de S I, mais un peu au-dessous. Il en résulte que, pendant le demi-tour inférieur du vilebrequin, le piston a une course moins longue que pendant le demi-tour supérieur ; sa force d'inertie est donc moins grande, et ne peut, par suite, compenser exactement celle du piston du cylindre voisin qui, au même moment, se déplace en sens opposé.



alors à les neutraliser autant que possible les unes les autres, de manière que leurs effets sur l'organe de transmission se contre-balancent. En fait, cet organe de transmission est le vilebrequin, qui, actionné par les bielles, risque de transmettre les vibrations provoquées par celles-ci aux paliers qui le supportent et, par suite, à l'ensemble du carter.

Examinons donc les efforts qui peuvent s'exercer sur ce vilebrequin, et la manière dont on peut les éliminer.

Voyons tout d'abord l'action des parties tournantes, manetons et têtes de bielles.

Pour que leur rotation n'exerce aucune réaction sur les paliers, c'est-à-dire pour qu'elles soient «équilibrées dynamiquement», il faut, d'une part, que les masses soient réparties à égale distance de l'arbre, de manière que leur centre de gravité soit sur cet axe (ce qui correspond à «l'équilibre sta-

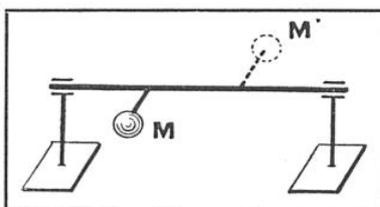


FIG. 4. — UN EXEMPLE DE MASSES ÉQUILIBRÉES STATIQUEMENT, MAIS NON DYNAMIQUEMENT

Quand les masses M et M' tournent, elles créent des réactions sur les paliers de l'arbre qui les porte.

tique, c'est-à-dire à l'équilibre sous les seules forces de la pesanteur) et, d'autre part, que l'ensemble de ces masses soit porté également par les deux paliers extrêmes (1).

Un vilebrequin de moteur monocylindrique n'est évidemment équilibré ni statiquement, ni dynamiquement, à moins, bien entendu, que l'on prévoie un contre-poids au maneton. Un vilebrequin de voiture bicylindrique, en forme d'S, est équilibré statiquement, mais non dynamiquement, et les paliers subissent en conséquence des réactions notables.

Par contre, un vilebrequin de moteur à 4 cylindres est équilibré à la fois dynamiquement et statiquement.

On arrive également, de la même manière,

(1) Géométriquement, l'ensemble des masses doit être symétrique par rapport au plan perpendiculaire à l'arbre en son milieu.

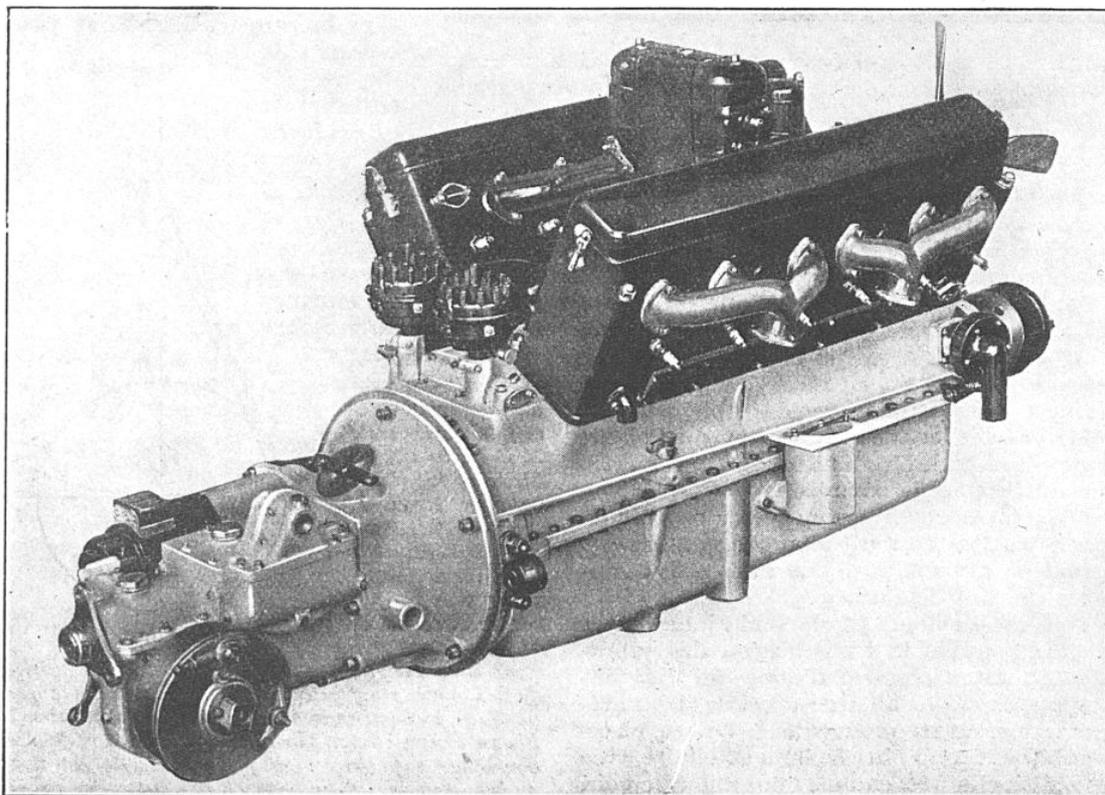


FIG. 5. — BLOC-MOTEUR 12 CYLINDRES EN V «HISPANO-SUIZA»

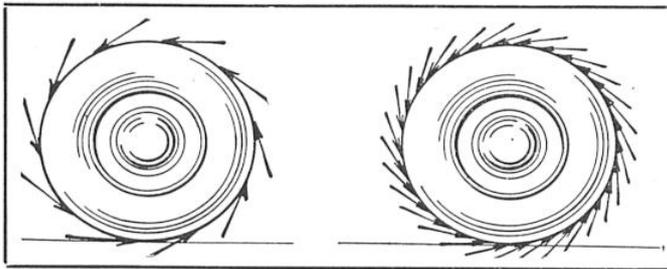


FIG. 6. — LA MULTIPLICATION DU NOMBRE DES CYLINDRES AUGMENTE LA SOUPLESSE DU MOTEUR

Dans le cas d'un moteur à 4 cylindres, il y a en moyenne dix impulsions par tour de roue de la voiture. Dans le cas d'un moteur à 12 cylindres, il y en a trente.

à équilibrer à la fois dynamiquement et statiquement les moteurs de 6, 8, 12, 16 cylindres, etc... C'est donc là un avantage appréciable à noter à l'actif des polycylindres.

Examinons maintenant ce qui se passe pour les forces d'inertie dues au mouvement alternatif du piston.

Dans le cas d'un moteur monocylindrique, ces forces sont transmises intégralement aux bielles et, par suite, au vilebrequin. Quand l'accélération du piston est dirigée vers le bas, c'est-à-dire dans la zone supérieure de la course, la force d'inertie correspondante, transmise au vilebrequin, tend à pousser celui-ci vers le bas sur ses paliers. Quand elle est dirigée en sens inverse, elle tend à tirer le vilebrequin vers le haut.

Pour les moteurs à 4 cylindres, les forces d'inertie des pistons se compensent en grande partie, les accélérations des pistons étant deux par deux dirigées en sens inverse.

Cette compensation n'est cependant pas complète, car ces accélérations opposées ne sont pas tout à fait égales en valeur absolue, comme le montre le schéma, figure 3.

On dit que, dans ce cas, les vibrations du « premier ordre » sont seules compensées.

Pour les moteurs à 6 cylindres, qui com-

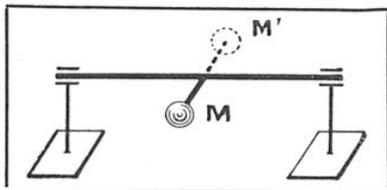


FIG. 7. — UN EXEMPLE DE MASSES ÉQUILIBRÉES STATIQUEMENT ET MÉCANIQUEMENT
Quand les masses M et M' tournent, elles n'exercent aucune réaction sur les paliers de l'arbre qui les porte.

portent des manetons décalés de 120 degrés, les uns par rapport aux autres, deux pistons se déplacent dans un sens, tandis que les

quatre autres se déplacent en sens inverse, mais les forces d'inertie engendrées par ces déplacements se compensent, au total, beaucoup plus complètement qu'avec une 4 cylindres, ainsi qu'on peut le démontrer géométriquement. En langage mathématique, on dit que les forces d'inertie du « second ordre » sont compensées.

Nous voyons, sous ce rapport, la supériorité des 6 cylindres sur les 4 cylindres, et c'est là un des facteurs du succès de ce genre de moteurs. C'est pour profiter de ces mêmes avantages, en y ajoutant ceux dus à la multiplication des

impulsions motrices que l'on crée des 12 et des 18 et des 24 cylindres.

Les 8 et 16 cylindres ne sont évidemment

pas aussi parfaits du point de vue de la suppression des vibrations du « second ordre », mais certains constructeurs les utilisent néanmoins, car ils présentent d'autres avantages en ce qui concerne l'alimentation en carburant.

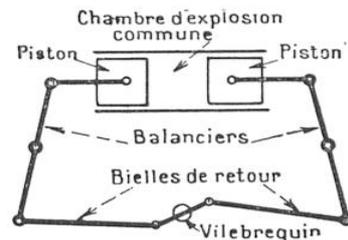


FIG. 8. — UN MOTEUR MONOCYLINDRIQUE A DEUX PISTONS OPPOSÉS PEUT ÊTRE PARFAITEMENT ÉQUILIBRÉ
Les vitesses des deux pistons étant constamment égales et opposées, les forces d'inertie s'équilibrent très exactement.

Ce problème de l'alimentation est, en effet, des plus délicats, surtout pour les 6 cylindres ; il s'agit de fournir le mélange carburé aux différents cylindres d'une manière rigoureusement égale, sinon il se produit des à-coups qui nuisent à la bonne marche du moteur. Ce n'est guère que depuis une dizaine d'années que l'on est arrivé à de bon résultats en employant, en général, plusieurs carburateurs.

Peut-on améliorer l'équilibrage des moteurs à moins de six cylindres ?

Nous venons de voir quels avantages possédaient les moteurs à 6 cylindres et plus, au point de vue de l'équilibrage ; mais l'augmentation du nombre des cylindres n'est pas le seul moyen d'atteindre le but cherché.

D'autres solutions ont également été proposées, les unes entraînant une modification radicale de la conception des moteurs eux-

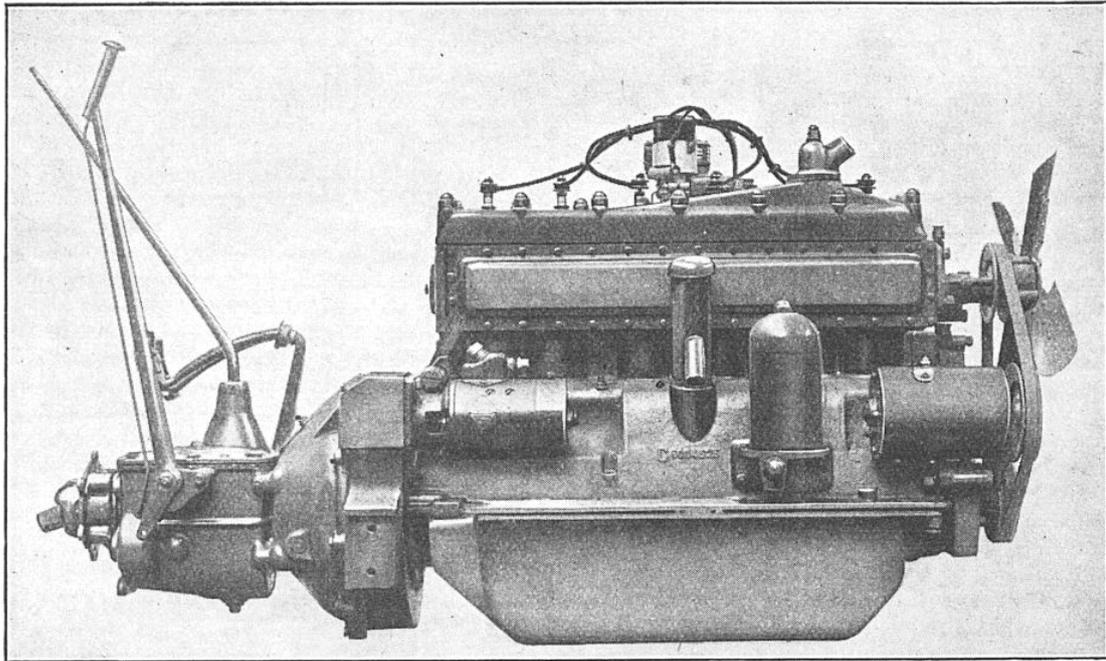


FIG. 9. — MOTEUR RENAULT 6 CYLINDRES POUR VOITURES DE PUISSANCE MOYENNE

mêmes, les autres comportant simplement l'adjonction d'organes additionnels pour compenser les défauts d'équilibrage du moteur ordinaire.

Parmi les premières, citons en particulier celle des cylindres à deux pistons opposés (schéma fig. 8). Les mouvements des pistons sont synchronisés de manière que leurs vitesses soient constamment égales et opposées, et on a, alors, évidemment un équilibre parfait,

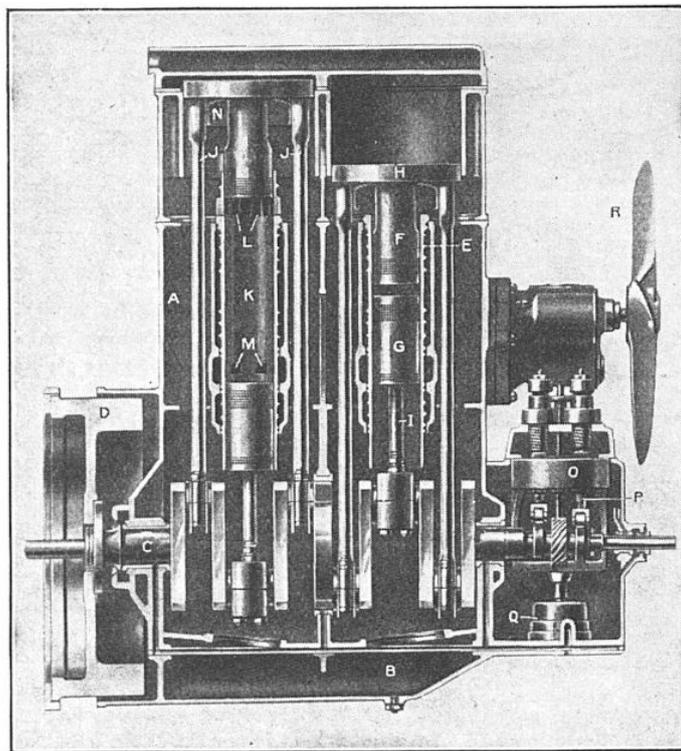


FIG. 10. — MOTEUR A 2 CYLINDRES A PISTONS OPPOSÉS. C'EST LA RÉALISATION PRATIQUE DU SCHÉMA FIGURE 8

même pour les moteurs monocylindriques.

Cette solution n'a guère été développée que dans certains cas particuliers, car elle présente des difficultés de réalisation assez grandes ; elle est, en outre, assez coûteuse.

Parmi les dispositifs comportant l'adjonction d'organes mécaniques additionnels à des moteurs de types courants, nous pourrions citer l'équilibreur Lanchester, qui donne aux moteurs à 4 cylindres un

équilibrage parfait. Il comporte un ensemble de petites masses en rotation dont la force vive équilibre à chaque instant les « forces d'inertie » du second ordre. Malgré les résultats remarquables qu'il avait donnés, il ne semble pas que cet appareil ait eu tout le succès qu'il méritait, peut-être à cause de la complication onéreuse qu'il entraînait.

D'autre part, comme nous l'avons déjà souligné, ce n'est pas uniquement pour obtenir un bon équilibrage que l'on multiplie le nombre de cylindres, mais

surtout pour augmenter la « souplesse » du moteur.

Dans un moteur monocylindrique, il n'y a qu'une impulsion motrice pour deux tours de vilebrequin. Dans les moteurs à 4 cylindres, il n'y a encore qu'un seul temps moteur par demi-tour, les différentes impulsions se produisant successivement. Ce n'est qu'à partir de 6 cylindres qu'on commence à obtenir un « chevauchement » des explosions qui assure la rotation continue et sans à coup du moteur, aux basses allures.

Or, on sait

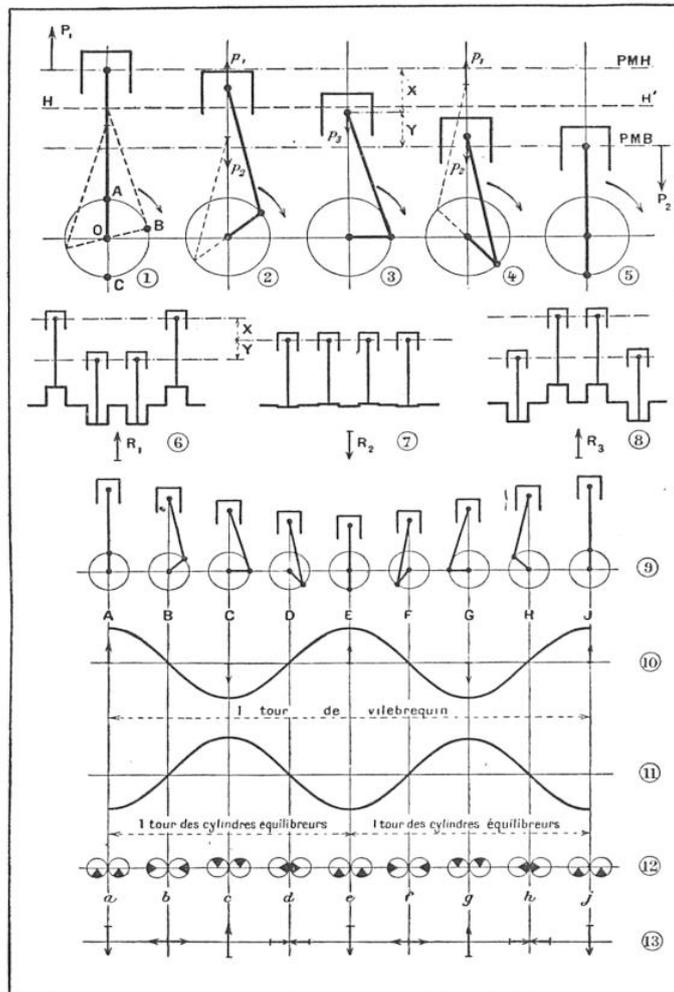


FIG. 11. — COMMENT SE MANIFESTENT LES FORCES D'INERTIE DITÉS DE SECOND ORDRE ET COMMENT ON PEUT LES COMPENSER AU MOYEN DE CYLINDRES ÉQUILIBREURS

1. Point mort haut, début de la course descendante : la force d'inertie P_1 est dirigée de bas en haut. La position pointillée de la bielle correspond à la vitesse maximum du piston, quand le pied de bielle est sur la ligne HH' . — 2. Position intermédiaire, où les forces d'inertie P_1 , appliquée au piston descendant, et P_2 , appliquée au piston remontant, s'annulent. — 3. Au quart de tour, le piston a accompli X , soit plus de la moitié de sa course, et il lui reste à parcourir Y ; à ce moment, la force d'inertie P_3 est dirigée vers le bas, pour le piston montant comme pour le piston descendant. — 4. Nouvelle position intermédiaire, où les forces P_1 , appliquée au piston remontant, et P_2 , appliquée au piston descendant, s'annulent. — 5. Point mort bas, fin de la course descendante : la force d'inertie P_2 est dirigée vers le bas. On doit remarquer que P_2 est toujours plus petit que P_1 . La résultante de P_1 et P_2 est donc toujours dirigée de bas en haut, comme on peut le voir en 6 et en 8, où cette résultante est figurée par R_1 et R_3 . — 7. Position où tous les pistons sont au même niveau : d'après la figure 3, la résultante R_2 est toujours dirigée vers le bas. — 9. Positions successives du piston, de la bielle et de la manivelle, pour un tour de vilebrequin. — 10. Courbe représentant les variations de la résultante des forces d'inertie, la ligne médiane représentant les points où elles s'annulent. — 11. Courbe exactement opposée à la précédente, représentant les forces qu'il faut faire entrer en jeu pour annuler celles de la courbe 10. — 12. Positions respectives des masses d'équilibrage, figurées par des secteurs noirs, de l'anti-vibrateur Lanchester, dont les effets centrifuges sont figurés en $a, b, c, d, e, f, g, h, i$, etc., par les forces représentées sur la ligne 13. On voit que ces effets correspondent exactement à ceux qui sont indiqués par la courbe 11 pour annuler les efforts d'inertie des pistons.

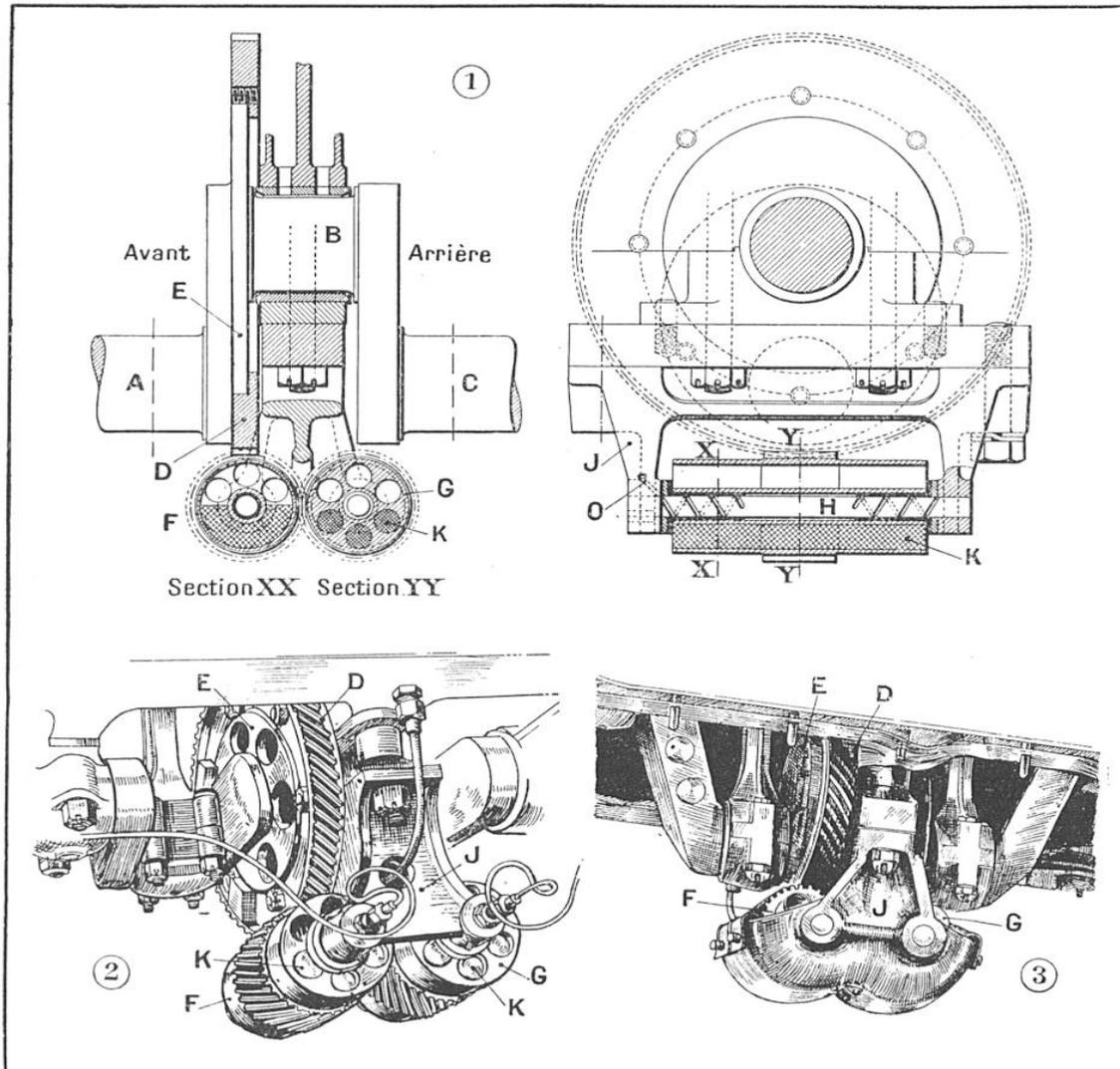


FIG. 12. — QUELQUES RÉALISATIONS PRATIQUES D'ANTIVIBRATEURS

1. Antivibrateur Lanchester : A, maneton 2 du vilebrequin ; B, palier central du vilebrequin ; C, maneton 3 du vilebrequin ; D, roue hélicoïdale centrée sur le flasque ; E, vilebrequin ; F, cylindre équilibreur avec denture hélicoïdale périphérique ; G, second cylindre équilibreur engrenant avec le premier ; H, axe du cylindre équilibreur ; J, support des axes de cylindres, fixé au palier central ; K, masse d'équilibrage. — 2. Antivibrateur sur le moteur Vauxhall : E, flasque de centrage de la couronne ; F, cylindre ; D, couronne hélicoïdale équilibreur ; G, second cylindre ; K, masses d'équilibrage. — 3. Le moteur Willys-Knight.

que cette souplesse aux basses allures constitue un des éléments les plus importants pour rendre agréable la conduite des voitures, en permettant de rouler presque constamment en prise directe. C'est là très certainement une des raisons primordiales pour lesquelles les moteurs polycylindriques ont une vogue toujours croissante, ce qui ne veut pas dire, d'ailleurs, qu'on doit aban-

donner le moteur à 4 cylindres. Celui-ci, grâce à la longue expérience qu'ont acquise les constructeurs depuis plus de vingt ans, a atteint, en effet, un degré de perfection très poussé. C'est pourquoi il reste encore très certainement, pour les petites voitures, l'une des meilleures solutions ; le dernier Salon nous en a montré de nombreux exemples.

A. CAPUTO.

ON SAIT MAINTENANT DOSER LES RAYONNEMENTS EMPLOYÉS EN RADIOTHÉRAPIE

Par Jean LABADIÉ

La mesure est la base même de la recherche scientifique (1). C'est pourquoi les physiciens apportent un soin méticuleux à définir les unités de mesure qu'ils utilisent. La chose n'est pas facile. Car, si l'on excepte la longueur, la masse et le temps (dont M. Einstein a remis en question la signification physique, mais dont la mesure se fait par des instruments parfaitement définis), on peut dire que les physiciens ne parlent de chaleur et d'électricité que par unités toutes conventionnelles, reliées artificiellement aux quantités fondamentales que nous venons de rappeler. Quant à l'électricité, elle exige aux moins deux « systèmes » de mesures, suivant qu'on touche à l'électrostatique ou à l'électromagnétisme. Or, voici que, de nos jours, s'est posé le problème impérieux de mesurer des intensités de rayonnements, notamment en radiothérapie. C'est grâce à la mesure de l'ionisation que le but a été atteint.

La mesure de l'énergie rayonnante

TANT qu'il s'est agi seulement de mesurer les « ondes » lumineuses, le succès fut éclatant. Par leurs interférences, ces ondes sont même devenues elles-mêmes des moyens de mesure de hautes précisions (2). Mais, quand il a fallu mesurer l'intensité lumineuse, c'est-à-dire de l'énergie transportée par rayonnement, le problème s'est avéré beaucoup plus ardu.

Pour les besoins de l'industrie, on a, certes, parfaitement défini la puissance d'éclairage d'une ampoule et la quantité de lumière reçue par un écran — mais uniquement, grâce à l'appréciation de l'œil, qui juge en dernier ressort, par le moyen du « photomètre ». Dans cet appareil, l'œil est, en effet, seul chargé d'estimer si deux surfaces sont également éclairées ou non. Ce n'est donc pas là une mesure objective.

D'ailleurs, comme « l'énergie rayonnante » englobe toutes les ondes électromagnétiques, dont la gamme comporte (depuis les ondes hertziennes jusqu'aux rayons cosmiques) quelque cinquante-quatre octaves, alors que le spectre visible n'en couvre qu'une seule, il a bien fallu s'atteler au problème d'une façon absolument générale. Et c'est le problème de l'actinométrie (mesure du rayonnement). Il est encore pendant devant les aréopages scientifiques.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 151, page 13 : MESURER, C'EST PROGRESSER.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 181, page 23.

Le cas spécial des « rayons pénétrants » : X, gamma, cosmiques.

L'intensité des ondes hertziennes se mesure *ipso facto* par le courant détecté au poste de réception.

L'intensité des ondes lumineuses infrarouges se mesure par l'effet d'échauffement sur une masse d'eau (actinomètre de Violle) ou encore par les variations de résistance électrique dont elles affectent un mince fil conducteur (bolomètre).

Les rayons ultraviolets possédant une activité chimique hors de relation avec leur effet thermique, la mesure de leur intensité devient plus difficile. A tel point que les médecins qui les utilisent en radiothérapie sont obligés de tenir compte de l'effet d'irritation (érythème) dont ces rayons affectent l'épiderme du malade — pour une longueur d'onde et une lampe données. Nous voici donc en plein empirisme, d'autant que chaque sujet est affecté d'une sensibilité épidermique très variable. Quand on a voulu ériger en « mesure physique » une telle méthode empirique, le spirituel et savant physicien qu'est M. Fabry s'est écrié : « C'est comme si vous prétendiez doser le sulfate de soude par ses effets sur la muqueuse intestinale ! » Malgré quoi, on n'a pu tomber d'accord sur un moyen de mesure pratique du rayonnement ultraviolet, et les radiothérapeutes conservent leur « unité » d'érythème.

Quant il s'est agi d'évaluer l'intensité des rayons X et celle des rayons gamma (radio-

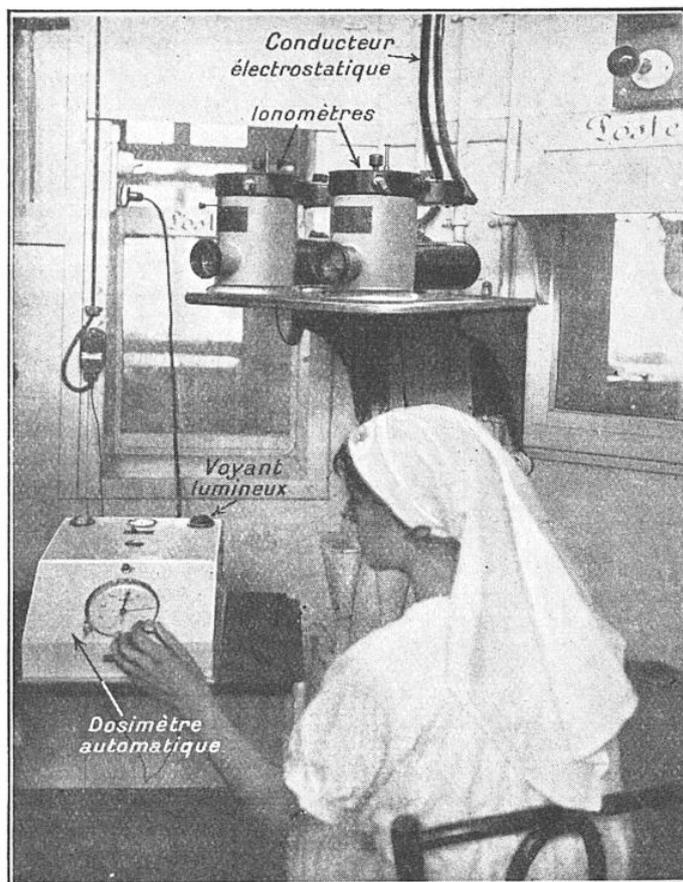


FIG. 1. — L'INFIRMIÈRE SURVEILLANT, AU MOYEN D'APPAREILS PRÉCIS, LA « DOSE » DE RAYONS X ADMINISTRÉE A UN MALADE, A L'HOPITAL SAINT-LOUIS DE PARIS. On voit ici les deux espèces d'appareils utilisés : à gauche, le dosimètre Hammer ; en haut, les ionomètres Solomon. Ceux-ci sont reliés au champ du rayonnement X par une conduite « électrostatique » isolée par tubes métalliques (formant cage de Faraday tout le long du parcours), tandis que le dosimètre Hammer n'a besoin que d'un conducteur ordinaire : le cadran à minutes (sous la main gauche de l'infirmière) impose (à la façon d'un réveille-matin) le temps précis ordonné pour le traitement. Quand la dose ordonnée est absorbée, un voyant lumineux rouge s'allume.

actifs), également utilisés en radiothérapie, les médecins ont d'abord improvisé une méthode identique, et essayé de déterminer la « dose de rayonnement » appliquée, d'après l'érythème provoqué sur les tissus.

Mais, ici, l'action de ces rayons pénétrants étant profonde et non pas seulement superficielle, les physiciens ont crié aux médecins : « Casse-cou ! » Et les médecins n'ont pu que s'incliner, d'autant que ce nouveau traite-

ment comporte, dans ses effets physiologiques, l'objet même qu'il s'agit d'étudier. Il s'agit de déterminer les variations de ces effets en fonction de l'intensité purement physique du rayonnement, et non, inversement, de mesurer ceci par cela.

Le problème de l'actinométrie des rayons pénétrants s'imposait donc de manière inéluctable. Il fallait le résoudre pratiquement et par des méthodes physiques rigoureuses.

Parmi les effets physiques des rayons X ou des rayons gamma, il en est un, et même, peut-on dire, un seul, qui prête à la mesure exacte, c'est l'effet d'ionisation (1).

Tout comme le professeur Piccard (2) s'est astreint à me-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 180 page 451.

(2) On a essayé, à certaine époque, de mesurer le rayonnement pénétrant par ses effets de noircissement d'une plaque photographique, mais on s'est trouvé là en présence d'un effet chimique complexe, offrant lui-même des énigmes particulières. L'effet d'ionisation physique est, au contraire, parfaitement net.

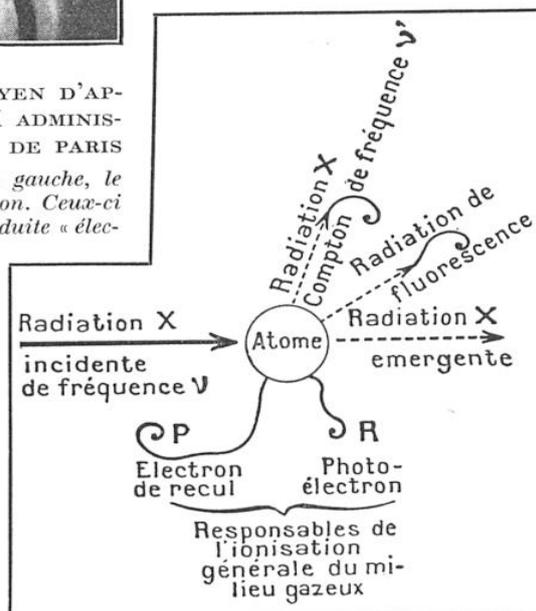


FIG. 2. — CE SCHÉMA INDIQUE TOUTES LES SORTES DE RAYONNEMENTS (« LUMINEUX » OU « CORPUSCULAIRES ») QUE PRODUIT UNE RADIATION X EN FRAPPANT UN ATOME

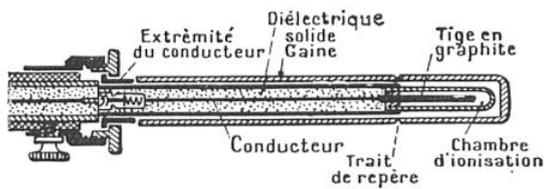


FIG. 3. — LA « CHAMBRE D'IONISATION » PLACÉE DANS LE CHAMP DU RAYONNEMENT X, EN VUE DE SA MESURE, A MÊME LE CORPS DU MALADE (« IONOMÈTRE » SOLOMON)

La chambre proprement dite est placée à l'extrémité de la tige d'exploration : elle se compose d'un volume d'air constant inséré autour d'une tige en graphite, qui se prolonge par le conducteur électrostatique, lui-même relié à l'armature de l'électroscope (voir le schéma suivant).

surer le rayonnement cosmique par l'ionisation d'un gaz enclos dans une « chambre » spéciale, les radiothérapeutes peuvent mesurer exactement de la même façon, la dose de rayonnement X ou de rayonnement gamma qu'ils appliquent à leurs malades.

Ce sont leurs curieux appareils, dont la délicatesse égale aujourd'hui la commodité, que nous allons examiner rapidement. Nous verrons, par surcroît, comment ces appareils enregistreurs « doseurs automatiques » des rayonnements pénétrants, semblent pouvoir être confiés à des ballons-sondes qui les enlèvent jusqu'à 25 kilomètres d'altitude (ainsi que l'a tenté récemment un physicien de Darmstadt) et plus haut encore — de manière à rendre désormais inutile toute ascension du genre de celles effectuées par le professeur Piccard.

FIG. 4. — L'ENSEMBLE DU MONTAGE D'UN « IONOMÈTRE » SOLOMON

La chambre d'ionisation (décrite dans le schéma précédent) est placée, sous le rayonnement direct de l'ampoule à rayons X, sur le corps du malade. A gauche, l'ionomètre du poste d'observation de l'infirmière (voir photos précédentes) : c'est un « électroscope » que l'on « charge » d'électricité positive. La charge négative apportée à son armature par le conducteur électrostatique de la chambre d'ionisation a pour effet de décharger l'électroscope. Cette décharge (qui mesure la quantité de rayonnement X absorbé par la chambre) se traduit dans l'électroscope par l'abaissement de la « feuille d'or » formant aiguille indicatrice. C'est cette course angulaire de l'aiguille qui renseigne sur la dose de rayonnement administrée.

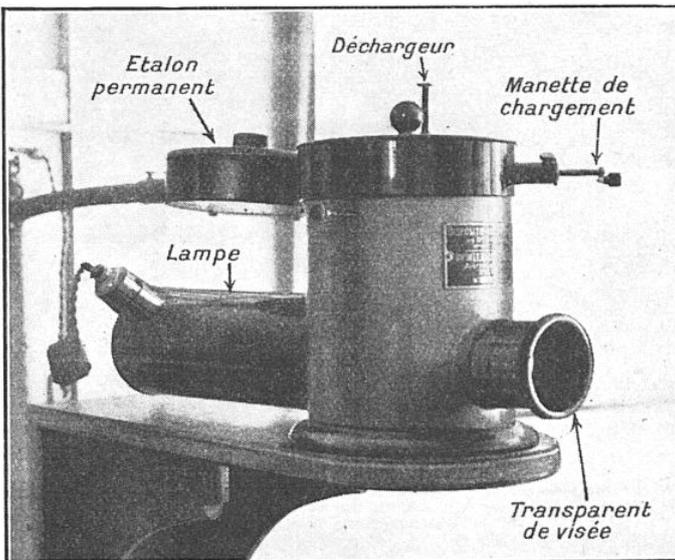
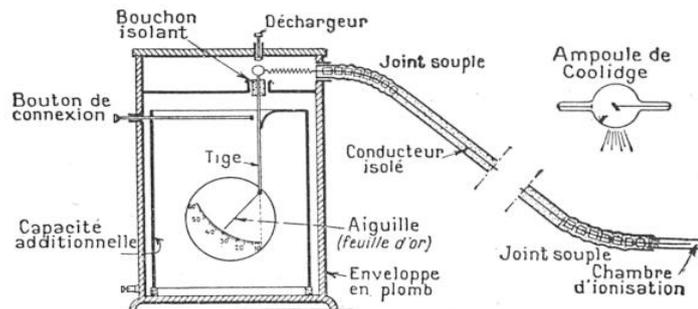


FIG. 5. — DÉTAIL DE L'« IONOMÈTRE » SOLOMON

La visée de l'aiguille s'effectue par transparence sur un voyant qu'éclaire la lampe située dans son axe. En haut, la manette actionnant le « frotteur » qui « charge » l'électroscope. Sur le circuit électrostatique, une chambre d'ionisation étalon permanent, contenant un tube de radium, sert à maintenir le réglage de l'appareil par étalonnage sur les radiations gamma du radium.



fusée » par l'atome sous la forme d'un rayon simplement dévié, sans que la longueur d'onde soit davantage modifiée. Puis, apparaît un nouveau rayon d'une longueur d'onde différente de celle du rayon incident (effet Compton). On relève encore un rayonnement secondaire « visible », de « fluorescence ». Enfin, on constate l'émission d'un ou de plusieurs des électrons constitutifs de l'atome : électrons de recul, électrons dus à l'effet photoélectrique. Ce sont ces émissions électroniques qui sont responsables de l'ionisation de la masse gazeuse.

Ayant perdu un ou plusieurs électrons, l'atome voit, en effet, sa charge électrique se modifier. Il est « ionisé » positivement. Mais les électrons ainsi libérés sont captés par les atomes voisins : la charge électrique de ceux-ci se trouve dès lors augmentée négativement, ce qui est l'autre forme de l'ionisation. Celle-ci se propage ainsi de proche en proche, par « paires » d'atomes différemment chargés, ou « ions » de signe contraire.

Plaçons dans le milieu gazeux, ainsi modifié par le rayonnement, l'armature d'un « électroscope » préalablement chargée d'une certaine quantité d'électricité (négative, par exemple). Cette armature va attirer à elle tous les ions positifs. L'électroscope accusera une décharge électrique, plus ou moins lente, suivant que le milieu gazeux sera plus ou moins fortement ionisé. Le temps pris par cette décharge de l'appareil mesure le degré d'ionisation du gaz et, par conséquent, « la quantité de rayonne-

ment » absorbée par la chambre d'ionisation.

Il s'agit maintenant d'établir, sur ce principe, un appareil de mesure qui permette au radiothérapeute de doser le rayonnement appliqué au malade, un appareil qui soit, d'après l'expression du docteur Coliez, radiologiste à l'hôpital Tenon, une véritable balance à doser « le médicament X ou le médicament gamma ».

Le dispositif ionométrique du Docteur Solomon

Voici, à titre d'exemple, l'un de ces appareils les plus employés, celui du docteur Solomon.

Le premier problème pratique à résoudre était de rendre indépendant — afin de rendre possibles les manipulations — l'appareil de mesure électrique proprement dit et « la chambre d'ionisation », c'est-à-dire la capsule contenant le gaz témoin. Cette chambre doit, en effet, être placée sur le lieu même de l'application du rayonnement, c'est-à-dire juste au dessous de l'ampoule à

rayons X, ou de l'appareil garni de tubes de radium, afin d'étalonner ces appareils. Mieux encore, la chambre d'ionisation destinée à mesurer la dose de rayonnement administrée sera disposée sur le corps même du malade, au point traité, à la façon d'un thermomètre.

Cette dernière condition exigeait qu'on fabriquât des chambres aussi petites que possible, afin de ne pas gêner l'irradiation thé-

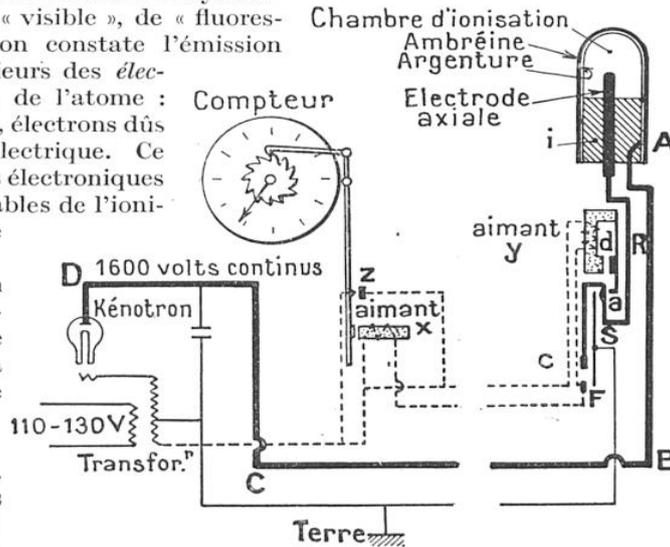


FIG. 6. — LE MONTAGE DU « DOSIMÈTRE » HAMMER

A droite, la chambre d'ionisation. Elle diffère de la précédente en ce qu'elle comporte non plus une seule électrode centrale, mais encore une électrode périphérique (argenture de la paroi). L'ionisation produite par le rayonnement X se traduit alors par une double décharge équivalant à une diminution de la résistance électrique de l'air situé entre les deux électrodes. — A gauche, un kénotron fournit aux électrodes une différence de potentiel de 1.600 volts (en courant continu). La quantité de courant que laissent passer les électrodes mesure « l'ionisation » de la chambre, donc la quantité de rayonnement absorbée par elle. Ce courant est mesuré par un système de « comptage » ingénieux : une lame oscillante F est attirée par l'aimant Y, quand le courant atteint une certaine intensité ; un circuit électromagnétique, facile à suivre sur le schéma, actionne alors le « rochet » du cadran-compteur. Mais, aussitôt, le contact est rompu à nouveau, jusqu'à ce que le courant de la chambre ait repris une intensité suffisante pour le rétablir par un nouveau basculement de la lame oscillante F. Ainsi de suite. Le nombre de ces coups de rochet mesure, évidemment, la quantité de courant fournie par la chambre, donc la quantité de rayonnement qui « ionise » celle-ci.

rapeutique globale et qu'on les reliât aux appareils de mesure électrique (ionomètres) par des conducteurs parfaitement isolés.

Les ionomètres, devant être constamment sous les yeux de l'infirmière surveillant le traitement, devaient être éloignés de la source du rayonnement qu'il s'agissait de mesurer (c'est le principe général des installations radiologiques modernes, dans lesquelles l'opérateur ne doit jamais être exposé aux pernicious rayons).

L'appareil du docteur Solomon, installé à l'hôpital Saint-Louis, dans le service du docteur Belot, répond à ces conditions. La photographie de cet instrument en action est suffisamment explicative (fig. 5). Nous y joignons un schéma qui détaille son fonctionnement (fig. 4).

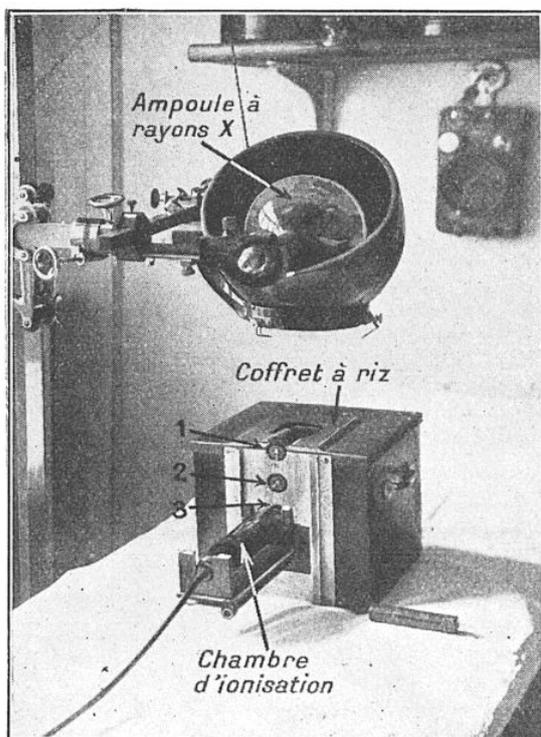


FIG. 7. — L'ÉTALONNAGE DE LA CHAMBRE D'IONISATION

Suivant le niveau de profondeur que l'on assigne à l'action du rayonnement X, dans l'organisme traité, le rayonnement doit être plus ou moins intense. Un coffret plein de riz (matière dont l'absorption équivaut approximativement à celle des chairs) sert à mesurer le rayonnement « superficiel », en raison de la profondeur que l'on vise : la chambre donne ces indications par enfoncements successifs, 1, 2, 3, sous des épaisseurs croissantes de riz. En haut, l'ampoule à rayons X.

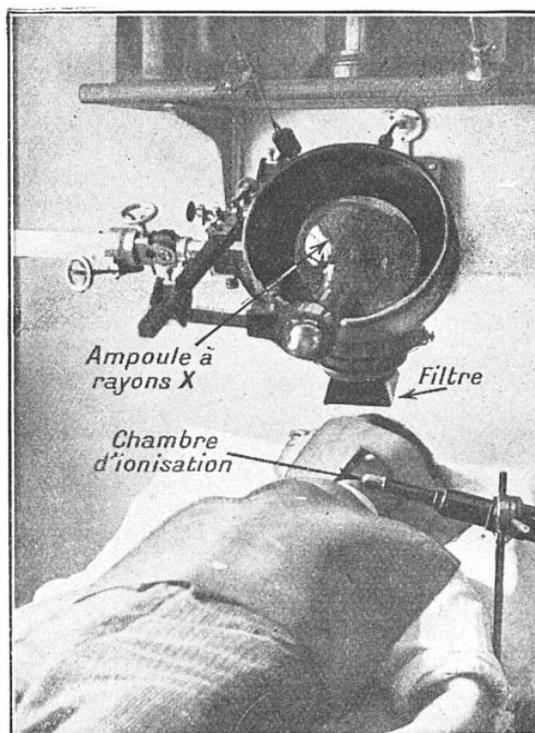


FIG. 8. — LA DISPOSITION DE LA CHAMBRE D'IONISATION SUR LE CORPS DU MALADE

La chambre, minuscule, est composée d'un tube cylindrique en graphite constituant une cavité d'un volume d'air déterminé, dans lequel se produit l'ionisation. Au centre de la chambre, parfaitement isolée par une monture d'ambre, se trouve une tige également en graphite. Cette tige est reliée (par une conduite électrique isolée) à l'électroscope situé au poste d'observation de l'infirmière. Celle-ci charge préalablement l'électroscope en tournant une manivelle, qui électrise son armature par simple frottement, jusqu'à ce que la « feuille d'or » de l'instrument (visible à travers une fenêtre) ait pris la position d'écart maximum ; l'appareil est alors saturé d'électricité.

Mais dès que la chambre d'ionisation est exposée au rayonnement, la feuille d'or se met à retomber lentement à mesure que l'appareil se décharge sous l'effet ionisant. Quand elle est retombée au zéro, ce qu'annonce l'allumage d'un voyant, le patient a absorbé la dose de rayonnement prévue.

Cette dose est, naturellement, fonction de la charge électrique préalablement fournie à l'électroscope. On la renouvelle autant de fois qu'il est nécessaire.

Le « dosimètre » Hammer

Voici maintenant une seconde méthode de dosage des rayons pénétrants.

Au lieu de mesurer l'ionisation par la décharge d'un électroscope, on peut exécuter un autre montage — celui-là même que le professeur Piccard a utilisé pour mesurer l'ionisation due aux rayons cosmiques.

Comme on le voit, un tel dispositif aboutit à l'installation d'un « compteur de courant » pur et simple.

La chambre d'ionisation étant placée dans le champ radiothérapique, sur le malade lui-même, il suffit, par conséquent, de la relier au « compteur ». La conduite électrique du précédent modèle (reliant la chambre d'ionisation à un *électroscope*) exigeait

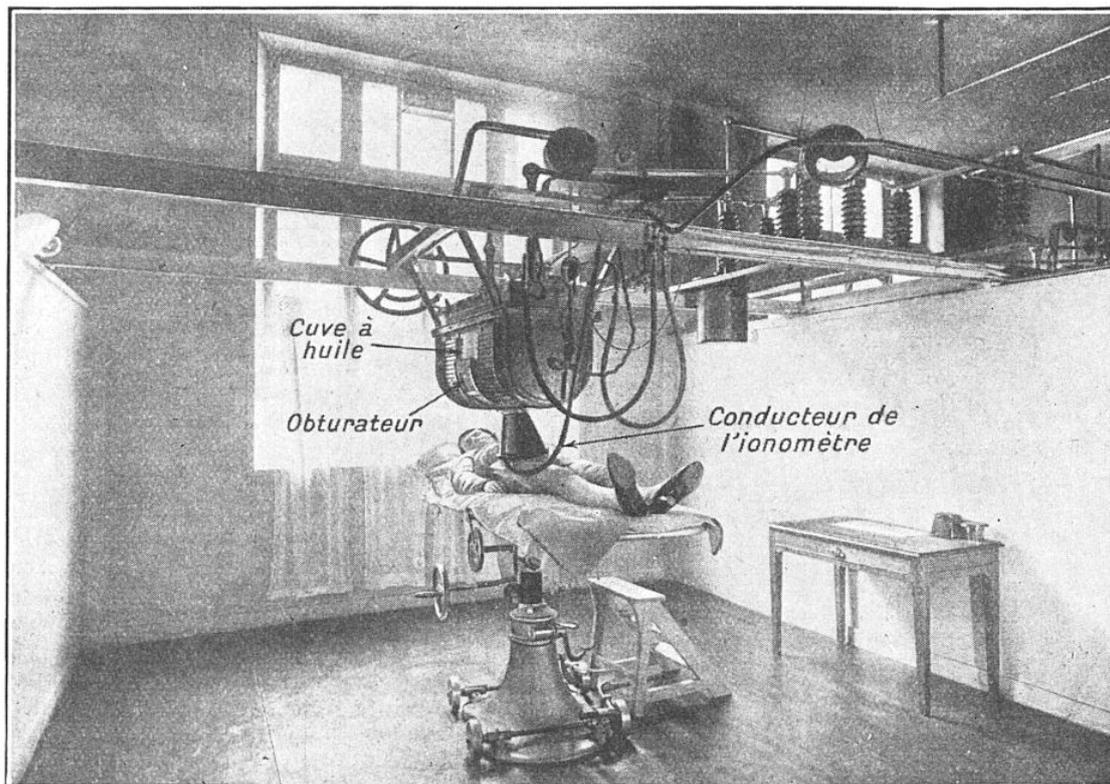


FIG. 9. — L'INSTALLATION GÉNÉRALE DU DISPOSITIF DE MESURE, DANS LA CHAMBRE DE TRAITEMENT DE L'HOPITAL SAINT-LOUIS, A PARIS

La chambre d'ionisation est placée sous le cône qui « localise » le rayonnement X sur le corps du malade.

Si la chambre d'ionisation comporte deux électrodes parfaitement isolées et placées dans le circuit électrique d'un galvanomètre, chacune des électrodes attirera les ions gazeux de signe contraire à son propre signe. Ce transport des ions électrisés à travers la masse gazeuse a pour effet de diminuer la résistance de celle-ci au passage du courant. Plus l'ionisation sera intense, plus il passera de courant dans le circuit. La quantité de courant enregistré (en milliam-pères-seconde) mesurera donc, finalement, la quantité du rayonnement responsable de l'ionisation du gaz enclos dans la chambre.

des précautions d'isolement infiniment minutieuses : c'était une conduite d'ordre purement statique, prolongeant en quelque sorte l'armature de l'électroscope, et destinée, par conséquent, à porter une « charge » électrique plutôt qu'à canaliser un « courant ». La conduite électrique du second système est, au contraire, affectée au passage d'un courant ordinaire : son isolement est aussi facile à réaliser que celui d'un conducteur ordinaire.

C'est sur un tel procédé qu'est basé l'appareil Hammer. Nous l'avons choisi entre beaucoup d'autres, parce qu'il figure précisément aux services radiologiques de l'hôpi-

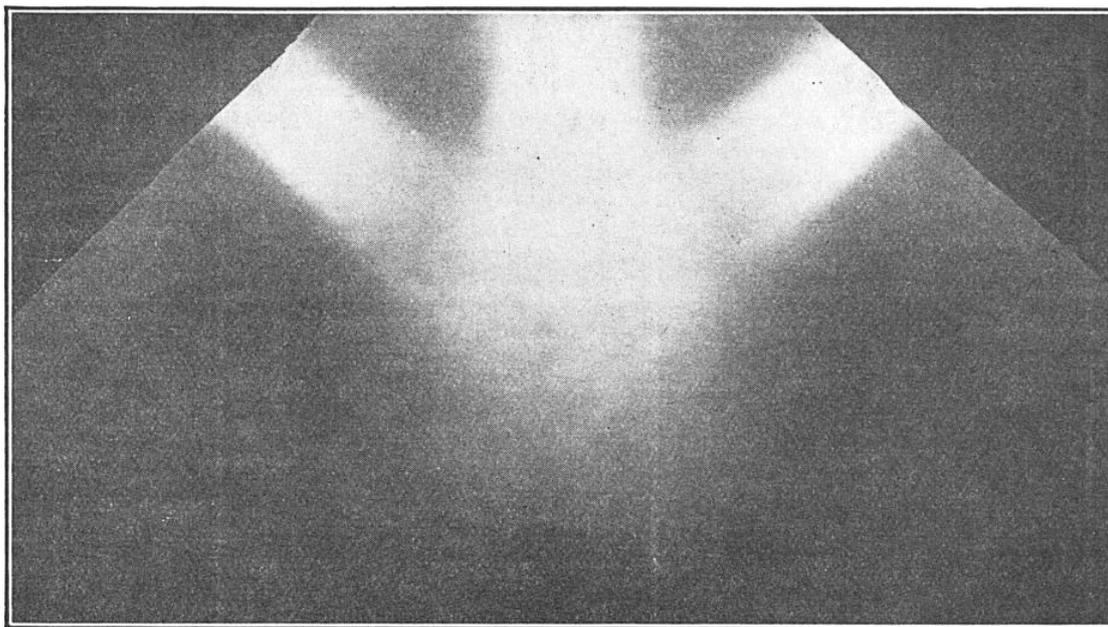


FIG. 10. — COMMENT SE PRÉSENTE LE RAYONNEMENT PÉNÉTRANT « GAMMA », EN CURIETHÉRAPIE. TROIS FAISCEAUX DE RAYONS CONVERGENT VERS LE MÊME POINT

Les appareils à base de radium peuvent prendre les formes les plus variées. La photographie ci-dessus représente trois projecteurs dont les éléments (contenant chacun un certain nombre de tubes radioactifs) fournissent des faisceaux convergent en profondeur sur le point qu'il s'agit de traiter.

tal Saint-Louis, à côté du dispositif Solomon.

Notre photographie (fig. 1) et notre croquis (fig. 6) montrent comment cet appareil pousse la complaisance jusqu'à totaliser, par écrit, les doses de rayonnement distribuées.

Le dosage en curiethérapie

L'un et l'autre des appareils que nous venons de décrire servent à doser principalement le rayonnement X.

La curiethérapie — ou traitement par le radium — exige des appareils de mesure encore plus délicats, surtout quand les tubes radioactifs sont appliqués dans les cavités profondes du corps humain. On a donc perfectionné

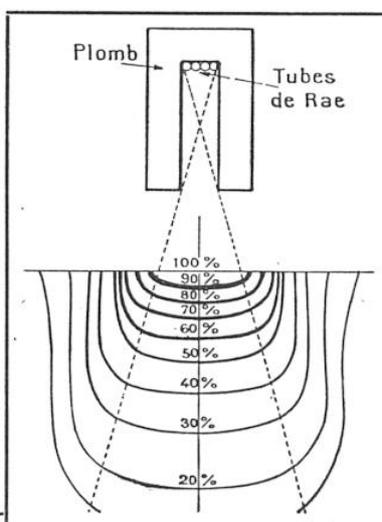


FIG. 11. — CE SCHÉMA MONTRE (PAR COURBES D'ÉGALE INTENSITÉ) LA RÉPARTITION DANS L'ESPACE DU RAYONNEMENT « GAMMA » D'UN APPAREIL ÉLÉMENTAIRE. Celui-ci se compose d'un simple culot de plomb protecteur et portant, au fond, les tubes de radium ou d'émanation des rayons gamma.

la technique précédente.

L'application de la radioactivité à la thérapeutique se fait au moyen de tubes minuscules, qui contiennent soit quelques milligrammes de radium-élément, soit de l'émanation (ou radon) recueillie sur le radium-élément. Au moyen de ces tubes unitaires (enfoncés au fond d'un culot de plomb individuel destiné à empêcher la radiation *gamma* d'errer hors du champ thérapeutique proprement dit), on peut constituer des dispositifs d'irradiation compliqués comme, par exemple, une cuirasse moulant un sein qu'il s'agit de traiter. Les tubes disposés à la surface de ce moulage fournissent évidemment un champ d'irradiation fort complexe,

analogue à l'éclairage que produirait une collection de lampes à projecteurs différemment orientés et juxtaposés dans l'ordre peu géométrique qu'exigent les formes du corps humain. Le médecin qui fait de la curiethérapie doit, cependant, connaître l'intensité de ce champ de radiation en chacun des points de l'espace où viendra s'insérer le corps du malade avec ses organes internes si différents. Pour arriver à cette connaissance, le radiothérapeute doit donc être à même d'explorer le champ des rayons *gamma* avec un appareil extrêmement localisé, autrement dit, avec une chambre d'ionisation du volume le plus réduit possible.

Dans ce but, un médecin physicien de Stockholm, M. Sievert, a su établir des chambres d'ionisation dont le volume intérieur ne dépasse pas un quart de centimètre cube. Ces chambres se présentent sous la forme de petites sphères, dont le schéma ci-joint (fig. 13) montre la coupe. Le corps central constitue une électrode. La paroi extérieure de la sphère forme la seconde électrode.

Entre les deux est ménagé le volume d'air qu'ionisera le rayonnement pénétrant. En somme, il s'agit là d'un condensateur sphérique, dont le temps de décharge sous l'action ionisante du rayonnement mesuré doit être enregistré par un électroscope.

L'électroscope sera, cela va sans dire, à l'échelle de la chambre, c'est-à-dire, lui aussi, minuscule. L'ensemble sera disposé à l'extrémité d'une lunette-microscope destinée à opérer les lectures sur l'aiguille (feuille d'or) de l'appareil, que l'opérateur dirige avec la plus grande facilité en tel ou tel point du champ qu'il s'agit d'étalonner.

La chambre d'ionisation et l'électroscope étant pour ainsi dire *juxtaposés*, il n'est plus besoin de tenir compte, ici, des déperditions dont est passible toute connexion « électrostatique » un peu étendue. Tant et si bien que le montage microradiométrique de Sievert fonctionne, malgré ses dimensions réduites,

avec plus de sûreté que le montage similaire à grande échelle décrit plus haut.

Mais le radiothérapeute veut aller plus loin. Il prétend mesurer la radiation *gamma*, chaque fois qu'il le peut, sur le corps même du malade. Il insère donc la minuscule chambre d'ionisation de Sievert dans un tube de caoutchouc qu'il enfonce dans les cavités naturelles du patient, si le traitement concerne ces régions du corps. Plusieurs chambres de Sievert peuvent être juxtaposées dans le même tube. La lecture s'effectue, dans ce cas, grâce à une connexion d'un conducteur entre les chambres et l'électroscope.

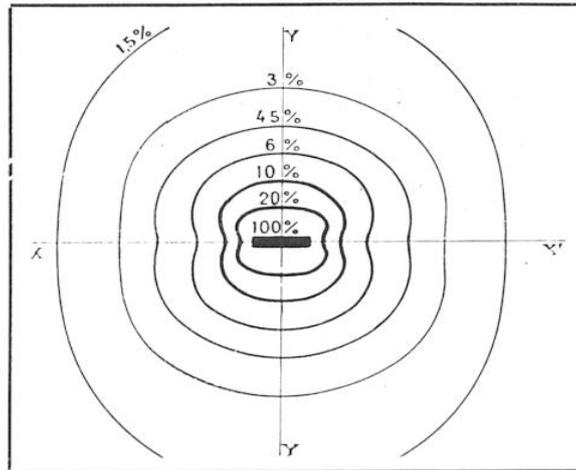


FIG. 12. — LA FORME (PAR COURBES D'ÉGALITÉ D'INTENSITÉ) DU CHAMP DE RAYONNEMENT D'UN TUBE DE RADIUM INSÉRÉ DIRECTEMENT DANS LES TISSUS DE L'ORGANISME

La mesure automatique des rayons cosmiques en altitude

Ouvrons ici une incidente.

La technique si curieuse que nous venons d'embrasser d'un regard très rapide montre jusqu'à l'évidence que les mêmes appareils, établis à l'usage de la radiothérapie, peuvent enregistrer l'ionisation due aux rayons cosmiques.

Il n'est donc que de confier ces appareils (dont le poids n'excède pas quelques kilogrammes), à des ballons ou des « trains » de ballons-sondes. Ces ballons s'élèveront beaucoup plus haut, deux fois plus haut, que ne l'a fait le professeur Piccard, au prix de risques énormes. Retournés à terre, les appareils enregistreurs automatiques du type Hammer livreront aux physiciens le graphique des précieuses mesures d'ionisation en altitude. Ces appareils peuvent, cela va sans dire, actionner une émission hertzienne qui enverrait les résultats au fur et à mesure de l'enregistrement.

L'avenir de la radiothérapie rationnelle, ses difficultés physiques

Quoi qu'il en soit, avec de tels appareils, le médecin inaugure enfin la radiothérapie rationnelle. Il ne dose plus à l'aveuglette les radiations pénétrantes. On conçoit aisément la portée du progrès ainsi réalisé.

J'ai cependant réservé pour la fin de cette étude une question essentielle, parce qu'elle est encore loin d'être tranchée : *quelle est l'unité de mesure* par laquelle s'évaluent, en chiffres, les doses de rayonnement ?

Les physiciens n'ont pas encore pu fournir aux médecins une telle unité de mesure *pratique*. Dans ses théories, le physicien calcule à la perfection l'énergie d'un rayonnement *simple*, c'est-à-dire comportant une seule longueur d'onde. Malheureusement un tel rayonnement (monochromatique) n'existe pas plus dans le spectre des rayons X, ou dans celui des rayons *gamma*, qu'il n'existe de « couleur pure » isolable sur le spectre lumineux. Les radiations pénétrantes sont fournies, en bloc, comme les faisceaux de la lumière visible. Le médecin peut les « filtrer » au moyen d'écrans métalliques (ordinairement en cuivre), de manière à éliminer les longueurs d'ondes nuisibles. Mais cette technique est nécessairement toute empirique. L'unité conventionnelle admise pour la mesure du rayonnement le sera, par conséquent, également.

Pour établir cette unité, on prend une *source étalon* de rayonnement pénétrant. On la dispose à une distance déterminée de la chambre d'ionisation, avec filtrage par un écran d'épaisseur constante. Le temps de décharge de l'électroscope (ou le temps de passage du courant électrique), comme il a été expliqué ci-dessus, est alors censé mesurer la quantité d'énergie fournie par le rayonnement.

La « source étalon » de rayonnement pénétrant peut être soit une ampoule à rayons X, elle-même étalonnée par le courant électrique qui l'alimente, soit une certaine quantité de radium-élément.

Et c'est pourquoi, en l'état actuel, les radiothérapeutes sont tour à tour sollicités d'employer deux *unités* de mesure du rayonnement. L'une s'appelle le *r* inter-

national : elle est définie au moyen d'une ampoule X étalon. L'autre est le *R* du docteur Solomon, établie par étalonnage sur le radium (1). Ces deux unités tentent de se relier au système classique G. G. S. Nous n'entrerons pas dans la discussion que suscite leur adoption. Qu'il y ait divergence de vues à ce sujet chez les physiciens autant que chez les praticiens, cela confirme bien ce que nous avons dit en débutant : la mesure objective de l'énergie rayonnante est l'un des problèmes les plus ardues — et peut être insoluble en toute rigueur — de la physique. N'est-ce pas la mesure du rayonnement du *corps noir* (radiateur parfait) qui a soulevé, en 1900, le problème des *quanta*, c'est-à-dire la plus profonde révolution qui ait secoué et qui secoue encore, présentement, toute la science ?



FIG. 14. — PLUSIEURS CHAMBRES DE SIEVERT PEUVENT ÊTRE INSÉRÉES DANS UN MÊME TUBE DE CAOUTCHOUC FORMANT SONDE, POUR EXPLORER LE CHAMP DU RAYONNEMENT AU CŒUR MÊME DE L'ORGANISME

TRAITÉ
Les appareils de mesure, récemment mis en service, que nous venons de décrire, n'en restent pas moins des phares très précieux capables d'éclairer le médecin dans la technique si jeune

de la radiothérapie, où il n'avancait, jusqu'ici, qu'en tâtonnant. Dût-on accepter

(1) Lorsqu'elle s'étalonne sur le *radium*, l'unité de rayonnement s'exprime en « milligrammes-heure » : elle mesure, dans ce cas, le rayonnement émis par 1 milligramme de radium durant une heure.

Si on prend pour étalon le *radon* (émanation du radium, dont la « vie » radioactive moyenne n'est que de quelques jours, l'unité de rayonnement se mesure par « millicuries détruits en une heure ». (Le millicurie mesure le nombre d'atomes de l'émanation désintégrés avec libération d'une certaine quantité d'énergie sous forme de rayonnement.) Les deux étalonnements se correspondent, car 1 *gramme de radium en équilibre avec son émanation perd PAR DÉSINTÉGRATION 7,51 millicuries par heure.*

Le *R* du docteur Solomon se définit alors comme il suit : « C'est l'unité d'intensité d'un rayonnement X qui produit la même *ionisation* qu'un gramme de radium élément placé à 2 centimètres de la chambre d'ionisation et filtré sur 0 mm 5 de platine. Il est sous-entendu que la chambre d'ionisation étalon est celle « du docteur Solomon », ce qui est évidemment assez arbitraire.

Le *r international* proposé en 1924 par la *Roentgen Gesellschaft* est fondé sur le rayonnement X, qui produit, dans 1 centimètre cube d'air, une « ionisation » d'une unité électrostatique. (L'ionisation créée, en effet, de l'électricité statique dont la mesure se fait par neutralisation d'un électroscope portant une charge connue.)

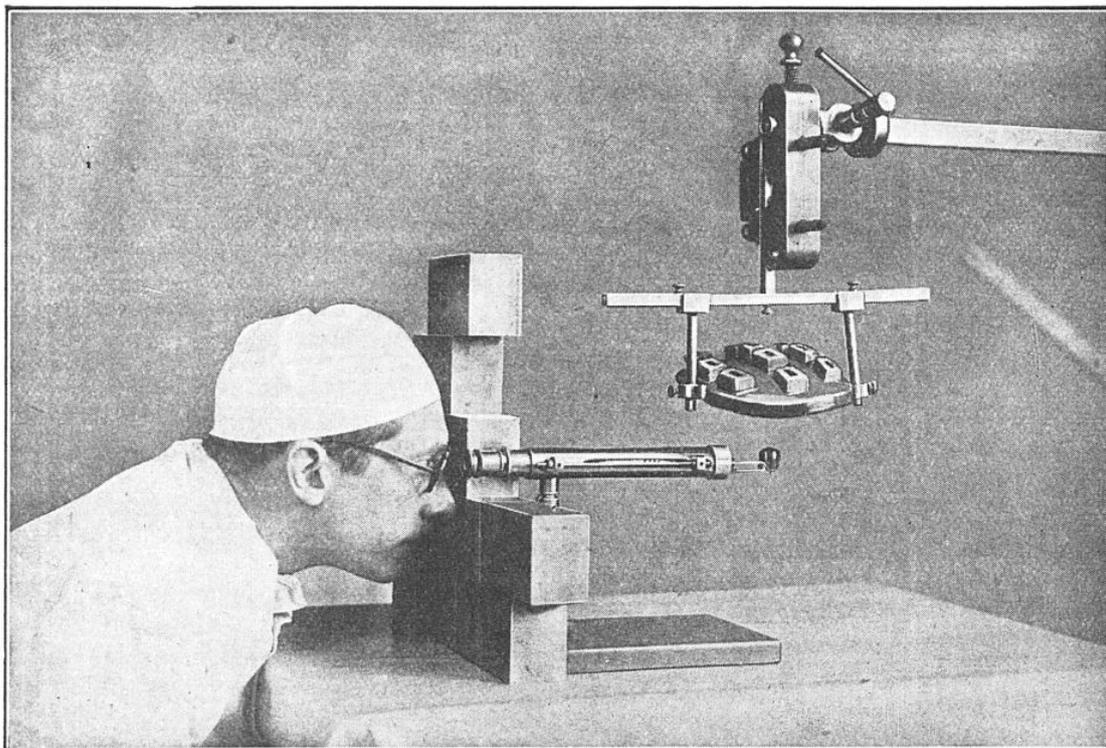


FIG. 15. — LA MESURE DU CHAMP DE RAYONNEMENT D'UN APPAREILLAGE DE CURIETHÉRAPIE, A L'HOPITAL TENON, PAR LE DOCTEUR COLIEZ

L'appareil, moulé sur la partie du corps à traiter, est, ici, pourvu de dix éléments de radiation diversement orientés : leur rayonnement donne lieu à un champ complexe que l'on mesure, point par point, au moyen du dispositif « micrométrique » de Sievert. Une chambre minuscule de Sievert et un électroscope sont réunis ensemble dans la petite sphérule placée, au bout d'une tige mobile, dans l'axe de visée d'une lunette-microscope. L'observateur est protégé par d'épaisses lames de plomb.

simultanément plusieurs unités de mesure du rayonnement, que celui-ci n'en serait pas moins dosable et dosé dans son application pratique — de même que la variété des étalons métriques commerciaux dans le monde n'empêche pas le trafic, et c'est là évidemment ce qui importe le plus.

Mais, un jour qui, peut-être, n'est pas

lointain, physiciens et médecins sauront discerner avec précision les diverses ondes du rayonnement pénétrant et déceler leurs actions spécifiques sur la vie des cellules. Sur cette frontière précise se fera alors la jonction des deux sciences encore bien éloignées que sont : la physique et la biologie.

JEAN LABADIÉ.

Les crises économiques sont le résultat de dépenses improductives ; il y a prospérité apparente pendant que l'on dépense et appauvrissement au moment où l'on ne récupère pas la dépense, soit parce que la récolte est mauvaise, les chemins de fer encore inutilisés (crise de 1857), les canons ou munitions détruits ou les stocks invendables. — Mais, tandis que les crises agricoles (mauvaises récoltes) se traduisent par un appauvrissement apparent (disette), les crises industrielles sont artificielles et se traduisent par une abondance trompeuse.

Max Sorel.

QU'EST-CE QUE LE CHAUFFAGE PAR « PULSION D'AIR » ?

Par G. LEROUX

ANCIEN ÉLÈVE DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE

La technique du chauffage central a considérablement évolué depuis l'ancien calorifère à air chaud, dont le moindre inconvénient était de distribuer un air surchargé de poussières plus ou moins nuisibles. Aussi le chauffage à vapeur, et surtout à eau chaude, l'ont-ils à peu près détrôné partout. Un revirement semble cependant se produire aujourd'hui en sa faveur, grâce au système suivant : l'air pur, aspiré le plus haut possible dans l'atmosphère, et au besoin filtré, est envoyé sur des « batteries de chauffe », puis refoulé dans des canalisations de distribution aboutissant aux « bouches de chaleur » situées dans les pièces à chauffer. Il est facile ainsi de réaliser le « conditionnement » de l'air en le faisant passer sur des humidificateurs qui lui donnent le degré hygrométrique compatible avec le maximum de confort. On peut cependant objecter à ce système l'encombrement entraîné par l'installation des gaines de distribution d'air. Aussi cherche-t-on à en diminuer le volume en augmentant la vitesse de circulation de l'air. De la solution de ce problème dépend l'avenir de ce procédé de chauffage nouveau en France, qui peut d'ailleurs, en été, assurer également la distribution d'air refroidi aussi bien que celle de l'air chaud en hiver. Ce système est, du reste, assez répandu aux Etats-Unis et au Canada.

COMME la vie, la technique est souvent un recommencement. Ses progrès, si formidables soient-ils, se font autour de certains principes qui, alternativement, connaissent la faveur et l'oubli.

Un de ces retours favorables se produit en ce moment au profit du chauffage à air, qui semblait définitivement remplacé par les dispositifs à eau chaude et à vapeur. Si l'évolution est à peine prononcée en France, elle se manifeste nettement en Amérique, qu'il s'agisse de la distribution d'air chaud, avec tous ses perfectionnements modernes, ou du simple poêle à air, cher aux Canadiens. La marine, en outre, utilise en grand, depuis longtemps déjà, les principes de chauffage-aération.

Une évolution nécessaire dans la technique du chauffage

Ce n'est pas, d'ailleurs, une simple question de mode qui provoque cette renaissance du chauffage à air chaud, mais bien l'évolution de la technique et la recherche constante d'une meilleure hygiène.

Il ne s'agit certes pas de ressusciter le vieux calorifère, avec son faible rendement et ses inconvénients multiples, mais de créer un chauffage central plus économique, si possible, et surtout plus naturel et plus sain. On cherche à donner à l'être humain, non un air confiné, réchauffé et asséché par des radiateurs, mais l'air pur qui vient du dehors

et que l'on ira chercher dans les couches les plus saines de l'atmosphère.

On voit déjà apparaître, ici, une des conditions de ce nouveau chauffage moderne : la recherche ou la production de l'air pur, et sa distribution rationnelle. On ne demandera plus nécessairement à la force ascensionnelle de l'air chaud d'être l'unique moteur de la distribution. L'air ira, non où il peut, mais où il doit aller, et des ventilateurs l'aspire-ront et le refouleront selon les besoins de la répartition.

Le chauffage-aération est hygiénique, rationnel et souvent économique

Tout propriétaire d'un chauffage central par radiateurs constate, au bout de très peu de temps que les plantes s'étioient, en hiver, dans ses appartements. Faire vivre des hommes dans une atmosphère impropre à la vie végétale est une anomalie que la technique moderne se doit de faire disparaître.

Dans les hôpitaux et sanatoria, le problème est encore plus grave. Aussi les progrès de la technique permettent-ils de croire que, tôt ou tard, les cahiers des charges relatifs au chauffage des bâtiments neufs seront aussi impératifs pour ce qui concerne la qualité de l'air et son « conditionnement » (1) que pour la détermination du nombre de calories à fournir ou des températures à

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

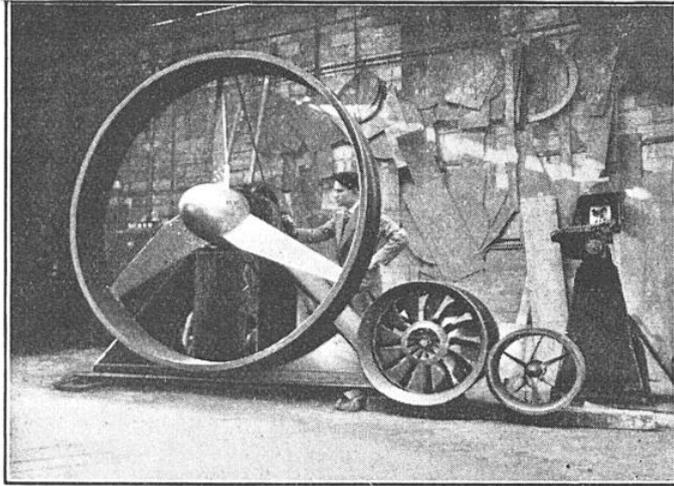


FIG. 1. — TYPES DE VENTILATEURS HÉLICOÏDES A HAUT RENDEMENT, DESTINÉS A LA « PULSION » DE L'AIR

La forme des pales des ventilateurs a une grande importance pour le rendement (on peut remarquer, en particulier, celle des appareils de droite et de gauche). La soufflerie du centre est particulièrement curieuse en raison du petit ventilateur placé au centre et qui, également, augmente considérablement le rendement.

atteindre. Jusqu'ici ne se posait qu'un problème de quantité ; désormais, la qualité sera définie et recherchée avec la même précision.

S' imagine-t-on ce que peut être l'atmosphère d'une pièce, lorsque, au bout de quelques heures, les poumons des occupants ont débité nombre de litres de gaz carbonique et des millions de bactéries ou germes de toutes sortes ? Quand on songe, par exemple, que certains médecins de dispensaires antituberculeux reçoivent, sans arrêt, pendant toute une après-midi, des malades gravement atteints, comment ne pas souhaiter que l'on puisse apporter dans leur cabinet de consultation ou leur salle d'attente un air constamment purifié ?

Evidemment, on objectera qu'il se produit toujours une certaine ventilation des pièces par les interstices des portes et fenêtres, circulation qu'un installateur peut favoriser par une répartition judicieuse des radiateurs. Mais, malgré cela, l'air devient rapidement, sinon irrespirable, au moins malsain, et l'on se voit obligé d'ouvrir les

fenêtres. Est-il besoin de souligner ce que cette réfrigération, par à-coups, a de dangereux d'abord, d'irrationnel ensuite ?

Il faut donc apporter de l'air pur dans les appartements. Cet air, d'ailleurs, asséchera les murs, car, du fait de son introduction mécanique dans les pièces, avec une certaine vitesse (0 m 50 par seconde, en moyenne), il se trouvera sous une très légère pression et chassera l'humidité des parois vers l'extérieur.

Cette action du chauffage à air sur les murs est à retenir, car elle constitue un des avantages économiques du procédé. Des murs humides sont, en effet, des parois très refroidissantes, qui peuvent consommer près de la moitié des calories apportées par le chauffage. Le rendement de l'installation augmente considérablement lorsque les murs ont été préalablement asséchés.

Notons que le chauffage à air est d'une installation particulièrement économique. L'air étant chassé par des ventilateurs, ou, selon le terme technique, « pulsé », les questions de force ascensionnelle ne se

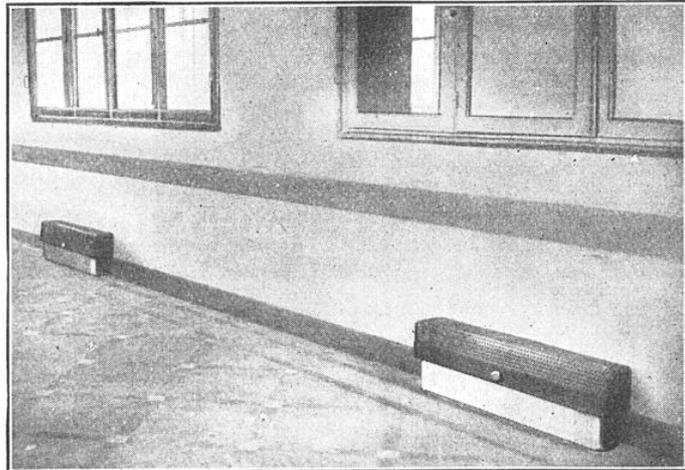


FIG. 2. — CHAUFFAGE-AÉRATION D'UNE SALLE DE RÉUNION (SALLE DE 20 MÈTRES SUR 10 MÈTRES ENVIRON)

On voit ici le mur intérieur (séparant la pièce d'un couloir) contre lequel sont placés les bouches de chaleur. Les fenêtres sont dans le mur opposé. Les bouches sont de simples diffuseurs en tôle, protégés contre la chute des poussières et objets par une plaque en tôle perforée. Un obturateur (simple plaque commandée par un bouton molleté visible au centre de la bouche) permet de régler l'arrivée d'air, et, par suite, le débit.

posent plus. Les appareils de production de chaleur et de propulsion peuvent être placés aussi bien à la cave qu'au grenier et l'architecte est ainsi libéré d'une lourde sujétion d'emplacement. D'autre part, il n'y a plus de canalisations de retour, et l'encombrement dans les pièces se réduit à une ou plusieurs bouches d'air, de dimensions insignifiantes. Les radiateurs encombrants, les inesthétiques tuyaux sont supprimés et, si l'archi-

service d'été et d'hiver est, assurément, un des grands avantages du procédé, et nous pensons même que sa vulgarisation sera due, pour une bonne part, à cette nouvelle et inappréciable commodité.

Comment fonctionne le chauffage-aération

Les explications que nous avons déjà données permettent de concevoir aisément

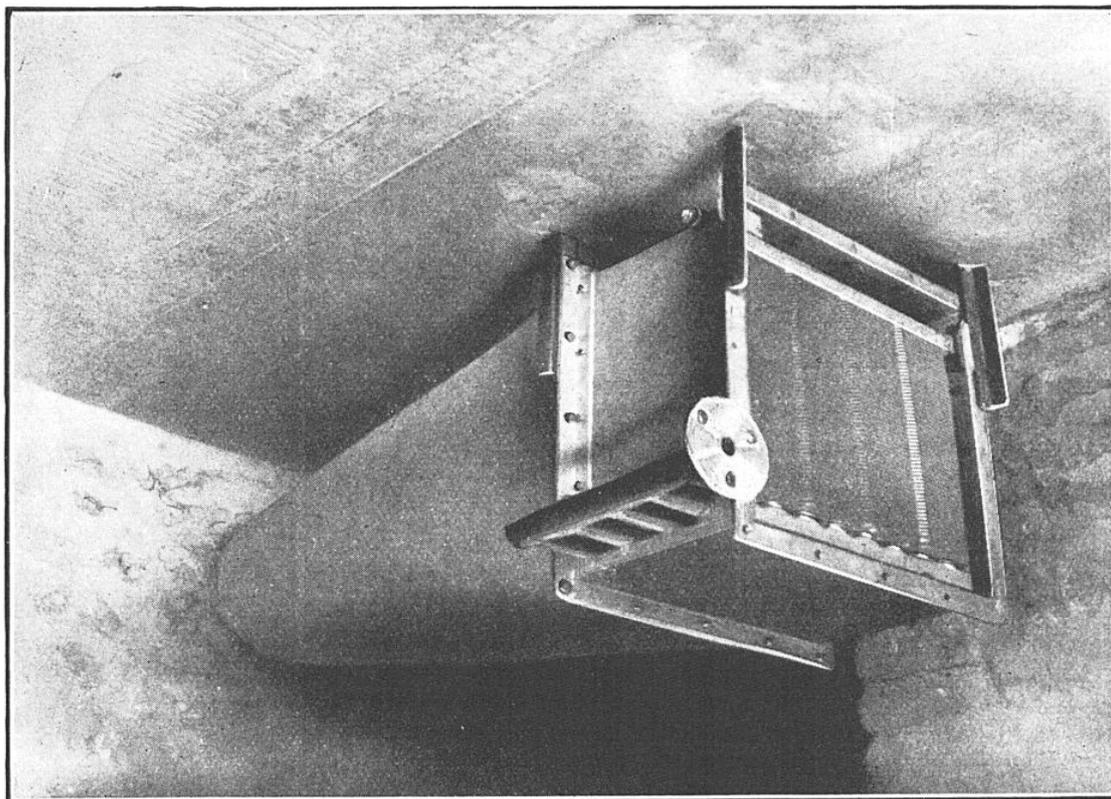


FIG. 3. — BATTERIES DE CHAUFFE POUR LE CHAUFFAGE DE L'AIR

Tout l'avant de l'installation a été enlevé. On peut voir ainsi les ailettes de la batterie de chauffe. Sur le côté, on remarque le tuyau d'amenée de vapeur à la batterie de chauffe et à l'injecteur qui permet le dosage de l'eau dans l'air de distribution. En arrière, se trouve le départ de la canalisation de distribution.

tecte a prévu, dans son gros œuvre, les canalisations ou « gaines » de distribution, l'installation peut être parfaitement invisible. Il y a là, certainement, une supériorité au point de vue esthétique et une commodité fort appréciables.

Enfin, il est évident que l'installation peut servir, en été, à la ventilation des pièces. Bien mieux, si l'on dirige l'air, non plus sur des batteries de chauffe, mais sur des sources de froid, il devient aisé de la faire servir à la réfrigération. Cette adaptation au double

l'installation. Un chauffage à air chaud comprend donc : une ou plusieurs prises d'air, un ou plusieurs ventilateurs, des réchauffeurs d'air, des gaines de distribution, des bouches de chaleur.

L'air, avons-nous dit, doit être pris dans les régions où il est le plus pur, c'est-à-dire, si l'on est en ville, dans les parties hautes et les mieux abritées contre les fumées. Très souvent, lorsque l'on recherche une très grande pureté, on le fait passer à travers des filtres, qui le débarrassent des poussières

et des bactéries qu'il tient en suspension.

On peut également mélanger à l'air certains gaz ou vapeurs en vue d'un résultat déterminé, tel, par exemple, que la désinfection des pièces ou leur purification. Dans nombre de cas, et surtout lorsqu'il s'agit d'applications industrielles ou de chauffage-ventilation de salles de réunion, on réalise ce que l'on appelle le « conditionnement » (1)

de chauffe remplace plusieurs radiateurs. De même les doubles canalisations, aller et retour, de vapeur ou d'eau chaude, sont remplacées par l'unique canalisation servant à la distribution de l'air dans les pièces.

Cette distribution se fait, de la manière la plus simple, par des gaines dont la section, de forme quelconque, diminue à mesure que l'on s'éloigne de la batterie de chauffe. Des

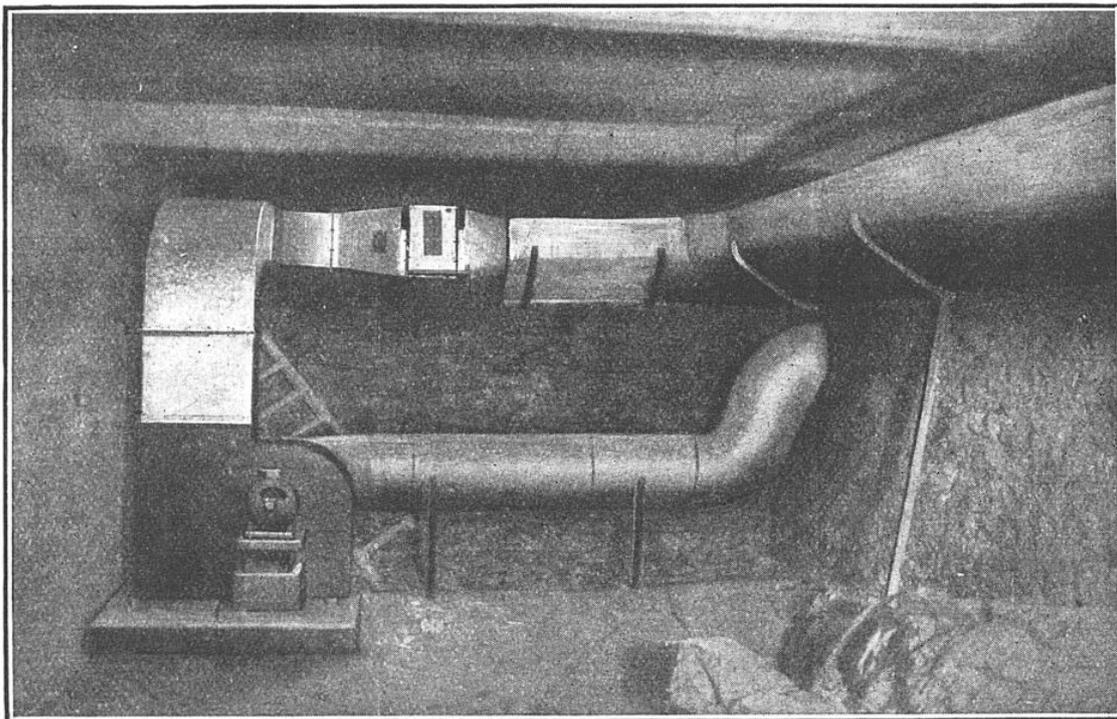


FIG. 4. — INSTALLATION COMPLÈTE DE CHAUFFAGE A AIR CHAUD

On voit, en bas, horizontalement, le tuyau amenant l'air extérieur ; en bas, à gauche : le moteur électrique et, derrière lui, le carter de la soufflerie, constituée, ici, par un ventilateur centrifuge ; à gauche, verticalement : le tuyau de refoulement de l'air ; en haut, au milieu : le carter de la batterie de chauffe ; à droite et en haut : le tuyau de distribution (en retour d'angle). Ce tuyau est enveloppé dans une gaine en tôle galvanisée contenant un mélange de sciure de bois et de chaux, et servant de calorifuge.

de l'air, en ajoutant une quantité donnée de vapeur d'eau, afin de maintenir un degré immuable d'humidité. Nous verrons quelle importance prend cette opération dans certains cas.

Les ventilateurs aspirent cet air et le refoulent sur les appareils de chauffage ou « batteries de chauffe » (fig. 3). Celles-ci sont simplement des radiateurs à eau chaude ou à vapeur, généralement formés par des tubes à ailettes qu'alimente une chaudière ordinaire de chauffage central. On voit tout de suite la simplification : une seule batterie

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

branchements partent de cette gaine principale pour alimenter les bouches de chaleur des diverses pièces.

Les bouches de chaleur peuvent être placées, soit au ras du sol, soit, de préférence, au plafond. La figure 2 montre une installation réalisée dans un réfectoire de sanatorium avec bouches au ras du sol ; on remarquera son faible encombrement, malgré la nécessité d'un système de protection contre les poussières et les balayures. Les bouches de plafond sont encore plus simples — en même temps que plus rationnelles — puisqu'il suffit de simples grilles, avec obturateur variable.

Il est évident que l'emplacement, en plan, des bouches de chaleur, est susceptible d'une grosse influence sur la régularité et le rendement de la distribution. L'air chaud décrit un certain circuit, qu'il faut bien connaître, afin d'assurer une répartition constante de la chaleur dans les régions occupées. En principe, on placera la distribution à l'opposé des zones froides, et plus particulièrement des fenêtres, afin de réaliser un courant allant de la source chaude aux parties froides et permettant l'évacuation de l'air

fait l'objet d'une étude particulière (1).

Pour les pièces habitées, et, notamment, les salles de spectacles, la réhumidification de l'air est généralement imposée par des considérations d'hygiène et de confort. Il faut à l'homme, pour un maximum de bien-être, une certaine température et un degré donné d'humidité dans l'air.

La notion de confort, qui était encore vague, il y a peu de temps, commence à se préciser. On a pu étudier, en Amérique, des courbes dites d'égal confort, donnant, pour

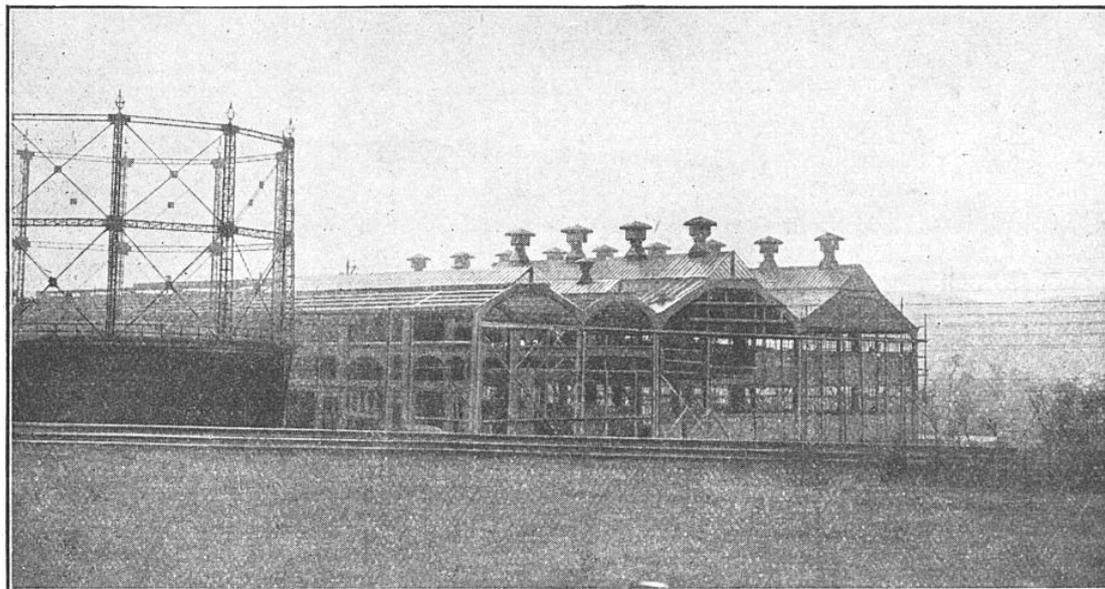


FIG. 5. — UTILISATION DU CHAUFFAGE A AIR CHAUD DANS L'INDUSTRIE

Sur le toit, les batteries d'aspirateurs servant à l'aération d'un local industriel (hauts fourneaux).

par les interstices des portes et surtout des fenêtres.

Le courant d'air chaud doit être naturellement insensible. Il faut cependant qu'il soit suffisant pour créer un état tel que l'air froid de l'extérieur ne puisse pénétrer dans les appartements autour des fenêtres et créer ainsi un apport d'air et de « frigories » incontrôlable.

Quelques mots sur le confort

Nous avons vu que, dans les installations perfectionnées, l'on ajoutait à l'air une certaine quantité de vapeur d'eau (lorsqu'il était nécessaire) afin de maintenir un degré constant d'humidité.

Dans nombre d'usines, cette constance du degré d'humidité est imposée par les nécessités de la fabrication. C'est là un problème industriel spécial qui a déjà

chaque température, le degré d'humidité requis pour réaliser une même sensation de bien-être. Ces courbes sont obtenues en faisant passer des sujets, normalement vêtus, d'une pièce, dont l'air est connu, dans une autre pièce, dont la température est différente ; en modifiant le degré hygrométrique de l'air de cette seconde pièce jusqu'à ce que plusieurs sujets aient le même sentiment de confort que dans la première, on obtient deux nouvelles données : température et degré hygrométrique, équivalentes, au point de vue du confort, à celles qui étaient obtenues dans la première pièce.

Ces courbes sont précieuses pour les entrepreneurs de chauffage-ventilation, puisqu'elles leur permettent, en faisant varier un seul élément : température ou pourcentage de vapeur d'eau, de maintenir dans la

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

salle une sensation constante de bien-être.

Au point de vue pratique, on réalise la réhumidification de l'air, soit en le faisant passer sur un brouillard d'eau artificiel, soit en injectant de la vapeur d'eau.

Il existe des installations dans lesquelles on utilise la constance de la température de l'eau dans les canalisations souterraines pour rafraîchir (en été) et en même temps humi-

nombreux replis, une grande surface. L'air de cette chambre intermédiaire, réchauffé par les gaz du foyer, transmet sa chaleur aux parois extérieures, dont la température est ainsi portée à 200°. Une seconde chambre, dans laquelle circule l'air à réchauffer, entoure l'ensemble du foyer et de la chambre intermédiaire ; l'air, arrivant par le bas, se réchauffe au contact des surfaces chaudes, et,

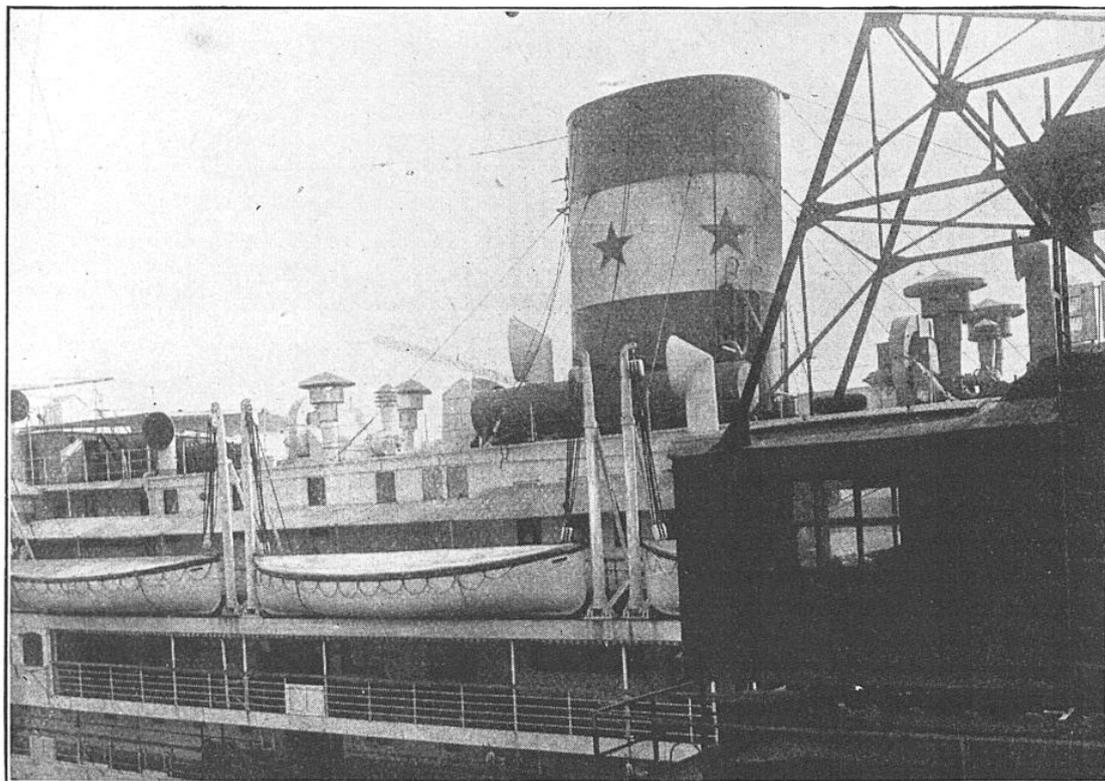


FIG. 6. — INSTALLATION DU CHAUFFAGE A AIR CHAUD SUR LES NAVIRES

On reconnaît sur la figure, à gauche de la cheminée, les mêmes aspirateurs que ceux représentés figure 5.

difier l'air. Le mélange se fait dans une haute tour, l'eau tombant en fines gouttelettes de la partie supérieure et l'air étant refoulé de bas en haut par de puissants ventilateurs.

Le chauffage à air dans les petites installations

Dans les installations modestes, le chauffage à air peut être réalisé simplement et économiquement à l'aide de poêles spéciaux.

Nous donnons ci-contre (fig. 7) le croquis d'un appareil de ce genre tout à fait nouveau en France.

Le foyer est entouré d'une chambre hermétiquement close et pleine d'air, dont les parois extérieures présentent, grâce à leurs

du fait de sa moindre densité, sort par la partie supérieure du poêle à une vitesse de 5 à 6 mètres à la seconde. De là, des canalisations — simples tuyaux avec branchements — le distribuent dans les appartements, à une température d'environ 150°.

La chambre intermédiaire, étant close, évite toute possibilité d'infiltration des gaz du foyer dans l'air à distribuer. On alimente donc les appartements avec un air aussi pur que celui de l'extérieur et on réalise ainsi un renouvellement permanent de leur atmosphère.

Ces appareils permettent de réaliser une installation complète de chauffage central d'une façon hygiénique et peu coûteuse. Ils ne tarderont pas, sans doute, à se généraliser.

Les aspirateurs améliorent le rendement du chauffage central

Nous ne pouvons terminer cette étude sur le chauffage et la ventilation, sans dire un mot d'un accessoire important destiné, soit à améliorer le tirage des cheminées, soit à faciliter l'évacuation de l'air vicié.

Ces appareils, nommés « aspirateurs », utilisent l'énergie du vent pour faciliter le mouvement ascensionnel des gaz brûlés, ou — s'il s'agit de ventilation — de l'air. Leurs formes sont étudiées en vue de créer, en arrière et sur les côtés des cheminées, des zones importantes de dépression, par lesquelles le fluide de la cheminée est aspiré.

Le rendement de ces appareils statiques se définit par le rapport de la vitesse verticale des gaz de la cheminée et de la vitesse horizontale du vent. L'aspirateur, que l'on voit sur les photographies (fig. 5 et 6), peut atteindre, dans certains cas, un rendement égal à 100 %, c'est-à-dire qu'il crée dans la cheminée un courant ascensionnel dont la vitesse est égale à celle du vent. Il permet donc des effets puissants.

Il existe une très grande variété d'aspirateurs. Ces appareils peuvent augmenter considérablement le rendement d'une installation de chauffage central, soit en améliorant le tirage de la cheminée, soit en facilitant l'évacuation de l'air vicié.

L'avenir du chauffage par pulsion d'air chaud

Dès maintenant, on peut dire que le chauffage par air pulsé s'impose dans toutes les

grandes installations, soit par sa simplicité, soit par son hygiène, soit par ses commodités.

Dans les installations de moindre importance, on peut objecter l'encombrement des canalisations principales, souvent volumineuses. C'est, à notre avis, le seul reproche sérieux que l'on doive faire, et encore n'a-t-il qu'une valeur relative dans les bâtiments neufs, où l'architecte a la possibilité de prévoir le passage des canalisations.

Nous pensons, d'ailleurs, que l'on arrivera prochainement à diminuer les sections des gaines et à les rendre aussi faibles que celles d'un chauffage central par radiateurs.

Aujourd'hui, la vitesse de circulation de l'air dans les gaines est calculée pour donner une vitesse d'évacuation, par les bouches, de 0 m 50 à la seconde. Dans ces conditions, la distribution peut se faire très silencieusement, et le courant d'air est insensible. Mais, pour obtenir un débit suffisant, il faut de larges sections.

Dès maintenant, on n'aurait aucune difficulté à augmenter la vitesse de circulation afin de diminuer la section des conduites d'air. Mais il faut toujours distribuer l'air à la vitesse de 0 m 50 à la seconde dans les pièces, afin de ne pas créer de courant sensible et d'éviter les

bruits parasites ou sifflements.

Le problème qui se pose est donc celui des bouches d'air. Le jour où l'on saura créer industriellement des diffuseurs permettant de ramener silencieusement la vitesse de l'air, des gaines de 20 ou 30 mètres par seconde à 0 m 50, l'avenir du chauffage à air, avec ventilation et, au besoin, réfrigération en été, sera assuré.

G. LEROUX.

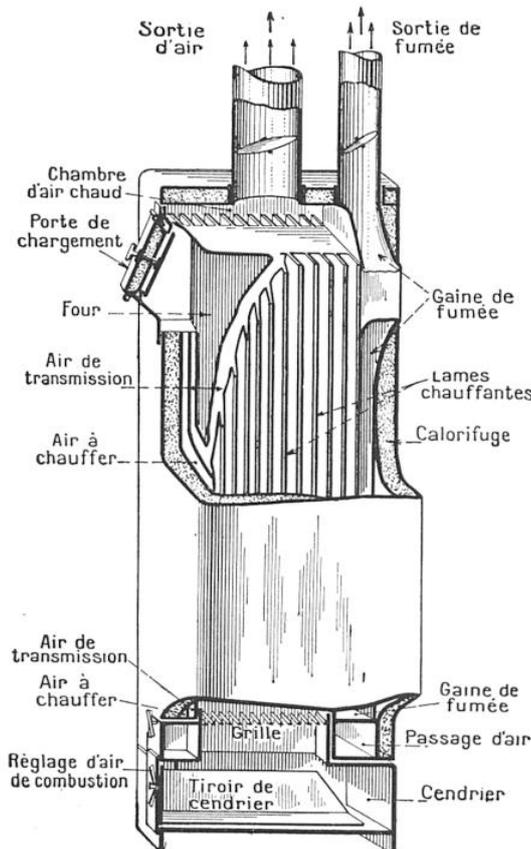
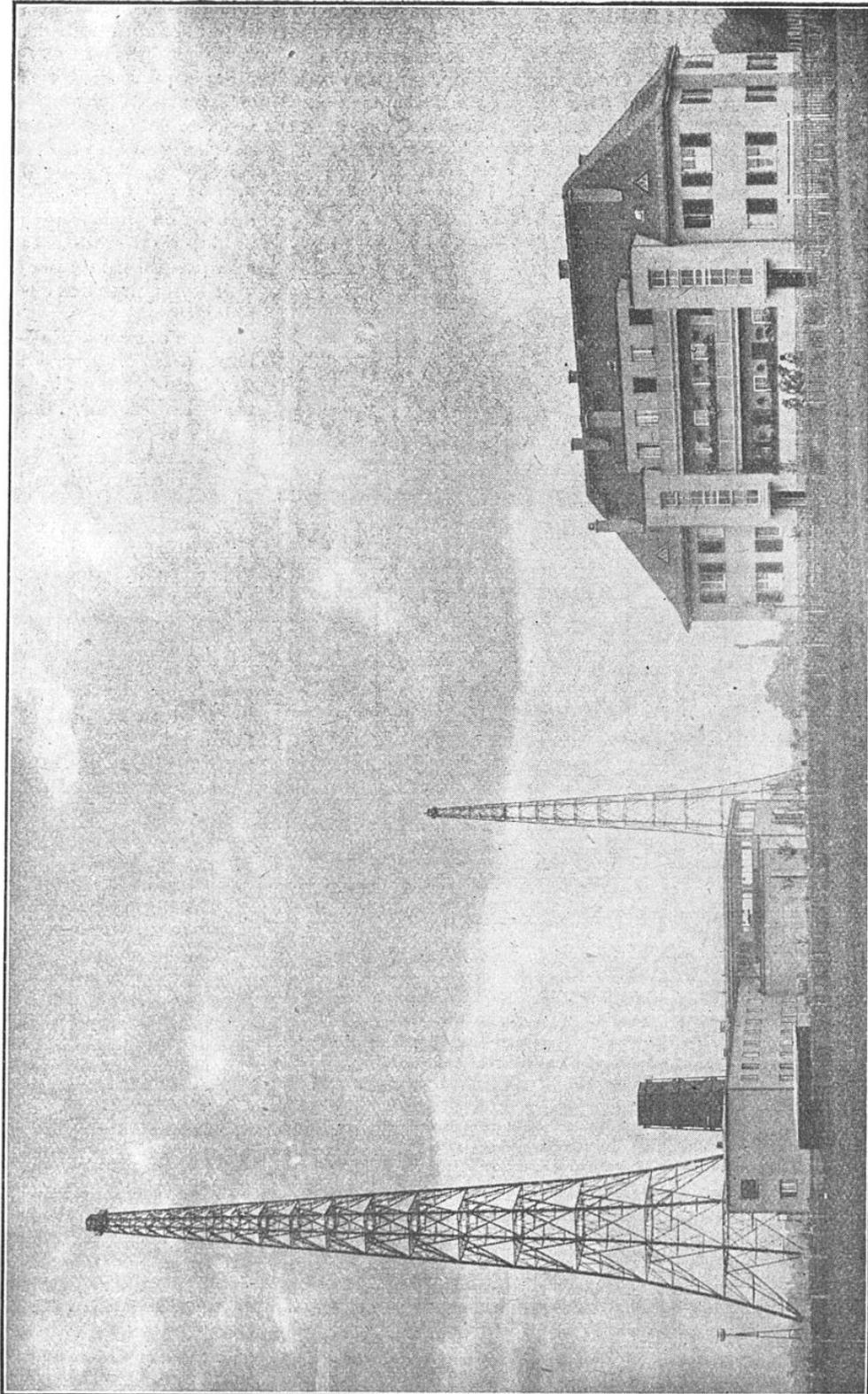


FIG. 7. — SCHÉMA D'UN POÊLE A AIR

Les gaz du foyer sont évacués par les gaines de fumée situées en arrière de l'appareil (à droite sur le croquis). L'air de transmission est enfermé entre le foyer et les « lames chauffantes ». L'air à réchauffer et à distribuer arrive par le « passage d'air », se réchauffe autour des lames chauffantes et sort par le tuyau central. Des canalisations (simples tuyaux de poêle) le distribuent de part et d'autre de la colonne montante. Le poêle est entièrement calorifugé.



ENSEMBLE DE LA STATION DE RADIODIFFUSION DE LEIPZIG (ALLEMAGNE), LA PLUS PUISSANTE DU MONDE
Le 28 octobre dernier, a été inaugurée la station de Leipzig, dont les 150 kilowatts-antenne la placent au premier rang dans le monde. Les deux pylônes de 125 mètres de haut qui soutiennent l'antenne sont en bois afin d'éviter tout effet d'induction entre l'antenne et d'importantes masses métalliques. La station ne comporte pas moins de sept échelons, et les lampes d'amplification finale pèsent chacune 35 kilogrammes.

LEIPZIG POSSÈDE MAINTENANT LA STATION DE RADIODIFFUSION LA PLUS PUISSANTE D'EUROPE

Par Jean MARIVAL

La puissance des stations de radiodiffusion s'accroît sans cesse. Il y a seulement une dizaine d'années, c'est seulement par centaines de watts que cette puissance s'évaluait. Aujourd'hui, si nous n'en sommes pas à compter par centaines de kilowatts, nous avons largement dépassé les cent kilowatts. La progression est énorme. Elle est due surtout aux perfectionnements apportés aux divers organes des stations, aux lampes triodes de plus en plus puissantes réalisées par les constructeurs, aux méthodes mêmes mises en œuvre pour l'émission et la modulation. Mais, ici encore, c'est le besoin qui a créé l'organe. Les multiples stations qui étaient disséminées sur les territoires ne pouvaient satisfaire chacune que des auditeurs régionaux. Comme pour les centrales électriques, le maximum de rendement ne pouvait être atteint qu'en accroissant la puissance. Ainsi, en France, le nouveau Radio-Paris, le nouveau Poste Parisien (1) se font entendre à des distances considérables. L'Allemagne vient, dans ce domaine, d'inaugurer à Leipzig la plus puissante station de radiodiffusion d'Europe, avec ses 150 kilowatts-antenne. Tous les progrès de la technique y ont été mis en œuvre pour assurer la régularité des émissions.

Le développement de la radiodiffusion exige de puissantes stations

LORSQUE naquit la radiodiffusion, de nombreuses stations s'érigèrent un peu partout dans le monde, chacune travaillant pour son propre compte sur la longueur d'onde qu'elle s'était choisie arbitrairement, sans se soucier de ses voisines. Il est vrai qu'à cette époque, qui n'est pas si lointaine d'ailleurs, les puissances mises en jeu, et, par conséquent, les portées réalisées, étaient trop faibles pour risquer de chevaucher les unes sur les autres. Mais le progrès devait transformer radicalement cet ordre de choses, ou plutôt ce désordre. En effet, au fur et à mesure que les puissances s'accroissent, les stations se gênent mutuellement, et il fut nécessaire de réglementer les longueurs d'onde, d'éloigner les stations importantes du centre des villes (nouveau « Radio-Paris », aux Essarts ; nouveau « Poste Parisien », aux Molières). Une sélection devait donc fatalement s'opérer et un plan d'ensemble devait être étudié pour organiser la radiodiffusion dans tous les pays. L'Allemagne devait suivre cette méthode rationnelle ; elle qui possède de nombreux postes locaux à faible portée, vient d'ériger la plus puissante station d'Europe.

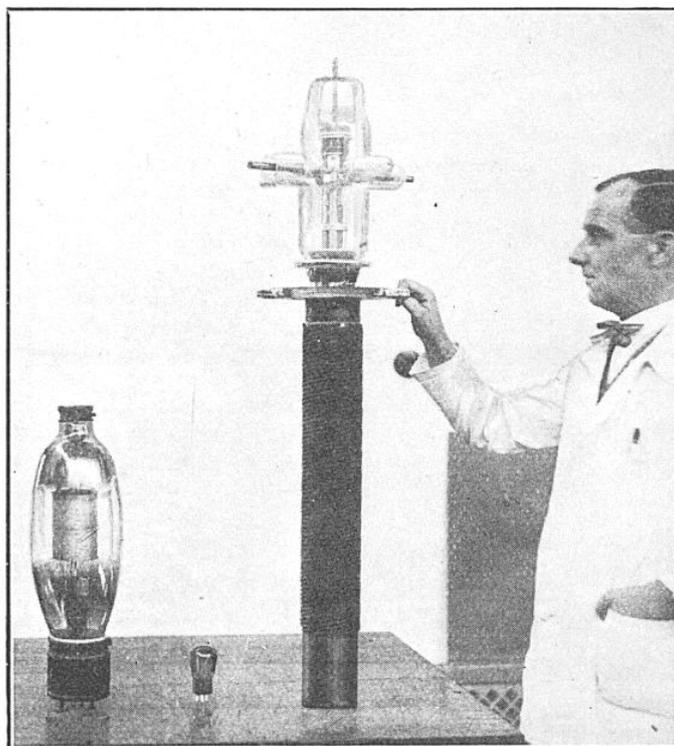
(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 189, page 112.

La nouvelle station de radiodiffusion a une puissance de 150 kilowatts-antenne

L'ancien émetteur de Leipzig, créé il y a huit ans, sur l'emplacement même de la foire technique, qui ne disposait que d'une puissance de 300 watts, vient d'être remplacé par une station 500 fois plus puissante, puisque l'émission s'effectue avec une puissance-antenne de 150 kilowatts, pouvant même être portée à 180 kilowatts. La nouvelle station, qui émet toujours sur 389 m 6, est située à Wiederau, près de Leipzig.

Cette station, représentée page ci-contre, se distingue extérieurement par deux immenses pylônes *en bois* de 125 mètres de haut, distants de 308 mètres et mesurant, à leur base, 25 m x 25 m et à leur sommet 1 m 80 x 1 m 80. Ainsi, l'antenne est parfaitement dégagée, sans qu'il ait été nécessaire de faire appel à d'énormes masses métalliques qui auraient considérablement gêné le rayonnement des ondes, par suite des effets d'induction des courants de haute fréquence qui parcourent l'antenne. Les deux sommets des pylônes sont reliés par un câble de chanvre du milieu duquel descend l'antenne. Toujours extérieurement, on remarque la tour de refroidissement où circule l'eau qui a refroidi les circuits électriques et les puissantes lampes de la station.

Pénétrons maintenant dans le bâtiment lui-même. Le poste proprement dit comprend sept échelons d'amplification, dont les cinq premiers sont refroidis à l'air et les deux derniers à l'eau. Le premier échelon constitue le générateur d'onde entretenue, ou plutôt de courant alternatif à haute fréquence, indispensable à toute émission. C'est lui qui sera modulé par les courants variables provenant des microphones installés dans l'auditorium situés dans la ville même de Leipzig ou sur les lieux des événements à radiodiffuser (spectacles, discours, compétitions sportives, etc.). La fréquence de ce courant est maintenue régulière par un quartz piézo-électrique, dont la température est maintenue constante à $1/200^{\circ}$ de degré près au moyen de thermostats. Ainsi, la fréquence reste la même à 1 millionième près. Le courant alternatif ainsi produit est amplifié jusqu'au cinquième échelon, où aboutissent les courants microphoniques. La puissance, qui était de 300 watts seulement passe alors à 1 kilowatt. Le sixième échelon la porte à 20 kilowatts, et le septième, enfin, à 150 kilowatts. Les lampes utilisées pour cette amplification finale sont vraiment remarquables. Elles ne pèsent pas moins de 35 kilogrammes chacune et coûtent individuellement 72 000 francs ! Le courant de chauffage des lampes atteint 2.000 ampères et leur tension d'anode, 10.000 volts.



ON VOIT ICI, PHOTOGRAPHIÉES COTE A COTE, UNE DES PUISSANTES LAMPES D'AMPLIFICATION DE LA NOUVELLE STATION DE LEIPZIG (A DROITE), UNE LAMPE DE L'ANCIEN POSTE DE 300 WATTS DE LEIPZIG (A GAUCHE) ET UNE LAMPE ORDINAIRE DE RÉCEPTION (AU CENTRE)

Refroidies par une circulation d'eau, les nouvelles lampes d'amplification de la station, qui portent la puissance de l'émission à 150 kilowatts dans l'antenne, pèsent chacune 35 kilogrammes et coûtent la bagatelle de 72.000 francs.

Une telle station se devait de comporter tous les dispositifs que la technique moderne met à la disposition des ingénieurs pour assurer des émissions régulières. C'est ainsi que tous les appareils, toutes les machines et installations nécessaires à son fonctionnement ont en double. Une interruption

ne peut donc durer que le temps nécessaire à passer d'un groupe à l'autre. Bien entendu, tous les circuits sont commandés à partir d'un pupitre unique agencé de telle sorte qu'aucune fausse manœuvre ne soit possible. Des indicateurs acoustiques et optiques signalent instantanément toute défectuosité et permettent aux ingénieurs de prendre toutes les mesures nécessitées par les circonstances.

Tel est l'ensemble de la nouvelle station à grande puissance de Leipzig, qui a été récemment inaugurée. Dans le domaine de la radiodiffusion,

la France, qui naguère encore était fort en retard sur les autres pays européens a accompli également un effort considérable. Plusieurs stations puissantes existent déjà sur son territoire (1). D'autres sont en construction. Leur portée est excellente. Lorsque l'organisation artistique aura atteint la perfection de la technique, la voix de la France occupera en Europe la place qui lui revient.

J. M.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 182, page 119.

LES MYSTÈRES DES SCIENCES NATURELLES

LES CURIEUSES HABITUDES ET MANIES DES INSECTES

Par C. PIERRE

MEMBRE DE LA SOCIÉTÉ ENTOMOLOGIQUE DE FRANCE

Les insectes se succèdent de génération en génération, exécutent les mêmes gestes, dans les mêmes conditions, aux mêmes saisons. Ces habitudes ancestrales, à peu près immuables, parfois simples manies, se sont établies, il y a des milliers d'années, avec les types primitifs, et se continuent automatiquement chez les espèces. Ce n'est pas de la mémoire, puisque ces animaux ne sont soumis à aucun apprentissage. Ils n'ont pas vu agir leurs parents, presque tous morts avant la naissance de leur progéniture, ou séparés par des causes absolument déterminées, indépendantes de la volonté des individus. Par ailleurs, les jeunes, sous forme de larves, agissent déjà sans se soucier des adultes, et mènent une vie totalement différente, isolés, souvent privés d'air et de lumière. Tous ces êtres, en marche pour une suite de métamorphoses, manifestent évidemment, dès leur éclosion, ce qu'on doit appeler l'« automatisme spécifique », empreinte psychique, parfaitement déterminée, qui réagit sur la matière vivante, la stimule pour régler des mouvements aux résultats invariables. Voici de nouveaux exemples qui démontrent cette théorie. Qu'il s'agisse de la nidification, de l'alimentation ou tout simplement de manies, notre collaborateur, observateur patient, nous fait pénétrer ici dans le vie même des insectes. De curieuses « erreurs » ne semblent-elles pas enlever, même à ces petits animaux, leur instinct naturel ?

Les admirables travaux de la nidification

POUR abriter leur couvée, les insectes exécutent souvent d'admirables travaux. Nous passerons sous silence tous ceux qui déposent leurs œufs, au petit bonheur, sous un caillou, dans la fente d'un rocher ou sous l'écorce d'un vieil arbre. Ces pontes ne sont précédées d'aucun travail préparatoire. Mais tout le monde connaît le terrier du Grillon, les puits profonds de certains Bousiers, les galeries d'Hyménoptères fouisseurs, comme celles des Bembex, qui savent même dissimuler l'entrée de leurs nids. Que direz-vous, alors, des cellules hexagonales, édifiées par les Abeilles ? C'est là qu'on trouve le mécanisme du geste constructeur, automatique, qui régularise dimensions, dessin, disposition.

Les Guêpes cartonnières nous montrent également d'admirables nids exécutés en matière papyracée, avec l'ensemble des rayons et des cellules recouvert d'une enveloppe unie à forme variable. Cependant, quelques Guêpes, comme les Polistes, bâtissent leurs nids à découvert, sur la tige

d'un arbrisseau, sur un gros caillou, contre un rocher (fig. 1). N'oublions pas les Hyménoptères maçons, qui placent leur couvée dans des abris faits de petites mottes de terre agglomérées, tantôt isolés, tantôt appuyés, soudés les uns contre les autres.

L'exemple le plus extraordinaire d'automatisme spécifique est fourni par les Bostryches, minuscules Coléoptères qui se développent sous l'écorce des conifères. La femelle est d'abord obligée de creuser un trou pour parvenir à l'aubier. Arrivée là, elle fore une galerie plus ou moins longue, soit verticale, horizontale, oblique, même en forme de chambre arrondie. Seule, l'espèce détermine le dispositif du travail. La pondreuse distribue alors ses œufs sur les côtés intérieurs de ce passage principal et calfeutre chaque œuf avec un peu de débris ligneux. Au moment de l'éclosion, chaque petite larve ronge l'écorce, en s'éloignant de la galerie de ponte, formant ainsi une suite de sillons rayonnants, s'élargissant de plus en plus avec l'âge de la larve. Lorsqu'on détache d'un arbre un fragment d'écorce travaillé par les Bostryches, on reconnaît immédiatement l'espèce du ravageur, par le

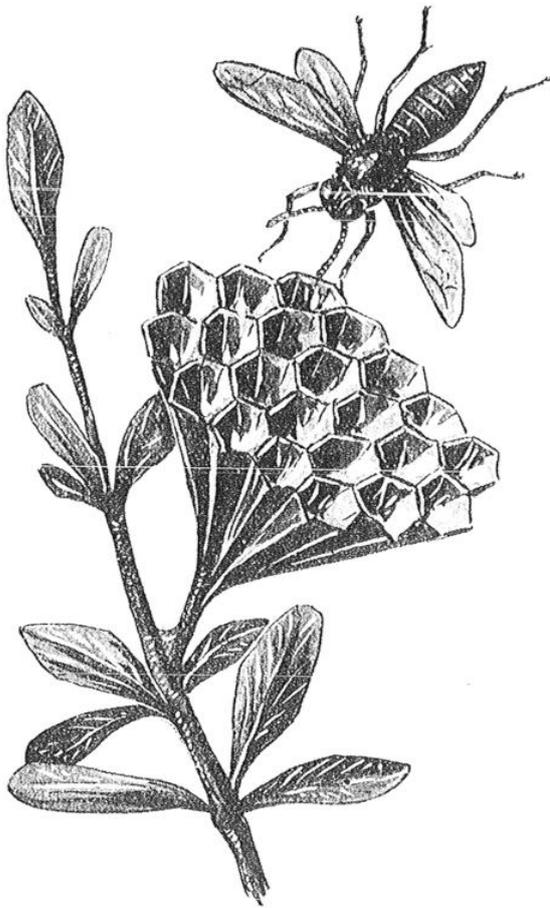


FIG. 1. — CERTAINES GUÊPES, COMME LE « POLISTE », BATISSENT LEURS NIDS A DÉCOUVERT, SUR LA TIGE D'UN ARBRISSEAU

sens ou la disposition des galeries. C'est la signature indiscutable de l'animal, preuve d'habitude acquise, immuable, à condition, toutefois, que l'attaque se produise sur le même végétal et à la même altitude (fig. 2).

Que dites-vous des larves de Phryganides, qui savent choisir les matériaux destinés à être assemblés pour former l'abri protecteur ?... La même espèce composera son tube, en soudant des grains de sable ; une autre glanera des brindilles de bois, pour les enchevêtrer, ou les ajouter bout à bout (fig. 3). Celle-ci recherchera les débris de mousse, celle-là formera son refuge avec de très petites coquilles vides, curieusement agglomérées, etc., etc. !... C'est encore là d'indiscutables habitudes spécifiques, véritable automatisme, réglé depuis des siècles, qui régit vision, gestes, pour les transformer en actes quasi raisonnés.

Nous trouvons même des « insectes-

coucous », véritables profiteurs, sachant se loger dans les nids abandonnés et les trous ménagés par l'homme dans de grosses pièces de bois. Ces animaux semblent jouir d'un vague discernement qui leur évite tout travail pénible. Ne voyons-nous pas le splendide et robuste *Xylocope violet*, aux reflets métalliques, aux mandibules solides, profiter d'une galerie de Scarabée, de Longicorne, ou simplement d'une ouverture pratiquée dans un poteau, un pieu, ancien emplacement d'une cheville arrachée depuis longtemps (fig. 4). Ce sont des abris tout prêts pour la nidification ; aussi vous apercevrez ce bel Hyménoptère explorer soigneusement poteaux télégraphiques, charpentes en plein air, pour découvrir l'orifice d'un trou bien calibré, facilitant l'établissement de son nid à cloisons superposées.

L'automatisme spécifique intervient encore de façon plus curieuse chez d'autres Hyménoptères, découpeurs de feuilles ou de fleurs, dont les rognures servent à garnir l'intérieur qui recevra leur progéniture. Réaumur, qui les connaissait bien, les appe-

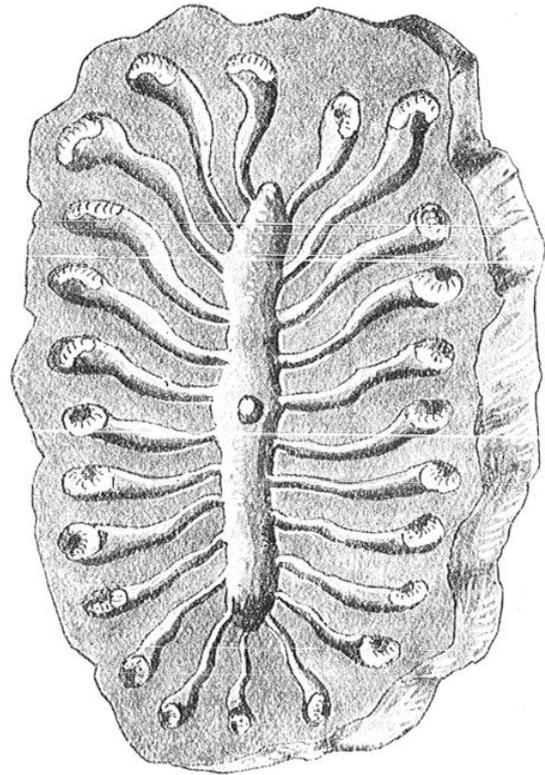


FIG. 2. — A L'ASPECT DES GALERIES DES LARVES DE « BOSTRYCHES », SOUS L'ÉCORCE DES CONFÈRES, ON PEUT, SANS ERREUR, DÉTERMINER L'ESPÈCE DU RAVAGEUR

lait « Abeilles tapissières ». Voici la Mégachile (fig. 5), qui cisaille régulièrement les feuilles du rosier. Elle ne se trompe jamais. Forte en botanique, elle n'attaquera pas le feuillage d'autres plantes. Ailleurs, c'est l'Anthocope du pavot (fig. 6), qui découpe régulièrement les fleurs du pavot, pour les rouler en cornets et les placer dans son nid. Or, il existe des contrées où l'Anthocope vole, mais où le coquelicot ne pousse pas, comme en Cerdagne. La bestiole modifie alors, en partie, ses habitudes ancestrales. Elle se passe du pavot et s'attaque aux pétales de la mauve musquée, s'adaptant ainsi aux circonstances, remplaçant ce qui lui manque par des matériaux similaires lui permettant de réaliser l'acte principal de la nidification.

Il est bien d'autres insectes dont la ponte se présente toujours avec le même aspect curieux, caractéristique, parfaitement défini, preuve évidente de l'invariabilité des gestes, que des générations successives ne perfectionnent pas. Tels sont les oothèques ou pontes fermées dans une enveloppe protectrice, abritant les œufs, comme ceux de certains Orthoptères, Blattes, Mantes, etc., sans oublier la coque ovigère de l'Hydrophile, dissimulée sous les feuillages aquatiques.

Inutile de vous rappeler les merveilleux travaux des Araignées, depuis la fine toile de la Tégénaire, l'admirable filet de l'Epeïre, jusqu'aux pièges perfectionnés d'espèces

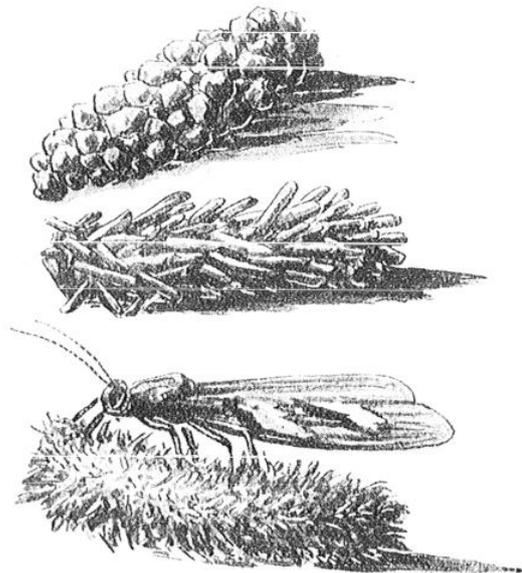


FIG. 3. — LES LARVES DE « PHRYGANIDÉS » CHOISISSENT LEURS MATÉRIEAUX, TOUJOURS LES MÊMES (SABLE, BRINDILLES, MOUSSE), POUR ÉTABLIR LEURS NIDS

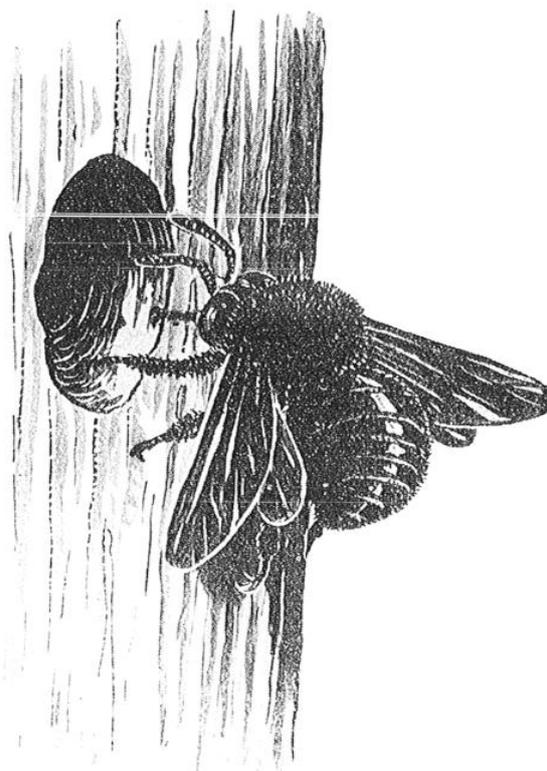


FIG. 4. — L'ÉNORME « XYLOCOPE » SAIT PROFITER D'UN TROU FORÉ PAR UN AUTRE INSECTE POUR ÉTABLIR SON NID

bien moins connues. Il faudrait citer aussi les bestioles qui se développent dans les tiges des plantes, les racines, dans les fruits, les champignons, etc., et les innombrables gallicoles, dont la ponte produit de bizarres excroissances végétales sur feuilles, tiges, bourgeons, sans oublier les microscopiques mineuses, qui creusent des galeries dans l'épaisseur d'une feuille !... Tous ces merveilleux travaux, aux présentations invariables, sont résultats de mouvements déterminés par l'automatisme spécifique, qui règle la vie de chaque articulé.

Des habitudes immuables pour l'alimentation

Là encore, les gestes d'insectes se diversifient à l'infini. Les uns pompent le nectar des fleurs, au moyen de trompes plus ou moins allongées. Les autres, munis d'organes compliqués, sélectionnent les sucs des végétaux vivants ou décomposés. Viennent ensuite les broyeurs aux solides mâchoires, destinés à des rôles souvent très différents. Ici, ce sont de voraces chasseurs qui ne choisissent pas leur proie. Ailleurs, nous trouvons



FIG. 5. — LA « MÉGACHYLE » DU ROSIER DÉCOUPE NETTEMENT ET RÉGULIÈREMENT DES FEUILLES DE ROSIER, ET NON D'AUTRES PLANTES, POUR EN TAPISSER SON NID

d'autres êtres, armés de formidables mandibules, qui s'attaquent aux parties ligneuses d'arbres à bois dur, pour y creuser de longues et profondes galeries, Certaines larves sont des foreuses puissantes, patientes, et l'adulte prolonge plus tard le travail de la larve, pour arriver à la lumière. Nous ne pouvons citer tous les destructeurs qui rongent tiges, feuilles, fleurs et fruits, attaquent les grandes cultures et deviennent souvent de vrais fléaux. Ils obéissent à la grande loi qui dirige chacun d'eux vers le végétal choisi par l'ancêtre, sauf certains ravageurs, comme les Sauterelles, dont les troupes ne laissent aucune trace de végétation, anéantissant tout ce qui peut se dévorer.

Nous voyons également Diptères et Hyménoptères parasites choisir sans erreur leurs victimes. Les mêmes Tachinaires, les mêmes Ichneumons, parasitent les mêmes chenilles. Évidemment, ces bestioles se trouvent en présence pendant la même saison, mais d'autres insectes nombreux sont là pour attirer les parasites. Or, les erreurs

sont rares. La nature a parfaitement réglé les rapports entre toutes ces bestioles ennemies. Le rôle d'une victime, même son volume, est défini, car elle doit alimenter son hôte, lui fournir largement sa subsistance, jusqu'au moment de la transformation en nymphe !... La Scolie s'enfonce dans terre pour parasiter la monstrueuse larve d'Oryctes, comme le minuscule *Microgaster* attaque la chenille bien connue de la Piéride du chou.

Les chasseurs obligés de garnir leur nid avec des proies vivantes, mortes ou anesthésiées, pour assurer l'existence de leurs larves, sont aussi extraordinaires. Ils connaissent d'avance la proie qui convient à leur future progéniture. Généralement, ils pondent l'œuf sur le gibier déposé d'avance dans le nid. Des *Ammophiles* font spécialement la chasse aux vers gris, chenilles de Noctuelles (fig. 7). Ailleurs, vous verrez le magnifique *Bembex* apporter dans son terrier un *Taon* fraîchement capturé (fig. 8). Le *Sphex* traîne vers son souterrain un malheureux *Grillon*, le *Pélopée* chasse l'*Araignée*, tandis que le *Cercéris* entasse des *Buprestes* dans sa galerie, etc. Chaque chasseur sait reconnaître son gibier.

A côté de ces destructeurs, pour nous, véritables auxiliaires, il existe des insectes



FIG. 6. — L'« ANTHOCOPE » DU PAVOT UTILISE LES FEUILLES DE PAVOT, ET NON D'AUTRES FLEURS, POUR ÉTABLIR SON NID

dont l'activité se montre toute différente, comme celle des Abeilles et autres Mellifères, qui transforment le nectar des fleurs en miel et en cire. Puis, nous trouvons, parmi ces êtres merveilleux, des isolés volontaires, véritables sauvages, ennemis de tout groupement, de toute association : ce sont les plus nombreux. D'autres, au contraire, unissent leurs efforts pour un but commun, où l'alimentation et la reproduction jouent le principal rôle. Il s'agit, naturellement, des Fourmis, Termites, Abeilles.

Beaucoup se réunissent dans certaines circonstances déterminées. Ainsi, quantité de Tipulides forment, au moment de la parade, des groupes de danseurs aériens, dont les évolutions se remarquent surtout au soleil couchant. Les Trichocères, ou Moucheron de l'hiver, agissent de même. Nous ne parlons pas des Ephémères, aux éclosions massives, qui apparaissent chaque année à époque fixe.

Ces derniers cas sortent du cadre de notre paragraphe. Revenons à l'alimentation, grand problème de l'existence du monde animal. Nous avons montré que les insectes, avaient, de ce côté, des habitudes à peu près immuables. Les Anthophiles, c'est-à-dire ceux qui fréquentent les fleurs, sont non seulement d'excellents botanistes, mais semblent être de subtils observateurs, lorsqu'ils profitent de l'heure d'épanouissement pour s'empresser sur les fleurs qui livrent à ce moment leur nectar. Tel est le cas du sar-

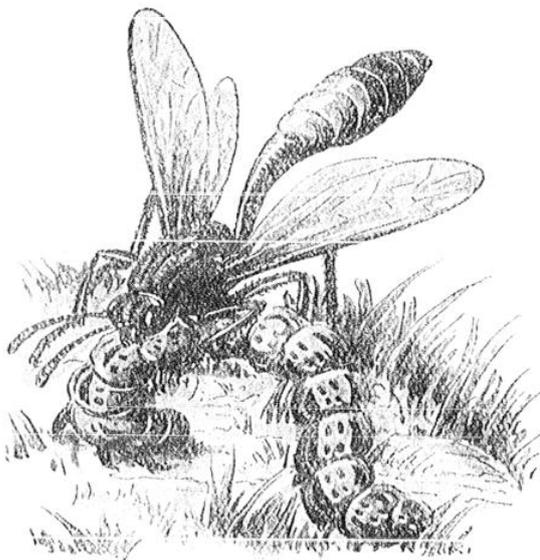


FIG. 7. — L'« AMMOPHILE » ATTAQUE SPÉCIALEMENT LES CHENILLES DE NOCTUELLE, DONT SE NOURRIRA LA LARVE DE L'INSECTE



FIG. 8. — LE « BEMBEX » EMPORTE DANS SON NID UN TAON FRAICHEMENT CAPTURÉ

razin, ou blé noir, ouvert dès les premières heures du jour, jusque vers 10 heures. A ce moment, ou peu après, les nombreuses abeilles qui butinent sur les fleurs blanches, les abandonnent pour d'autres qui vont s'ouvrir.

Chasseurs, rongeurs, anthophiles, etc., obéissent à des habitudes invariables, qui réglementent les actes principaux de leur vie, leur donnent un semblant de discernement, d'instinct, tandis que, seul, l'automatisme spécifique dirige les moindres mouvements, les moindres gestes.

Quelques manies d'insectes

Nous comprenons, sous cette singulière dénomination, des actes plus spéciaux, liés à d'autres causes, et semblant plutôt relever de la psychique. Aussi, nous les classons dans ce qu'on est convenu d'appeler les « tropismes », réponses de la matière vivante à des excitations externes. Ces curieux effets, très généralisés, dépassent souvent ce qu'on veut leur faire exprimer, observations insuffisantes qui ont amené trop de naturalistes à se créer des convictions basées sur de simples hypothèses. Voici quelques exemples :

Les Leptis, Diptères communs, bien connus, se posent sur les troncs d'arbres, poteaux, etc., mais, aussitôt posés, ils se re-



FIG. 9. — LE « LEPTIS » SE PLACE LA TÊTE EN BAS POUR SURVEILLER SON ENNEMI, LE « CARABIQUE », QUI VIENT D'EN BAS

tourment tête en bas (fig. 9). Il en est de même pour le Sépédon, mouche de marais, qui, sur son roseau, relève en l'air l'extrémité de son abdomen et tourne sa tête vers l'élément liquide. On vous dira que cette manie résulte du « géotropisme » ! Je vois, dans ce cas, quelque chose de moins compliqué, le besoin de surveiller l'ennemi, qui vient d'en bas : Carabique pour le Leptis, larve de Libellule pour le Sépédon (fig. 10) !... La Coccinelle, qui cherche un point élevé pour s'envoler, ne ressent point les effets du « géotropisme », mais désire trouver l'endroit qui lui permet d'ouvrir ses élytres et de déployer ses ailes pour assurer son vol.

L'Hydromètre, qui remonte avec persistance le courant d'un ruisseau, sait que ce courant lui amènera certainement une proie (fig. 11). Si l'insecte est repu, il se rangera près du bord, où l'eau est parfaitement calme, ne désirant pas éprouver les sensations du « rhéotropisme ».

Avec les insectes planeurs, nous trouvons clairement les raisons qui les font se placer

« contre le vent », et les montrent comme influencés par le « rhéotropisme », ou, mieux encore, par l'« anémotropisme ». Eh bien ! ces bestioles se présentent contre le courant aérien, très naturellement, par habitude, par manie, presque tous en vol d'attente, pour guetter la femelle qui passe. Tels sont les nombreux Taons qui planent au-dessus des chemins forestiers, les Bombyles, Volucelles et autres Syrphides qui recherchent l'accouplement (fig. 12). Un vent, même très léger, favorise le planeur. Il sait se placer face au courant, oblique légèrement les ailes, pour se soutenir dans l'espace à l'aide d'un léger frémissement, au lieu de battements amplifiés beaucoup plus fatigants. C'est la théorie du moindre effort utilisée pratiquement. Notons, en passant, que tous ces insectes au vol

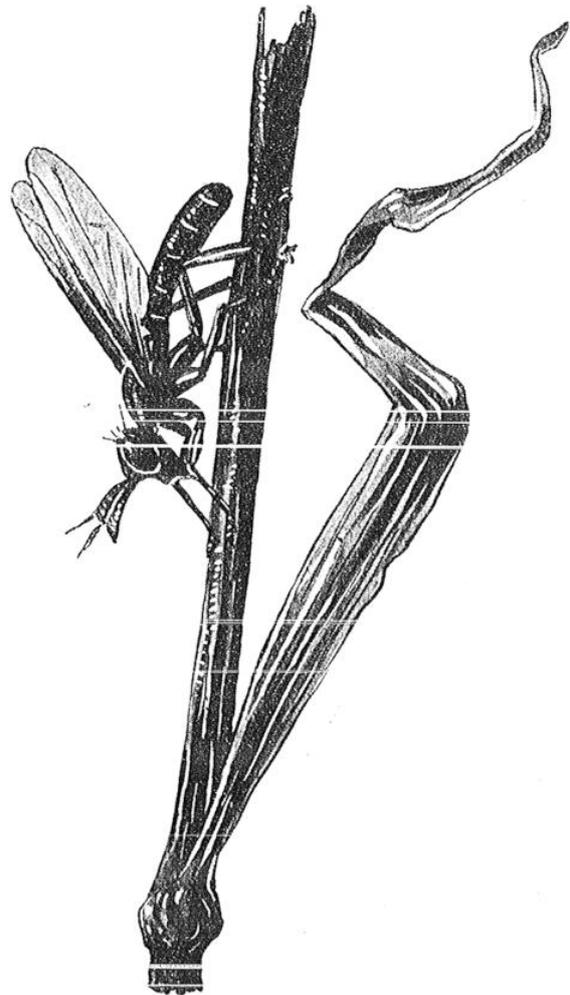


FIG. 10. — LE « SÉPÉDON », SUR SON ROSEAU, OBSERVE ÉGALEMENT LA VENUE DE SON ENNEMI, LA LARVE DE LIBELLULE

souple, varié, ont des ailes courtes, à nervation solide, bien établie. Les Muscides, Bibions, qui planent sous les arbres, ont confirmé nos précédentes observations.

Ces manies sont encore des habitudes spécifiques, bien déterminées par de simples motifs naturels qui nous entraînent loin des théories hypothétiques, rêves scientifiques toujours éloignés de la vérité.

De curieuses erreurs

Nous voici arrivé au point le plus curieux, le plus intéressant de la vie des insectes. Il s'agit tout simplement de démontrer clairement que les habitudes des insectes ne sont pas autre chose que de l'automatisme spécifique. En effet, les actes, gestes de ces extraordinaires petits êtres sont parfois limités, suspendus, arrêtés par un événement imprévu, qui interrompt, de façon inattendue, l'exécution complète du mouvement agissant presque raisonné ! L'empreinte psychique, animatrice de l'individu, semble avoir disparu. La bestiole désenparée ne nous étonne plus par le précis de son action.

Souvent, l'insecte est victime d'un sens trop sensible, ou quelque peu atrophié. Ne voyons-nous pas les Nécropages, Coléoptères, Diptères, Nécropores, Silphes, Histers, Staphylins, Sarcophages, Calliphores, Lucilias, etc., se précipiter sur les fleurs de l'Arum serpentinaire qui répand une odeur cadavérique ?

Voilà encore un Asile à l'affût, qui se jette sur un épillet agité par le vent, l'étreint

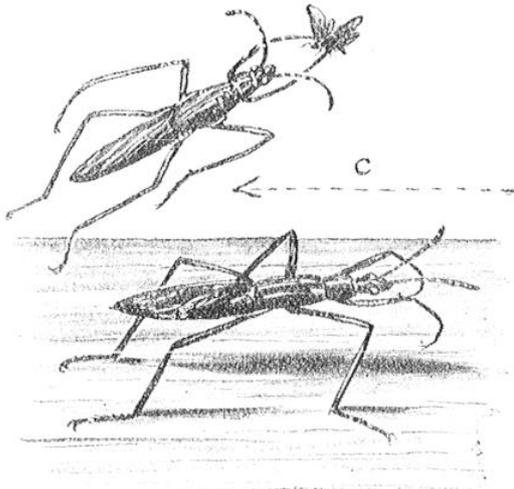


FIG. 11. — L'« HYDROMÈTRE », EN CHASSE SUR L'EAU, REMONTE LE COURANT C POUR SAISIR SA PROIE EN SAUTANT

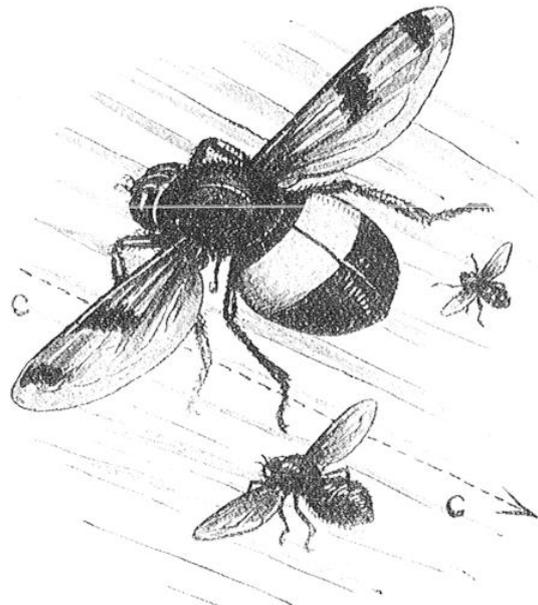


FIG. 12. — « VOLUCELLE » TRANSPARENTE ET « MUSCIDES » PLANANT CONTRE LE VENT

frénétiquement, enfonce son rostre entre les graines, comme s'il s'agissait d'une vraie proie (fig. 13).

Vous serez davantage surpris en voyant une Epeire sur sa toile déchirée, trouée par le passage d'un Bourdon ou d'un oiseau ! Le savoir, qui a présidé à la construction de l'admirable piège de notre Araignée, semble s'être évanoui. L'Epeire ne cherche pas à réparer la toile. Elle ne sait pas rajuster les fils rompus, ignore le plus simple raccommodage. A quelques centimètres de là, elle édifiera complètement une nouvelle toile, démontrant ainsi que l'automatisme limité régit ses mouvements (fig. 14).

Le Pélopée construit son nid avec la terre qu'il triture, qu'il agglomère motte par motte (fig. 15). A un certain moment, il suspend son travail, place dans la cellule une araignée paralysée, dépose un œuf sur la victime immobile, puis termine la cellule en la fermant hermétiquement. Si vous désirez faire une très curieuse observation, enlevez délicatement, pendant une absence de l'insecte, la proie et l'œuf bien visibles qui garnissent le nid. Vous assisterez alors à un spectacle stupéfiant. Le Pélopée ne voit rien, ne se rend compte de rien. Il termine et bouche cette cellule complètement vide, agissant sous l'influence de l'« automatisme » qui règle ses mouvements. Fabre décrit cette expérience dans un chapitre intitulé *Aberation de l'instinct*.



FIG. 13. — UNE ERREUR D'INSECTE. L'« ASILE » CHASSEUR SE PRÉCIPITE SUR UN ÉPI AGITÉ PAR LE VENT COMME SUR UNE VRAIE PROIE

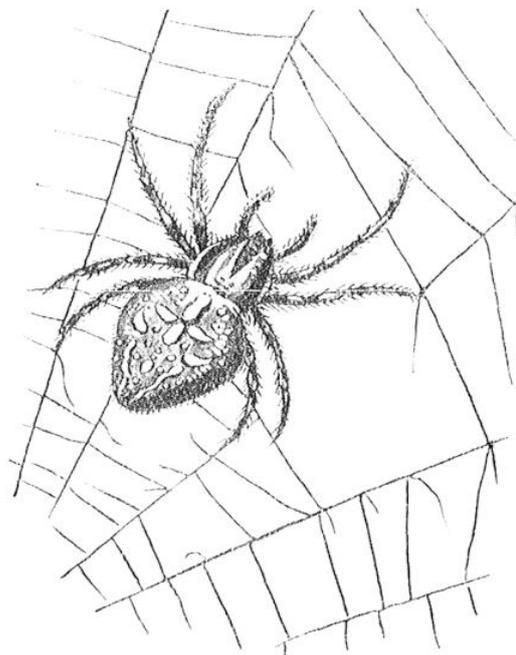


FIG. 14. — L'« ARAIGNÉE » TISSE AVEC UNE PRÉCISION ADMIRABLE, MAIS NE SAIT PAS RÉPARER SA TOILE ENDOMMAGÉE

Nous pourrions aussi parler de « Pentêtement » des insectes, qui, chassés plusieurs fois d'une fleur, d'un tronc d'arbre, d'un caillou, reviennent se poser exactement au même endroit, alors qu'il peut trouver des fleurs, des troncs d'arbres et des cailloux semblables, tous près de là ; actes peu explicables, répétés ordinairement à de courts intervalles.

Tels sont les résultats de nombreuses observations que nous avons effectuées, un peu dans toutes les régions de la France, où les variétés d'insectes sont excessivement

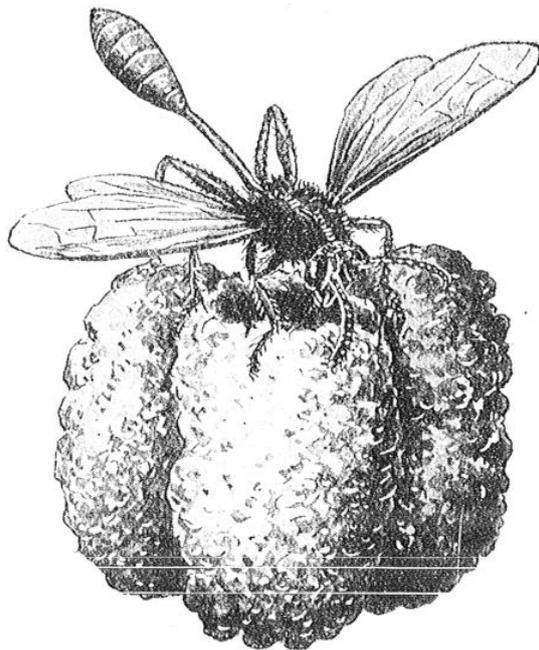


FIG. 15. — LE « PÉLOPÉE » TERMINE SON URNE, SANS S'APERCEVOIR QU'ELLE EST VIDE

nombreuses. Nous avons réuni ici les faits les plus curieux, capables de montrer que, dans ce domaine, il nous reste beaucoup à apprendre. Nous ne pouvons prétendre à en donner une explication absolument certaine, à dégager les lois qui font agir ces bêtes minuscules. Toutes ces habitudes, manies, erreurs, se retrouvent chez les mêmes espèces. On ne peut pas toujours les comprendre, car la nature, souvent compliquée, livre difficilement ses secrets. Seules, de multiples et sérieuses observations fournissent des faits indiscutables, qu'il faut accepter tels qu'ils sont, sans les interpréter de façon trop hypothétique. L'esprit pondéré ne se prête pas aux explications faciles, parfois curieuses, toujours éphémères, qui dépassent ordinairement les limites de la certitude. C. PIERRE.

LES TUNNELS SOUS L'ESCAUT A ANVERS

Par J. BOUVET

INGÉNIEUR DES PONTS ET CHAUSSÉES

Troisième port européen, Anvers a vu son trafic s'accroître considérablement au cours de ces dernières années. Aussi, la ville doit-elle s'agrandir, et, pour cela, elle doit enjambrer l'Escaut et s'établir sur la rive qui lui fait face. Mais cela n'est possible que si des communications faciles et rapides sont aménagées d'un côté à l'autre du fleuve. Le passage constant des navires interdit l'édification de ponts. C'est pourquoi on a décidé de créer deux tunnels sous l'Escaut : un pour les voitures, l'autre pour les piétons. Après Hambourg (tunnel sous l'Elbe) et New York (tunnel sous l'Hudson), Anvers est la troisième cité dans le monde ayant entrepris de tels travaux, dont le coût s'élèvera à plusieurs centaines de millions de francs.

INSTALLÉ sur la rive droite de l'Escaut, comme accroché à l'immense Z que dessine le fleuve dont les ramifications forment les mille bassins d'un port géant, Anvers songe à s'agrandir. Il vient aujourd'hui au troisième rang en Europe, après Londres et Rotterdam, avec son trafic de 15 millions de tonneaux de jauge et, confiant dans un avenir qui s'annonce brillant, projette d'annexer la pointe de la rive gauche qui lui fait face, le polder du Bergerweest où, naguère encore, paissaient de belles vaches flamandes, et de le transformer en une ville deluxe, aux larges artères, préservée des fumées et des tumultes des villes industrielles.

Ce qu'il y a peut-être de plus remarquable dans cette entreprise, c'est que, pour relier convenablement au vieil Anvers cette ville future qui ne compte encore ni une maison ni un habitant, 300 millions de francs belges sont déjà engagés dans la construction de deux tunnels

sous l'Escaut. Une telle audace, allée à une telle largeur de vue, si elle ne nous étonne pas de la part d'une des villes les plus modernes d'Europe (elle possède un gratte-ciel de vingt-cinq étages), n'en constitue pas moins un exemple à méditer pour notre pays, où les grands travaux ne sont trop souvent ordonnés que lorsque s'en fait sentir l'impérieuse

nécessité.

La liaison entre la rive droite et la rive gauche de l'Escaut sera assurée par deux tunnels

Toute la rive droite de l'Escaut, à Anvers, est bordée de quais et d'entrepôts utilisés par le trafic le plus intense. Impossible donc d'enjambrer les 400 mètres du fleuve

par un pont fixe, ni même par un pont mobile, à cause de la grande portée. Un pont transbordeur a un débit ridicule. D'autre part, il existe déjà deux services de bacs qui assurent le passage du trafic de la route et du chemin de fer de Gand : ils suffisent à

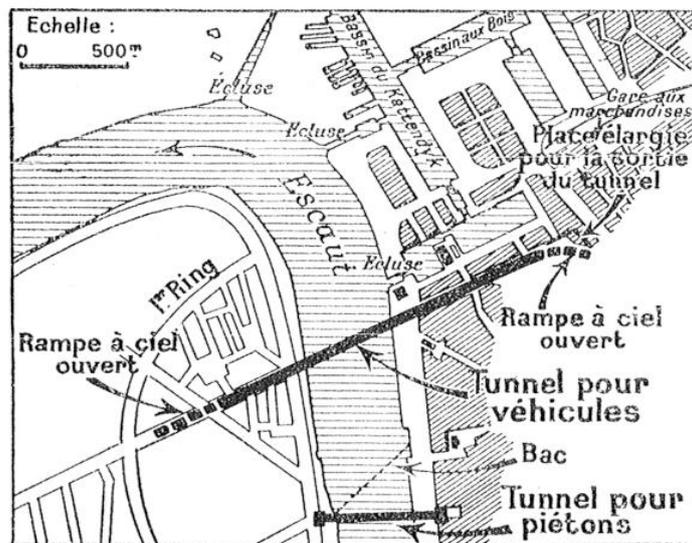


FIG. 1. — PLAN D'ANVERS MONTRANT LA DISPOSITION DES DEUX TUNNELS EN CONSTRUCTION

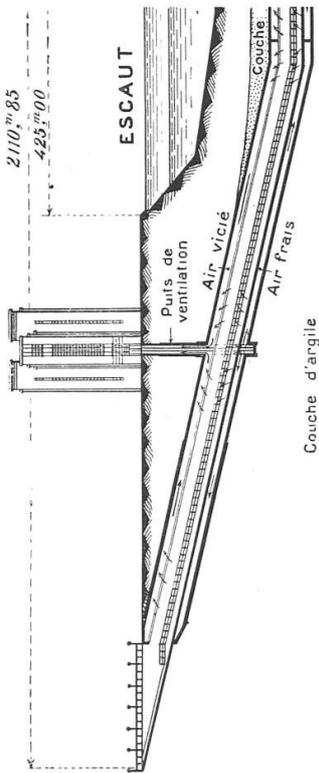


FIG. 2 — PROFIL EN LONGUEUR DU TUNNEL SOUS L'ESCAUT, On remarquera la couche d'argile dans laquelle s'enfonce le tunnel et qui permet l'abaissement de la pression de travail par l'emploi de puits filtrants. Une cloison, située au milieu, limite le domaine longeur sous le fleuve même (à 12 mètres au-dessous de son lit) mesure 425 mètres.

peine actuellement et il ne peut être question d'augmenter leur nombre : cela équivaldrait presque à barrer l'Escaut ; il suffit d'avoir vu un jour le fourmillement et l'enchevêtrement des embarcations sur cette immense artère pour en demeurer convaincu. Restait donc la solution du tunnel, solution coûteuse, mais parfaitement au point aujourd'hui.

Lorsque notre compatriote Brunel construisit à Londres, sous la Tamise, de 1825 à 1842, le premier tunnel pour voitures, il ne prévoyait certainement pas que les chevaux seraient remplacés par des moteurs trépi-

démontrer de toute évidence qu'il convenait d'envisager deux tunnels séparés réservés le premier aux véhicules automobiles, le second aux piétons et cyclistes. En effet, le tunnel unique, de très grand diamètre, entraînerait le constructeur dans un domaine où la technique est encore incertaine, et coûterait beaucoup plus cher que deux tunnels séparés. De plus, les piétons dans leur tunnel spécial établit un peu en amont du tunnel pour voitures, jouiront d'un confort plus grand et ne souffriront ni du bruit, ni des courants d'air violents, ni des émanations malodorantes des automobiles.



FIG. 3. — COUPE LONGITUDINALE DU TUNNEL POUR PIÉTONS

dants. Aussi, son tunnel insuffisant a-t-il été depuis affecté au « tube », le métro londonien.

En Europe, nous ne voyons que deux tunnels routiers modernes : l'un en Angleterre, sous la Mersey ; l'autre à Hambourg, sous l'Elbe. L'Amérique du Nord en possède de nombreux : l'un d'eux relie le Canada aux Etats-Unis, sous la rivière de Détroit ; un autre, le tunnel Holland, traverse l'Hudson, à New York.

Tous ces tunnels ne sont ouverts qu'aux voitures, tandis qu'à Anvers on prévoyait aussi le passage des piétons par le même tunnel. Une adjudication-concours du 15 septembre 1930, faite sur ces données, vint

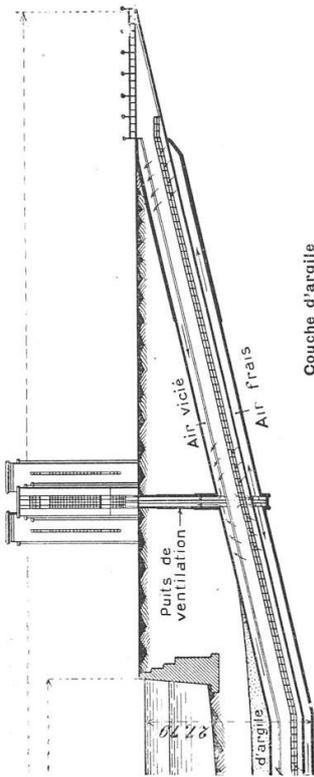


FIG. 4. — COUPE EN TRAVERS DU TRONÇON DE FONTE, SOUS LA CHAUSSEE

RÉSERVÉ AUX VOITURES, TEL QU'IL SERA APRÈS ACHÈVEMENT

pression de travail par l'emploi de puits filtrants. Une cloison, située au milieu, limite le domaine longeur sous le fleuve même (à 12 mètres au-dessous de son lit) mesure 425 mètres.

La pente adoptée doit permettre, même aux poids lourds, une vitesse de 25 kilomètres à l'heure. Notons que l'entrée en sera interdite aux véhicules hippomobiles, trop lents, et aux transports de produits inflammables ou d'explosifs par trop dangereux.

La section circulaire du tunnel (diamètre intérieur 8 m 70) laisse une chaussée de 6 m 75, permettant le passage de trois files de voitures, indispensables au cas où un véhicule est immobilisé par une panne. Une banquette surélevée est destinée à la police du tunnel. Le débouché dans le vicil Anvers se fera sur une place très spacieuse, de façon que les véhicules sortants puissent stationner sans gêner la circulation dans le tunnel. Ces dispositions judicieuses permettent d'escompter un débit de 2.000 véhicules à l'heure, ce qui est un magnifique résultat.

Grâce aux puissants moyens mis en œuvre, la vitesse de percement du tunnel atteint 3 m 75 par jour

Le tunnel proprement dit comprend trois parties : deux tronçons extrêmes, en béton

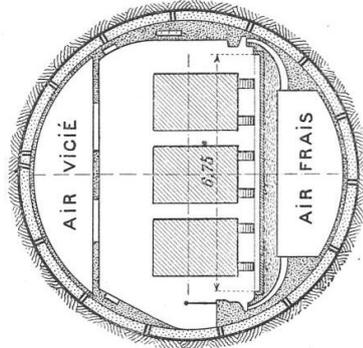


FIG. 5. — COUPE EN TRAVERS DU TRONÇON DE FONTE, SOUS LA CHAUSSEE

Le tunnel permet le passage simultané de trois véhicules. L'arrivée d'air frais s'effectue par en-dessous, et le départ de l'air vicié, au-dessus du plafond, d'où une excellente ventilation.

l'Escaut tout entier. On a eu recours

au procédé bien connu du bouchier, employé, par Brunel, à Londres, en 1825, et à Paris, pour les traversées de la Seine par le Métropolitain (dernièrement (1) entre les

(1) Voir La Science et la Vie, n° 135, page 177.

stations Sully-Morland et Jussieu). Mais on a innové de la façon la plus intéressante en le combinant avec les puits filtrants. La pression de l'eau au-dessus du tunnel est diminuée et celle de l'air comprimé derrière le bouclier peut être ainsi réduite de 3 kilogrammes par centimètre carré à 1 kg 2 par centimètre carré. Ceci n'est rendu possible que par la présence d'une couche d'argile (argile de Boom), dans laquelle on fait in-

Le bouclier, poussé par trente-deux vérins de 200 tonnes, avance d'une manière continue, d'où cette énorme galerie remplie d'air comprimé où l'atmosphère manque de limpidité (fig. 7). Toutes les fois que le bouclier a avancé de 76 centimètres, on pose immédiatement derrière lui un nouvel anneau de fonte, formé de quinze voussoirs et une clé assemblés par boulons (poids total de l'anneau 20 tonnes). L'étan-

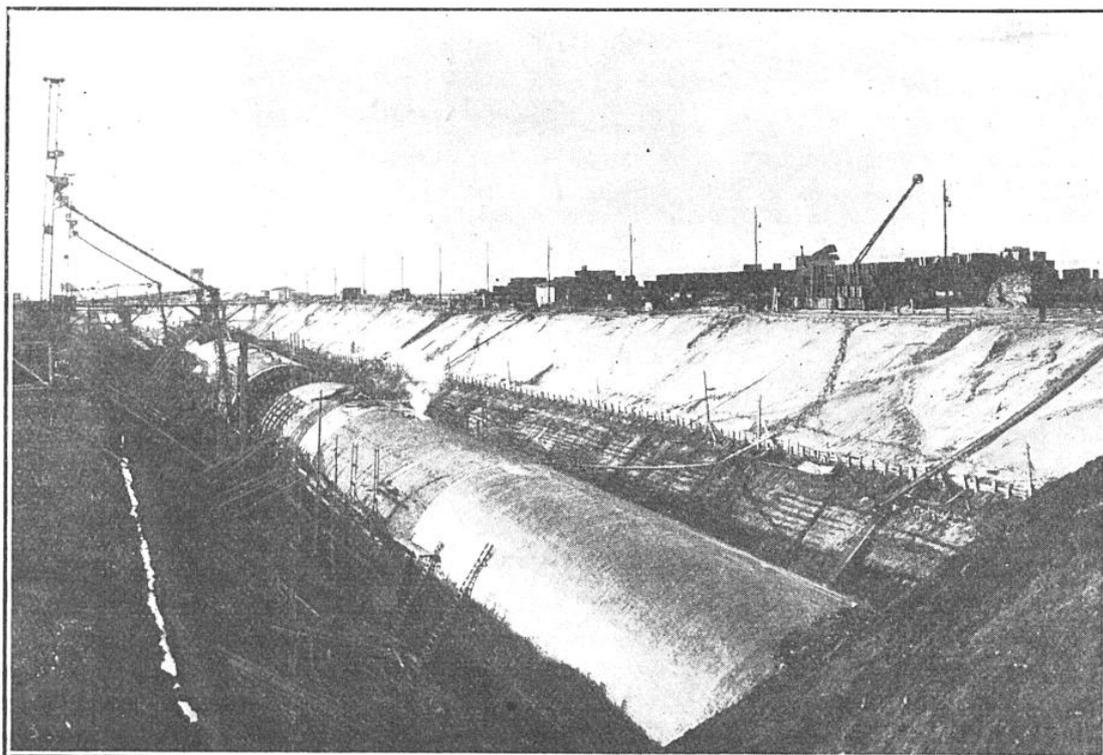


FIG. 5. — VUE DU CHANTIER DE CONSTRUCTION DU TUNNEL POUR VÉHICULES
On voit le tronçon de béton armé établi sur la rive gauche, avant que la fouille soit remblayée.

tentionnellement passer le tube et qui sert d'écran entre le fleuve et le tunnel. Il est, en effet, du plus grand intérêt de diminuer la pression derrière le bouclier. Le travail moins pénible avance plus vite et la durée de la journée de travail, limitée par la loi à une heure et demie sous la pression de 3 kilogrammes par centimètre carré, dépasse trois heures sous la pression nouvelle. D'où économie de plus de 50 % sur la main-d'œuvre.

Le sas intermédiaire, entre l'air libre et la chambre d'air comprimé, est fixe et permet l'éclusage des convois de déblais et de matériaux, aussi bien que des ouvriers.

chété est rendue parfaite, grâce à une injection de ciment à l'extérieur du tube par des orifices prévus dans les voussoirs. Une station de compression, véritable usine provisoire de 2.500 ch, fournit l'air comprimé pour la chambre de travail et les outils pneumatiques.

Toutes les mesures de sécurité sont prises pour éviter un arrêt qui entraînerait l'inondation du chantier : connexions avec deux centrales différentes, machines en double, moteur Diesel de secours.

Grâce à ces moyens puissants, la vitesse d'avancement est très grande, quatre à cinq anneaux par jour, soit 3 mètres à 3 m 75,

record inégalé, même par les Américains dans le tunnel sous l'Hudson. Nous sommes loin du mètre que l'on était très heureux d'atteindre lors de la première traversée de la Seine par le Métropolitain ! Aussi n'a-t-on pas jugé utile de commencer le tube par les deux côtés. Un seul bouclier, parti de la rive gauche, atteindra, dans un an environ, le tronçon bétonné de la rive droite. Jusqu'à

rendre compte de l'importance du problème.

Si un moteur d'une cylindrée de 2 litres tourne à 1.000 tours par minute, pour une vitesse de 30 kilomètres à l'heure, il consomme 1 mètre cube d'air à la minute. Il mettra 4 minutes pour franchir le tunnel, et si 2.000 de ces véhicules passent dans une heure, la consommation atteindra 8.000 mètres cubes d'air à l'heure. Inutile de tenir compte,

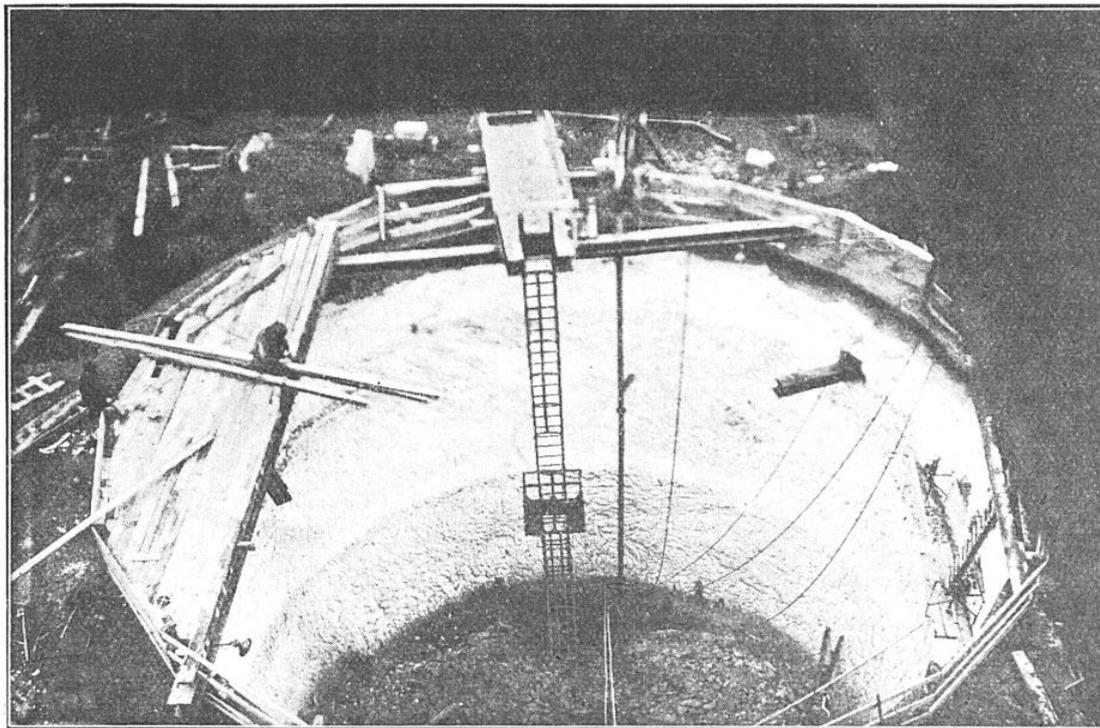


FIG. 6. — VUE D'UN DES PUIITS, DESTINÉ A SERVIR DE PUIITS D'ACCÈS, DU TUNNEL POUR PIÉTONS. UN TEL PUIITS D'ACCÈS EST PRÉVU SUR CHAQUE RIVE

Ce puits est foré par la méthode de congélation, qui consiste à congeler la terre par des tubes enfoncés autour du tunnel à creuser et parcourus par un mélange réfrigérant.

12 mètres dans le lit de l'Escaut, les puits filtrants fonctionneront ; de là jusqu'au quai rive droite, la navigation forcera à les abandonner, car on ne peut en placer au milieu du lit du fleuve, et la pression de travail atteindra alors 3 kg 2 par centimètre carré.

Le problème de ventilation posé par la circulation automobile

Il y a plus d'un siècle que l'on sait construire des tunnels sous-fluviaux, mais ce n'est que depuis la guerre qu'a pu être mise au point la technique qui permet de les aérer suffisamment pour la circulation automobile. Un calcul simple permet de se

dans ce calcul, de la respiration des conducteurs consommant une quantité d'air infime. Cependant, la composition de l'air respiré a une importance considérable. Or, ces 2.000 moteurs rejettent environ 8.000 mètres de gaz brûlés, formés en majeure partie de gaz carbonique pratiquement inoffensif, mais contenant aussi quelques centièmes d'oxyde de carbone, poison très violent, dangereux dans la proportion de quatre dix-millièmes, dont 50 mètres cubes suffiraient à empoisonner les 120.000 mètres cubes de l'ensemble du tunnel.

On a ainsi une idée de l'énergie de la ventilation qu'il est absolument indispensable de

réaliser. Ce rôle est ici dévolu à deux stations de ventilation placées aux quarts extrêmes du tunnel. Chacune d'elles, d'une puissance de 300 ch comprendra douze ventilateurs (six soufflants, six aspirants). L'air frais, refoulé entre la chaussée et le fond du tube s'échappera sur les côtés, à quelques 20 centimètres au-dessus de la chaussée. L'air vicié, aspiré par des ouvertures dans le plafond, sera conduit à la station de venti-

4 m 30 de diamètre, rectiligne et horizontal, placé dans la couche d'argile de Boom, sera probablement placé par le procédé du bouclier. Il pourra donner passage à 16.000 personnes à l'heure.

Commencés en avril 1931, les deux tunnels doivent être livrés à la circulation en octobre 1934, et il est probable qu'ils le seront avant; 250 millions de francs belges (soit 175 millions de francs français) sont prévus

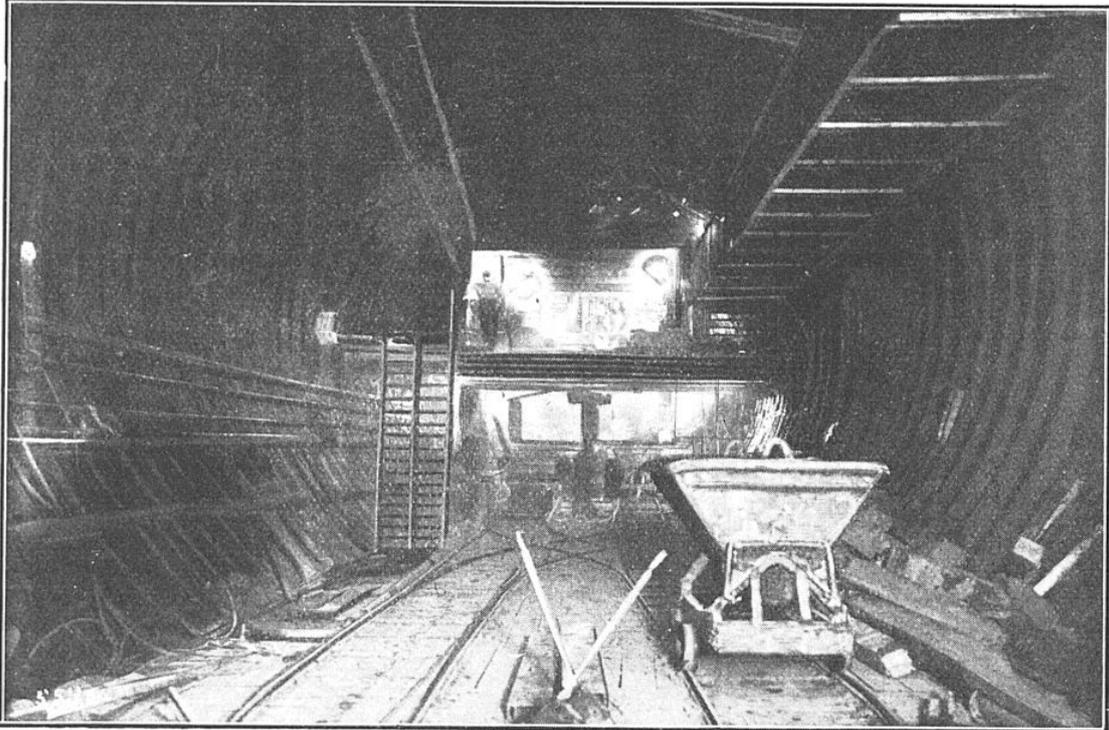


FIG. 7. — COMMENT S'EFFECTUE LE PERCEMENT DU TUNNEL POUR VÉHICULES

On utilise, à cet effet, la méthode du « bouclier », employée pour la première fois en 1825, en opérant sous l'air comprimé. Sur la photographie ci-dessus, on voit, au fond, le bouclier.

lation par le haut du tunnel (schéma fig. 4).

Les puits de ventilation, forés par la méthode de congélation, qui consiste à congeler la terre par des tubes réfrigérants enfoncés autour de l'emplacement à creuser, relieront le tunnel à ces stations.

Le tunnel pour piétons est une réduction simplifiée du tunnel pour véhicules

Nous ne dirons que quelques mots du tunnel pour piétons et cyclistes, qui n'est qu'une réduction simplifiée du tunnel pour véhicules. Relié au sol par des ascenseurs et escaliers roulants, très près du fleuve, il n'a que 572 mètres de long. Ce tube de fonte de

pour le tunnel pour véhicules, 50 millions (35 millions de francs français) pour le tunnel pour piétons. M. Thonet, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, directeur des travaux, auquel nous demandions quelles difficultés s'étaient présentées, ne nous a-t-il pas répondu : « Aucune difficulté imprévue ».

C'est là un remarquable exemple de ce que les progrès de la technique moderne permettent de réaliser. Grâce aux expériences antérieures, à des études minutieusement effectuées, à la mise en œuvre d'un outillage puissant, les travaux les plus délicats ne laissent maintenant aucune place à l'improvisation.

J. BOUVET.

IL FAUT AU MAROC DE L'EAU ET DE L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE : LE BARRAGE D'EL KANSERA

Par Jean MARCHAND
INGÉNIEUR I. E. G.

Dans toute l'Afrique du Nord, et au Maroc en particulier, l'inégale répartition des eaux constitue un obstacle important au développement agricole et industriel du pays. Il est donc indispensable, d'une part, d'assurer l'irrigation de vastes surfaces de terrains et, d'autre part, de chercher à capter l'énergie des « oueds » au débit irrégulier. Seuls, des barrages sont susceptibles de résoudre ce double problème. Le barrage d'El Kansera, sur l'oued Beth, qui créera un bassin de retenue de 275 millions de mètres cubes, régularisera le débit de cet oued et alimentera en eau 30.000 hectares. De plus, une centrale hydroélectrique de 15.000 chevaux constituera un précieux générateur d'énergie pour l'électrification des chemins de fer du Maroc. Le barrage lui-même mesurera 200 mètres de long, 40 mètres de haut, 36 mètres d'épaisseur à la basse, 6 mètres au sommet. Construit en forme de déversoir, il permettra aux crues de passer impunément par-dessus sa crête. C'est là un ouvrage remarquable, dont l'achèvement marquera une importante étape pour l'avenir du Maroc.

Le barrage d'El Kansera créera un bassin de retenue de 275 millions de mètres cubes

L'EAU constitue, pour toute l'Afrique du Nord, une source de vie et de richesses. Malheureusement, sa répartition naturelle est incapable d'assurer les services que l'on est en droit d'attendre d'elle, notamment l'irrigation. Abondante en certains endroits, au point de former des marécages, l'eau manque, au contraire, totalement en d'autres points. Le Maroc n'échappe pas à cette règle. Aussi, une des principales préoccupations qui ont présidé à la mise en œuvre de ce riche protectorat, a-t-elle été le problème de l'eau, dont la solution rationnelle est à la base de l'avenir industriel et agricole du pays.

Parmi les grands travaux entrepris pour assurer l'irrigation de vastes étendues et, en même temps, pour capter l'énergie électrique représentée par les rivières du Maroc, nous devons signaler le barrage d'El Kansera, sur l'oued Beth. Cet oued (rivière) ne roule, cependant, en temps normal, que fort peu d'eau ; mais ses crues intenses et son grand bassin versant doivent, néanmoins, assurer le remplissage du bassin de retenue de 275 millions de mètres cubes créé par le barrage d'El Kansera.

D'ailleurs, ce bassin ne fera que rétablir

l'ancien lac, alimenté par l'oued Beth, situé autrefois en amont de la gorge d'El Kansera. A la sortie de ce lac, l'oued, creusant de plus en plus son lit, a formé la gorge par laquelle le lac s'est progressivement vidé.

Le barrage en construction a pour objet de rétablir l'ancien lac à 40 mètres environ au-dessus du lit actuel de l'oued. L'étanchéité du lac était due à des terrains de natures diverses, mais en grande partie, et en particulier à El Kansera, à des couches de marne imperméables alternant avec les couches de calcaire fissuré. La section de ces couches de marne, forcément interrompues par la gorge, est parfaitement visible sur les flancs de celle-ci.

L'ouvrage en construction se composera de deux parties distinctes :

1° Le barrage proprement dit, c'est-à-dire un mur en béton construit en travers de la gorge ;

2° Un rideau étanche souterrain obtenu en injectant du ciment dans le rocher, afin de relier le barrage aux banes de marne ; en effet, des conditions d'économie et de stabilité empêchent de donner au mur de béton une forme telle qu'il s'applique d'une manière continue le long de ces banes.

Voici les caractéristiques du barrage : longueur, 200 mètres à sa partie supérieure ; hauteur, 40 mètres environ au-dessus du fond de la gorge ; profil transversal triangulaire.

laire, la résistance à la poussée de l'eau étant due uniquement au poids de l'ouvrage ; épaisseur, au sommet 6 mètres, à la base 36 mètres. Toutefois, la hauteur totale du barrage sera sensiblement supérieure aux 40 mètres cités plus haut, du fait que les fondations seront descendues assez profondément ; entre son point le plus bas et son point le plus haut, la distance verticale sera d'environ 65 mètres.

Le barrage est divisé en tranches par des joints de dilatation distants de 15 mètres les uns des autres et normaux à son axe longitudinal. L'étanchéité des joints est assurée au moyen de bâtons en béton armé, disposés près du parement amont, et par des puits remplis d'argile. Deux de ces tranches, sur la rive gauche, ont dû être modifiées pour tenir compte de la nature du sous-sol et de la présence d'une dalle d'appui à l'aval. Sur ces

30 mètres, le barrage est constitué par un masque amont, qui transmet la poussée de l'eau sur la dalle d'appui par l'intermédiaire de deux contre-forts armés.

Pour la construction de cet ouvrage, près de 200.000 mètres cubes de béton auront été mis en œuvre. Le barrage est prévu pour pouvoir être surmonté par les eaux (barrage-déversoir), dans le cas où le lac étant plein, le débit de l'oued Beth serait supérieur aux

prélèvements faits pour l'irrigation ou l'usine hydroélectrique.

Signalons, enfin, que, à travers la masse du béton, des galeries d'inspection seront ménagées, afin de pouvoir, ultérieurement, observer s'il ne se produit pas de fuite et, éventuellement, y remédier.

Les difficultés rencontrées pour l'établissement du barrage

Pour pouvoir travailler dans le fond de la gorge, il a fallu, naturellement, détourner, tout d'abord, l'oued par une galerie traversant la montagne.

Puis ce fut, dans le rocher, la recherche d'un appui convenable pour l'ouvrage. Mais, là, les prévisions les plus pessimistes ont été dépassées ; sur une grande épaisseur, en effet, le rocher s'est révélé complètement broyé, avec des interpositions de terre, et ne pouvant convenir pour l'assise du barrage. De plus, des crues, dépassant toutes celles qui

avaient été jusque là observées, envahissant le chantier en quelques heures, sont venues compliquer singulièrement le travail.

Enfin, après avoir enlevé environ 300.000 mètres cubes de rocher, des bancs solides ont été mis à découvert. Toutefois, par sécurité supplémentaire, l'assise du barrage a été consolidée par des injections de ciment. Ces injections, dites de consolidation, sont effectuées après mise en place d'une couche de

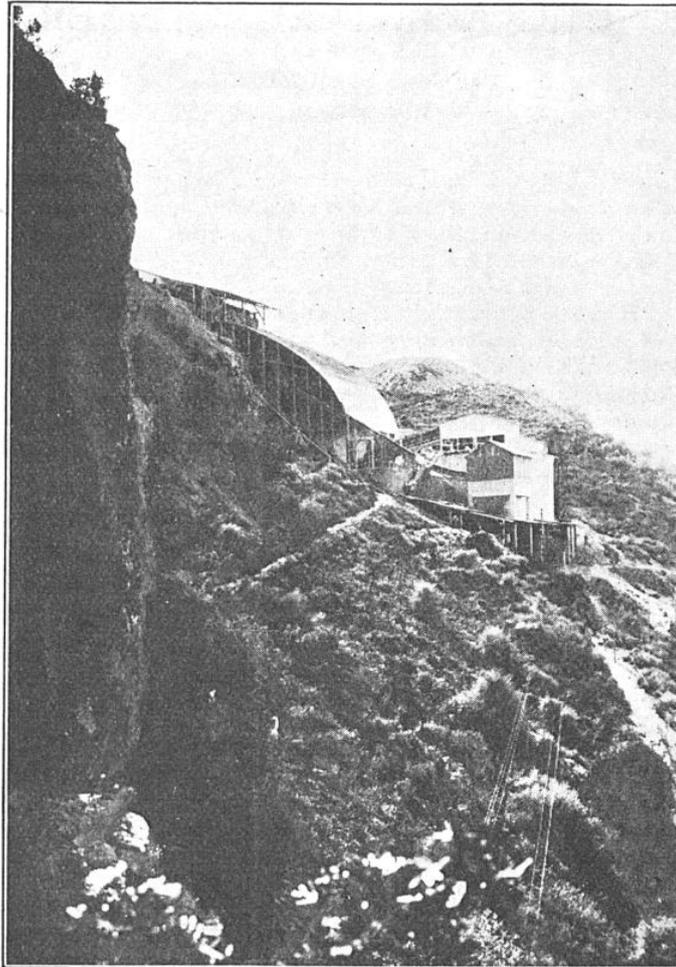


FIG. 1. — L'USINE DE CONCASSAGE, ÉTABLIE EN PLEINE MONTAGNE, FOURNIT LA PIERRE NÉCESSAIRE A LA CONFECTION DU BÉTON

5 mètres de béton. Elles ont une profondeur de 10 mètres environ, et un forage de consolidation est exécuté tous les 5 mètres carrés de fouilles.

Le béton est fabriqué par deux installations, l'une sur la rive droite, et l'autre sur la rive gauche.

La première, en service depuis novembre 1930, produit, en moyenne, de 3.000 à 3.500 mètres cubes de béton par mois.

puis acheminés aux bétonnières de 1.000 litres chacune, par deux tapis roulants. Toute la manutention est mécanique. A l'heure actuelle, 150.000 mètres cubes de béton environ sont déjà coulés.

Les injections de ciment devant constituer le rideau étanche sont exécutées de la manière suivante : un forage est préalablement creusé dans le roc ; on y envoie ensuite, sous pression, du ciment délayé dans de l'eau,

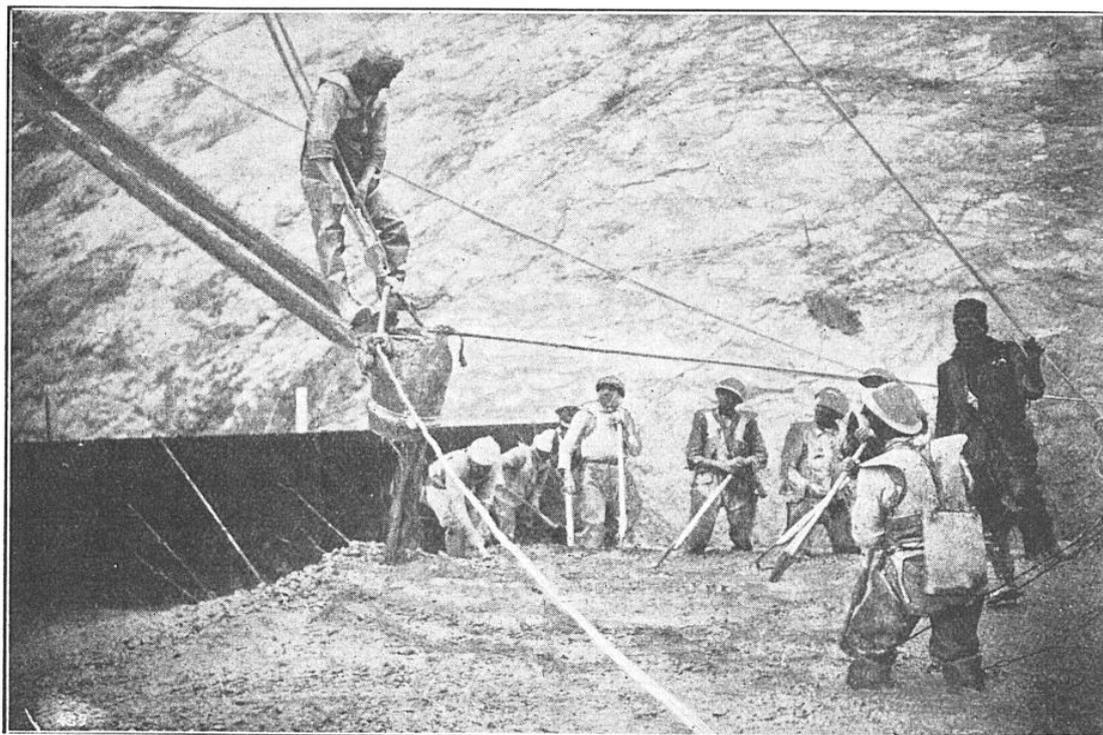


FIG. 2. — LE BÉTON, A L'ÉTAT LIQUIDE, COULE SUR LES LIEUX MÊMES DE SON UTILISATION, ÉVITANT AINSI TOUTE MANIPULATION POUR SON TRANSPORT

L'installation de la rive gauche, trois fois plus importante que la précédente, mise en service en août 1931, produit de 8.000 à 10.000 mètres cubes de béton par mois. De même que celle de la rive droite, elle est alimentée par une carrière et par des matériaux provenant des fouilles de l'ouvrage et remontés par un téléphérique de 500 mètres de longueur, depuis l'amont de la gorge. L'installation comprend, notamment, deux concasseurs de 25 mètres cubes de capacité horaire, quatre broyeurs, deux granulateurs, deux élévateurs, six tapis roulants, etc. Les matériaux, sable et gravier, sont criblés, puis emmagasinés dans des silos en béton armé de 1.000 mètres cubes. Ils sont ensuite dosés,

qui s'infiltré dans toutes les fissures et provoque ainsi un colmatage parfait du rocher. Ces forages, dont les plus profonds ont été descendus jusqu'à 120 mètres, permettent également de prélever des échantillons de rocher, dénommés carottes, et de se rendre compte ainsi de la nature du sol. Ils sont exécutés avec des sondeuses à grenaille et des sondeuses à diamants. Le coulis de ciment est injecté à partir de deux centrales d'injection et au moyen de pompes actionnées par de l'air comprimé. Certaines injections peuvent être effectuées directement par pression d'air comprimé à 22 kg/centimètre carré. La longueur totale des forages prévus est de plus de 10.000 mètres, et la quantité

totale de ciment prévue pour y être injectée est de l'ordre de plusieurs milliers de tonnes.

Que peut-on attendre de ce barrage ?

Le barrage terminé aura sur la région de bienfaisants effets. Tout d'abord, 30.000 hectares pourront être irrigués. De plus, il alimentera une usine hydroélectrique de 15.000 ch.

L'usine d'El Kansera sera une usine de

des turbines. Les aspirateurs des turbines déboucheront directement dans l'oued, par des canaux de fuite pouvant être fermés par des batardeaux, en cas de réparation.

Le poste de transformation et de sectionnement de ligne d'El Kansera sera du type à air libre. Le courant à 5.500 volts des alternateurs sera transporté par câble souterrain, établi dans une galerie, aux deux transformateurs triphasés 5.500-60.000 volts

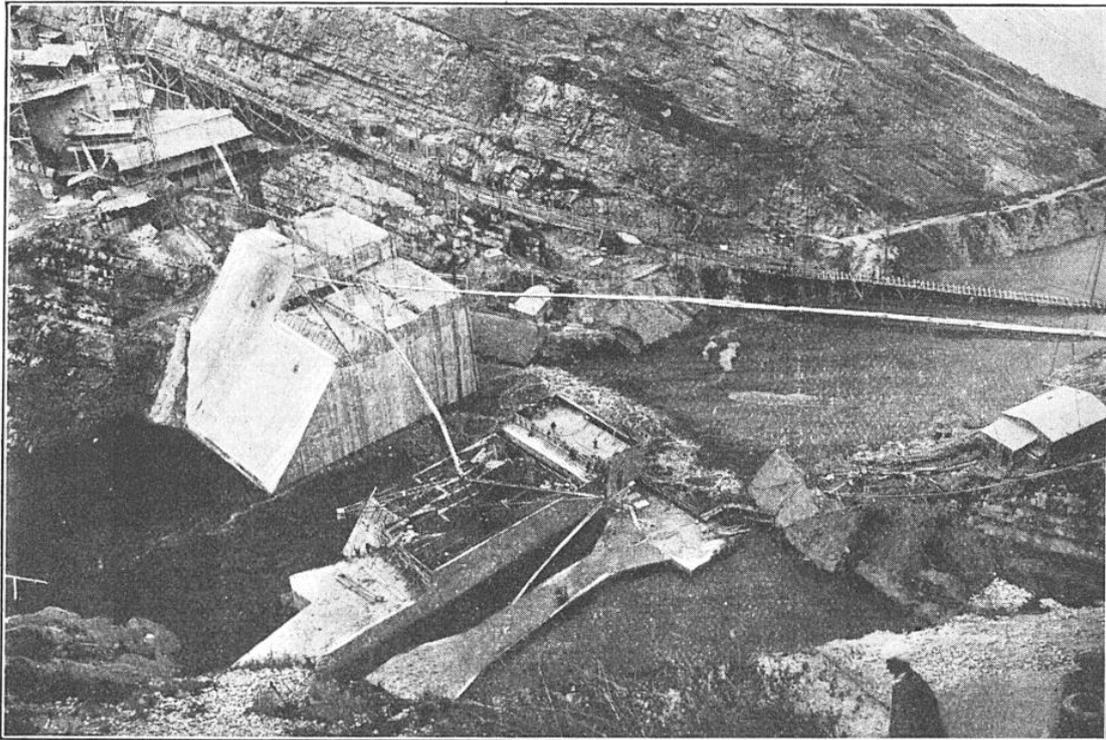


FIG. 3. — LA CRUE SUBITE DE L'OUED BETH, DU 18 AU 22 MARS 1932, A RENDU DIFFICILE LA CONTINUATION DES TRAVAUX

pointe, permettant d'utiliser rationnellement la réserve d'énergie constituée par les 275 millions de mètres cubes d'eau utilisables derrière le barrage.

L'irrégularité du débit, résultant de l'adaptation de la marche de l'usine aux besoins du réseau, sera corrigée par un barrage compensateur, qui mettra un débit constant de 10 mètres cubes par seconde à la disposition des 30.000 hectares de terrain devant être irrigués dans la plaine du Gharb.

L'usine est prévue sur la rive gauche à environ 1 kilomètre en aval du barrage ; elle comportera deux groupes de 9.800 ch.

Les alternateurs seront disposés, dans un faux étage, à 6 mètres au-dessus de l'étage

Ce poste comportera, en outre, trois départs à 60.000 volts, deux transformateurs 60.000-22.000 volts, deux départs à 22.000 volts et un couplage des barres omnibus à 60.000 volts.

Le barrage compensateur sera établi à l'aval de l'usine ; la tranche d'eau utilisable est estimée à environ 275.000 mètres cubes. Etabli dans ces conditions, la hauteur de retenue sera de 5 mètres environ. Il comportera les dispositifs nécessaires pour l'évacuation des plus hautes eaux normales, évaluées à 500 mètres cubes, et pour la restitution à l'aval d'un débit réglé.

Les travaux de construction de l'usine hydroélectrique vont être mis en route incessamment.

samment. Ce travail considérable — barrage et usine — a été commencé vers le milieu de l'année 1926 et sera vraisemblablement terminé vers la fin de 1933.

Certes, une réalisation de ce genre est relativement facile dans un pays comme la France, où le régime des pluies est parfaitement connu par plusieurs dizaines d'années d'expériences, où les dimensions du bassin

certitude absolue de rendement qu'une administration métropolitaine n'aurait pas manqué de s'assurer. A cette audace, il faut ajouter celle qui provient de la non-connaissance précise du sol de fondation, puisque, là encore, la géologie n'a pas eu le temps d'être faite.

Cette bataille, qu'il a donc fallu mener contre la rivière et ses crues d'une part, —

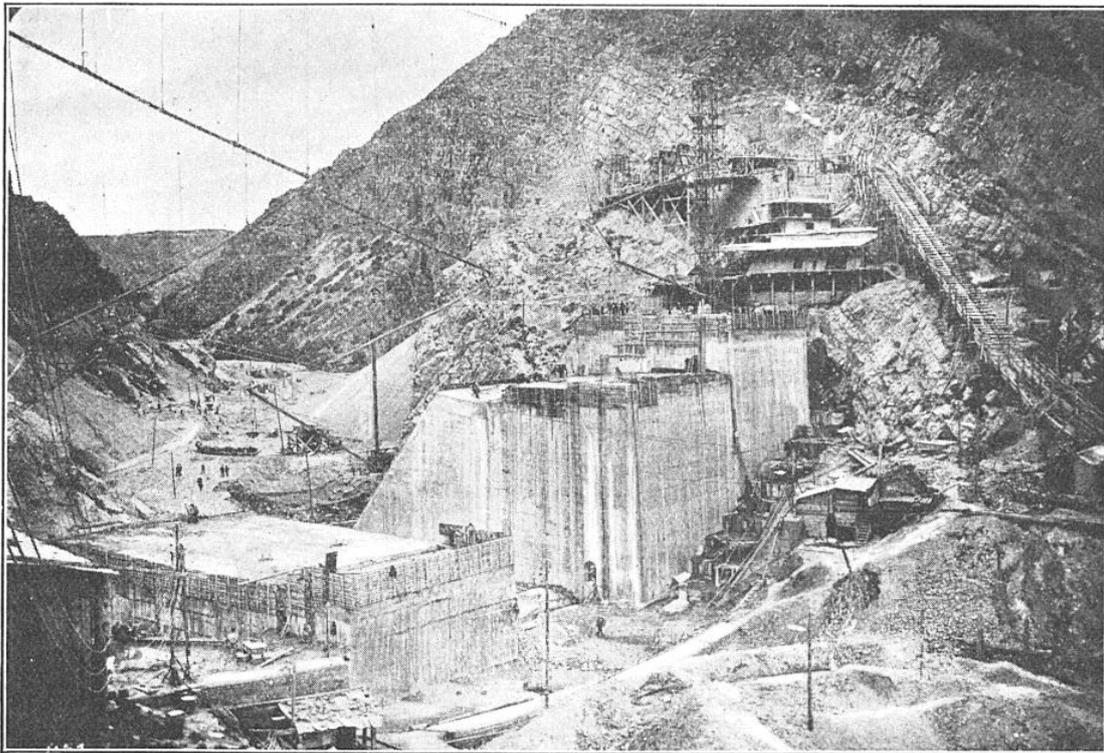


FIG. 4. — MAINTENANT PRESQUE A SEC, L'OUED BETH PERMET DE VOIR LA CONSTRUCTION DE DIVERS ÉLÉMENTS DU BARRAGE

On remarque, au-dessus de l'ouvrage, les dispositifs aériens utilisés pour amener, par gravité, le béton liquide depuis les bétonnières jusqu'aux chantiers.

versant ont été soigneusement mesurées, où le régime de chaque fleuve, à travers chaque saison, a été repéré avec précision. C'était bien autre chose au Maroc.

La France est entrée dans ce pays, pratiquement, en 1912. Elle n'a pu commencer à faire des mesures qu'à partir de 1919, cependant que les Arabes étaient parfaitement ignorants de toutes ces questions orographiques et pluviométriques.

C'est donc avec un minimum de renseignements que l'administration française a dû prendre sur elle de se lancer dans des travaux d'une importance considérable, sans la

et, d'autre part, contre la nature des terrains, — dont les différents éléments ne pouvaient pas être connus à l'avance, a naturellement exigé que l'administration du protectorat, aussi bien que les réalisateurs choisis par elle pour l'exécution de ces travaux, demeurent en parfait accord et mettent en commun ce que l'expérience, la science et la technique pouvaient leur apporter d'aide et de renfort.

Il y a six ans, la région d'El Kansera était, pour ainsi dire, désertique, aucun village n'existait. Aujourd'hui, El Kansera est une petite ville de 600 habitants, en ce qui

concerne la population européenne, et de plus de 2.000 habitants, en ce qui concerne les indigènes. Cette ville est la treizième du Maroc.

La ville d'El Kansera ne disparaîtra vraisemblablement pas, l'œuvre une fois accomplie. L'énergie électrique créée sera, en effet, utilisée par le nouveau réseau ferroviaire,

sorte que l'empire français Nord africain s'allongera d'un seul tenant, depuis Marrakech, à la limite mauritanienne, jusqu'au golfe de Gabès, sur plus de 2.000 kilomètres de long.

Il n'est pas inutile d'ajouter que cette magnifique ligne pourra, dans un avenir prochain, être doublée à l'intérieur, dans ses

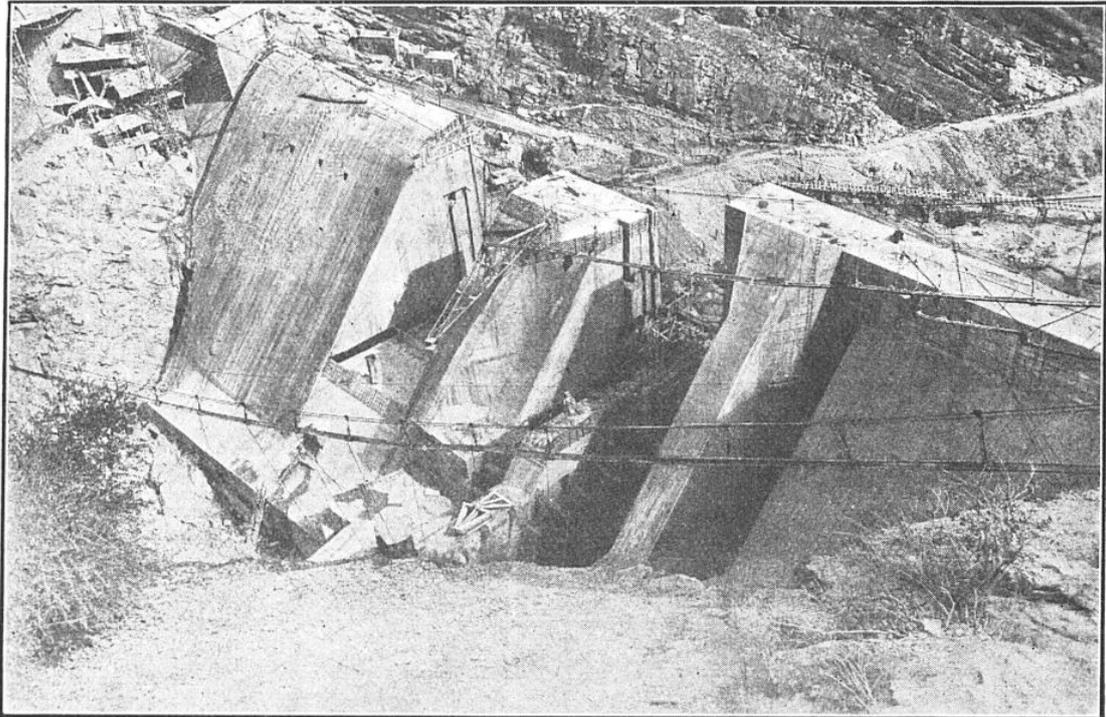


FIG. 5. — ÉTAT ACTUEL DES TRAVAUX DU BARRAGE D'EL KANSERA

Il mesurera 200 mètres de long, 40 mètres de hauteur. Son épaisseur à la base atteindra 36 mètres, au sommet 6 mètres. Construit en forme de déversoir, il permettra aux crues rapides et parfois abondantes de l'oued Beth de passer par dessus lui sans produire d'affouillements à l'aval.

qui reliera cette région à d'autres plus favorisées.

— Réseau admirable, il faut le reconnaître, pour qu'en pleine époque de l'automobile, et plusieurs années après la création de routes de premier ordre, il ait pu trouver, du premier coup, à s'alimenter en voyageurs et en marchandises. Ce réseau va raccorder, dans trois ans, le Sud marocain et sa grande ville Marrakech avec l'Ouest algérien, à la station frontière d'Oudjda, du côté Maroc, et de Lalla-Maghrnia, du côté Algérie ; de

parties les plus délicates, et, en particulier, au droit du Riff, par une ligne plus profonde et, celle-là, parfaitement protégée.

Une quantité très considérable d'énergie électrique sera donc utilisée pour l'électrification du réseau marocain, et le surplus, pour la distribution de lumière et de force dans les grandes villes, et même dans les campagnes très fertiles que sont, par exemple, la plaine du Gharb et cette même plaine du Sebou, pour laquelle est établi le barrage.

J. MARCHAND.

UN SEUL SONDAGE ACOUSTIQUE PERMET DE DÉTERMINER L'INCLINAISON DU FOND DE LA MER

LA sécurité de la navigation exige que l'établissement des cartes marines, indiquant la profondeur de l'eau et portant les courbes du niveau du fond de la mer, soit exécuté avec un soin tout particulier.

Les méthodes de sondages fondées sur la réception de l'écho produit par la réflexion soit d'ondes sonores, soit d'ultrasons (1), sur le fond de la mer, permettent de mesurer avec précision la profondeur de l'eau à l'endroit considéré. Ces méthodes reposent sur la connaissance exacte de la vitesse du son dans l'eau,

dont la valeur est très voisine de 1.500 mètres à la seconde. Ainsi, en mesurant, au moyen d'appareils précis, le temps qui s'écoule entre l'émission d'un signal sonore à bord du bateau-sondeur et l'arrivée de l'écho, c'est-à-dire de l'onde qui s'est réfléchi sur le

fond de la mer, il est très facile de calculer la profondeur au point où l'on se trouve. Cependant, jusqu'ici, pour connaître la pente du sol sous-marin, on admettait qu'une série de mesures autour d'un même point était nécessaire, autrement dit qu'il fallait dresser la carte sous-marine du lieu où on se trouve. Nous allons voir que, dans certaines conditions, il est inutile de se livrer à un aussi long travail et qu'un seul sondage peut suffire à la détermination de l'inclinaison du sol sur l'horizontale.

En effet, si l'onde acoustique émise par le bateau est suffisamment puissante, on peut, ainsi que M. Marti l'a fait connaître à l'Académie des Sciences, trouver cette pente au moyen d'une seule mesure. En effet, le récepteur ne perçoit plus un seul écho,

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

mais plusieurs échos successifs qui sont produits par la réflexion sur le fond de la mer et sous la surface de l'eau. Ainsi, comme le montre la figure ci-dessous, si l'émission a lieu en *A*, une première réflexion est produite en *C*, la direction *AC* étant perpendiculaire au fond. De sa mesure, on déduit la profondeur au point *A*. Mais un deuxième écho provient d'une double réflexion, l'une en *D* et l'autre en *E*, le rayon *DE* étant perpendiculaire à la surface de l'eau. Un troisième écho provient de trois réflexions en *F*, *G*

et *H*, le rayon *GH* étant perpendiculaire au fond de la mer, et ainsi de suite.

Sur le diagramme donné par l'appareil enregistreur d'échos, on voit donc apparaître plusieurs encoches correspondant aux échos successifs, et l'on peut mesurer la distance entre ces enco-

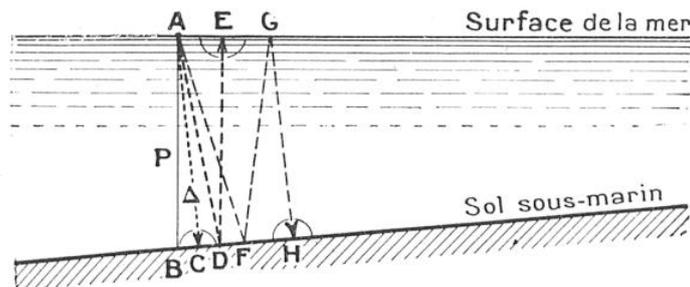


SCHÉMA DU TRAJET DES ONDES SONORES DANS LEURS DIVERSES RÉFLEXIONS SUR LE FOND ET SOUS LA SURFACE DE L'EAU PRODUISANT PLUSIEURS ÉCHOS

A C A, trajet simple, premier écho; A D E D A, deuxième trajet, deuxième écho; A F G H G F A, troisième trajet et troisième écho après cinq réflexions successives.

ches. Un calcul simple permet d'en déduire l'angle que fait l'horizontale avec le fond de la mer. On conçoit, en effet, que plus cet angle est grand et plus les temps séparant les échos successifs sont considérables.

On le voit, cette méthode est uniquement fondée sur la puissance de l'émission sonore. En effet, l'amortissement des sons est considérable à chaque réflexion sur le fond ou sous la surface de l'eau. Mais, au moyen d'appareils suffisamment sensibles, nul doute qu'il soit possible de déterminer ainsi la pente du fond sous-marin avec un seul sondage acoustique. C'est une simplification dans l'établissement des cartes sous-marines. Néanmoins, il est nécessaire d'attendre les résultats pratiques afin de savoir si le succès ne dépend pas de la forme des fonds sous-marins.

J. M.

CE MAT TÉLESCOPIQUE ET MOBILE FACILITE L'AMARRAGE DES DIRIGEABLES

ON sait quelles difficultés présente l'atterrissage des ballons dirigeables, surtout lorsque les conditions atmosphériques sont défavorables. Pour pouvoir rentrer un appareil dans son hangar, il est nécessaire d'avoir un personnel extrêmement nombreux, ce qui est incompatible avec les exigences d'une exploitation commerciale. Depuis la guerre, on a donc été amené à rechercher de nouvelles méthodes plus économiques. De là est né l'emploi du « mât d'amarrage », où l'on attache le dirigeable en attendant que de meilleures conditions permettent de le rentrer au hangar avec un personnel réduit. Cette opération est tout à fait comparable à celle du navire qui s'ancre en rade, tant que l'état de la mer lui interdit l'accès du port.

Le problème du retour au hangar comporte donc les trois opérations suivantes : atterrissage, amarrage au mât, rentrée proprement dite.

On a cherché à combiner ces trois opérations pour rendre leur ensemble aussi simple que possible.

Tout d'abord se pose la question des dimensions du mât. Pendant longtemps, on a utilisé des mâts élevés d'environ 60 mètres

de haut. Les résultats, quoique satisfaisants, n'étaient pas parfaits, car il était nécessaire de créer des forces supplémentaires pour s'opposer aux rafales du vent qui tendaient à plaquer l'aéronef vers le sol.

Aussi, depuis quelque temps, a-t-on rem-

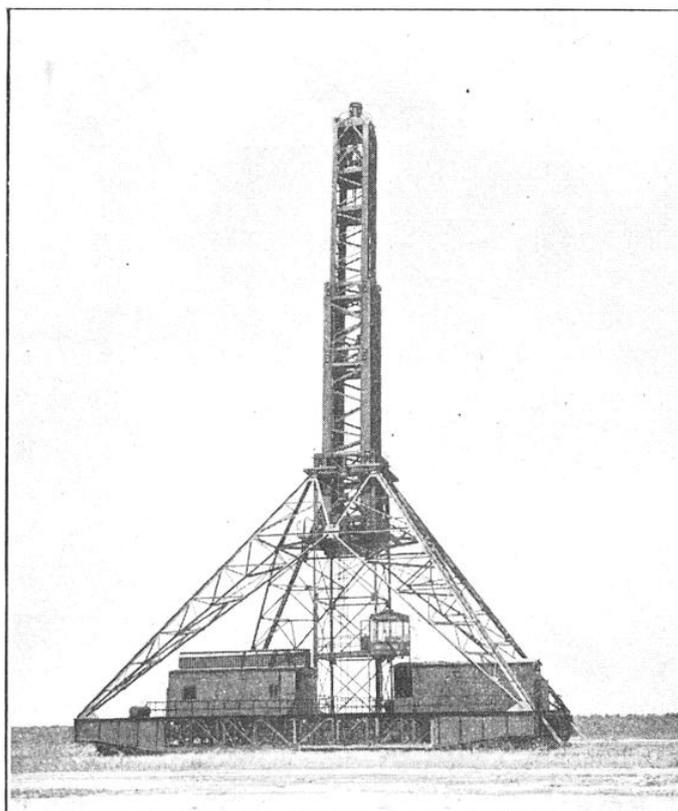
placé ces mâts, en particulier à la station de Lakehurst, aux États-Unis, par d'autres dont la hauteur ne dépasse pas 20 mètres. Ces derniers sont mobiles et peuvent se déplacer avec facilité sur le terrain ; d'autre part, ils sont télescopiques et leur hauteur peut être réglée suivant les dimensions du dirigeable à amarrer.

Le dirigeable étant amarré au mât, si on veut le rentrer au hangar, on dispose sous la poupe une sorte de chariot à bandages pneumatiques, qui

sert, d'une part, à guider le dirigeable sur le sol, et, d'autre part, à le charger à sa partie arrière en l'empêchant de se soulever accidentellement.

Le mât et le chariot portant l'aéronef sont alors trainés, soit directement sur le sol, soit sur des rails disposés à cet effet sur le terrain, jusqu'à l'intérieur du hangar.

A. C.



MAT D'AMARRAGE DE LA STATION DE LAKEHURST

Ce mât d'amarrage mobile et télescopique n'a qu'une faible hauteur, environ 20 mètres, qui peut d'ailleurs être réglée suivant les dimensions de l'aéronef à amarrer.

VERS LES APPLICATIONS INDUSTRIELLES DE L'ACCUMULATEUR A L'IODE

Nous avons signalé (1), dès son apparition, l'accumulateur à l'iode, inventé par M. François Boisier (en religion frère Ciro), qui marque une importante étape dans la recherche de l'accumulateur à la fois robuste et léger. Au cours des quelques mois qui se sont écoulés depuis cette présentation, les essais ont été poursuivis avec régularité et méthode. Aujourd'hui, on nous annonce que la mise au point de cet élément est pratiquement parfaite et que, d'ores et déjà, on en peut prévoir les applications industrielles.

On se souvient que le principe de cet accumulateur consiste à engendrer le courant électrique par dissociation de l'électrolyte lui-même (iodure de zine), les électrodes ne servant que de supports aux dépôts moléculaires produits pendant la charge et étant,

par leur forme même, indéformables. On se souvient également que, grâce à la faible tension produite par cet élément (et nécessaire à sa charge), 1,2 volt, aucun gaz ne se dégage pendant cette charge, ce qui a rendu possible la fermeture hermétique de l'accumulateur à l'iode. La tension de 1,2 volt, qui est propre à cet élément, et qui se présente comme une condition nécessaire à tous les avantages qu'il offre, n'est faible qu'apparemment par rapport à celle d'un élément au plomb: mais pour obtenir une tension élevée par le groupement d'éléments en série, cela ne conduit pas à augmenter dans la même proportion les dimensions et le poids. A capacité égale, l'élément *Iodac* est seulement un peu plus encombrant (30 % environ) que celui au plomb,

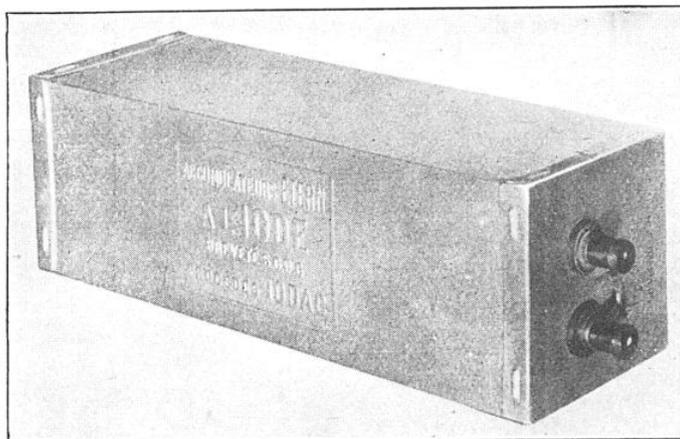
(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 180, page 515.

mais, par contre, son poids est beaucoup plus faible (deux fois environ) relativement à l'énergie qu'il peut produire. Il en résulte que la puissance massique de l'élément *Iodac* est deux fois plus forte que celle de l'accumulateur au plomb.

Rappelons que, tandis que l'accumulateur au plomb ne peut supporter impunément des régimes de charges et de décharges rapides, l'accumulateur *Iodac* peut, au contraire, être rapidement chargé ou déchargé. Ainsi, une batterie de 15 ampères-heure a pu dé-

biter 100 ampères pendant six ou huit minutes. Enfin, n'oublions pas deux des plus précieuses qualités de l'accumulateur à l'iode, à savoir sa légèreté (son poids est environ la moitié de celui de l'accumulateur au plomb) et sa robustesse.

Ces deux qualités semblent donc réserver au nouvel élé-



ACCUMULATEUR « IODAC » DE 50 VOLTS

ment de nombreuses applications industrielles. Jusqu'ici, il n'a guère été utilisé qu'en T. S. F., où il a donné d'excellents résultats. Aujourd'hui, on envisage son emploi, notamment pour la traction électrique. En effet, non seulement sa légèreté permet d'équiper des tracteurs, mais encore sa faculté de supporter des régimes rapides autorise, avec les locomotives électriques, la récupération de l'énergie. On sait que cela consiste à faire marcher, pendant les descentes, les moteurs en générateurs pour freiner le véhicule. L'énergie ainsi produite, au lieu d'être perdue dans des résistances, pourrait être emmagasinée dans des batteries légères et de grande capacité. Il va de soi que de tels accumulateurs sont également parfaits pour assurer le démarrage électrique des moteurs à explosions. L.-D. FOURCAULT.

POUR APPRENDRE RATIONNELLEMENT LA TECHNIQUE DE LA T. S. F.

DE même qu'une langue vivante ne peut être convenablement apprise si un stage dans le pays d'origine n'a pas permis d'en acquérir toutes les finesses et surtout la prononciation, de même certaines sciences ne peuvent s'apprendre uniquement dans des livres. La T. S. F. fait, évidemment, partie de ces dernières. Certes, elle exige tout d'abord la connaissance de données scientifiques sur la mécanique et l'électricité, mais, par-dessus tout, elle ne peut être véritablement comprise si l'on n'a pas soi-même vérifié et étudié les notions théoriques apprises dans les cours. Il fallait donc que des institutions spécialisées soient capables de fournir un enseignement théorique et pratique suffisant pour assurer l'ascension vers les places

les plus enviées. A cet égard, l'Ecole Centrale de T. S. F., 12, rue de la Lune, à Paris, a fort bien compris l'œuvre à mener à bien.

Nous n'entrerons pas dans la description de l'Ecole. Il nous suffira de savoir que dans de vastes salles de cours les professeurs expliquent à leurs élèves les tout derniers perfectionnements de la science radioélectrique ; que des laboratoires fort bien équipés permettent aux futurs ingénieurs de vérifier, au moyen d'appareils de mesures de précision, les lois qui président à l'électrotechnique ; que dans des salles de montages, les élèves exécutent les schémas et peuvent ainsi connaître leurs progrès

Par ailleurs, pour ceux, et ils sont légion, qui se destinent à la marine (officier radio de la marine marchande), un poste de

T. S. F. de bord, complètement équipé, leur permet de se familiariser avec le matériel qu'ils seront appelés à manipuler.

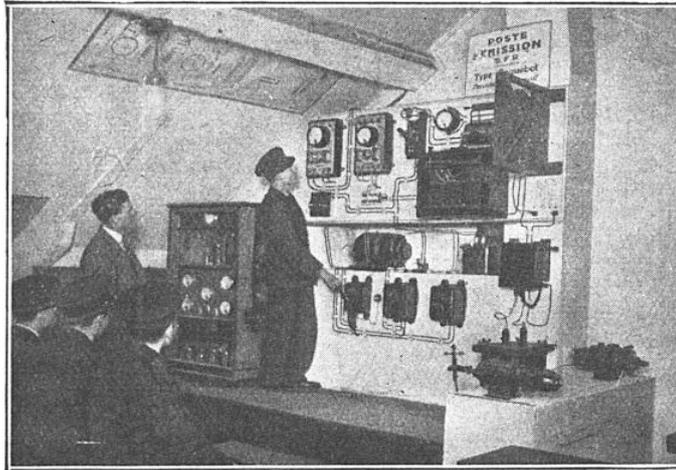
Enfin, pour les élèves qui se destinent à rentrer comme technicien ou opérateur radio dans les différents ministères, des salles ont été prévues pour l'entraînement méthodique à la lecture du son, pour l'étude de la radioélectricité, pour l'entraînement effectif à l'écoute de trafic réel de station à station.

Les principales administrations ayant un personnel radio sont, dans l'ordre d'importance, les Ministères de l'Air, de la Guerre, (cadre civil), des Colonies, de l'Intérieur (inspecteur radio) et l'Office National de Météorologie

De plus, nous signalons qu'une branche très importante de

préparation au service militaire T. S. F. fonctionne dans cet Etablissement. Elle fournit des centaines de jeunes recrues spécialisés, chaque année, au Génie, à l'Aviation et à la Marine.

Il nous faut signaler également l'enseignement par correspondance. Pour rester fidèle à sa formule, l'Ecole complète cet enseignement par un stage à l'Ecole même, où les élèves peuvent bénéficier des laboratoires pour les travaux pratiques. De plus, mettant à profit le progrès sous toutes ses formes, l'Ecole adresse, pour la lecture au son, des disques spécialement gravés qui permettent d'apprendre rapidement la lecture des signaux Morse, en écoutant simplement leur musique rythmée. Ne nous étonnons donc pas du succès croissant de l'Ecole. J. M.



LES ÉLÈVES DE L'ÉCOLE CENTRALE DE T. S. F., DEVANT UN POSTE RADIO DE BORD

LES A COTÉ DE LA SCIENCE

INVENTIONS, DÉCOUVERTES ET CURIOSITÉS

Par V. RUBOR

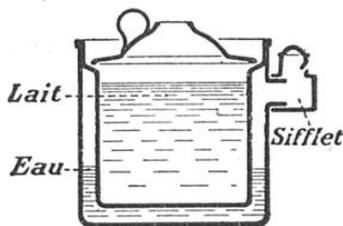
Stérilisons notre lait

NEUFS fois sur dix, faire bouillir le lait consiste, pour la ménagère, à le laisser sur le feu jusqu'à ce qu'il « monte » et à éteindre vivement le gaz à ce moment-là. Or, que s'est-il produit ? Certains points du lait ont bien été portés à la température d'ébullition, et l'air dissous dans le liquide tend à s'échapper sous la forme de bulles. Comme, à la surface du lait, s'est formée une couche de crème qui adhère aux parois fortement chauffées par le foyer, ces bulles ne peuvent se dégager ; la crème gonfle, et le lait « monte ». Mais, en réalité, le lait n'a pas bouilli, et sa température moyenne n'a guère dépassé 80°, valeur insuffisante pour détruire les germes nuisibles. Le lait ne bout réellement, en effet, qu'à 101°.

Toutefois, la destruction des germes nuisibles à sa conservation ne demande pas une aussi haute température, et il suffit d'atteindre 95° à 98°. Mieux, en ne chauffant pas le lait à 101°, ce qui, évidemment, le stérilise, mais exige des précautions voulues pour qu'il ne se sauve pas, on lui conserve ses principes les plus précieux pour l'alimentation et, notamment, ses vitamines et sa saveur de lait frais.

Par conséquent, ce qu'il faut, c'est porter le lait à 95° ou 98° et, bien entendu, être prévenu du moment où cette température est atteinte.

Le pasteurisateur, représenté ci-contre, répond parfaitement à cette double condition. C'est une marmite en aluminium à double paroi, dont l'espace situé entre ses deux parois ne communique avec l'extérieur que par l'intermédiaire d'un sifflet. Ce sifflet s'enlève, d'ailleurs, aisément et permet d'introduire un peu



COUPE DU PASTEURISATEUR MONTRANT LE NIVEAU QUE L'EAU NE DOIT PAS DÉPASSER

d'eau dans l'enceinte du pasteurisateur. Le lait étant versé dans le récipient intérieur et le sifflet remis en place, on pose l'appareil sur un feu assez doux. L'eau s'échauffe ; la vapeur produite se con-

dense tant que le lait ne se trouve pas à la température de l'eau. A ce moment, au contraire, la vapeur, en s'échappant par le sifflet, prévient la ménagère que l'opération est terminée. Les essais effectués au labora-



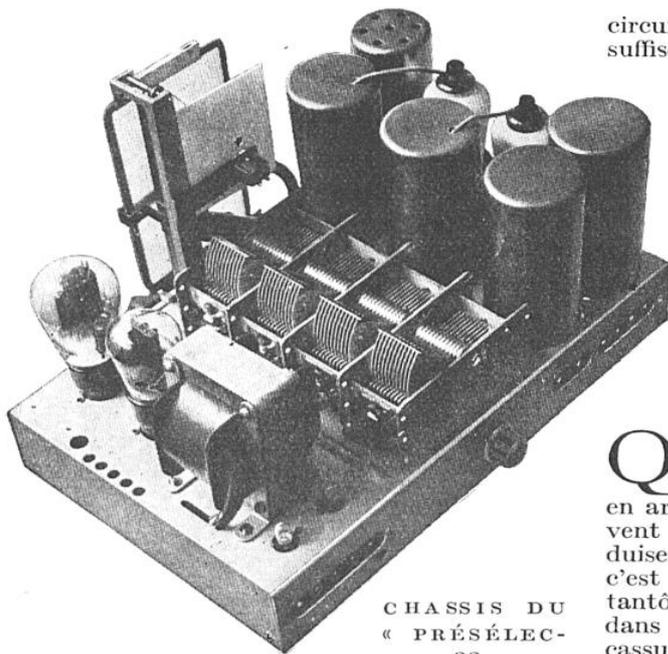
LE PASTEURISATEUR DE LAIT « SIRÈNE »

toire municipal de chimie ont montré que la température atteinte était de 98°,5 et qu'un lait contenant deux millions de bactéries par centimètre cube renfermait moins d'une bactérie par centimètre cube.

Ajoutons, enfin, que les parois du récipient à lait n'étant jamais surchauffées, la crème ne s'y attache pas et que le lait ne « monte » pas.

Nouveau récepteur de T. S. F. à présélection et à amplification directe

L'HISTOIRE est un perpétuel recommencement. Lorsque apparurent les lampes à trois électrodes qui devaient révolutionner toute la T. S. F., les premiers postes récepteurs utilisèrent des circuits dits à amplification directe, c'est-à-dire agissant directement sur le courant à haute fréquence, engendré dans l'antenne par les ondes hertziennes. Ce fut l'ère des postes à résonance. Mais vint bientôt le superhétérodyne ou



CHASSIS DU
« PRÉSÉLEC-
TEUR 33 » MON-
TRANT LES QUATRE CONDENSATEURS MON-
TÉS SUR LE MÊME AXE ET LE BLINDAGE
DES DIVERS ORGANES DU POSTE

changeur de fréquence. La sélectivité autorisée par ce montage, sa sensibilité, la réception sur un simple cadre, donnèrent au nouveau venu une vogue méritée. Toutefois, rien n'est définitif et la simplicité de l'amplification directe, qui se prête parfaitement à la commande unique, grâce à la symétrie de ses circuits, a tenté à nouveau les constructeurs, notamment aux États-Unis. Cependant, la sélectivité obtenue laissait encore à désirer et ne croissait pas proportionnellement au nombre d'étages du poste. Et la mode revint au changement de fréquence. Mais voici que l'amplification directe vient de marquer un nouveau pas en avant, qui lui permet de lutter avec le changement de fréquence au point de vue de la sélectivité et de la sensibilité, mais naturellement avec un réglage unique pour chaque station et sans aucune interférence particulière. Ce résultat a été, d'ailleurs, fort simplement obtenu en utilisant le principe de l'ancien montage en Tesla, bien connu des galénistes.

Nous n'entrerons pas ici dans le détail de la construction d'un tel poste qui sélectionne, en quelque sorte, les ondes avant leur amplification, ce qui, d'une part, accroît la sélectivité et, d'autre part, élimine nombre de parasites. Nous donnons simplement la photographie du châssis, montrant le soin avec lequel les

circuits sont établis et blindés. Qu'il nous suffise de signaler que sur une petite antenne intérieure, on peut, à 1.000 mètres de la Tour Eiffel, séparer celle-ci de Daventry ; que Rome et les P. T. T., Alger et Radio L.-L. se sélectionnent aisément.

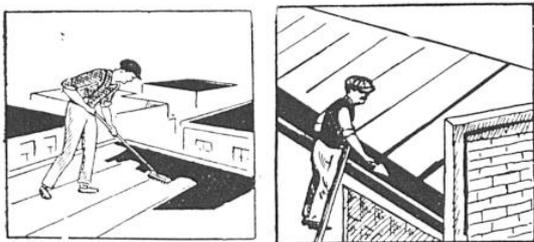
Enfin, point non négligeable, ce poste, alimenté par le secteur, ne consomme que 40 watts.

Toitures et terrasses peuvent être facilement rendues étanches

QU'IL s'agisse de terrasses en ciment, de toitures en zinc, en tôles ondulées, en fibro-ciment, en feutre asphalté, en ardoises, de verrières, il arrive trop souvent que des défauts d'étanchéité se produisent au bout d'un certain temps. Tantôt, c'est le mastic des vitres qui se détache, tantôt ce sont des fissures qui apparaissent dans le ciment ou dans le zinc, tantôt des cassures dans les ardoises ou les tuiles, etc. Il est cependant extrêmement facile, actuellement, de remédier à ces inconvénients, grâce à des produits particulièrement efficaces qui ont été mis au point. Nous voulons parler des produits *Arco*. Ce sont des enduits plastiques, dont la consistance varie, d'ailleurs, avec le type envisagé, et qui contiennent une très forte proportion d'asbeste (amiante du Canada). Suivant cette proportion, on obtient un ciment plastique très adhésif, ou un liquide très visqueux. A l'air, une pellicule superficielle, souple et résistante, se forme sur l'enduit, la couche inférieure conservant sa plasticité. Les dilatations dues à la chaleur, les vibrations ne peuvent donc altérer ni fissurer le produit. Le ciment plastique *Arco-Sealit*, qui se pose au moyen d'une truelle, permet d'obturer tous les trous ou fissures d'une toiture, de



COMMENT ON RÉPARE UN CHIÈNEAU HORS D'USAGE



A GAUCHE : APPLICATION A LA BROUSSE DE L'ENDUIT PLASTIQUE SEMI-LIQUIDE SUR UNE TERRASSE ; A DROITE : APPLICATION DU CIMENT PLASTIQUE IMPERMÉABLE

réparer des chéneaux, d'effectuer des revêtements étanches pour le béton armé, etc. L'enduit semi-liquide *Arco-Top* s'étend simplement au moyen d'une brosse. Une couche de un demi à un millimètre d'épaisseur suffit. Les toitures en zinc, en tôle ondulée, en fibro-ciment, en ardoises, sont ainsi facilement remises en état. De même, on peut imperméabiliser les surfaces en ciment, entretenir les toits de voitures, de wagons, protéger les mastics des vitrages, des calorifugeages de tuyauteries, des accumulateurs de vapeur, etc. L'enduit semi-liquide peut être également utilisé pour protéger les ouvrages métalliques, réservoirs, ponts, etc., contre toute corrosion.

La Société Arco se met d'ailleurs à l'entière disposition de tous ceux qui ont à entretenir des voitures et des terrasses, pour l'étude des problèmes d'étanchéité qu'ils peuvent avoir à lui soumettre.

Cette table à dessin s'adapte instantanément à la position du dessinateur

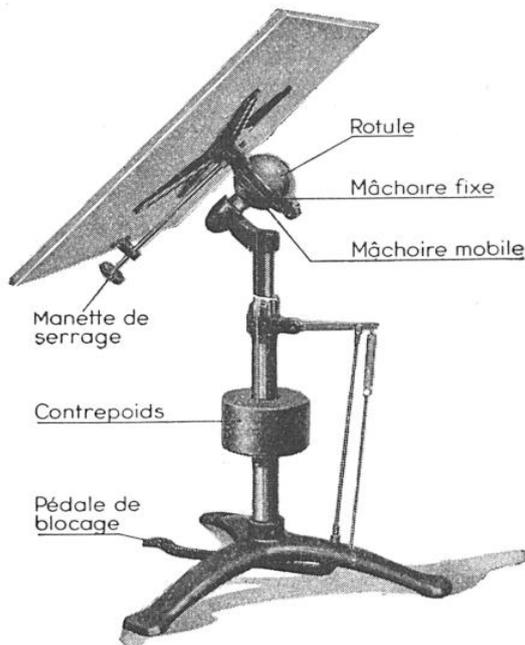
LES solutions les plus simples sont toujours les meilleures. Encore faut-il qu'elles répondent parfaitement aux conditions requises. Il est évident, par exemple, que l'antique table à dessiner à tréteaux, que l'on pouvait monter ou abaisser, dont on pouvait également faire varier l'inclinaison, représentait le maximum de simplicité. Toutefois, que de temps perdu pour régler la hauteur et l'inclinaison, puisque le dessinateur ne pouvait le faire qu'à l'aveuglette, se rendre compte ensuite du réglage obtenu, le modifier souvent, etc. Donc, nous exigerons d'une table à dessin moderne qu'elle puisse prendre toutes les positions sans que le dessinateur ait à se déranger. A ce point de vue, la table représentée ci-dessus est vraiment d'un fonctionnement fort simple.

Un pied robuste télescopique supporte une rotule. Sur celle-ci peut se mouvoir une mâchoire à laquelle est fixée un croisillon, ce

dernier portant, enfin, la planche à dessiner.

A portée de son pied, le dessinateur trouve une pédale, qui lui permet de débloquer le pied de la table, d'abaisser ou de relever la rotule, donc la planche. Ceci s'effectue sans effort, grâce à un contrepois équilibrant le poids de toute la partie mobile.

A la portée de sa main, le dessinateur a une manette qui commande le serrage de la mâchoire sur la rotule. Lorsque l'inclinaison voulue est atteinte, la mâchoire immobilise la planche dans cette position. Et le serrage est suffisamment énergique



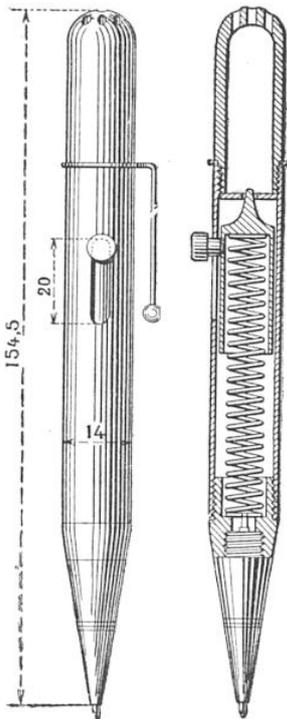
LA TABLE A DESSIN « LA MAPPEMONDE » ET LES DIVERS ORGANES DE RÉGLAGE

pour que l'on puisse s'asseoir sur la planche sans la faire dévier.

Commodité, confort, fonctionnement sûr : telles sont les qualités que procure cette nouvelle table à dessin.

Ce stylo est une arme de défense efficace

L'HONNÊTE homme hésite souvent à faire usage de son revolver lorsqu'il est attaqué. Il lui répugne de verser le sang. Et, d'ailleurs, ne lui est-il pas interdit de porter des armes? Il se trouve donc constamment en état d'infériorité vis-à-vis du malfaiteur, car celui-ci attaque toujours par surprise et ne laisse pas le temps à sa victime de se défendre. Ce qu'il faut donc, pour parer avec certitude à toute attaque brusquée, c'est disposer d'un moyen qui n'exige aucune manœuvre préalable pour être armé, qui,



LE STYLO « PARATAC »

par conséquent, doit toujours être prêt à servir.

Or, voici un stylo, ou du moins un appareil qui en présente l'aspect, qui se fixe à la poche au moyen d'une agrafe, que l'on peut donc avoir constamment sous la main et qui constitue une arme défensive vraiment efficace. En effet, il suffit de ramener en arrière le bouton placé sur le côté du corps de l'appareil et de le laisser revenir brusquement à sa position initiale, sous l'action de son ressort, pour provoquer la percussion d'une petite cartouche renfermant un produit spécial qui dégage des gaz lacrymogènes. Impossible de résister à cette atmosphère, et il est même bon que celui qui l'a provoquée s'éloigne, tandis que l'attaquant est complètement désarmé. Cette remarque permet, d'ailleurs, de se rendre compte que l'appareil est purement une arme défensive, car, si on l'utilise pour attaquer, on ne peut s'approcher de la victime sans être soi-même atteint par les gaz.

Combustible colloïdal

LA sous-consommation actuelle mondiale se répercute sur le combustible, comme sur toutes les matières de première nécessité, et, en particulier, les charbonnages, qui se sont vus, tout dernièrement, supplantés presque complètement pour la chauffe des grands paquebots, et même des navires à tonnage moyen, ainsi que dans les marines de guerre, se trouvent privés d'un appoint considérable qui leur empêche de compenser la sous-consommation terrestre, comme peut le faire le mazout.

Le combustible « colloïdal », constitué par un mélange de fuel oil et de charbon pulvérisé rendu stable par procédés chimique et mécanique combinés, peut arriver à concilier, dans une certaine mesure, les intérêts des groupements miniers et des groupements pétroliers. Les essais poursuivis, tant en Amérique qu'en Angleterre, ont fait entrevoir la possibilité de brûler de façon satisfaisante les combustibles répondant aux caractéristiques suivantes : 60 % de fuel

oil de soute et 40 % de charbon pulvérisé. Des spécialistes français ont repris les essais étrangers pour l'adaptation des charbons français pulvérisés à ce mélange.

Nous pouvons espérer voir sous peu notre marine commerciale et notre marine de guerre absorber, avec tout avantage pour elles, un gros tonnage de charbon. L'avantage est très considérable par l'augmentation du rayon d'action des navires, car on obtient, en effet, couramment un combustible pouvant arriver à la densité calorifique de 14.000 calories au litre.

D'autre part, il diminue les chances d'incendie, étant facilement noyable ; sa densité apparente est supérieure à 1.

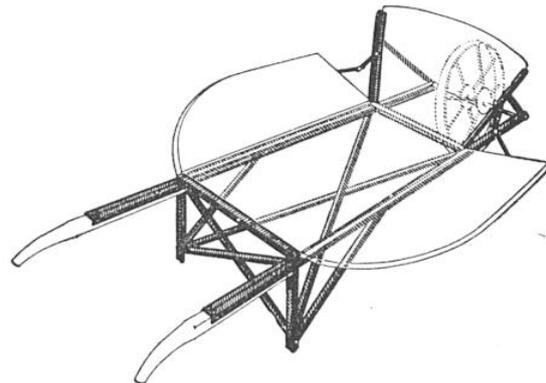
Les brûleurs essayés avec ce combustible sont sensiblement au point ; il importe simplement d'éviter certains bouchages occasionnés par la viscosité de la suspension du liquide à suspension colloïdale.

Une brouette vraiment pratique et très légère

LES brouettes en bois, ordinairement utilisées, pèsent déjà, vides, un nombre respectable de kilogrammes qui s'ajoutent à la charge à transporter. Mais la construction métallique devait permettre d'alléger la brouette, tout en lui conservant sa solidité. Ainsi, la brouette ci-dessous, toute en acier étiré, supprime-t-elle véritablement le poids mort.

Le châssis, complètement rivé, permet de varier à volonté la forme de la caisse, selon le travail à effectuer. Ainsi, pour le petit jardinage, on peut doter la brouette d'une caisse amovible qui permet, une fois celle-ci déposée au point voulu, d'utiliser la brouette pour d'autres travaux, pour le transport de colis ou de marchandises volumineuses, par exemple.

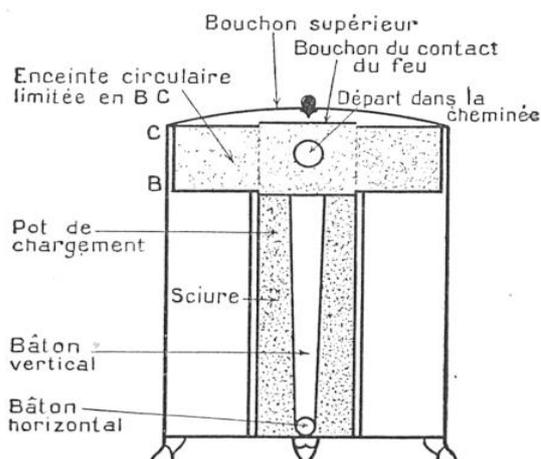
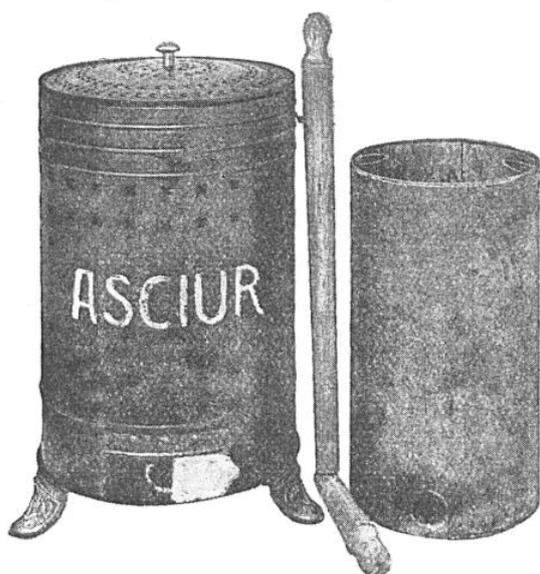
C'est là une nouvelle solution fort intéressante pour tous ceux qui utilisent cet appareil universellement répandu : la brouette.



SUR LE CHÂSSIS MÉTALLIQUE ET LÉGER DE CETTE BROUETTE, ON PEUT ADAPTER N'IMPORTE QUELLE FORME DE CAISSE

Nouveau poêle à sciure de bois

La sciure constitue, la plupart du temps, dans les usines qui travaillent le bois, un déchet mal utilisé et, par suite, un produit bon marché. Aussi a-t-on cherché à l'employer pour le chauffage domestique. L'appareil représenté ci-dessous, qui assure la combustion intégrale de la sciure, apporte à ce problème une heureuse solution. Rien de plus simple, d'ailleurs, que son utilisation. On introduit, tout d'abord, un cylindre de bois horizontalement à la partie inférieure du calorifère, puis un deuxième cylindre de bois vertical, dans l'axe du poêle et reposant sur le premier. On verse alors la sciure par le haut, en deux ou trois fois, en la tassant



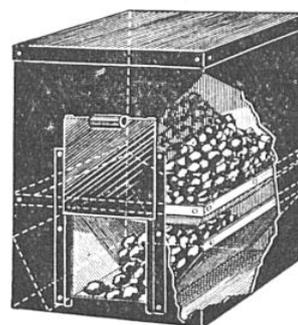
PHOTOGRAPHIE ET COUPE DU NOUVEAU POËLE A SCIURE DE BOIS EN MONTRANT LES DIFFÉRENTS ORGANES

fortement après chaque garnissage. Lorsque le pot est plein de sciure, on retire les bois (le vertical le premier). On a ainsi ménagé une cheminée d'aération. Il suffit alors d'introduire un morceau de papier allumé à la place du cylindre de bois horizontal pour communiquer le feu à la masse de sciure. Le tirage est, tout d'abord, laissé ouvert en grand pendant une dizaine de minutes, puis on le règle au moyen de la porte. Pendant dix heures, on est ainsi assuré d'avoir un chauffage intense, ne nécessitant aucun entretien et ne revenant qu'à quatre centimes de l'heure.

Le maximum de chauffage est obtenu, dans ce calorifère, grâce à un système de récupération de chaleur constitué par une enceinte circulaire formant couronne et située à la partie supérieure de l'appareil. Des orifices convenablement ménagés à sa périphérie font communiquer cette enceinte avec l'intérieur, de sorte que les gaz chauds sont obligés de circuler autour du pot de sciure en combustion, avant de s'échapper dans la cheminée dans laquelle ils emportent le minimum de calories.

Pour loger chez vous votre charbon

Le problème du logement du charbon chez soi est un des plus difficiles à résoudre, par suite du manque de place dans les cuisines modernes. La plupart du temps, il est versé dans le tiroir *ad hoc* du fourneau, lorsque celui-ci en comporte. Mais l'exiguïté du tiroir rend difficile la manœuvre de la pelle et, de plus, il s'accumule au fond du tiroir un poussier qui n'est jamais utilisé.



LE COFFRE A CHARBON « PRATT »

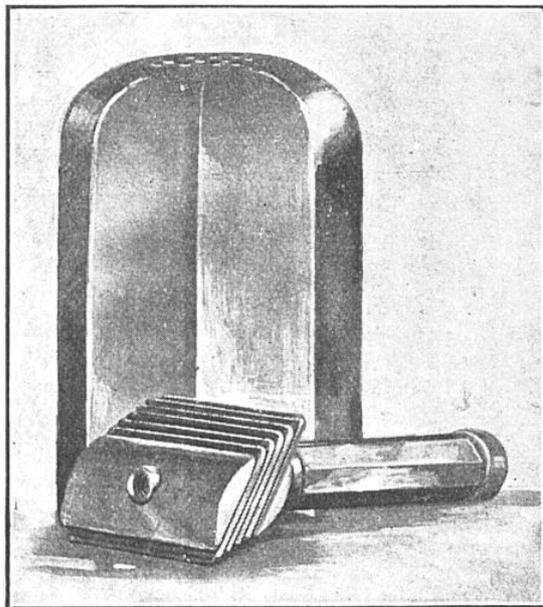
Ce problème peut, cependant, être résolu au moyen de coffres spéciaux, et celui qui est représenté ci-dessus constitue une solution élégante et pratique de la question. En effet, il ne laisse écouler à sa base, lorsque l'on relève la trappe, que la quantité de charbon que l'on peut enlever d'un coup de pelle. A cet effet, un système de plans inclinés empêche l'écoulement continu du charbon, et, de plus, on n'a pas à soulever toute la masse contenue dans le coffre pour en extraire une pelletée. De plus, des plans inclinés latéraux guident le charbon, de sorte qu'il ne peut s'accumuler dans les coins. Ainsi, le poussier est utilisé au fur et

à mesure. Enfin, la poussière ne peut s'échapper, de sorte qu'aucun coup de balai n'est nécessaire après usage. On peut, dans ces conditions et suivant le modèle, emmagasiner de 10 à 150 kilogrammes de charbon à la fois, dans les meilleures conditions d'hygiène, de propreté et d'économie.

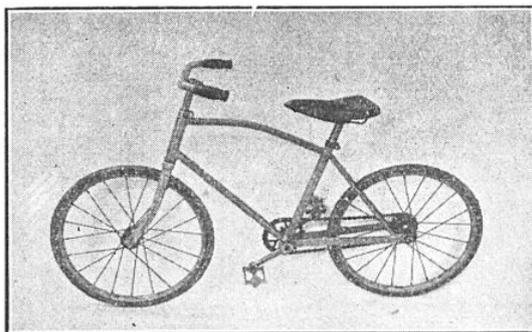
Un rasoir à lames multiples

Le dernier mot n'est pas encore dit en matière de rasoir mécanique, et, périodiquement, de nouveaux modèles sont lancés sur le marché. Celui que représente la photographie ci-dessous n'a pas seulement le mérite d'être original — il ne comporte pas moins de cinq lames — mais encore, il donne d'excellents résultats. La présence des cinq lames n'entraîne, d'ailleurs, aucune complication. En effet, ces lames étant inoxydables, le rasoir n'a nullement besoin d'être démonté après usage pour le sécher. Il suffit, en effet, de le rincer à l'eau chaude et de le placer dans son étui, sur lequel il se visse de façon que les lames ne subissent aucun contact fâcheux. Cet étui étant percé d'ouvertures convenables, l'aération est suffisante pour sécher les lames.

La position des lames, en retrait les unes par rapport aux autres, fait obtenir immédiatement la meilleure inclinaison à donner au rasoir sur la peau. Il suffit de passer le rasoir une seule fois, les cinq lames se chargeant d'enlever toute trace de poil. Enfin, il est évident que l'on ne peut se blesser, car les cinq lames parallèles ne peuvent pénétrer dans la peau.



LE RASOIR « MULTIPLEX » ET SON ÉTUI



LES TROIS TRANSFORMATIONS DU « TRIPLAY »

Un jouet transformable

Nous avons signalé, il y a un an (1), un jouet transformable, de construction métallique, pouvant devenir, à volonté, bicyclette, tricycle, moto, moto avec side-car, skiff, skiff avec side-car, sulky et aéroplane. Naturellement, un tel jouet est d'un prix de revient assez élevé. Aussi l'inventeur vient-il de le simplifier et d'en établir un autre, le *triplay* (le premier étant l'*octoplay*), qui peut se transformer simplement en trois jouets : bicyclette, tricycle, tricycle avec side-car. Comme l'ancien, ce jouet est composé de tubes en acier étiré, de trois roues complètes avec fourche, d'un pédalier complet avec chaîne, d'un guidon, d'une selle, d'un side-car, etc.

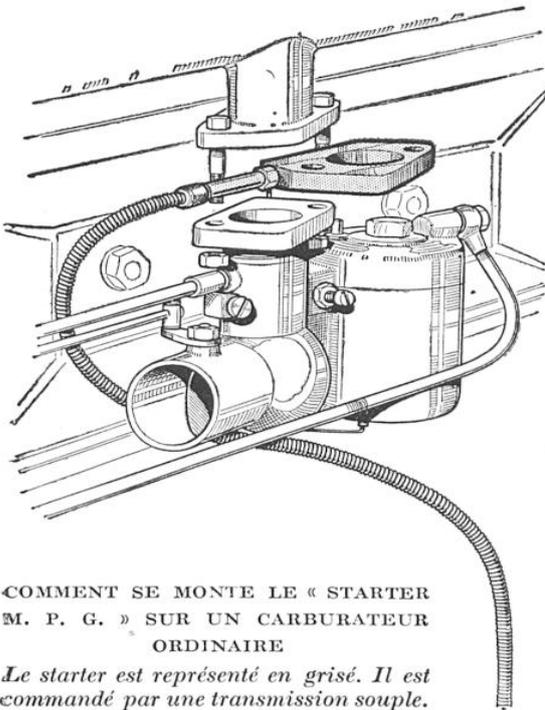
(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 174, page 519.

C'est un appareil fort robuste, qui amuse et fortifie tout à la fois les enfants par le sport bienfaisant qu'il autorise.

Installez un « starter » sur vos carburateurs

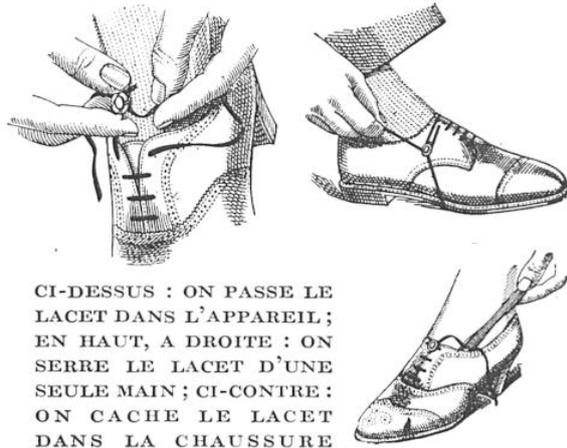
LES départs à froid du moteur à essence sont souvent laborieux, surtout pendant la saison froide. Aussi a-t-on cherché à obvier à cet inconvénient en fournissant au moteur un mélange air-essence, convenablement dosé, plus riche en carburant que le mélange ordinaire automatiquement préparé par le carburateur.

Dans cet ordre d'idées, voici un dispositif (fig. ci-dessous), qui est susceptible de rendre d'excellents services et que l'on peut adapter très rapidement sur un carburateur ordinaire. Ce « starter » (c'est-à-dire « qui donne le départ ») se compose, en effet, simplement, d'une bague que l'on intercale entre la bride fixant le carburateur et celle du tuyau d'admission. A cette bague aboutit un tube souple, dans lequel passe une commande flexible agissant sur un pointeau. En agissant sur cette commande (installée sur la planche de bord, à portée du conducteur), on retire le pointeau qui démasque alors deux ouvertures, l'une reliée à une prise d'essence sous la cuve du carburateur, l'autre servant de prise d'air. Ainsi, le moteur démarre instantanément, et on peut, au bout de quelques instants, passer à la marche normale en lâchant simplement la commande du pointeau.



COMMENT SE MONTE LE « STARTER M. P. G. » SUR UN CARBURATEUR ORDINAIRE

Le starter est représenté en grisé. Il est commandé par une transmission souple.



CI-DESSUS : ON PASSE LE LACET DANS L'APPAREIL ; EN HAUT, A DROITE : ON SERRE LE LACET D'UNE SEULE MAIN ; CI-CONTRE : ON CACHE LE LACET DANS LA CHAUSSURE

Pour lacer et délacer ses souliers instantanément

LE rythme accéléré de la vie moderne a fait rechercher, pour les multiples actes quotidiens, des moyens permettant d'en abréger la durée. Pour si minime qu'elle soit, l'opération du laçage et du délaçage des chaussures ne devait pas échapper à cette loi générale. Voici, en effet, que nous pouvons désormais, d'une seule main et en quelques secondes, fixer les lacets de nos chaussures ou les détacher, sans aucun nœud, grâce à un petit dispositif ingénieux.

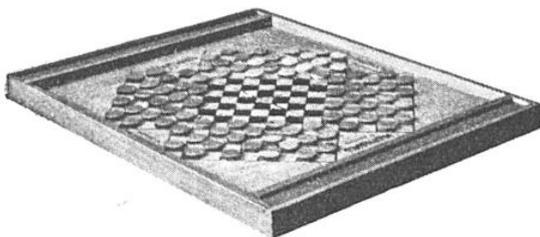
Il suffit de passer, une fois pour toutes, les extrémités du lacet dans l'ouverture ménagée pour cela dans l'appareil. La chaussure se trouve alors prête pour ses laçages et délaçages quotidiens, et évite à son heureux possesseur les ennuis (perte de temps et énervement) que lui causent ses opérations, peut-être sans qu'il s'en rende compte lui-même en raison d'une habitude ancestrale.

Pour se lacer correctement, il n'aura qu'à tirer les cordons à lui en les écartant ; le laçage ne se défera pas, le coinçage du lacet étant parfaitement assuré par le ressort. Au moyen d'une poussette, on dissimule les bouts du lacet dans la chaussure. Pour délaçer le soulier, il suffit d'appuyer sur le ressort pour libérer le lacet et celui-ci coulisse facilement dans l'appareil.

L'ingéniosité de cet appareil permet de fixer le lacet d'une seule main, comme le démontre la figure ci-dessus.

On pourra désormais jouer aux dames à trois ou quatre joueurs

LE damier, représenté ci-contre, présente, comme on le voit, quatre bases opposées deux à deux. Il permet donc de jouer à quatre. Chaque joueur dispose pour cela de vingt-deux pions. Deux manières



LE « MULTIDAMES » A QUATRE JOUEURS

s'offrent alors pour mener la partie : ou bien, on joue deux contre deux, ou chacun pour soi. La marche des pions est exactement la même que celle du jeu de dame à deux, c'est-à-dire que les pions ne peuvent reculer, ni sauter de case, tandis que les dames jouissent d'une entière liberté. Naturellement, si l'on joue à deux contre deux, chaque joueur peut et doit favoriser le jeu de son coéquipier, même en se faisant prendre des pions s'il le faut.

Un damier analogue est établi pour trois joueurs. Il ne comporte que trois cases, et là chacun joue pour soi, ayant en somme deux adversaires.

C'est là un nouveau jeu qui permet de donner à l'ancien jeu de dames une grande variété.

V. RUBOR.

Adresses utiles pour les « à côté » de la science

Pasteurisateur de lait : M. FARGES, 3, rue Crillon^e Paris (4^e).

Poste de T. S. F. : RADIO ET SU-GA, 179, rue de la Pompe, Paris (16^e).

Enduits plastiques : SOCIÉTÉ ARCO, 5, rue Alsace-Lorraine, Malakoff (Seine).

Table à dessin : MAGNAT & LEICK, 81, rue du Temple, Paris (3^e).

Stylo de défense : SERVICE C. B., 13, rue d'Enghien, Paris (10^e).

Combustible colloïdal : M. A. LABAT-CAMY, 5, rue Fabre d'Eglantine, Paris (12^e).

Brouette métallique : M. MARCEL JOLY, Brienne-la-Vieille (Aube).

Peûle à sciure : ETABLISSEMENTS G. JOLY, 16, rue Bigonnet, Mâcon (Saône-et-Loire).

Coffre à charbon : LES PRODUITS INDUSTRIELS, 101, rue de Charonne, Paris (11^e).

Rasoir à ames multiples : M. PAUL RÉMY, 44, Route Départementale, Blanc-Misseron (Crespin-Nord).

Jouet transformable : ETABLISSEMENTS DEP, 10, rue de Fougères, Rennes (Ile-et-Vilaine).

Starter pour carburateurs : LE TURBO-DIFFUSEUR M. P. G., 13, rue d'Armenonville, Neuilly-sur-Seine.

Lacet de chaussures : M. LANTHIEZ, 22 bis, rue Valier, Levallois-Perret (Seine).

Jeu de dames : M. BORDRY-DURAND, 60, boulevard Saint-Germain, Paris (5^e).

N. D. L. R. — Dans le n^o 186 de *La Science et la Vie*, page 524, il y a lieu de rectifier comme suit l'adresse de la cisaille à main décrite à la page 521 : M. BERVILLE, 18, rue Lafayette, Paris (10^e), au lieu de M. BERVILLE, 48, rue des Vinaigriers, Paris (10^e).

LA SCIENCE ET LA VIE constitue la plus riche source de documentation scientifique et industrielle du monde, mise à la portée de tous. Après vingt ans d'une publication régulière, le nombre des sujets traités devient tel qu'une recherche quelconque présente des difficultés considérables. Aussi, sommes-nous heureux d'annoncer à nos lecteurs la prochaine parution d'une TABLE DES MATIÈRES GÉNÉRALE des 186 premiers numéros parus à la fin de 1932.

TARIF DES ABONNEMENTS A « LA SCIENCE ET LA VIE »

FRANCE ET COLONIES

Envois simplement affran-	{ 1 an 45 fr.	Envois recommandés	{ 1 an 55 fr.
chis.....	{ 6 mois... 23 —		{ 6 mois... 28 —

ÉTRANGER

Pour les pays ci-après :
Afghanistan, Australie, Bolivie, Chine, Danemark, Etats-Unis, Grande-Bretagne et Colonies, Iles Philippines, Indes Néerlandaises, Irlande, Islande, Italie et Colonies, Japon, Norvège, Nouvelle-Zélande, Palestine, Pérou, Rhodésia, Suède.

Envois simplement affran-	{ 1 an 80 fr.	Envois recommandés	{ 1 an 100 fr.
chis.....	{ 6 mois... 41 —		{ 6 mois.. 50 —

Pour les autres pays :

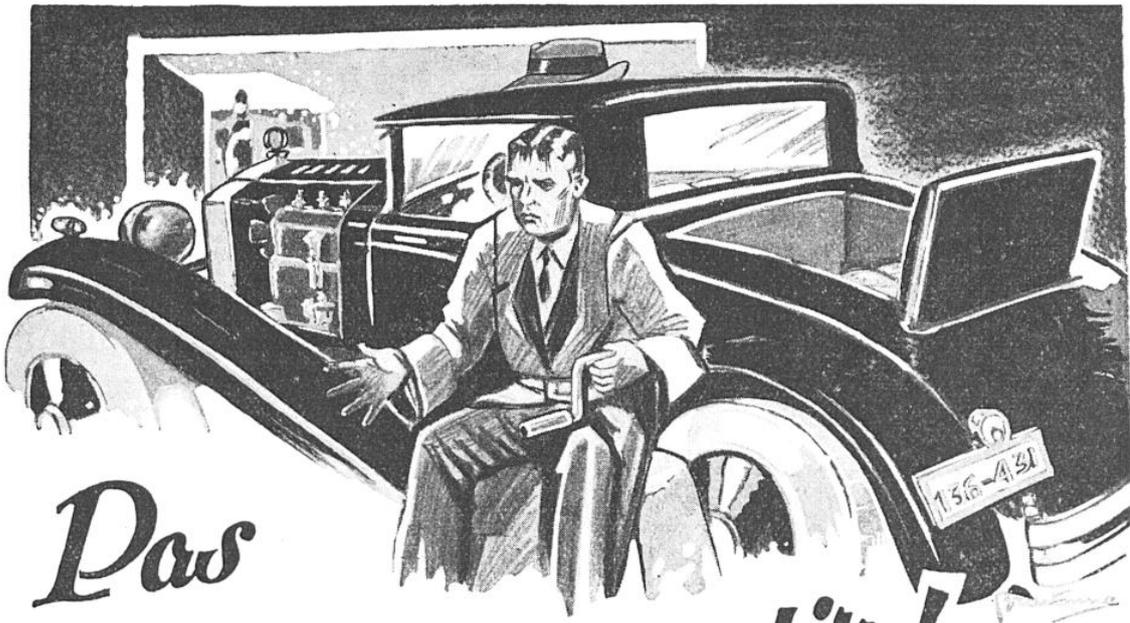
Envois simplement affran-	{ 1 an 70 fr.	Envois recommandés	{ 1 an 90 fr.
chis.....	{ 6 mois... 36 —		{ 6 mois... 45 —

Les abonnements partent de l'époque désirée et sont payables d'avance, par mandats, chèques postaux ou chèques tirés sur une banque quelconque de Paris.

« LA SCIENCE ET LA VIE » — Rédaction et Administration : 13, rue d'Enghien, Paris-X^e
CHÈQUES POSTAUX : 91-07 PARIS

Directeur : G. BOURREY. — Gérant : M. LAMY. Paris. — Imp. MAURICE BERNARD, 18, rue d'Enghien.

La Science et la Vie est le seul magazine de vulgarisation scientifique et industrielle



Das moyen de partir!

LA BATTERIE EST A PLAT !... ON S'NERVE, ON EST ÉREINTÉ,
ENCORE UNE JOURNÉE GACHÉE D'AVANCE...

MAIS, si vous aviez un

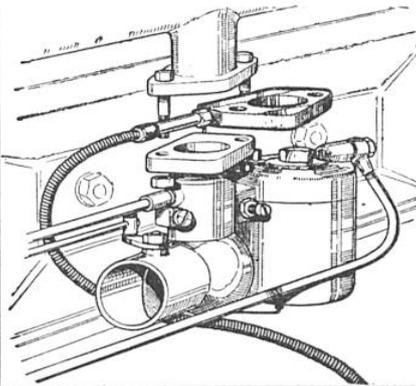
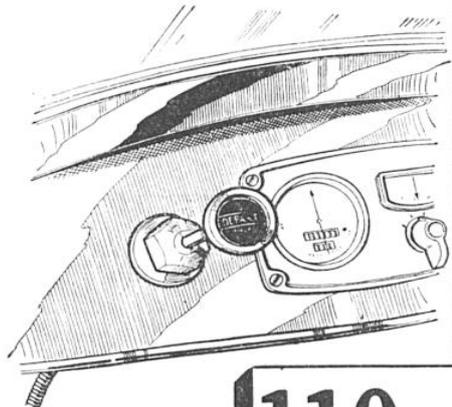
“ IDEAL STARTER ”

votre moteur tournerait depuis le premier appel de votre démarreur.

L'“ IDEAL STARTER ”

n'est qu'un PETIT CARBURATEUR supplémentaire ajouté au carburateur normal et qui a été conçu et construit pour assurer, par n'importe quel temps, et à l'aide d'une seule manœuvre, le départ instantané du moteur. — C'est le STARTER le plus simple et le seul qui puisse être posé en 30 minutes SUR N'IMPORTE QUEL TYPE DE CARBURATEUR.

Demandez-le à votre garagiste, ou bien adressez-nous le bon ci-dessous, très exactement rempli :



BON DE COMMANDE

Etablissements CHALUMEAU
13, rue d'Armenonville, NEULLY-sur-SEINE
Téléphone : Maillot 41-08

110 fr.

Date.....

Veillez m'expédier votre « IDEAL-STARTER » avec les instructions nécessaires pour son montage sur mon auto — camion — tracteur (1) :

Marque :..... type :..... force :.....

Carburateur marque :.....

Vertical ou horizontal :

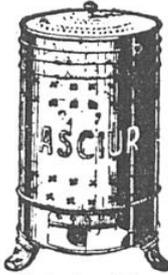
Je vous prie de trouver ci-joint mandat de 110 francs ou de faire cet envoi contre remboursement (1).

(1) Rayer la mention inutile.

MANUEL-GUIDE GRATIS
INVENTIONS
 BREVETS, MARQUES, Procès en Contrefaçon

H. Boettcher Fils
 Ingénieur - Conseil PARIS
 21, Rue Cambon

CHAUFFEZ-VOUS avec le MAXIMUM D'ECONOMIE



(Voir description, page 87)

Avec le NOUVEAU POËLE

ASCIUR

BREVETÉ S. G. D. G.

En utilisant la sciure de bois comme combustible.

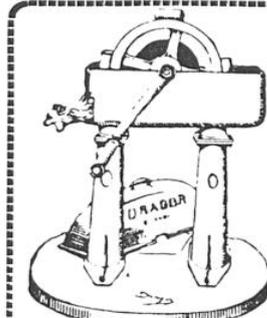
Chargement toutes les 8 à 10 heures

Combustion totale
 Chaleur douce, continue, sans aucun gaz nocif.

Demandez-le à votre quincaillier en exigeant la marque.

RENSEIGNEMENTS & TARIF

Etab. JOLY, 16, rue Bigonnet
 MACON (Saône-et-Loire)



Voir article, n° 83, page 446.

DRAGOR

Élévateur d'eau à godets pour puits profonds et très profonds

A la main et au moteur. - Avec ou sans refoulement. -

L'eau au 1^{er} tour de manivelle. Actionné par un enfant à 100 m. de profondeur. -

Incongelabilité absolue. - Tous roulements à billes. -

Contrairement aux autres systèmes n'utilise pas de poulie de fond. -

Donné 2 mois à l'essai comme supérieur à tout ce qui existe. -

Garanti 5 ans.

Elévateurs DRAGOR

LE MANS (Sarthe)

Pour la Belgique :

39, allée Verte - Bruxelles

LE STÉRILISATEUR
SIRÈNE



CATALOGUE FRANCO

stérilise votre lait

Il suffit de le mettre sur le feu et il vous prévient dès que l'opération est terminée.

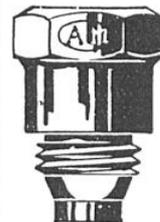
(Voir description, page 83)

APPAREILS MÉNAGERS

STRIDA

3, rue Crillon, PARIS (4^e)

LE CULOT A. M.



Breveté S. G. D. G.

en FRANCE et à l'ÉTRANGER,

mondialement connu, le seul dispositif

évitant radicalement

l'encrassement des bougies,

en double la durée,

se fait pour tous pas.

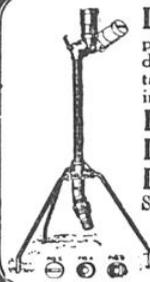
Pas 18-150. ... Frs : 10 »

Tous autres pas.. — 11 »

MÉTALLER & C^{ie}, 54, r. Louis-Blanc
 à COURBEVOIE (Seine)

TOUT POUR LE JARDIN

L'ARROSEUR



L'Arroseur IDÉAL E. G.

pour tous débits et toutes pressions, donne l'arrosage en rond, carré, rectangle, triangle et par côté, il est garanti inusable et indé réglable.

Le Pistolet IDÉAL E. G.

Le Râteau souple IDÉAL E. G.

Le Pulvérisateur LE FRANÇAIS

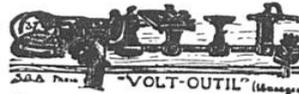
Seringues et toute robinetterie pour l'eau

Breveté S. G. D. G.

Et^s GUILBERT, Tél. Molitor 17-76

Notice franco sur demande

160, Av. de la Reine, BOULOGNE 5^e SEINE



S.G.A.S.

Ingt-const^r br. S. G. D. G.

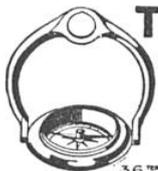
44, rue du Louvre

PARIS

QUI que vous soyez (artisan ou amateur), VOLT-OUTIL s'impose chez vous si vous disposez de courant lumière. Il forme 20 petites machines-outils en une seule. Il perce, scie, tourne, lime, meule, polit, etc., bois et métaux pour 20 centimes par heure. — NOTICES FRANCO.

Faites votre SIÈGE de TROIE, qui est le meuble-protée à usages multiples : Siège, Bibliothèque, Classeur, Table de jeu, à thé, Armoire à liqueurs, à pharmacie, à outils. Le meuble des professions libérales (130 pièces).

Décrit par La Science et la Vie (Décembre 1932).



TRESORS CACHÉS

Tous ceux qui désirent connaître le secret du pendule et des corps radiants nous demanderont la notice du "MAGNETIC REVEALER" coûtant 2 francs en timbres

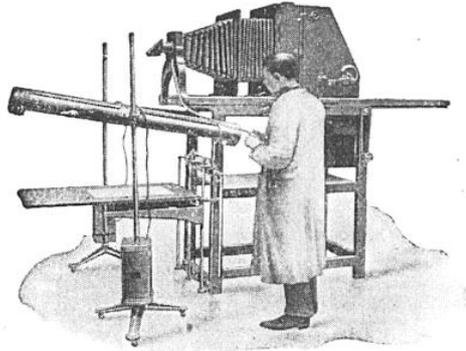
Permet de découvrir sûrement les trésors, minéraux etc.

SWEERTS FRÈRES Dep^t 52
 36^{me} RUE DE LA TOUR D'AUVERGNE, PARIS 9^e

INVENTEURS
 Pour vos
BREVETS

Adr. vous à: WINTHER-HANSEN, Ingénieur-Conseil
 135 Rue de la Lune, PARIS (2^e) Brochure gratuite!

LE REPROJECTOR



DÉMONSTRATIONS, RÉFÉRENCES, NOTICES FRANCO

donne directement et rapidement, sur le papier, donc sans clichés, des copies photographiques impeccables, en nombre illimité, de tous documents : dessins, plans, esquisses, pièces manuscrites, contrats, chèques, comptes courants, gravures, dentelles, tissus.

Il réduit ou agrandit automatiquement à l'échelle jusqu'à cinq fois ; photographie le document aussi bien que l'objet en relief ; utilise le papier en bobine aussi bien que la plaque sèche (le papier en bobine se déroule automatiquement devant l'objectif) ; projette les corps opaques aussi bien que les clichés sur verre. Simplicité de fonctionnement. Pas d'apprentissage spécial

TRAVAUX D'ESSAI

aux firmes intéressées au tarif le plus réduit

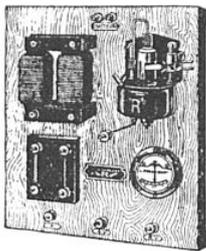
DE LONGUEVAL & C^{ie}, constructeurs
17, rue Joubert — PARIS



CHARGER soi-même ses ACCUMULATEURS
sur le Courant Alternatif devient facile
avec le

CHARGEUR L. ROSENGART

B. T. S. G. D. G.

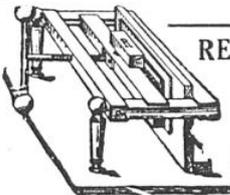


MODÈLE N^o 3. T. S. F.
sur simple prise de
courant de lumière
charge toute batterie
de 4 à 6 volts sous 5 ampères

SIMPLICITÉ
SÉCURITÉ
ÉCONOMIE

Notice gratuite sur demande
21, Champs-Élysées, PARIS
TÉLÉPHONE ÉLYSÉES 66 60

10 ANS D'EXPÉRIENCE.
60.000 APPAREILS
EN SERVICE



RELIER tout SOI-MÊME
avec la RELIEUSE-MÉREDIEU
est une distraction
à la portée de tous

Outils et Fournitures générales
Notice illustrée franco contre 1 fr.
Y. FOUGÈRE & LAURENT, à ANGOULÈME

LA PLUS GRANDE AMPLIFICATION

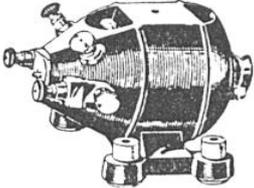
LE PLUS PETIT APPAREIL

Les progrès accomplis par la Science, les récentes découvertes faites au cours de ces dernières années sous l'angle réception et amplification du son, ont permis de donner une « oreille » artificielle aux sourds. — L'Orthophone, construit par les Etablissements Struziano, 41, rue d'Amsterdam, Paris, mis au point par des techniciens et présentant pour chaque cas de surdité un appareil différent, est, à l'heure actuelle, celui qui, malgré son faible volume, donne la plus grande amplification et ceci à des conditions particulièrement intéressantes. — Les spécialistes des Etablissements Struziano sont à votre entière disposition. — Ecrivez-leur ou venez les consulter.

ORTHOPHONE

LE MICRODYNE

Le plus petit moteur industriel du monde



MOTEURS UNIVERSELS
DE FAIBLE PUISSANCE

L. DRAKE, Constructeur
240 bis, Bd Jean-Jaurès
BILLANCOURT
Téléphone : Molitor 12-39

La "RéBo"

Petite Machine à Calculer

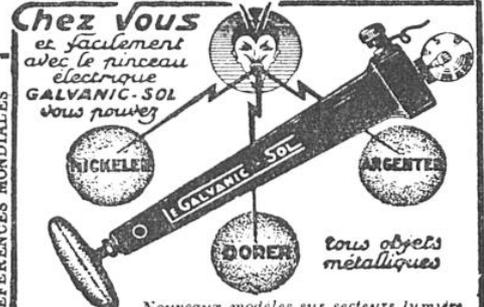
FAIT TOUTES OPÉRATIONS
Vite - Sans fatigue - Sans erreurs
INUSABLE - INDÉTRAQUABLE

En étui portefeuille façon cuir..... 50 fr.
En étui portefeuille beau cuir..... 75 fr.
Socle pour le bureau..... 18 fr.
Bloc chimique spécial..... 8 fr.
Modèle en étui cuir, avec socle
et bloc (Recommandé)..... 100 fr.

Envoi immédiat, franco contre remb., en France
Etranger: Paiement d'avance, port en sus, 4 fr. par machine ou par socle

S. REYBAUD, 37, rue Sénac, MARSEILLE
(CHÈQUES POSTAUX 90-63)

*Chez vous
et facilement
avec le pinceau
électrique
GALVANIC-SOL
vous pouvez*



REFFÉRENCES MONDIALES

NICKELÉ ARGENTÉ
DORÉ

tous objets
métalliques

Nouveaux modèles sur secteurs lumière
Types industriels, avec polissage mécanique

SOLÈRE, 7, rue de Nemours — PARIS

DEMANDER NOTICE "S"

AIGUILLES POUR PHONO

en étui
AUTOMATIQUE

Pour description,
voir S. et V.
n° 186
p. 521



MARSCHALL

IMPECCABLES POUR DISQUES DE QUALITÉ

REVOLVER SYMPATHIQUE

Breveté S. G. D. G., Paris

KNOCK-OUT REVOLVER

Tir rapide : 5 coups en moins de 20 secondes

RÉFÉRENCES OFFICIELLES

Le malfaiteur visé est immédiatement mis knock-out et
aveuglé pour 10 minutes environ.

L'innocuité est absolue et garantie.

Le revolver avec ses 10 cartouches. Prix : **200 frs**

**J. DIOU, 17, rue des Bons-Plants
MONTREUIL-sous-BOIS (Seine)**

LE MEILLEUR
ALIMENT MÉLASSÉ

8 GRANDS PRIX
8 HORS CONCOURS
MEMBRE DU JURY
DEPUIS 1910

PAÏL'MEL

POUR CHEVAUX
ET TOUT BÉTAIL

USINE FONDÉE EN 1901 À TOURY 'EURE & LOIR,
Reg. Comm. Chartres B. 41

Nouvelle Loupe binoculaire réglable

à écartement pupillaire variable
(Brevetée France et Etranger)



PERMET tous travaux et
examens à la loupe par
la vision simultanée des
deux yeux, donne une net-
teté et un relief parfaits
avec plusieurs grossisse-
ments. Laisse les deux
mains libres. Supprime
toute fatigue. — Appareil
type laboratoire, complet,
avec 3 gross^{es}, en boîte bois
et mode d'emploi, 65 fr.
Le même appareil pliant,
type luxe de poche, en
boîte métal et mode d'em-
ploi, 100 fr. — Sup^{pl} pour
frat^{ement} d'envoi, France et
Colon., 1 fr. 50; ou contre
rembours^{ement}, 3 fr.

L. BERLAND
Opticien-Const^r
ÉTRÉCHY
(Seine-et-Oise)
Chèques post.
527.87 Paris

ASSURO

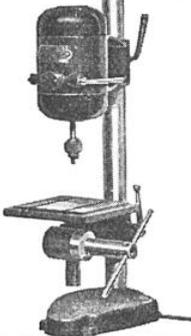
EXTINCTEUR AUTOMATIQUE

garanti 10 ans sur facture non seule-
ment contre tous vices de fabrication, mais
aussi au point de vue étanchéité et bon
fonctionnement.

ÉTEINT TOUT EN UNE SECONDE

ASSURO

42, rue de Paradis, PARIS-X^e



La Perceuse GUERNET

**245, avenue Georges-Clemenceau
NANTERRE**

.....
Vitesse fixe et réglable (lic. R. M. P.) — Capacité : 6 $\frac{m}{m}$
Vitesse : 500 à 5.000 T. — Couple maximum à toutes les vitesses
.....

Prix : 1.000 francs

LE PLUS MODERNE DES JOURNAUX
Documentation la plus complète et la plus variée

EXCELSIOR

SEUL QUOTIDIEN ILLUSTRÉ

ABONNEMENTS

PARIS, SEINE, SEINE-ET-OISE ET SEINE-ET-MARNE	Trois mois... Six mois..... Un an.....	20 fr. 40 fr. 76 fr.
DÉPARTEMENTS, COLONIES...	Trois mois... Six mois..... Un an.....	25 fr. 48 fr. 95 fr.
BELGIQUE	Trois mois... Six mois..... Un an.....	36 fr. 70 fr. 140 fr.
ÉTRANGER	Trois mois... Six mois..... Un an.....	50 fr. 100 fr. 200 fr.

**SPÉCIMEN FRANCO
sur demande**

En s'abonnant 20, rue d'Enghien,
par mandat ou chèque postal
(Compte 5970), demandez la liste et
les spécimens des

**PRIMES GRATUITES
fort intéressantes**

CONSERVATION parfaite des ŒUFS
PAR LES



COMBINÉS BARRAL

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

**5 COMBINÉS BARRAL
pour conserver 500 œufs**

FRANCO A DOMICILE 11 FRANCS

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

PROSPECTUS GRATIS SUR DEMANDE

FULGATOR

41, rue des Bas — Asnières (Seine)
Téléphone : Grésillons 18-91

fabrique la **Poignée interruptrice**
(Brevetée S. G. D. G.)

s'adaptant sur tous modèles de
FERS A REPASSER ÉLECTRIQUES

Demandez la notice S. — Remise de 5 0/0 pour toute
commande accompagnée de ce Bon.



SOURDS

AUDIOS présente
pour 1933 deux nouveautés sensationnelles :
L'EXTRA-PLAT et le **SUPER-RÉSONNANT**
basés sur une récente découverte
révolutionnant la surdité

DESGRAIS, Fabricant, 140, rue du Temple, PARIS
Téléphone : Archives 46-17

comme les mathématiques sont à votre portée = 2

Les mathématiques ont leur application dans tous les domaines de la vie courante et deviennent de plus en plus nécessaires. Vous devez les étudier. **NE DITES PAS** que vous ne pouvez les comprendre, puisque nous vous **GARANTISSONS LE SUCCÈS.**

Demandez, aujourd'hui même, notre brochure explicative n° 4, gratuite et sans engagement de votre part.

Institut Central des Mathématiques, rue St-Charles, 164, Paris

Essayez le

MULTIPLEX

Rasoir à 5 lames inoxydables rasant simultanément

Vous serez satisfait

SEUL RASOIR ne se démontant pas après l'usage

Modèle STANDART : **45** francs franco

Agent Commercial : **PAUL REMY**
44, route Départementale, **CRESPIN (Nord)**
C. C. P. 416.98, Lille



CAFETIÈRE A INFUSEUR
..... " **RÊVE** "

ÉCONOMIQUE — PRATIQUE — ÉLÉGANTE

Notice franco sur demande à

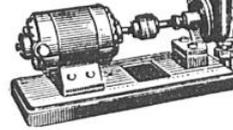
CAFETIÈRE " RÊVE "
22, rue des Prairies, Paris-20^e

La seule crème qui vous permettra de vous raser vite et agréablement, sans blaireau, savon ni eau, est le « **FLUIDEX** », produit français. Exigez le « **FLUIDEX** » et, si vous ne pouvez l'obtenir chez votre fournisseur habituel, demandez un tube au Laboratoire **ANEX**, 63, Grande-Rue, Montrouge (Seine), qui vous l'enverra franco contre 9 francs. C.C.P. Paris 1173-35.

La Pompe Electrique SNIFED

remplacera avantageusement votre pompe à main et vous donnera l'eau sous pression automatiquement.

DEMANDEZ LE TARIF S



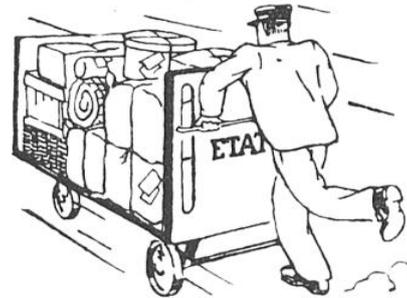
Groupe n° 1
110 ou 220 volts

675 FR.

Pour 1.000 litres-heure à 20 mètres d'élévation totale.

⊗ **Pompes SNIFED** ⊗
44, rue du Château-d'Eau - PARIS-X^e

COLIS EXPRESS



TRANSPORT PAR TRAINS EXPRESS OU RAPIDES LIVRAISON EN GARE OU A DOMICILE ■ MÊME LE DIMANCHE

Renseignements dans les gares du réseau de l'Etat



Cycles « VELOCINO »

HYGIÈNE et CONFORT; Encombrement réduit. Poids diminué de moitié. Facilité monter, descendre, aisance conduire à la main, meilleur équilibre, liberté, etc

Notice : S. A. F. E. Cycles «VELOCINO»
P. O. Box 228 BRUXELLES
Reg. Com. 30 Câbles : Computil

LA SCIENCE ET LA VIE

est le seul Magazine de Vulgarisation Scientifique et Industrielle



- Ah ! ce que tu sens le camembert, ^{roule} passe-toi la bouche au Dentol.

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



Dentol

Dépôt général :

Maison FRÈRE, 19, rue Jacob - Paris

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

CHEMINS DE FER DE PARIS-LYON-MÉDITERRANÉE

VISITEZ LES ILES BALEARES EN PARTANT DE MARSEILLE

Marseille ouvre les voies du soleil : Côte d'Azur, Afrique, Orient. Chaque jour de grands paquebots en partent ou y arrivent.

C'est aussi par Marseille qu'on se rend aux Baléares, îles privilégiées, dont les baies, les sites de montagne, les monuments sarrasins attirent et captivent.

Chaque vendredi, le paquebot *Djemila*, de la Compagnie de Navigation Mixte, quitte le grand port méditerranéen à 18 heures pour toucher Palma, dans l'île Majorque, le samedi, à 13 heures. Au retour, départ de Palma, le mardi, à 10 heures, pour rentrer à Marseille le mercredi, à 7 heures. Ainsi la partie la plus intéressante du trajet s'effectue de jour.

Le voyageur peut prendre soit un billet simple, soit un billet d'aller et retour. Mais, pour apprécier toute la beauté des Baléares, le mieux est de faire l'une des croisières de cinq ou douze jours, organisées en hiver au départ de Marseille ; vous n'avez aucun souci pour votre transport et celui de vos bagages, pour vos repas, votre gîte, sur mer comme sur terre, et vous avez, en outre, la certitude de visiter les plus beaux sites de l'île.

Le Bain de Vapeur SURVAPORISÉE

A LA MAISON ET EN VOYAGE

Exposition Coloniale Internationale, Paris 1931 : Médaille d'Or

PARIS 1929-30, Section Hygiène, 3 Grands Prix, 3 Médailles d'Or
BELGIQUE 1930 : Hors Concours, Membre du Jury

Officiellement approuvé par le service de la Santé Publique du Royaume d'Italie (décret 971 du 7 janvier 1931).

La « **Sudation scientifique** » par le bain de vapeur **survaporisée** (simple, parfumée, iodée, camphrée, sulfureuse, oxygénée, etc., à votre choix)

PRÉVIENT, COMBAT ET GUÉRIT

Mauvaise circulation, obésité, constipation, dyspepsie, maladie de la peau, maladie du foie, goutte, grippe, influenza, lumbago, insomnie, intoxication, maux de gorge, névralgies, troubles nerveux, maux de reins, rhumatismes, acide urique, mauvaise assimilation des aliments, arthritisme, rides du visage, troubles de l'âge critique, douleurs.

Ce merveilleux appareil permet de prendre chez soi, sans tacher ni mouiller, sur sa descente de lit même, tout en respirant l'air de l'appartement, un bain de vapeur **survaporisée**, incomparablement plus **efficace**, plus **rapide**, plus **commode**, plus **propre** que le bain de vapeur ordinaire. Et chaque bain revient à 20 centimes! Les parfums ou les médicaments, à votre choix, que vous aurez mis dans les deux générateurs, portés par la survaporisation à plus de 400 degrés, **sans bouillir et sans pression**, sont réduits en molécules d'une finesse inimaginable, **sont respirés par la peau** et sont instantanément entraînés dans la circulation, qui est elle-même miraculeusement activée par le bain.

C'EST UN MERVEILLEUX RÉGULATEUR DE TOUTES LES FONCTIONS ET DE TOUS LES ORGANES DU CORPS HUMAIN

Une vraie cure de rajeunissement !

Cet appareil provoque, en quelques minutes, **LA PLUS AGRÉABLE ET LA PLUS ABONDANTE SUDATION** que l'on puisse imaginer.

Le maniement de l'appareil est très simple : un enfant pourrait s'en servir. Aucune installation à faire. Se monte et se démonte en une minute. En voyage, il tient dans n'importe quelle valise. Pèse 1.900 grammes. Très solide, il est pratiquement inusable.

Remplace la salle de bains. Nettoie à fond la peau et la régénère

Toutes les Villes Thermales chez vous

(Formules spécialement établies par le service médical de la **SUDATION SCIENTIFIQUE** pour chaque traitement et pour chaque station thermale.)

Le **Traitement dépuratif-iodo-sulfo-végétal**. Le **traitement magnésien-reminéralisateur** par la vapeur **survaporisée**. Préventif et curatif. Le plus puissant et le plus rationnel. — Tous les traitements par les **Ésanes**.

Les plus hautes et définitives références du Corps médical

Méfiez-vous des contrefaçons. Notre appareil est breveté dans le monde entier, y compris les pays à examen préalable : Allemagne, Amérique, Angleterre, etc. (Brevets déposés en mai 1929.) — **TOUTE CONTREFAÇON SERA POURSUIVIE AUX TERMES DE LA LOI.** — **Deux contrefacteurs (anciens employés de la « Sudation Scientifique ») sont actuellement poursuivis par le Parquet de la Seine. (Juge d'instruction : M. Sausser.)** — Nos brevets sont exposés au public dans nos bureaux.

..... L'APPAREIL COMPLET, NOUVEAU MODÈLE B 2, AVEC

RÉGULATEUR DE SURVAPORISATION à 4 degrés : 150°, 200°, 300°, 400°

Franco contre 350 francs, chèque, mandat ou remboursement.

Fonctionne indifféremment à l'alcool ou à l'électricité. — L'appareillage électrique interchangeable, à voltage universel, en plus, 50 francs.

APPAREIL TR POUR **Bains TURCO-ROMAINS**, DONNANT A VOLONTÉ : **235 fr.**
Bains d'air **chaud sec**; d'air **chaud humide**; de vapeur; Bain mixte; Inhalations. Prix.

N. B. Tous nos modèles sont livrés avec le nouveau peignoir breveté **INSALISSABLE** cylindre protecteur en matière isolante et ignifuge et inhalateur breveté en **émail bleu**.

LA SUDATION SCIENTIFIQUE, 9, rue du Faubourg-Poissonnière

Téléphone : **Provence 51-40** (A côté du Journal « LE MATIN ») Chèque Postal **Paris 1407-74**

Brochure et tous renseignements gratuits et FRANCO sur demande

(Prière de ne pas joindre timbre pour la réponse.)



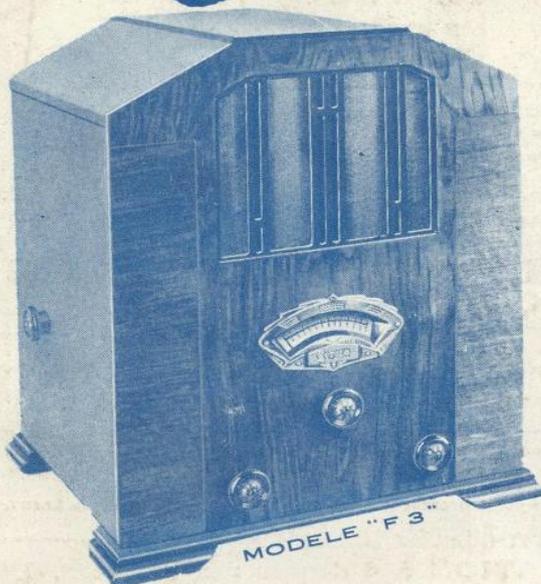
SUDATION-SCIENTIFIQUE

SÉLECTIVITÉ TONALITÉ · BEAUTÉ

**SUPERHÉTÉRODYNE
7 LAMPES**

Sonora

CLEAR AS A BELL 



1950 frs
PRIX IMPOSÉ

Il fonctionne, entièrement alimenté par courant alternatif, 105/130 ou 200/245 volts. Pour branchement sur le 25 périodes, majoration 200 fr.

L'orgueil du propriétaire qu'éprouvent les membres d'une famille possédant un poste qui peut « faire mieux », recevoir plus de stations et les recevoir clairement et distinctement avec un son net et nourri, procure une certaine satisfaction et un certain plaisir que les propriétaires de postes Sonora peuvent aisément décrire. Le merveilleux appareil Sonora peut rivaliser pour la beauté et pour la qualité avec tout ce qui a jamais été produit au monde.

Il est vendu à un prix qui paraissait irréalisable

Le poste Sonora superhétérodyne à 7 lampes est non seulement sensible et sélectif à l'extrême, mais aussi, remarquable par la qualité de son des auditions. Il est présenté dans une ébénisterie en beau noyer et possède tous les perfectionnements connus des techniciens dans le domaine de la radio. Parmi ses caractéristiques, signalons : un contrôle permettant de régler à volonté la tonalité du grave à l'aigu, une prise de pick-up pour amplification phonographique, un cadran de réglage entièrement visible et éclairé électriquement, sa commande rigoureusement unique et réalisée sans aucun dispositif de rattrapage.

**Haut-parleur électrodynamique
SONORA-RADIO S.A.**

Usine : 5, rue de la Mairie, PUTEAUX

AVIS ! Voici une nouvelle importante. Chaque samedi, de 21 h. à 23 h., un régal de musique de danse par le jazz SONORA-RADIO, sous la direction de Fred Hoffman, diffusé par le Poste Parisien.