

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 42. n. 181. Juillet 1932
Adresse	Paris : La Science et la Vie, 1932
Collation	1 vol. (XXIV-90 p.) : ill., couv. ill. en coul. ; 24 cm
Cote	SCI. VIE 181
Sujet(s)	Sciences -- Vulgarisation Culture scientifique et technique Presse scientifique
Thématique(s)	Généralités scientifiques et vulgarisation
Typologie	Revue
Langue	Français
Date de mise en ligne	10/12/2019
Date de génération du PDF	05/12/2019
Permalien	http://cnum.cnam.fr/redir?SCVIE.181

France et Colonies : 4 fr.

N° 181. - Juillet 1932

LA SCIENCE ET LA VIE



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

LA CARRIÈRE D'INSPECTEUR DU CONTRÔLE DE L'ÉTAT SUR LES CHEMINS DE FER

Organisation générale du Contrôle des chemins de fer d'Intérêt général

L'Etat exerce sur les réseaux d'intérêt général un contrôle, qui est actuellement réparti en six Directions suivant la spécialité : lignes nouvelles, voies et bâtiments, exploitation technique, matériel et traction, travail des agents, exploitation commerciale.

Les Inspecteurs du Contrôle de l'Etat sont à la base de la hiérarchie : seul, le contrôle du travail échappe complètement à leur compétence. Leurs chefs sont des Ingénieurs ordinaires et des Ingénieurs en chef des Ponts et Chaussées ou des Mines pour ce qui concerne la partie technique. En matière commerciale, ils sont sous les ordres des Inspecteurs principaux et Contrôleurs généraux de l'Exploitation commerciale.

Attributions de l'Inspection du Contrôle

L'Inspecteur instruit au premier degré les accidents et incidents d'exploitation, les vœux relatifs à la marche des trains, à la création et à l'amélioration des gares, stations ou haltes et de leurs annexes, au service des passages à niveau ; il surveille la composition et la circulation des trains, l'entretien des locaux et du matériel ; il reçoit les plaintes du public et leur donne la suite qu'elles comportent.

En sa qualité d'officier judiciaire, il constate, par ses procès-verbaux, les accidents d'une certaine gravité ainsi que les infractions à la police des chemins de fer. Il recueille la documentation nécessaire à l'examen des propositions relatives aux tarifs, etc...

Nature et caractère de la fonction

L'Inspecteur du Contrôle n'est pas astreint à des heures fixes de bureau ; une partie de son temps est d'ailleurs consacrée aux tournées, qu'il organise librement, en groupant au mieux les affaires qu'il a à traiter. Il ne lui est imposé de délai relativement court que pour les enquêtes sur les accidents très graves.

Les questions confiées à son examen sont des plus variées. Il lui est, du reste, laissé beaucoup d'initiative. Tout ce qu'il remarque dans ses tournées peut être consigné dans ses rapports.

Dans ces dernières années, l'Administration supérieure lui a marqué sa confiance en lui laissant le soin de donner la suite définitive aux plaintes déposées dans les gares, ainsi que de préparer l'avis à donner au parquet au cas de procès-verbal dressé par lui.

Son service l'appelle à entrer en relations avec les Chambres de Commerce, les Chambres consultatives des Arts et Manufactures, les Syndicats patronaux, etc. En contact quasi permanent avec les agents et avec les usagers des chemins de fer, il jouit, auprès d'eux, d'une considération certaine.

Lorsqu'il débute dans un poste à plusieurs titulaires, il n'est en rien subordonné aux autres Inspecteurs. Il en est le collègue, purement et simplement. S'il est nommé à un poste unique, il trouve en ses voisins des conseillers sûrs, qui lui épargnent tâtonnements ou erreurs.

Ses déplacements dans sa circonscription lui sont rendus faciles grâce à une carte de circulation, qui lui permet d'emprunter non seulement tous les trains de voyageurs, mais aussi les trains de marchandises et même les machines, à certaines conditions.

A noter que la plupart des postes sont placés dans des villes assez importantes. Enfin, détail qui n'est pas négligeable, l'Inspecteur a, le plus souvent, un bureau convenablement installé.

En résumé, fonction intéressante, occupations très variées, service mi-actif, mi-sédentaire, grande indépendance et de la considération.

Résidence

S'il le désire, l'Inspecteur du Contrôle peut avoir tous ses avancements sur place et, par conséquent, ne pas être astreint à des déménagements.

Traitements et indemnités (1)

Les traitements fixes actuels vont de 14.000 à 35.000 francs, par échelons de 3.000 francs. A ce point de vue, les Inspecteurs du Contrôle de l'Etat sont assimilés aux Ingénieurs des Travaux publics de l'Etat.

Sans être automatique, l'avancement de classe a lieu, en fait, tous les quatre ans à l'ancienneté et tous les trois ans au choix.

Aux traitements s'ajoutent :

- 1° L'indemnité de résidence allouée à tous les fonctionnaires par la loi du 13 juillet 1925 ;
- 2° L'indemnité pour charges de famille, le cas échéant ;
- 3° Une indemnité de fonction de 500 à 1.700 francs, le cas échéant ;
- 4° Une indemnité d'interim de 50 francs par mois ;
- 5° Une indemnité pour frais de tournée pouvant aller jusqu'à 2.000 francs et au delà de 3.000 francs sur le réseau d'Alsace-Lorraine ;
- 6° Certains Inspecteurs ont également le contrôle de voies ferrées d'intérêt local et reçoivent, à ce titre, une indemnité spéciale (500 à 1.000 francs).

La pension de retraite est acquise à l'âge de soixante-trois ans.

Sur le réseau auquel il est attaché, l'Inspecteur reçoit des permis de 1^{re} classe pour les membres de sa famille, dans les mêmes conditions que les agents eux-mêmes. Sur les autres réseaux, l'Inspecteur et les siens ont également des facilités de circulation. A l'heure où les voyages sont si onéreux, cet avantage est réellement appréciable.

Congés

L'Inspecteur a un congé annuel de trois semaines. En outre, depuis quelques années, il lui est donné, en sus des dimanches qu'il doit passer dans la localité, un repos de trois jours consécutifs tous les mois.

Accès aux grades supérieurs

L'Inspecteur du Contrôle peut accéder au grade d'Inspecteur principal de l'Exploitation commerciale, soit par le concours ordinaire au bout de six années de service, soit par l'examen professionnel après douze ans (traitements actuels allant à 40.000 francs, indemnités pour frais de tournées et pour frais de bureau, etc.).

A remarquer que les Contrôleurs généraux sont recrutés, sans examen, parmi les Inspecteurs principaux (traitement maximum actuel : 60.000 francs).

Conditions d'admission (2)

Aucun diplôme n'est exigé : une bonne instruction primaire peut suffire. Pour les matières spéciales au concours, l'Ecole spéciale d'Administration, 4, rue Férou, Paris, 6^e, s'est assuré le concours de gens qualifiés.

(1) Fixe et accessoires, compte tenu des services militaires, le début peut former le chiffre d'environ 18.000 à 20.000 francs.
(2) Aucun diplôme n'est exigé. Age : de 21 à 30 ans, avec prorogation des services militaires. Demander les matières du programme à l'Ecole spéciale d'Administration, 4, rue Férou, Paris (6^e).



ÉCOLE DU GÉNIE CIVIL **ÉCOLE DE NAVIGATION**

placées sous
le haut patronage de l'État

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

24, rue Tournefort (près du Panthéon) - PARIS (5^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

M A R I N E

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

Préparation des Examens

**ÉLÈVES-OFFICIERS
LIEUTENANTS
CAPITAINE**

**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

UBI-FEIGY

E. Paracini



au moment propice

un bon appareil, évidemment ; mais il vous faudra aussi un matériel négatif de qualité pour rendre la finesse d'un bon objectif, comme les **Voigtlaender**, p. ex. — Une latitude de pose de 1:1000, hautement orthochromatique, un grain extrêmement fin malgré la haute sensibilité de 1.300 H. & D. (23° Scheiner) à la lumière du jour et 25 - 26° Scheiner à la lumière d'une ampoule Nitraphot : ce sont là les qualités de la **plaque Illustra** et de la **pellicule Voigtlaender**, contrôlées et attestées par un institut scientifique.

Vous trouverez les appareils et les produits **Voigtlaender** chez tout bon marchand d'articles photographiques ou demandez notre catalogue 85.

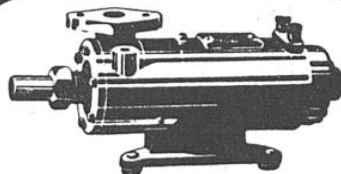
Voigtlaender

SCHOBER & HAFNER

REPRÉSENTANTS

3, rue Laure-Fiot, **ASNIÈRES**

(SEINE)



N'ALLEZ PAS CHERCHER VOTRE EAU

La POMPE ÉLECTRIQUE "RECORD"

l'amènera sous pression dans votre maison, votre garage, votre jardin, à des conditions incroyables de bon marché. Rigoureusement **MONOBLOC** donc sans accouplement (cause d'usure et d'ennuis), **CENTRIFUGE**, ne craignant pas l'eau calcaire ou sablonneuse, **BLINDÉE** et **SILENCIEUSE**. La "RECORD" qualifiée de "bijou" par ceux qui l'emploient, assure sans la moindre défaillance et pour quelques centimes à l'heure, les plus durs services domestiques, agricoles ou industriels.

PRIX IMBATTABLES

(Brochures gratuites en nommant ce journal)

ÉTABLISSEMENTS A. GOBIN Ing.-Constructeur

3, rue Ledru-Rollin, **SAINT-MAUR (Seine)**

— Téléphone Gravelle 25-37 —

Télégr. **MOTOGOBI**

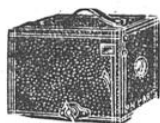
PHOTO-HALL

5, Rue Scribe (près de l'Opéra), **PARIS-OPÉRA** (9^e)

(MAISON FRANÇAISE. — REGISTRE DU COMMERCE N° 122.558)

N. B. — Notre Maison, qui se consacre depuis plus de 40 années à la construction et à la vente des appareils photographiques, ne livre que des instruments minutieusement vérifiés, formellement GARANTIS, expédiés FRANCO DE PORT ET D'EMBALLAGE et pouvant être échangés lorsqu'ils ne répondent pas au goût de l'acheteur.

Compte de Chèques Postaux : PARIS N° 217.29



BOX BROWNIE 6×9

Appareil gainé muni d'un objectif achromatique, d'un obturateur pose et instantané. Se charge avec des pellicules de 8 poses 6×9. Prix :

65 francs



IKONTA MINIATURE

Appareil métallique pliant de format ultra-réduit : donne 16 vues 3×4 cent. sur pellicule Vest-Pocket. Obj. anastigmat NOVAR 6,3 sur obt. D'ERVAL. Vendu 245 fr.

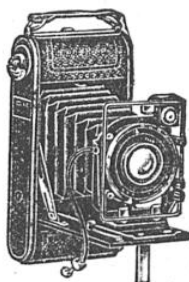
OU 12 MENSUALITÉS **52 fr.**
DE



BOX TENGOR 6×9

Construit en métal gainé, cet appareil est muni de nombreux perfectionnements : objectif Goertz, deux viseurs, obturateur perfectionné. Se chargeant en plein jour. Prix :

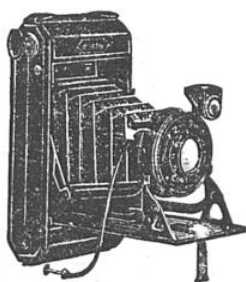
105 francs



ROLLFILM COLONIAL

Appareil métallique de précision, tout en métal gainé, se chargeant avec des pellicules 6×9. Viseur iconomètre, poignée, viseur clair. Il est monté avec un objectif anastigmat BERTHIOU F : 4,5 sur obturateur VARIO. Il est livré avec déclencheur, instruction, au prix de 450 fr.

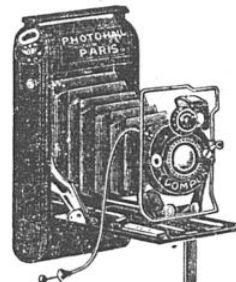
OU 12 MENSUALITÉS **40 fr.**
DE



IKONTA AUTOMATIQUE

Appareil à mise au point automatique, construit en métal gainé, se chargeant avec des pellicules 6×9. Il est monté avec un objectif DOMINAR F : 4,5 sur obturateur TELMA à retardement, et est livré complet, avec déclencheur et instruction, pour 565 fr.

OU 12 MENSUALITÉS **50 fr.**
DE



ROLLFILM VOIGTLANDER

Appareil de haute précision, tout en métal gainé, pour bobines de pellicules 6×9. Il possède les derniers perfectionnements : viseur iconomètre, mise au point par levier radial et est monté avec SKOPAR 4,5 sur obturateur COMPU à retardement, avec déclencheur, instruction, au prix de 695 fr.

OU 12 MENSUALITÉS **60 fr.**
DE

CATALOGUE GRATUIT ET FRANCO SUR DEMANDE

ONDIX

TISSU LÉGER POUR
IMPERMÉABLE D'ÉTÉ



Ce tissu nouveau, d'une légèreté remarquable, est imperméabilisé par les procédés scientifiques **BURBERRYS** et résiste à la pluie pendant plusieurs heures. D'aspect soyeux et réalisé dans une variété de teintes agréables, insensibles à la poussière, il fait des en-cas merveilleux et peu encombrants pour les temps lourds ou incertains et pour toutes les occasions où un imperméable plus résistant, mais moins léger, n'est pas indispensable.

L'ONDIX 425 fr.
Hommes ou Dames

Catalogue et Echantillons franco sur demande

BURBERRYS

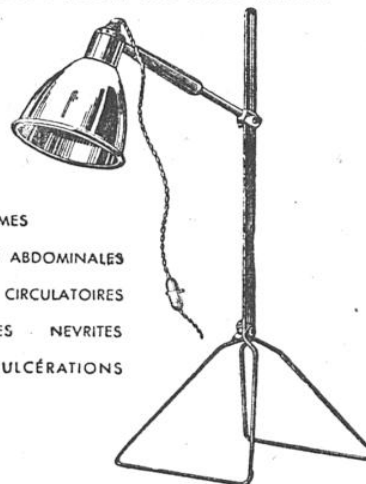
8 et 10, boulevard Malesherbes, PARIS

Agents dans les principales villes de Province

L'INFRA-ROUGE

— A DOMICILE —

PAR LE PROJECTEUR
THERMO-PHOTOTHERAPIQUE
DU DOCTEUR ROCHU-MERY



RHUMATISMES

DOULEURS ABDOMINALES

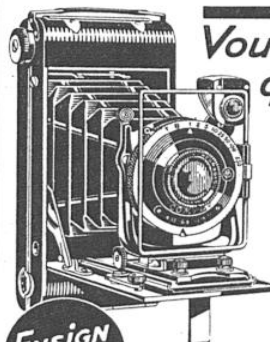
TROUBLES CIRCULATOIRES

NÉVRALGIES - NEVRITES

PLAIES - ULCÉRATIONS

ETC., ETC.

LA VERRERIE SCIENTIFIQUE
12. AV. DU MAINE. PARIS. XV^e T. LITRE 01-82



ENSIGN 750^{FS}

15

*Vous qui savez ce
qu'est la photo...*

... n'hésitez pas à vous rendre acquéreur d'un appareil de prix — tel que l'**ENSIGN** (750 francs avec anastigmat Major Hermagis 1/4,5) : la commodité d'emploi, la qualité de l'objectif,

permettant d'opérer avec succès dans des conditions défavorables, enfin la perfection des résultats obtenus compenseront amplement la dépense supplémentaire initiale.

Demandez le catalogue illustré, contenant de nombreux modèles et les séries de luxe : CAD V, HERKA, KRENA, REFLEX, etc. Envoi franco.

LA MARQUE DE PRÉCISION
HERMAGIS
MAISON FONDÉE EN 1845
29, RUE DU LOUVRE, PARIS 2^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 227.524 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 24 ans, l'objet de perfectionnements constants, est prouvée par

LES MILLIERS DE SUCCÈS

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

Pour être renseigné sur les avantages que peut vous procurer l'enseignement par correspondance de l'Ecole Universelle, envoyez-lui aujourd'hui même une carte postale ordinaire portant simplement **votre adresse** et le **numéro 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° 38.301, concernant les *classes complètes* de l'**Enseignement primaire et primaire supérieur** jusqu'au 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° 38.309, 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° 38.315, 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° 38.321, concernant la préparation aux concours d'admission dans **toutes les grandes Ecoles spéciales** : Agriculture, Industrie, Travaux publics, Mines, Commerce, Armée et Marine, Enseignement, Beaux-Arts, Colonies, etc...

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

BROCHURE N° 38.327, concernant la préparation à **toutes les carrières administratives** de la Métropole et des Colonies.

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

BROCHURE N° 38.333, 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° 38.339, 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, Forges, 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° 38.345, 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° 38.351, 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° 38.357, 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, Coupe pour hommes, Coupeur chemisier, Lingère, etc...

(Enseignement donné par des Professeurs officiels et par des Spécialistes hautement réputés.)

BROCHURE N° 38.363, concernant la préparation aux carrières du Cinéma : Carrières artistiques, techniques et administratives.

(Enseignement donné par des Techniciens spécialistes.)

BROCHURE N° 38.369, concernant la préparation aux carrières du Journalisme : Rédacteur, Secrétaire de Rédaction, Administrateur-Directeur, etc...

(Enseignement donné par des Professeurs spécialistes.)

BROCHURE N° 38.375, concernant l'étude de l'Orthographe, de la Rédaction, de la Rédaction de lettres, de l'Eloquence usuelle, du Calcul, du Calcul mental et extra-rapide, du Dessin usuel, de l'Ecriture, etc.

(Enseignement donné par des Professeurs de l'Enseignement primaire et de l'Enseignement secondaire.)

BROCHURE N° 38.381, 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° 38.387, 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° 38.393, concernant l'enseignement complet de la musique : Musique théorique (Solfège, 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.)

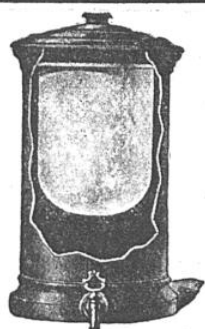
BROCHURE N° 38.399, concernant la préparation à toutes les carrières coloniales : Administration, Commerce, Industrie, Agriculture.

(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)



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)

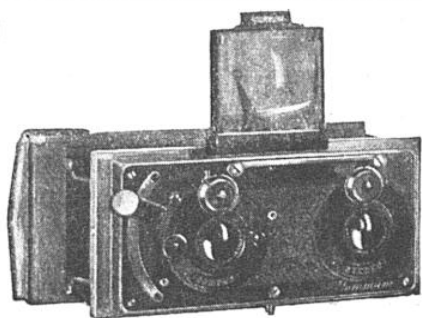
PUBLI-ELGY

EN VOYAGE

**ALCOOL
DE
MENTHE
DE**

RICQLÈS

Erel



L'APPAREIL STÉRÉOSCOPIQUE "SUMMUM"

6 × 13 - MODÈLE C

Surpasse tout ce qui a été présenté jusqu'à ce jour

Démonstration, présentation et vente
chez les Constructeurs :

Ets LEULLIER, 1, quai d'Austerlitz, PARIS-13^e

Métro : Quai de la Gare

Renseignements franco

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

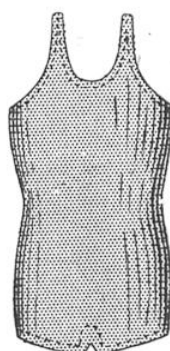


BONNET DE BAINS, uni, avec bandes fantaisie nouvelle forme, très jolis coloris, pour dames. Depuis 8.50



SOULIERS DE BAINS, semelles crêpe, sans talons. Pointures femme 2 à 8, demi-pointures exceptées.

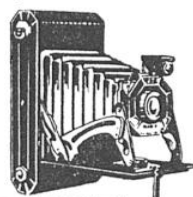
La paire 19.50
Les mêmes, p^r hommes. 27. »



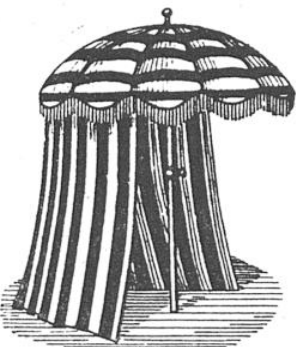
MAILLOTS de BAINS qualité extra. Toutes nuances. — Grand choix en magasin, depuis 50. »



BALLONS DE PLAGE tous coloris. Depuis 16. »

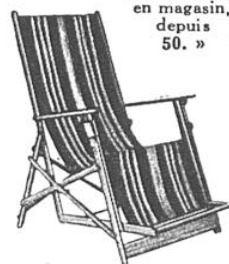


APPAREIL PHOTOGRAPHIQUE "Kodak" Six-20, Up to date Format 6x9... 295. »
Format 6x11... 350. »



PARASOL coutil croisé avec franges effilées, sans rideau, piquet cuivre avec raccord bronze à vis et pointe acier.

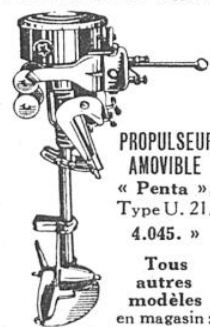
Longueur des branches en cent. :
80 90 100
Sans rideau. 115. » 140. » 150. »



FLANEUSE « Asca », pour tous, bois mouluré encimé, toile ameublement, qualité supérieure. Largeur 0 m. 48.. 135. »



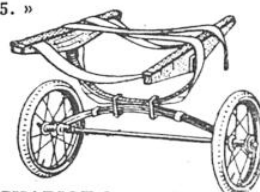
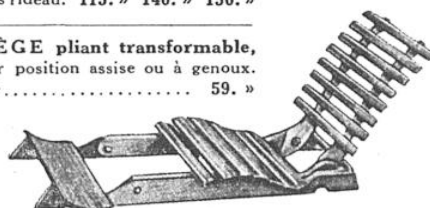
PHONOGRAPHE portatif « Golf », licence Odéon. Élégant, gainé similicuir noir. Diaphragme métallique. Prix 250. »



PROPULSEUR AMOVIBLE « Penta », Type U. 21. 4.045. »

Tous autres modèles en magasin : Lutetia, Johnson, etc.

SIÈGE pliant transformable, pour position assise ou à genoux. Prix 59. »



CHARIOT de canoë à 2 lames, roues à rayons, bandages caoutchouc plein... 120. »

TOUS ACCESSOIRES de canoës en magasin, pagaie, coussin, voile, etc., etc.

STABILITÉ
LÉGÈRETÉ



CONFORT
SOLIDITÉ

CANOË genre INDIEN « SAFETY MEB » (fabrication Chauvière) pour le sport et la promenade, établi d'après des modèles de canoës indiens et construit en acajou de tout premier choix. Livré avec deux sièges mobiles, sans accessoires.

Longueur 4 m. 40 ; largeur 0 m. 72 ; profondeur 0 m. 29.....	2.000 »
— 4 m. 70 ; — 0 m. 78 ; — 0 m. 30.....	2.100 »
— 5 m. 00 — 0 m. 90 ; — 0 m. 32.....	2.175 »

MESTRE & BLATGÉ

46-48, avenue de la Grande-Armée - PARIS

SOCIÉTÉ ANONYME : CAPITAL 15.000.000

La plus importante Maison du Monde pour Fournitures Automobiles, Vélocepiédie, Sports et Jeux

VISITEZ LES NOUVEAUX RAYONS :

Appareils ménagers, Electricité domestique, Matériel pour Villas, Fermes et Jardins, Tous les Sports, Chasse, Pêche, Photographie.

100
COINS GOMMÉS
EUREKA



INDISPENSABLES POUR
COLLECTIONNER PHOTOS,
CARTES POSTALES OU TOUS
AUTRES DOCUMENTS
.....

SE FAIT EN 10 NUANCES
5 unies — 5 fantaisie

BON GRATUIT
à envoyer à la Maison du Papier Gommé
78, rue de Wattignies, 78 — PARIS (12^e)
POUR RECEVOIR :
1 pochette échantillon de coins Eureka
1 carte des nuances de bandes gommées Delta
1 notice sur l'emploi de la règle Delta

La mine
INCASSABLE
avec le



CRAYON MÉCANIQUE
USEMINE
Breveté S. G. D. G. **100 %**
QUI UTILISE DES MINES
de **10 c/m**
en les rendant
PRATIQUEMENT
INCASSABLES
12.50 avec un tube de 10
mines de rechange de
10 ¹⁰/₁₀₀ chacune

En vente chez tous les Papetiers et Libraires
GROS - 7, rue Montholon, PARIS

Avoir
le gaz... comme à la
ville avec le
GAZOCONFORT
MIRUS



Vente au comptant et par mensualités
fonctionnement instantané
sécurité absolue
garantie de douze mois
Notice gratis
S. A. MIRUS, 94, rue St-Lazare, Paris

Il y a 15 ans,
nous disions :

Remplacez vos piles
par un **FERRIX**

et 200.000 amateurs de
T.S.F. nous ont écouté.



AUJOURD'HUI, nous disons :
REMPLECEZ vos ACCUS...

et vos
VALVES TENSION-PLAQUE

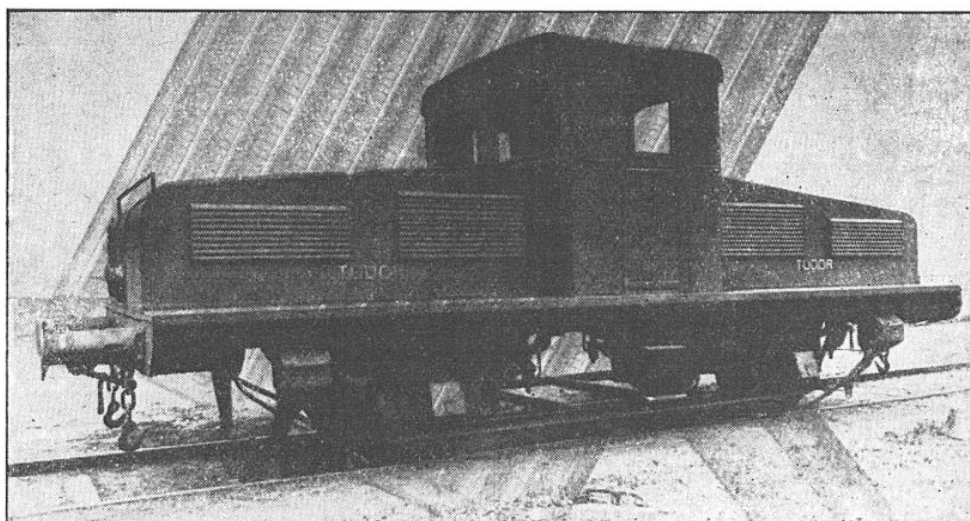
par un
SOLOR-OXYD

Véritable oxymétal Westinghouse et transfo-FERRIX

Tous renseignements dans **SOLOR-REVUE**
envoyée sur demande.

LEFÉBURE-FERRIX-SOLOR,
5, Rue Mazet, PARIS-6^e

N. B. — Un souvenir qui durera toute la vie sera
envoyé aux cent premières demandes.



L'ACCUMULATEUR
TUDOR-IRONCLAD

180 à 206, ROUTE d'ARRAS, à LILLE

"INTOURIST"

VISITEZ L'U.R.S.S.

PENDANT
L'ÉTÉ 1932 MOSCOU-LENINGRAD
 UKRAINE-DNIEPROSTROI
 CAUCASE-CRIMÉE-VOLGA

TRAINS SPÉCIAUX

pour

*Visite des Réalisations du Plan quinquennal
 Asie Centrale*

Expéditions arctiques sur le brise-glace "MALYGIN"

En août

et septembre.. ..

Voyages organisés pour Médecins, Professeurs, Architectes,
 Instituteurs, Etudiants.

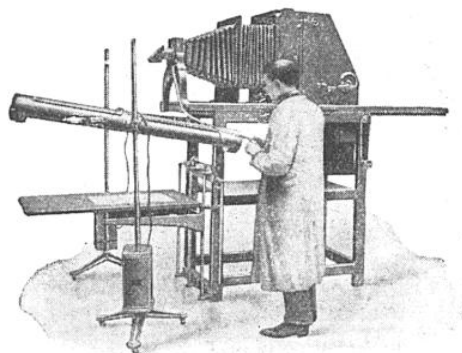
Prix forfaitaires, comprenant : **Visas, hôtel, pensions, excursions, etc.**

Demander renseignements à la

BANQUE COMMERCIALE POUR L'EUROPE DU NORD

BUREAU DU TOURISME : Service S. V.
 26, avenue de l'Opéra, 26, PARIS-1^{er} — Téléphone : **Central 65-55**
 et dans tous les principaux bureaux de voyages

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

*Forfait
venir de
Besançon*

SARDA
BESANCON

FABRIQUE D'HORLOGERIE DE PRÉCISION

la plus belle collection de montres de précision :

le nouveau catalogue "MONTRES" N° 32-65 des Etablissements SARDA, où la réputée firme offre à votre choix 500 modèles pour dames ou messieurs, que vous pourrez ainsi acheter **directement**, **30% moins cher** que dans le commerce.

Consultez nos catalogues gratuits des rayons annexes : "GROSSE HORLOGERIE", "BIJOUTERIE-JOAILLERIE-ORFÈVRE", etc. Envoi à conditions. Échange de montres anciennes.

**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

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

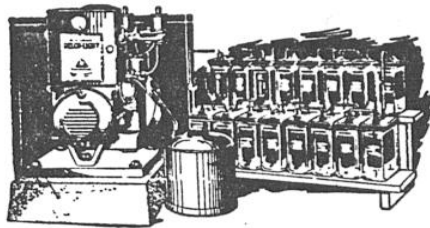
Etablissements CAILLAU, 56, quai de Boulogne, BOULOGNE (Seine)

Demandez au Service N° échantillon et poinçons *franco et* **GRATIS** ←

BON DÉMONTAGE

DELCO-LIGHT**L'ÉLECTRICITÉ
A LA CAMPAGNE**

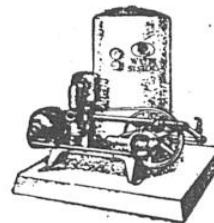
pour une dépense minime



Groupe Electrogène, modèle 8 C 3. Entièrement automatique, monocylindrique à 4 temps, puissance 800 watts, 32 volts. Autres modèles, avec ou sans batteries, 800 ou 1.500 watts.

DELCO**L'EAU SOUS PRESSION
A LA CAMPAGNE**

pour une dépense minime



Pompes modèles 200 x et 400 x, à pistons à double effet, graissage par barbotage, moteurs répulsion-induction, forment un ensemble complet. Livrées avec réservoirs de pression 110 litres, manomètre et niveau d'eau. Autres modèles pour puits profonds ou peu profonds.

NOTICES ADRESSÉES SUR DEMANDE

Distributeurs { **PARIS : Société Commerciale d'Electricité, 26, rue Baudin**
BORDEAUX : Agence Générale Delco-Light, 50, rue Saint-Jean

AGENTS OFFICIELS DEMANDÉS

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 fructueusement, 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-OURSSEL, 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. ROUSTAN, Inspecteur Général de l'Instruction Publique

La Culture au cours de la Vie

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

Tome II. - Ch. BAUDOLIX, Privat-Docent à la Faculté de Genève

Mobilisation de l'Énergie

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. (France 26.50, Etranger 28.50)

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

LONDRES DUBLIN STOCKHOLM NEW YORK DURBAN MELBOURNE DELHI CALCUTTA

"Pour GAGNER davantage, il faut VALOIR davantage"

MANUEL-GUIDE GRATIS INVENTIONS BREVETS. MARQUES. Procès en Contrefaçon

H. Boettcher Fils
Ingénieur - Conseil PARIS
21, Rue Cambon



La "RéBo"

Petite Machine à Calculer

FAIT TOUTES OPÉRATIONS
Vite - Sans fatigue - Sans erreurs
INUSABLE - INDETRAQUABLE

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)



LE SOURD ENTEND avec le Sonophone

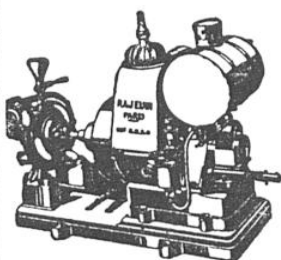
HUIT JOURS A L'ESSAI

Demandez Notice explicative N° 20

Et J. PLISSON, 25, Bd Bonne-Nouvelle

PARIS

Groupe électrogène ou Moto-Pompe RAJEUNI



Bien que minuscule, ce Groupe est de la même excellente qualité que les autres appareils construits par les Etablissements RAJEUNI.

Il comporte la perfection résultant d'essais et d'expériences continus. La longue pratique de ses créateurs se révèle dans sa construction simple et indéfectible.

Catalogue n°182 et renseignements sur demande.

119, r. St-Maur, PARIS-XI^e
Tél. : Oberkampf 52-46



PRÉSENTE

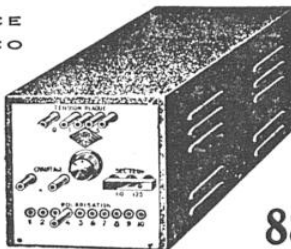
UNE ALIMENTATION TOTALE

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)

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 indéfectible.

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 GUILBERT, Tél. Molitor 17-76
Notice franco sur demande

IDÉAL E. G.

160, Av. de la Reine, BOULOGNE 8^e/SEINE

S. G. A. S.

S. G. A. S.
Ing^e-constr. br. S. G. D. G.
44, r. 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.

NOTICE FRANCO

PINCE A COLLIER-LIGATURE

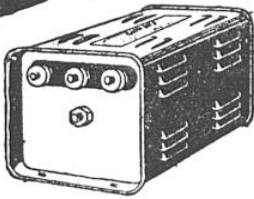
"LIGAREX"
Permet d'effectuer des ligatures avec bandes ou fil à double enroulement, supérieures aux meilleurs colliers de serrage.
Plus puissant et 50 % moins cher
LIGAREX, 39, r. d'Arthelon, MEUDON (S.-et-O.)

NOTICE FRANCO



adopté par tous les grands constructeurs

Les constructeurs qui veulent doter leurs appareils de T.S.F. de rendement, durée et sécurité, y incorporent des redresseurs Oxymétal. Faites comme eux : alimentez votre poste avec un redresseur Oxymétal.



REDRESSEURS
OXYMÉTAL
WESTINGHOUSE

OXYMÉTAL

23. Rue d'Athènes. PARIS

**SPORTS
TOURISME
MARINE**

SI PRÈS QU'ON CROIT LE TOUCHER

HUET
PARIS

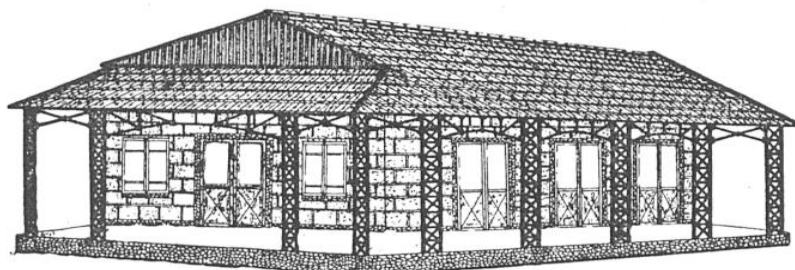
TOUS INSTRUMENTS D'OPTIQUE

SOCIÉTÉ GÉNÉRALE D'OPTIQUE

76, B^d de la Villette - Paris - Catalogue franco sur demande mentionnant la Revue.

LA SÉRIE 46

plaît aussi bien aux colonies



Nous nous sommes permis, il y a deux mois, de parler de l'emploi, en province, des ossatures des **pavillons en acier** que nous fabriquons dans nos ateliers de Rouen. Si, aujourd'hui, nous nous permettons de faire part à nos lecteurs de leur vogue aux colonies, c'est bien parce que les pavillons de la **Série 46** sont d'un emploi mondial et qu'ils réussissent partout.

Bien entendu, il n'est pas nécessaire de se vanter de son travail, — on cherche à éviter toute exagération. Cependant, si un constructeur ne peut, de temps en temps, faire part à ses honorés lecteurs du plaisir énorme que lui donne le contentement des clients auxquels il livre son travail, — si, de temps en temps, il ne peut faire connaître cette satisfaction, — la vie serait certainement pour lui une bien triste affaire.

Cette **Série 46** répond à un besoin réel. Nous ne fabriquons pas des maisons entières. Nous fabriquons des ossatures de pavillons, soit à rez-de-chaussée seulement, soit à un étage. Nous laissons à nos honorés clients le soin de garnir notre travail. Tout ce que nous cherchons à leur donner est la **carcasse**, forte et bien proportionnée, qu'ils ne peuvent fabriquer eux-mêmes, mais qu'ils peuvent, par contre, très facilement assembler par terre et mettre debout en n'importe quel coin du monde où le hasard les transporterait. C'est la chose principale pour nous : pouvoir permettre à notre clientèle de planter n'importe où le pavillon de son choix, — et de savoir qu'elle en aura le contentement qu'elle s'en est figuré au début. Les deux lettres suivantes, que nous adressent **MM. Jalaguier et de Labrousse**, — domiciliés, comme ils le sont, en des colonies si éloignées, — fourniront la preuve, si, d'ailleurs, la preuve est nécessaire, de l'extrême facilité que l'on éprouve à effectuer du travail aussi simple que la pose du pavillon et l'agencement de l'ensemble, pour y habiter en **confort**. Voici ce qu'ils nous disent :

SÉNÉGAL.

Je suis enchanté du pavillon métallique que vous m'avez fourni pour mon installation à Dara. J'estime que c'est le seul système de construction pratique, qui devrait être adopté aux colonies, tant au point de vue facilité de montage, qui permet d'employer n'importe quelle main-d'œuvre locale, d'où économie, qu'au point de vue solidité et garantie contre les attaques des termites.

H. JALAGUIER,
Dara, par Louga (Sénégal).

GADELOUPE

J'ai eu pleine satisfaction du pavillon que vous m'avez construit en 1930. Il est maintenant achevé, et, dès que possible, je me ferai un vif plaisir de vous envoyer sa photo. Le montage a été relativement simple.

G. DE LABROUSSE,
[Marie-Galante (Guadeloupe)].

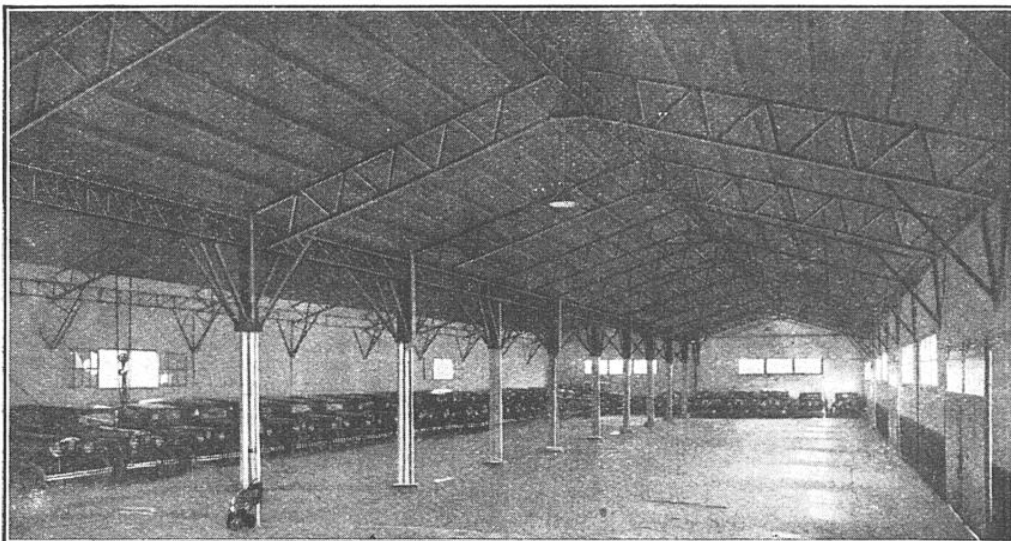
Le pavillon de **M. de Labrousse** coûtait 15.229 francs. Il a 8 mètres de large sur 12 mètres de long, véranda en plus sur deux côtés. Le logement principal est plafonné en fibro-ciment. Le pavillon de **M. Jalaguier** est un véritable château. Il a 20 mètres de long et 8 mètres de large, ainsi qu'une véranda plafonnée tout autour. La toiture est en tuiles de Marseille, posées sur un chevronnage et lattis métallique. Le coût global a été de 37.000 francs, un joli prix certainement, mais **M. Jalaguier** en a pour son argent.

Et vous-même, cher lecteur, pourquoi ne vous promettez-vous pas le plaisir et le profit d'édifier votre propre logement? Ce que ces deux clients ont fait leur a coûté un effort, sans doute, mais ils en ont la récompense. Profitez de leur exemple. Vous ne regretterez pas votre décision. Notre brochure n° 101 vous sera envoyée franco sur demande.

Etablissements JOHN REID, Ingénieurs-Constructeurs
6 BIS, Quai du Havre — ROUEN

LA SÉRIE 39 EN ESPAGNE

Garage de Mme Fernandez, à IRUN



Il serait fort intéressant de savoir combien de nos honorés lecteurs ont passé en Espagne, pendant l'été dernier, par la grande route conduisant de Hendaye à Irun. A toute époque de l'année, il existe sur cette route un trafic intense. Non seulement y a-t-il les voitures des voyageurs en route pour San-Sebastien, Madrid et Barcelone, mais tout voyageur qui fréquente cette route doit être émerveillé du fort commerce d'automobiles neuves qui se fait de France en Espagne par cette voie historique.

Depuis dix ans, ce commerce a pris des proportions vraiment intéressantes. En 1922, la Maison **Fernandez E Hijo**, qui effectue le passage en douane de 99 sur 100 voitures, ne possédait qu'une petite remise dans la vallée de la Bidassoa, où les automobiles attendaient la visite des douaniers espagnols. Aujourd'hui, le **garage** de nos estimés clients couvre plus de 2.000 mètres carrés.

La photographie ci-dessus, que nous avons le privilège de soumettre à nos honorés lecteurs, leur permettra de jeter un coup d'œil sur l'intérieur de ce grand **garage**. Les voitures entrent du côté français, et elles sortent en Espagne.

La construction elle-même n'est pas autre chose que leur ancienne et très fidèle amie, la **série 39**, qui, dans les mains du **senor Descouzis**, architecte à Irun, a su exécuter un véritable tour de force.

Pour former la *charpente* de sa construction, le **senor Descouzis** a employé la ferme n° 28. Cette ferme a 10 mètres de portée entre les poteaux et 5 mètres de hauteur sur les côtés. Afin d'arriver à la largeur de 20 mètres voulue par nos honorés clients, le **senor Descouzis** s'est décidé à accoler les fermes par paire et à construire son projet à *deux nefs*, chacune de 100 mètres de longueur. A en juger par la photographie, son projet a très bien réussi. La toiture est en plaques ondulées de fibro-ciment, tandis que les portes et fenêtres sont de fabrication régionale.

La *charpente en acier* sortait de notre usine de Rouen. Elle a été posée par un de nos monteurs, aidé d'ouvriers espagnols. Le coût de cette charpente se détaillait comme suit :

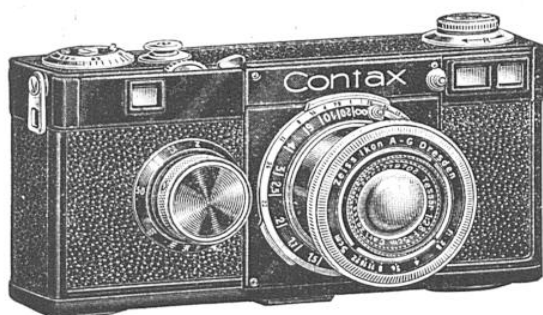
42 fermes n° 28 de la série 39 , au taux unitaire de 845 francs. Fr.	35.490
40 Jeux d'entretoises à treillis pour relier ces fermes entre elles, au taux de 546 francs.....	21.840
TOTAL	Fr. 57.330

Franchement, sans nous permettre l'indiscrétion de louer notre propre fabrication, nous sommes d'avis que les éléments de la **série 39**, fabriqués uniquement dans nos Ateliers, sis dans le port de Rouen, et employés aujourd'hui dans tous les pays du monde, ne sont pas d'un coût très élevé. Nous laissons à nos honorés lecteurs le soin de juger si la **série 39** peut leur rendre des services. A l'heure actuelle, nous produisons 58 fermes distinctes, d'une portée de 5 à 15 mètres.

Etablissements JOHN REID, Ingénieurs-Constructeurs

Fabrication en série de bâtiments métalliques pour l'industrie et la culture

6 BIS, Quai du Havre, ROUEN



« CONTAX »

24 × 36 mm

l'appareil qui réunit tous les perfectionnements modernes

Sous un volume des plus réduits, le CONTAX réunit les caractéristiques des meilleurs appareils photographiques : élégance et automatisme des appareils à pellicules, robustesse des appareils à plaques, précision de mise au point supérieure à celle des Reflex. Il possède ainsi un champ d'utilisation universel et offre des possibilités d'agrandissement quasi illimitées.

Optique Carl Zeiss Jena

Plusieurs objectifs en monture à baïonnette, rapidement interchangeables, de 3 à 13,5 cm de distance focale, parmi lesquels figure le

Sonnar 1 : 1,5, dix fois plus lumineux qu'un objectif 1 : 4,5,
permettant l'instantané même à la lumière artificielle, constituent un équipement optique d'emploi universel.

Sécurité de fonctionnement

Pas de clichés bougés même aux vitesses lentes, l'appareil, de par sa forme « bloc », étant bien en main ; pas de panne d'obturateur, le rideau étant métallique (pose et instantanés de 1/25^e à 1/1000^e seconde) ; pas de temps perdu, la mise au point étant commandée de l'arrière avec un seul doigt ; pas de clichés doublés, l'armement de l'obturateur déterminant l'avancement du film.

Mise au point automatique commandée par télémètre à grande base

Lorsque la superposition des images est obtenue dans le télémètre, entièrement logé à l'intérieur de l'appareil et couplé avec l'objectif, la mise au point se trouve réalisée automatiquement et avec une précision rigoureuse, en raison de la grande base du télémètre (10,5 cm), sans que l'appréciation de la netteté des images par l'opérateur, toujours sujette à erreur, ait à intervenir.

Notice descriptive CONTAX N° 77, franco sur demande à

IKONTA, 18-20, faubourg du Temple, PARIS-XI^e

Les tubes à vide ont révolutionné l'électrotechnique moderne. Un exemple typique : La soupape à vapeur de mercure. Qu'est-ce qu'un thyatron ?

La soupape à vapeur de mercure a reçu, grâce à l'adjonction des grilles polarisées, d'importants perfectionnements, qui en font un appareil précieux pour l'interconnexion des réseaux, la traction électrique et le transport de l'énergie à grande distance. C'est une véritable transformation de l'électrotechnique moderne.

Comment on explique maintenant le phénomène de la fluorescence. Les théories les plus récentes sur la constitution de la matière et de la lumière jettent un jour nouveau sur le phénomène de la fluorescence, que les physiciens s'efforcent d'interpréter depuis près d'un siècle ..

La révision des étalons de mesure, en France, est d'intérêt national. La précision constante de la construction mécanique exige des étalons de mesure de plus en plus contrôlés. La France vient de créer, dans ce but, un laboratoire unique au monde..

La T. S. F. au service de la sécurité en mer.

La radiogoniométrie et le radiobalisage par phares hertziens donnent au navigateur des moyens de plus en plus précis de guidage, en particulier par temps de brume. C'est un moyen de défense que la science met ainsi à la disposition des armateurs.

Traction avant ou traction arrière.

C'est, pour l'automobile de demain, une solution à l'ordre du jour ; il nous appartient d'en examiner notamment les effets au point de vue de la sécurité comme de la facilité de conduite..

La science au service de la cité : Villeurbanne, modèle de l'urbanisme moderne.

La cité nouvelle, actuellement en construction près de Lyon, possèdera tous les perfectionnements dus à la technique moderne : chauffage central urbain, distribution d'eau chaude, suppression des fumées, incinération des ordures ménagères, sans oublier les œuvres d'assistance publique. Villeurbanne est l'un des centres les plus importants de la riche région industrielle lyonnaise..

Un demi-siècle d'évolution dans l'industrie pétrolière.

L'industrie du pétrole est une des plus jeunes et, cependant, des plus formidables du monde. Elle subit actuellement une crise, due en majeure partie au progrès scientifique. Le « cracking », en effet, en doublant le rendement en produits légers, et l'« hydrogénation » des pétroles lourds ont amené la production d'essence à dépasser la consommation normale actuelle..

Vers l'aménagement intégral du Rhin français : La centrale hydro-électrique de Kembs, première étape du programme, s'achève.

L'aménagement du Rhin entre Bâle et Strasbourg, par la construction du Grand Canal d'Alsace, non seulement améliorera la navigation intérieure, mais encore permettra de capter une puissance de 900.000 ch. La centrale hydroélectrique de Kembs, la plus puissante de France, produira 200.000 ch cette année même.

L'électricité permet d'identifier rapidement des échantillons de vins.

Quelques nouveautés en photographie..

Un matériau de construction qui tient à la fois du béton armé et de la charpente métallique..

Les « à côté » de la science..

Chez les éditeurs ..

Jean Kloninger. 3
Ingénieur à la Société Brown-Boveri.

L. Houllevigue 15
Professeur à la Faculté des Sciences de Marseille.

Jean Labadié. 20

Daniel Bedaux 29

André Charmeil. 39
Ancien élève de l'Ecole Polytechnique.

R. Chenevier. 47

Camille Roche 57

Jean Bodet 67
Ancien élève de l'Ecole Polytechnique.

M. Narcy 77

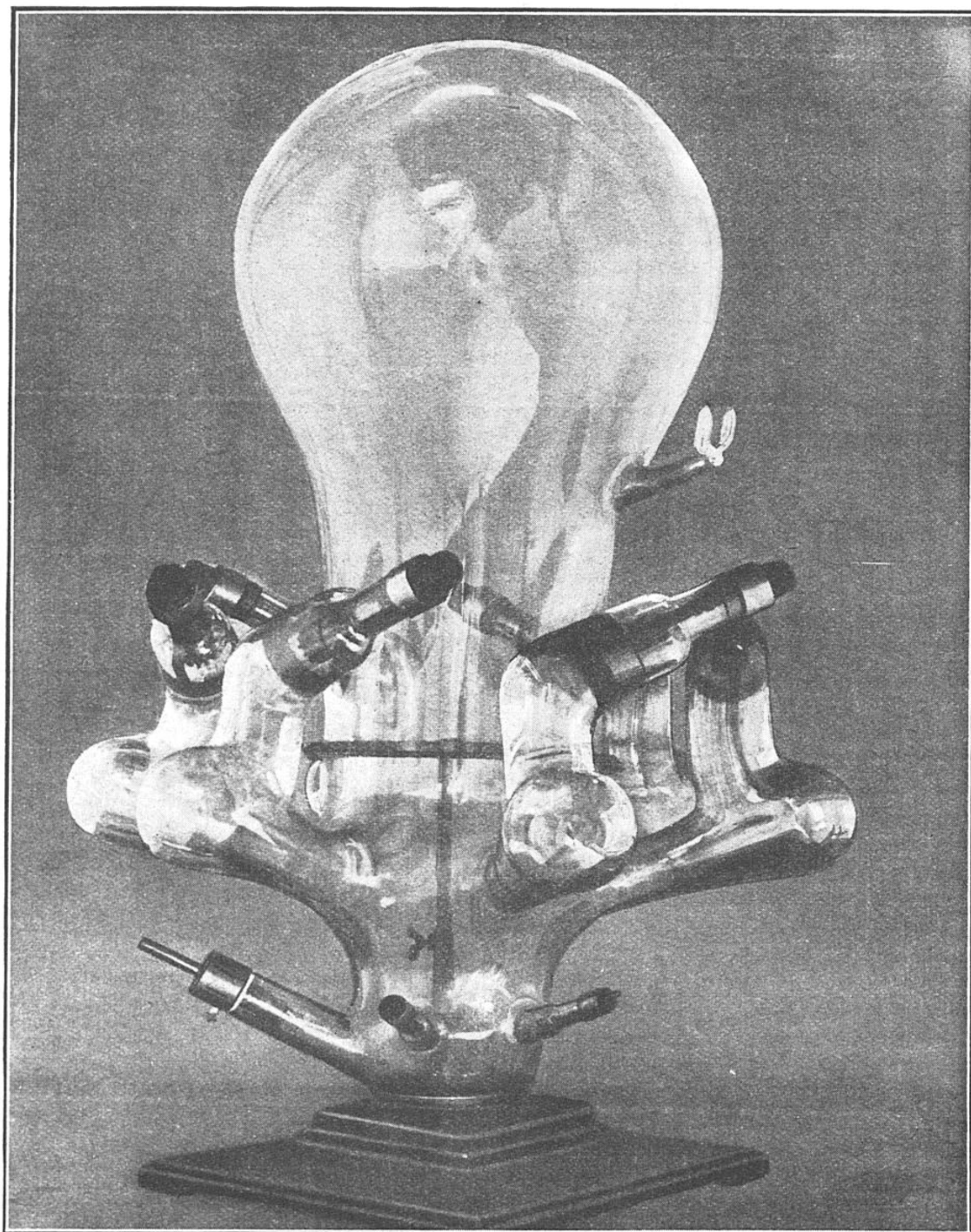
J. M. 79

P. Praddaude. 83

V. Rubor 88

J. M. 90

La transformation du courant alternatif en continu, ou inversement, posait, encore récemment, aux électriciens un problème difficile à résoudre du point de vue économique. Jusqu'ici, nous ne disposions que de groupes convertisseurs tournants, encombrants et onéreux. La soupape à vapeur de mercure, mettant en œuvre les merveilleuses propriétés des tubes à vide, vient de donner la meilleure solution à ce problème. L'adjonction de grilles polarisées a offert à cet appareil — dénommé parfois « thyatron » — de nouvelles possibilités. En effet, grâce à ce dispositif, la soupape à vapeur de mercure rend, notamment, d'inappréciables services pour l'interconnexion des réseaux, la traction électrique et le transport d'énergie à grande distance. La couverture de ce numéro représente une batterie de ces soupapes, dont le fonctionnement est décrit à la page 3, et qui sont maintenant installées dans les sous-stations les plus modernes.



CE TUBE A VAPEUR DE MERCURE PERMET LE REDRESSEMENT DE COURANTS ALTERNATIFS EN
COURANT CONTINU D'UNE INTENSITÉ DE 500 AMPÈRES

*Pour les intensités plus grandes, pouvant atteindre 16.000 ampères, on est obligé de remplace le tube
par une cuve métallique, dans laquelle le refroidissement nécessaire est obtenu par circulation d'eau.
Jusqu'à 500 ampères, l'ampoule de verre suffit.*

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, Juillet 1932 - R. C. Seine 116.544

Tome XLII

Juillet 1932

Numéro 181

LES TUBES A VIDE ONT RÉVOLUTIONNÉ L'ÉLECTROTECHNIQUE MODERNE

Un exemple typique : la soupape à vapeur de mercure.
Qu'est-ce qu'un thyatron ?

Par Jean KLONINGER

INGÉNIEUR A LA SOCIÉTÉ BROWN-BOVERI

Lorsque la Science, s'efforçant de pénétrer la constitution de la matière, démontra que le courant électrique n'était pas un « fluide mystérieux », mais, en quelque sorte, un écoulement de particules infimes — les électrons —, on ne perçut pas, tout d'abord, l'importance de cette interprétation en ce qui concerne les applications. Ce n'est pas le domaine de la production de l'énergie que la notion d'électron a modifiée, c'est surtout dans le domaine de la transformation de cette énergie qu'elle a apporté de nouvelles solutions. C'est sur la théorie électronique que repose, en effet, celle des tubes à vide, de la lampe à trois électrodes, en un mot, de toute l'industrie si récente de la T. S. F. Inventé, il y a trente ans, par Cooper Hewitt, le redresseur à vapeur de mercure, qui permet de transformer en courant continu un courant alternatif industriel, devait bénéficier des progrès réalisés dans la technique des tubes à vide. C'est ainsi que l'adjonction d'une « grille » entre la cathode et l'anode (comme dans la lampe ordinaire triode) a permis de lui donner toute la souplesse qui lui manquait (notamment dans le réglage de la tension obtenue). La soupape à vapeur de mercure à grilles polarisées — le thyatron (comme certains constructeurs américains l'ont appelée) — est aujourd'hui capable de fournir un courant continu à tension réglable ; elle peut non seulement transformer en continu l'alternatif, mais encore fonctionner comme « changeur de fréquence » et assurer ainsi l'interconnexion des centrales productrices d'énergie, tout en respectant leur autonomie. Le thyatron autorise l'espoir de voir bientôt la réalisation de transports d'énergie à haute tension en courant continu, sensiblement plus économiques qu'un transport à courant alternatif. Ainsi, pour la traction électrique, la soupape à vapeur de mercure assure l'alimentation des locomotives en courant continu, tout en utilisant une ligne quelconque à courant triphasé, telle qu'elle existe encore universellement de nos jours. Le grand savant français Maurice Leblanc voyait, du reste, dès 1921, un immense avenir réservé aux tubes à vide en général ; or, le tube à vapeur de mercure (soupape) en est un cas particulier.

Les tubes à vide et l'effet de soupape électrique

EN montrant, il y a plus de trente ans, qu'une lampe à vapeur de mercure, alimentée par du courant alternatif, ne laissait passer que la moitié des « demi-ondes » (on dit aussi les « alternances ») de ce

courant, Cooper Hewitt inventa le redresseur à vapeur de mercure. De cette invention devaient naître de multiples applications, dont les plus récentes sont en voie de révolutionner l'électrotechnique. « Cherchez dans les tubes à vide, c'est là qu'est l'avenir », disait, en 1921, Maurice Leblanc à des étudiants belges. Nous allons voir combien judi-

cieuse était la prophétie de ce savant. Rappelons, tout d'abord, le fonctionnement de ces tubes à vide.

A l'état d'équilibre normal, chaque atome de matière comporte un noyau solide qu'on appelle *ion* et un certain nombre d'*électrons* qui peuvent tourner autour de cet ion comme les planètes tournent autour de leur soleil, sans toutefois pouvoir s'en séparer au delà d'une certaine distance. Par conséquent, dans un corps solide, dans un conducteur métallique, par exemple, les atomes du métal constituent chacun un système planétaire infiniment petit, composé d'un ion solide entouré d'électrons mobiles mais retenus, à proximité immédiate de leur ion respectif, par des forces d'attraction. Si l'on soumet ce conducteur à une différence de potentiel, celle-ci provoque un déplacement des

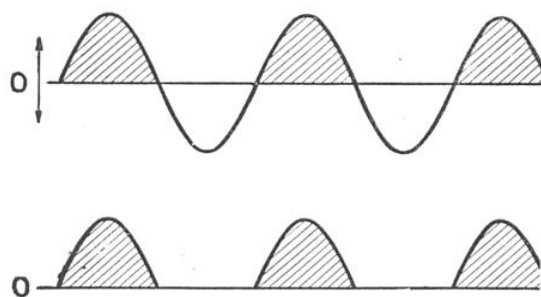


FIG. 1. — COURBES REPRÉSENTANT UN COURANT ALTERNATIF AVANT ET APRÈS SON PASSAGE A TRAVERS UNE SOUPAPE A VAPEUR DE MERCURE. Seules, les alternances positives subsistent, les alternances négatives étant complètement arrêtées.

électrons d'un ion à l'autre, sans que les électrons quittent le conducteur proprement dit. Ce déplacement des électrons, à travers la masse du conducteur d'un pôle à l'autre de la batterie et à travers celle-ci, constitue le courant électronique, c'est-à-dire, en réalité, le courant électrique. Il ne faut pas oublier que le sens de ce courant électronique est opposé à celui que, par convention, on a donné au courant électrique classique.

Or, la différence entre un corps conducteur et un corps mauvais conducteur ou *isolant* est justement que, dans les conducteurs, ce passage des électrons d'un ion à l'autre est facile, dans les mauvais conducteurs, difficile, et dans les isolants, pratiquement impossible. L'air environnant le conducteur étant isolant, les électrons ne peuvent quitter celui-ci dans les conditions normales.

Si nous intercalons un tube à vide dans notre circuit, le passage du courant électro-

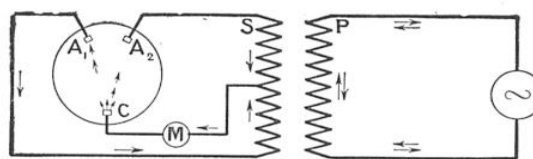


FIG. 2. — SCHÉMA DU DISPOSITIF PERMETTANT LE REDRESSEMENT D'UN COURANT ALTERNATIF. C, cathode; A₁, A₂, anodes de la soupape. Quel que soit le sens du courant primaire P, et, par suite, du secondaire S du transformateur alimenté par l'alternateur de droite, comme le courant ne peut passer que dans le sens C A₁ ou C A₂, suivant l'alternance du courant primaire, dans la connexion M le courant circulera toujours dans le même sens. Le courant alternatif est redressé.

nique est donc interrompu. Mais, si nous chauffons un des pôles de ce tube afin de porter à l'incandescence l'extrémité du conducteur qui constituera ce qu'on appelle la *cathode*, le flux électronique se rétablit. En effet, à une température suffisamment élevée, les forces d'attraction maintenant les électrons à proximité immédiate de leur ion respectif sont neutralisées. Ces électrons ne rencontrent pas, dans le tube à vide, des ions d'oxygène ou d'azote empêchant leur passage comme dans l'air atmosphérique et, par suite de la différence de potentiel existant entre la cathode et l'autre pôle du tube à vide que l'on appelle l'*anode*, ils se dirigent vers cette anode et prennent, au fur et à mesure, la place des électrons qui se déplacent à travers la batterie vers la cathode.

Remplaçons maintenant la batterie par une source de courant alternatif, la cathode étant toujours incandescente. Pendant une demi-onde positive (qui correspond au même sens de courant que le courant continu de tout à l'heure), le passage des électrons s'établit de la cathode vers l'anode et le courant passe. A la demi-onde

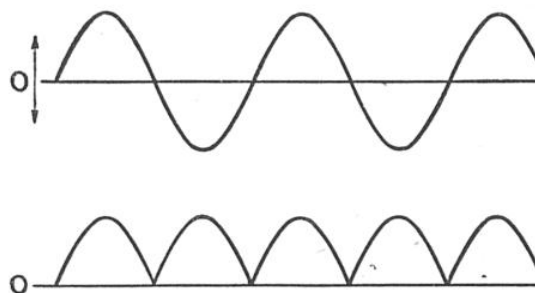


FIG. 3. — APRÈS SON PASSAGE DANS LA SOUPAPE A DEUX ANODES (FIG. 2), LE COURANT ALTERNATIF EST COMPLÈTEMENT REDRESSÉ, MAIS EST ENCORE LOIN D'ÊTRE CONTINU

suivante (négative), les électrons devraient passer de l'anode vers la cathode, mais l'anode n'étant pas incandescente ne peut pas libérer d'électrons et ceux-ci restent fixés aux ions du conducteur, de sorte que le courant ne s'établit pas. On obtient donc un courant interrompu périodiquement, mais non plus alternatif. Ce phénomène constitue l'effet de *souape* du tube à vide.

Comment fonctionne le redresseur à vapeur de mercure

Malheureusement, dans un tel tube à vide, par suite d'un effet de *saturation*, il faut augmenter progressivement la différence de potentiel, c'est-à-dire la tension aux bornes de l'appareil pour faire passer un courant élevé, ce qui en diminue le rendement.

Cooper Hewitt a découvert qu'on pouvait éviter cet inconvénient en introduisant dans le tube un milieu partiellement conducteur constitué par de la vapeur de mercure. Le vide, au lieu d'être de l'ordre de grandeur du millionième du millimètre de la colonne de mercure, n'est plus que de l'ordre du millièmme de millimètre.

Dans cette *souape* à vapeur de mercure, la cathode incandescente émet des électrons ; ceux-ci viennent frapper contre des ions de mercure en suspension sous forme de vapeur. Ces chocs provoquent de nouvelles émissions d'électrons qui rencontrent d'autres ions et ainsi de suite jusqu'à ce que l'anode soit atteinte. Dans ces conditions, on peut obtenir un courant d'intensité élevée, même sous l'effet d'une faible différence de potentiel cathode-anode. C'est pourquoi, dans les applications industrielles, on ne se sert que de la souape à vapeur

de mercure qui permet la transformation du courant alternatif en courant continu avec pertes de tension très faibles dans la souape et, par conséquent, avec un rendement industriel élevé. Cependant, nous n'avons obtenu encore qu'un courant, toujours de

même sens, mais interrompu (fig. 1), puisque nous avons dit que, pendant les demi-ondes négatives du courant alternatif, aucun courant ne traversait le tube. Mais plaçons (fig. 2) deux anodes A_1 et A_2 au lieu d'une, reliées à la source de courant alternatif par un

transformateur dont l'enroulement secondaire est connecté aux deux anodes de la souape, la cathode étant réunie au milieu de l'enroulement secondaire. Dans l'enroulement primaire P du transformateur, le courant passera dans les deux sens. Dans la moitié supérieure de l'enroulement secondaire S , le courant électronique ne pourra passer que de haut en bas, c'est-

à-dire de la cathode vers l'anode. Par contre, dans la moitié inférieure de cet enroulement, il passera de bas en haut, afin de maintenir toujours le sens cathode-anode. Mais, dans la connexion entre le milieu de l'enroulement secondaire et la cathode, le courant passera toujours dans le même sens. Ainsi les demi-ondes, situées auparavant au-dessous de

l'axe des zéros, ne sont plus supprimées mais « redressées » au-dessus de cet axe (fig. 3). D'où le nom de redresseur à vapeur de mercure donné à l'appareil.

Cependant, dans les exploitations industrielles, le courant alternatif est généralement triphasé. On se sert alors de redresseurs à 6, 12, 18 ou 24 anodes. Par exemple,

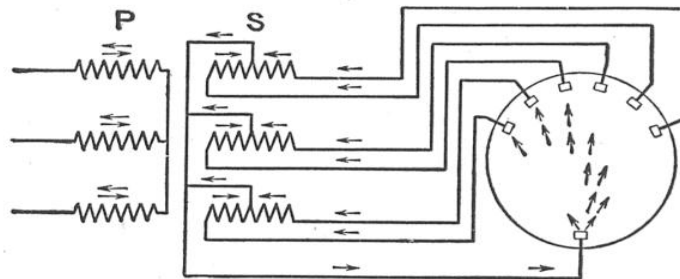


FIG. 4. — SCHÉMA D'UN REDRESSEUR A SIX ANODES POUR LE REDRESSEMENT D'UN COURANT ALTERNATIF TRIPHASÉ P , primaire du transformateur. Sur chacun des enroulements du secondaire S , on retrouve la prise médiane de la figure 2. Le courant circule toujours dans le même sens, entre ces trois prises médianes et la cathode du redresseur.

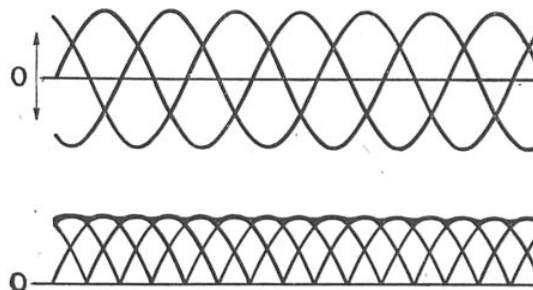


FIG. 5. — COURANT ALTERNATIF TRIPHASÉ AVANT ET APRÈS SON REDRESSEMENT

On voit que le courant obtenu n'est plus que légèrement ondulé, contrairement à celui représenté figure 1.

un transformateur triphasé au primaire et hexaphasé au secondaire sera connecté, comme l'indique la figure 4, aux six anodes du redresseur. On obtient alors un courant légèrement ondulé (fig. 5), dont l'ondulation peut être amortie au moyen de dispositifs constitués, soit par une bobine de réactance dans la cathode, soit par des circuits oscillants qui absorbent les harmoniques et éga-

lument de 500 ampères environ, on peut se servir de redresseurs à ampoules de verre à refroidissement naturel (page 2). Pour les intensités supérieures, on emploie l'appareil à cuve métallique et à refroidissement par circulation d'eau (fig. 6).

Les progrès de la technique devaient cependant ouvrir de nouvelles voies à la soupape à vapeur de mercure.

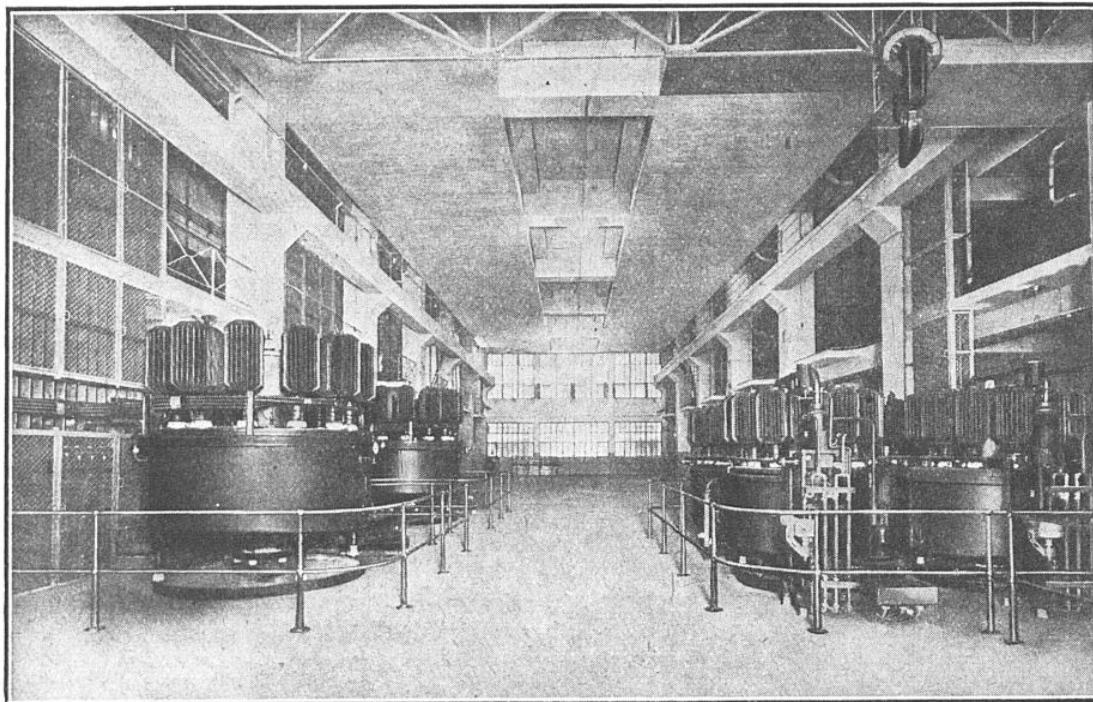


FIG. 6. — INTÉRIEUR DE LA SOUS-STATION « VENDÔME », DE LA COMPAGNIE PARISIENNE DE DISTRIBUTION D'ÉLECTRICITÉ

On voit, à gauche, deux redresseurs à vapeur de mercure de 6.000 ampères, et, à droite, quatre redresseurs plus petits de 2.000 ampères chacun. Le refroidissement de ces appareils est assuré par une circulation d'eau dans les cuves métalliques à ailettes.

lisent le courant ondulé de façon à en faire une droite pratiquement uniforme, c'est-à-dire à le rendre continu.

Tel était le redresseur à vapeur de mercure jusqu'à ces toutes dernières années. Cette première étape a permis déjà d'intéressantes applications : ainsi, pour la traction électrique des chemins de fer et des tramways, pour l'électrolyse, l'électrochimie, le redresseur à vapeur de mercure a remplacé peu à peu, presque partout, le convertisseur rotatif pour la transformation du courant alternatif en courant continu. On a atteint des tensions de 30.000 volts et des intensités de 16.000 ampères dans une seule unité. Pour les faibles intensités, jusqu'à un maxi-

Les grilles polarisées transforment le redresseur et permettent le réglage de la tension continue

Une des principales qualités de l'énergie électrique étant précisément sa souplesse, c'est-à-dire de permettre un réglage facile, on conviendra que l'effet de soupape naturel produit par l'anode refroidie et interdisant le passage d'un courant électronique dans les deux sens ne pouvait satisfaire complètement.

C'est l'invention de l'Américain Lee de Forest, c'est-à-dire la lampe à trois électrodes, ou « triode », qui a permis de perfectionner la soupape à vapeur de mercure.

On sait comment fonctionne une telle lampe (1) : entre la cathode C (filament) et l'anode A (plaque) (fig. 7), une grille G peut être portée, par une batterie P_2 , à un certain potentiel par rapport à la cathode, d'une part, et à l'anode, d'autre part. La variation du potentiel de la grille permet d'influencer et de moduler le courant électronique passant de la cathode à l'anode. Dans la soupape à vapeur de mercure, le fonctionnement de la grille n'est pas tout à fait le même que le tube à vide élevé. En effet, nous ne sommes pas ici seulement en présence d'un courant d'électrons à masse extrêmement faible et facilement influençable, mais d'un certain nombre d'ions de vapeur de mercure de masse élevée et se prêtant moins bien au contrôle par la grille.

En réalité, dans la soupape à vapeur de mercure, la grille n'a aucun effet modulateur. Son rôle se borne à modifier la distribution du potentiel entre la cathode et l'anode, de façon à empêcher l'amorçage d'une émission électronique, c'est-à-dire d'un arc par l'anode qu'elle protège tant qu'elle est elle-même soumise à l'influence d'une polarisation négative par rapport au potentiel de la cathode. Par contre, elle ne peut arrêter le flux électronique (l'arc) déjà amorcé et

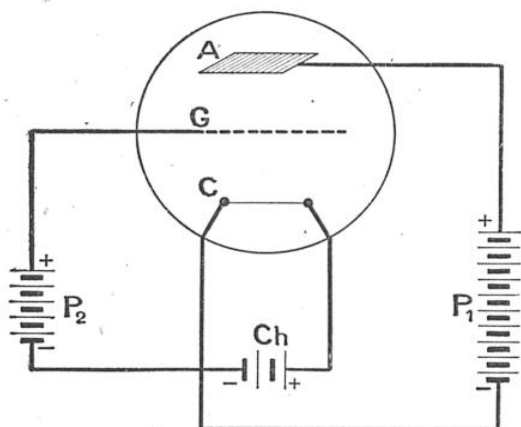
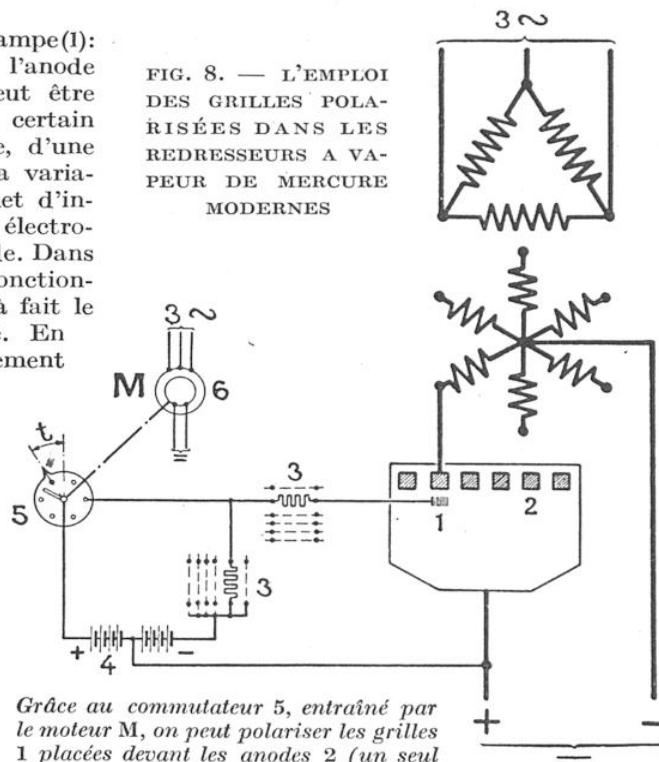


FIG. 7. — SCHÉMA D'UNE LAMPE A TROIS ÉLECTRODES, UTILISÉE EN T. S. F.

La grille, portée à un potentiel positif par la batterie P_2 , renforce l'action de l'anode A (plaque) et attire les électrons émis par la cathode C (filament). Ch , chauffage du filament ; P_1 , batterie de tension-plaque. La grille négative repousserait, au contraire, les électrons et aucun courant filament-plaque ne pourrait circuler dans la lampe.

FIG. 8. — L'EMPLOI DES GRILLES POLARISÉES DANS LES REDRESSEURS A VAPEUR DE MERCURE MODERNES



Grâce au commutateur 5, entraîné par le moteur M , on peut polariser les grilles 1 placées devant les anodes 2 (un seul circuit est représenté), de sorte que l'arc issu de la cathode balaye successivement les six anodes. Les schémas suivants montrent que l'on peut ainsi régler la tension fournie par la soupape à vapeur de mercure.

elle doit attendre le passage du courant électronique par zéro, c'est-à-dire la fin naturelle de la demi-onde correspondant à son anode, pour procéder à son effet de blocage et empêcher un réamorçage de l'arc au commencement de la demi-onde positive suivante.

Au contraire, tant que la grille est positive par rapport à la cathode, elle n'a aucun effet sur le flux électronique et la soupape fonctionne exactement comme s'il n'y avait pas de grille. La figure 8 montre la disposition des grilles dans un redresseur à six anodes. Le schéma est simplifié et n'indique qu'une seule connexion d'anode. En réalité, il y a une grille pour chaque anode, et chaque anode est connectée à une des phases de l'enroulement secondaire du transformateur. La polarisation des grilles se fait, à volonté, positivement ou négativement par rapport à la cathode au moyen d'une source de courant (4) que la figure représente sous forme d'une batterie, d'un commutateur (5) et de résistances de grilles (3) de valeur appropriée. On voit que, normalement, si le contact du commutateur (5) n'est pas établi,

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 125, page 361.

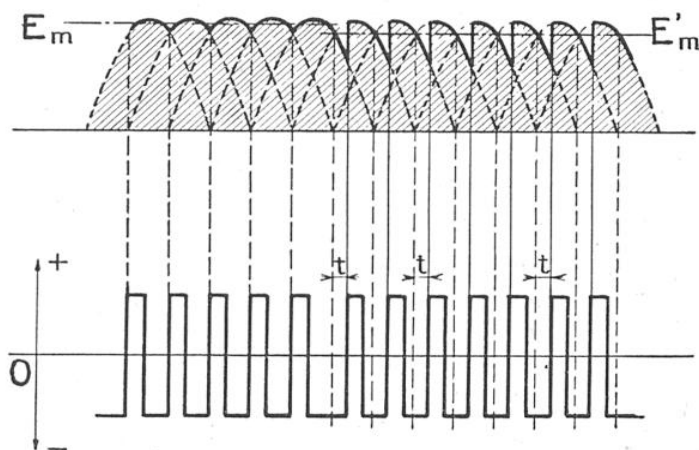


FIG. 9. — EN RETARDANT DE t LA POLARISATION DES GRILLES, ON OBTIENT LA FORME DE COURANT REPRÉSENTÉE SUR LA PARTIE DROITE DE LA FIGURE, DONT LA TENSION MOYENNE EFFICACE $E'm$ EST INFÉRIEURE À E_m . En haut : tension de l'anode; en bas : tension de la grille.

les grilles ne sont reliées qu'au pôle négatif de la batterie et que, par conséquent, le passage de courant électronique est rendu impossible pour toutes les anodes. Nous avons vu, à la figure 5, que les demi-ondes passant par les différentes anodes et provenant des six phases du transformateur se superposent en partie. En réalité, il n'y a pas de superposition, mais l'arc restant amorcé, à l'une de ses extrémités, à la cathode, passe, comme les balais du collecteur d'une machine tournante, d'une anode à l'autre à chaque point d'intersection des demi-ondes correspondant aux différentes anodes.

Nous avons vu que nous pouvions, en donnant une polarisation négative à une grille, empêcher l'amorçage de l'arc sur l'anode correspondante. Mais nous pouvons également donner un certain retard à cet amorçage en passant à une polarisation positive de la grille après que l'arc aurait dû s'amorcer normalement. Nous aurons alors l'effet représenté par la seconde partie de la figure 9. A la première partie de cette figure, nous donnions à la grille normalement négative un potentiel positif, exactement au point d'intersection des demi-ondes, c'est-à-dire juste au point d'amorçage naturel de l'arc sur l'anode considérée. Par contre, à la deuxième partie de la figure, nous ne donnons cette polarisation positive

qu'avec un certain retard, de sorte que l'arc subsiste un peu trop longtemps sur l'anode précédente et s'amorce en retard sur l'anode suivante. L'allure du courant électronique et, par conséquent, de la tension continue est modifiée. Il se produit des hachures plus marquées que la légère ondulation normale et de plus la valeur moyenne efficace $E'm$ est plus faible que E_m ; en d'autres termes, en donnant un retard t plus ou moins important, nous allons diminuer d'autant la valeur de la tension continue fournie par le redresseur.

Pour obtenir ce réglage de tension, il suffit de donner au commutateur (5), entraîné par le moteur synchrone (7) en synchronisme avec le réseau triphasé alimentant le transforma-

teur, un décalage t variable par rapport à la position d'identité de phase (fig. 10).

Le nouveau procédé est beaucoup plus élégant, plus rapide et d'un rendement supérieur à celui d'un transformateur à prises variables et d'un commutateur de prises utilisé jusqu'à présent. L'énergie nécessaire à la polarisation des grilles est infime, comparée à celle du courant anodique (environ le dix-millième de l'énergie passant par l'anode). Ainsi le rendement de la soupape, c'est-à-dire dans le cas particulier, du redresseur, n'est pas diminué sensiblement. Il semblerait, à première vue, que la tension continue, réglée par le contrôle des grilles, soit d'une allure extrêmement irrégulière

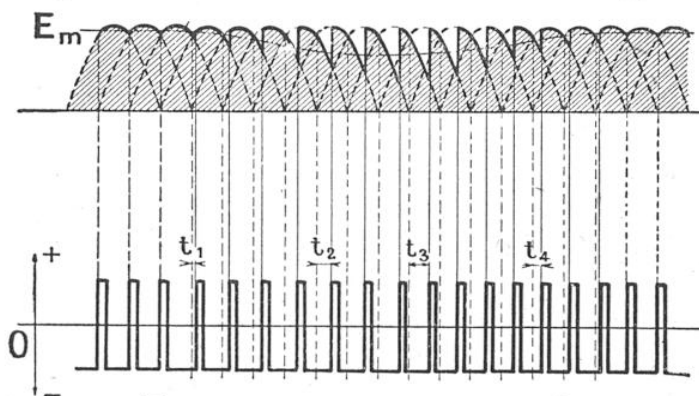


FIG. 10. — EN FAISANT VARIER LE DÉCALAGE DE LA POLARISATION DE GRILLE, ON PEUT RÉGLER LA VALEUR DE LA TENSION MOYENNE EFFICACE E_m , C'EST-À-DIRE DONNER À LA SOUPE UNE GRANDE SOUPLESSE t_1, t_2, t_3, t_4 , décalages successifs de la tension de grille.

(voir fig. 9). En réalité, on se sert, comme nous l'avons dit dans la première partie de cet article, de dispositifs d'égalisation corrigeant l'irrégularité de la tension continue (voir fig. 11), qui est déjà aplanie sensiblement sous l'effet de la réactance du transformateur et qui n'aurait guère présenté qu'à vide l'allure heurtée de la figure 9.

Les grilles polarisées et l'extinction de courts-circuits à l'intérieur même du redresseur

Si les conditions de fonctionnement du redresseur sont particulièrement défavorables, c'est-à-dire si, le vide étant insuffisant, des impuretés quelconques se trouvent à la surface de l'anode, elles peuvent être portées à l'incandescence même à la température normale de fonctionnement du redresseur et provoquer une émission électronique. Celle-ci, provenant d'une anode, donne lieu à ce qu'on appelle l'allumage à retour du redresseur, c'est-à-

dire à un court-circuit interne qui doit être interrompu rapidement si l'on veut éviter une détérioration grave de l'appareil. Il suffit d'ailleurs presque toujours d'interrompre l'arc pendant un temps très court et de procéder ensuite au réamorçage pour combattre ce court-circuit. La cause du retour d'allumage ayant été éliminée par volatilisation des impuretés, le redresseur fonctionne de nouveau normalement. L'arrêt momentané est toutefois inévitable et s'obtient au moyen d'un disjoncteur ultra-rapide placé du côté continu du redresseur. Ces appareils sont assez importants et onéreux. L'emploi des grilles polarisées en rend la présence inutile.

En effet, si, au moyen d'un relais de surintensité, on interrompt, en cas de court-circuit, la connexion allant à la borne positive de la batterie de polarisation, le commutateur ne pourra plus amorcer l'arc qui s'étein-

dra à la fin naturelle de la demi-onde commencée. Ainsi, tout passage de courant sera interrompu à travers le redresseur.

Un dispositif automatique peut alors intervenir et, après un retard déterminé à l'avance, réamorcer le redresseur. Il agit de façon beaucoup plus rapide et plus sûre que le meilleur disjoncteur ultra-rapide.

La soupape à vapeur de mercure au service de l'interconnexion des réseaux

Grâce aux grilles polarisées, les appareils dont nous venons de parler ont aujourd'hui de nouvelles et intéressantes applications, autres que celle du redresse-

ment de courants alternatifs. C'est pourquoi, bien que l'appareil reste presque identique à un redresseur, nous ne lui donnerons plus que le nom de « soupape », évitant volontairement l'emploi de barbarismes comme, par exemple, le mot « thyatron », employé par quelques constructeurs. Le mot de « soupape », employé depuis long-

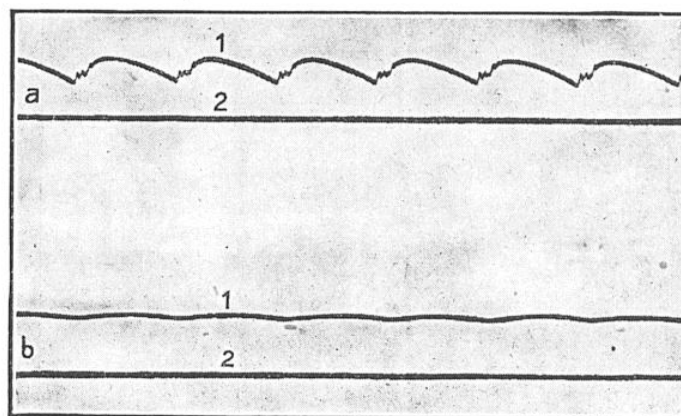


FIG. 11. — LE COURANT ENCORE HACHÉ, DONNÉ DIRECTEMENT PAR LA SOUPAPE, EST RENDU PRATIQUEMENT CONTINU AU MOYEN DE DISPOSITIFS SPÉCIAUX (SELF INDUCTION, CIRCUITS OSCILLANTS)

On voit en b comment la courbe 1 du courant a été rendu pratiquement parallèle à la courbe 2 d'un courant continu.

temps par Maurice Leblanc, correspond au mot anglais *valve* et au terme allemand *ventil*, qui sont tous entrés dans la pratique et qui ne peuvent prêter à malentendu.

La première application de la soupape à vapeur de mercure que nous allons décrire est la transformation de fréquence. Posons d'abord le problème :

Si l'on veut relier deux réseaux électriques de fréquences différentes, par exemple, un réseau industriel travaillant à la fréquence de 50 périodes/seconde et un réseau de traction monophasé qui, dans la plupart des pays, fonctionne, soit à 15 pér/sec, soit, le plus souvent, à 16 2/3 pér/sec, il est nécessaire de faire intervenir un convertisseur de fréquence afin de pouvoir permettre un échange d'énergie entre les deux réseaux, ce qui est le but de l'interconnexion. Cette interconnexion présente des avantages économiques

considérables, car les réseaux pouvant se porter secours mutuellement, l'importance des installations de réserve, et par conséquent leur prix, diminue. D'autre part, l'interconnexion assure un débouché à l'excédent d'énergie que les centrales hydro-électriques peuvent fournir suivant les saisons et évite que cet excédent passe inutilement par-dessus le déversoir des barrages et des bassins d'accumulation.

Il se peut même qu'un réseau de traction à $16 \frac{2}{3}$ pér/sec préfère acheter toute son énergie à un réseau industriel de 50 pér/sec plutôt que d'établir lui-même les stations centrales et les postes de transformation dont le coût d'installation sera d'autant plus élevé que le poids et le prix du transformateur augmentent en proportion inverse avec la fréquence de service, de sorte qu'à même puissance nominale, les transformateurs à $16 \frac{2}{3}$ pér/sec sont beaucoup plus chers et plus lourds que les transformateurs à 50 pér/sec.

Un autre emploi du convertisseur de fréquence réside dans l'interconnexion entre deux réseaux ayant la même fréquence nominale, mais voulant rester continuellement indépendants l'un de l'autre, aussi bien en ce qui concerne l'exactitude du maintien de la fréquence qu'au sujet de

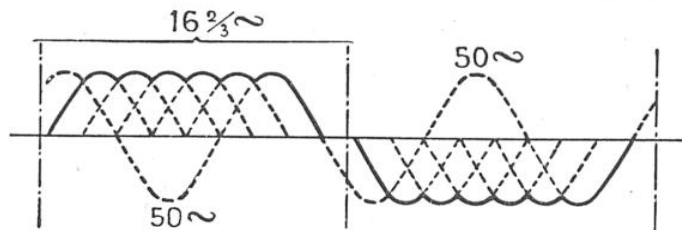


FIG. 13. — LE COURANT ALTERNATIF RÉSULTANT, APRÈS PASSAGE DANS LA SOUPAPE (FIG. 12), PRÉSENTE SIX DEMI-ONDES DANS UN SENS ET SIX DEMI-ONDES DANS L'AUTRE. LA FRÉQUENCE EST DONC DIVISÉE PAR 3

la quantité d'énergie qu'ils veulent pouvoir échanger. En effet, si, entre les deux réseaux, la jonction se faisait directement par un conducteur ou un transformateur et non pas par un convertisseur de fréquence, les deux réseaux seraient forcés de rester en synchronisme et de régler les régulateurs de vitesse des turbines de leurs stations centrales respectives, afin de maintenir un échange d'énergie de puissance déterminée par le point de jonction des deux réseaux.

Cette interdépendance constitue une servitude quelquefois gênante pour les réseaux. Au moyen d'un convertisseur de fréquence à caractère élastique, c'est-à-dire permettant un glissement réglable à volonté entre les deux réseaux, on peut établir l'interconnexion, faire un échange d'énergie de puissance réglable à volonté et éviter la servitude du synchronisme entre les deux réseaux. Des groupes convertisseurs rotatifs de différents systèmes ont déjà permis de résoudre ce problème d'électrotechnique. Toutefois, ils coûtent cher et n'ont pas un rendement très élevé.

Voici comment la soupape à vapeur de mercure peut, d'une façon très simple et sans convertisseurs rotatifs, avec tous leurs inconvénients, résoudre élégamment le problème.

Considérons la figure 12 qui représente le schéma d'une soupape à vapeur de mercure servant à la transformation de fréquence de 50 pér/sec à $16 \frac{2}{3}$ pér/sec. Le primaire du transformateur (7) est alimenté par le réseau triphasé à 50 pér/sec. Le secondaire de ce transformateur comporte deux enroulements hexaphasés *a* et *b*. Chacune des phases de ces enroulements secondaires est connectée à une des

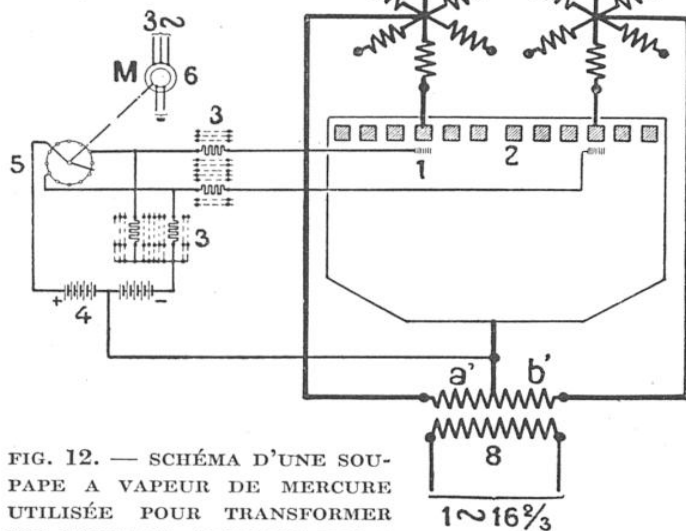


FIG. 12. — SCHÉMA D'UNE SOUPAPE À VAPEUR DE MERCURE UTILISÉE POUR TRANSFORMER UN COURANT ALTERNATIF À 50 PÉRIODES PAR SECONDE EN UN NOUVEAU COURANT ALTERNATIF À $16 \frac{2}{3}$ PÉRIODES PAR SECONDE

douze anodes de la soupape réparties en deux jeux de six anodes, chaque jeu correspondant à un des enroulements secondaires.

La soupape n'alimente plus, comme dans le cas du redresseur, un réseau continu, mais le primaire d'un transformateur monophasé (8). Cet enroulement primaire est divisé en deux moitiés a' et b' , correspondant chacune à un jeu d'anodes et à un enroulement secondaire du transformateur (7). Le centre en est relié à la cathode de la soupape, tandis que les extrémités en sont connectées aux deux points neutres des enroulements a et b .

Si, en donnant une polarisation positive

grande que celle de l'enroulement primaire triphasé. En d'autres termes, nous créons, dans le transformateur monophasé servant à alimenter le circuit également monophasé, un courant alternatif ayant une fréquence de $16 \frac{2}{3}$ pér/sec ; ce qu'il fallait démontrer. Certes, le courant monophasé obtenu n'est pas exactement sinusoïdal, mais a plutôt une forme trapézoïdale. Il est toutefois facile, au moyen de différents dispositifs appropriés, de modifier l'allure de la demi-onde monophasée et de la rendre pratiquement sinusoïdale (fig. 14).

Si le petit moteur synchrone (6) entraînant le commutateur (5) (fig. 12), qui

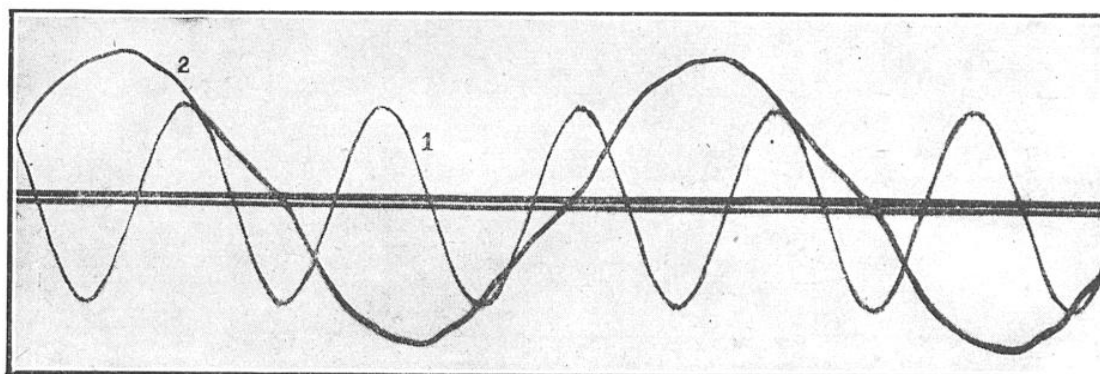


FIG. 14. — PHOTOGRAPHIE D'UN COURANT ALTERNATIF A 50 PÉRIODES (1) ET DU COURANT A $16 \frac{2}{3}$ PÉRIODES PAR SECONDE (2) OBTENU AVEC UNE SOUPAPE A VAPEUR DE MERCURE

aux grilles, on libère l'une après l'autre les six anodes du premier jeu, on laisse passer six demi-ondes comme si on voulait produire un courant continu (voir fig. 13). Remarquons que le sens du courant électronique est tel que ce courant, venant du neutre de l'enroulement a , passe de gauche à droite dans l'enroulement a' , pour entrer par la cathode dans la soupape et y rejoindre l'anode correspondante. Si nous libérons maintenant l'une après l'autre les six anodes du second jeu, nous aurons également une suite ininterrompue de six demi-ondes, mais le courant électronique passera alors de la droite vers la gauche dans l'enroulement b' , c'est-à-dire que, dans l'enroulement secondaire du transformateur monophasé (8), nous aurons, pendant six demi-ondes, un courant dans un sens, et, pendant les six demi-ondes suivantes, un courant en sens inverse (fig. 13). Nous créons donc un nouveau courant alternatif dont la longueur d'onde est *six fois plus grande* que celle correspondant à la fréquence du secondaire hexaphasé du transformateur (7), c'est-à-dire trois fois plus

contrôle les grilles, est en synchronisme avec la fréquence *primaire* triphasée, nous aurons une relation fixe entre la fréquence primaire et la fréquence secondaire, c'est-à-dire un accouplement rigide entre les deux réseaux. Mais si nous entraînons le commutateur (5) en synchronisme avec la fréquence *secondaire* et si nous lui donnons un décalage variable à volonté, nous pourrions faire intervenir un glissement donnant à l'accouplement le caractère élastique qui sera demandé dans la plupart des cas. Nous obtenons ainsi, au moyen d'un convertisseur de fréquence statique, c'est-à-dire non rotatif et à rendement très élevé, l'accouplement élastique de réseaux.

Transportera-t-on l'énergie à très grande distance sous forme de courant continu ?

On sait pourquoi on ne pouvait, jusqu'à ces dernières années, concevoir le transport d'énergie électrique à longue distance que sous la forme de courant alternatif à haute tension. Ce fut, en 1891, une véritable révo-

lution lorsque fut réalisé le premier transport de ce genre entre Lauffen et Francfort (175 km). C'est la facilité des transformations du courant alternatif qui a autorisé les grands transports d'énergie jusqu'à 220.000 volts. Cependant, dans les très grandes distances, le courant alternatif, même sous les

continu, — qui ne connaît les désavantages ni de la réactance, ni de la capacité, — par des câbles souterrains à très haute tension et d'un prix réduit. Ainsi, non seulement seraient évités les phénomènes d'instabilité, mais aussi tous les inconvénients d'une ligne aérienne à très haute tension : la traversée

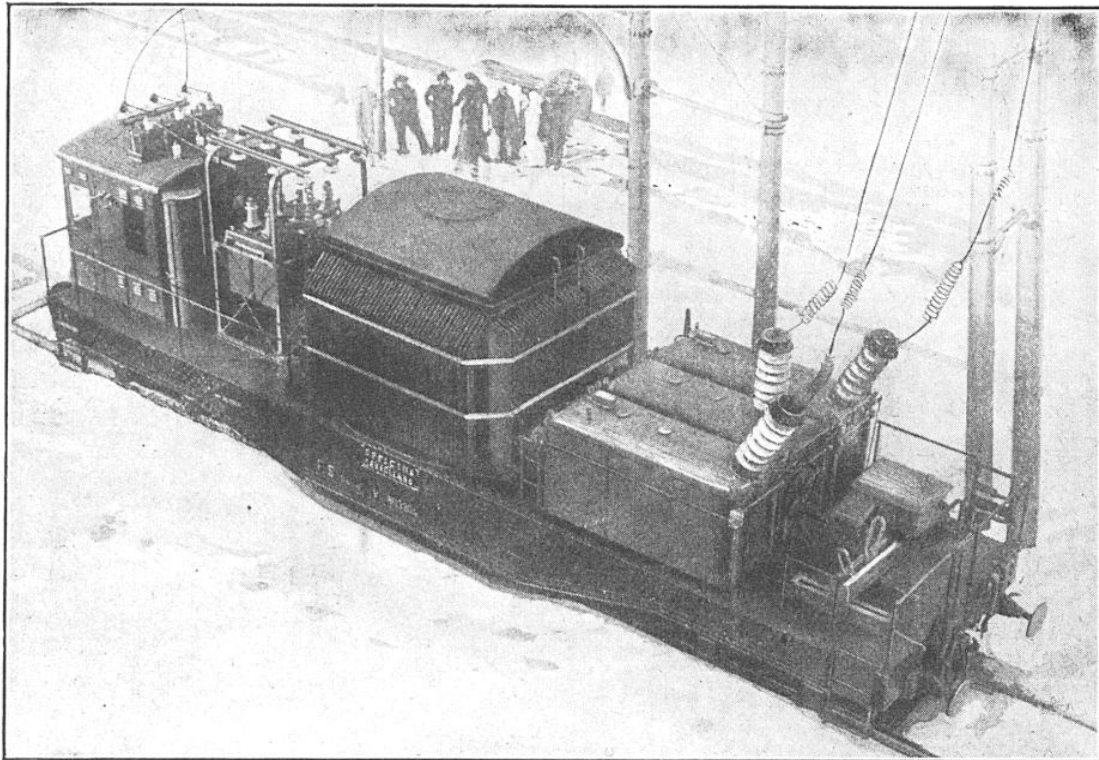


FIG. 15. — SOUS-STATION AMBULANTE ITALIENNE, COMPORTANT UN REDRESSEUR A VAPEUR DE MERCURE POUR L'ALIMENTATION DES LOCOMOTIVES A COURANT CONTINU 3.000 VOLTS

tensions très élevées, arrive à sa limite naturelle d'utilisation. Non seulement la marche en parallèle des usines devient instable, mais encore la réactance et surtout la capacité des réseaux alternatifs peuvent atteindre des valeurs inadmissibles. Ainsi, par exemple, l'emploi de câbles souterrains pour transporter à grande distance des quantités importantes d'énergie électrique est impossible économiquement, à cause de la capacité prohibitive que présenteraient ces câbles. Si l'on trouvait un moyen de transformer le courant continu sans avoir à mettre une quantité de machines tournantes en série, comme le faisait Thury, la solution du problème du transport d'énergie à très grandes distances serait trouvée, car on pourrait alors transporter le courant

d'une chaîne de montagnes pourrait se faire en suivant un tunnel de chemin de fer, au lieu de nécessiter l'établissement fort onéreux, par-dessus la crête, d'une ligne aérienne soumise à toutes les intempéries et aux avalanches de la haute montagne.

La soupape à vapeur de mercure se prête précisément beaucoup mieux qu'une machine tournante à la mise en série de plusieurs éléments. Comme on arrive déjà à construire des unités pour 30.000 volts environ, il est probable que, dans un avenir prochain, on pourra produire sans difficulté un courant continu de plusieurs centaines de mille volts. Il faut, toutefois, pour cela, non seulement transformer en courant continu à très haute tension le courant alternatif produit dans les stations centrales, mais également re-

transformer, sur les lieux d'utilisation, en courant triphasé de distribution locale, le courant continu amené par la ligne à très haute tension.

La soupape répond à cette condition. Considérons le schéma (fig. 16), qui ressemble à s'y méprendre au schéma représentant la transformation de triphasé en continu (fig. 8). On remarque toutefois que la polarité est inversée et que le négatif du réseau continu est, dans le nouveau schéma, relié à la cathode de la soupape. Si, au moyen du réseau triphasé, dans lequel doit se déverser l'énergie, on libère périodiquement une anode après l'autre (comme nous l'avons déjà vu), on sectionnera le courant continu en un certain nombre de demi-ondes qui permettront le passage d'énergie du réseau continu dans le réseau triphasé. Par la polarisation positive des grilles, il sera possible d'amorcer à volonté l'arc sur les anodes l'une après l'autre. Il faut toutefois éteindre l'arc sur l'anode précédente au moment où il doit passer sur l'anode suivante. En effet, dans la transformation de courant triphasé en courant continu, cette extinction se faisait automatiquement par le fait que les demi-ondes, provenant du réseau triphasé, se cédaient mutuellement la place au point d'intersection des sinusoïdes. Dans le cas que nous considérons maintenant, nous avons, au contraire, une force électromotrice continue imposée à la soupape et tendant à maintenir l'arc. Pour obtenir l'extinction voulue, on utilise une force électromotrice alternative qui nous sera imposée par le réseau triphasé récepteur d'énergie et qui proviendra des machines synchrones tournant déjà sur ce réseau, soit comme alternateurs, soit comme moteurs.

La soupape à vapeur de mercure et la traction électrique

On sait que, suivant les pays, la traction électrique est assurée, soit par du courant continu, soit par du courant alternatif à 50 ou à 16 2/3 périodes par seconde. Ici encore, la soupape à vapeur de mercure rend de précieux services. Non seulement

elle permet de transformer en continu le courant triphasé industriel, mais encore de récupérer sur le réseau alternatif l'excédent d'énergie pouvant être produit dans le réseau continu, lorsque, dans les descentes, les trains freinent non pas au moyen des sabots de freins mécaniques, mais en faisant travailler leurs moteurs comme génératrices sur la ligne de contact.

Un des inconvénients de l'alimentation

des lignes de traction en courant continu est de rendre nécessaire une tension relativement basse et, par conséquent, un nombre important de sous-stations de redresseurs ou de convertisseurs rotatifs, puisque la tension continue donnée à la ligne de contact ne peut pas être transformée sur la locomotive et doit servir directement à l'alimentation des moteurs. C'est la raison pour laquelle certains pays ont préféré au courant continu le courant monophasé pour la traction, car ce mode d'alimentation permettait de faire travailler la ligne de contact à des tensions beaucoup plus élevées (15.000 volts

par exemple) et de transformer, sur la locomotive, cette haute tension pour alimenter les moteurs à un voltage admissible.

Toutefois, le moteur de traction se refuse à commuter (1) de façon satisfaisante à la fréquence de 50 pér/sec, employée, de façon générale, sur les réseaux de distribution d'énergie électrique. C'est pourquoi il a fallu, et ceci est un inconvénient très grave de l'alimentation en monophasé, se servir d'une fréquence plus faible pour les réseaux de traction et établir tout un système de stations centrales et de postes de transformation monophasés et à basse fréquence pour l'alimentation des chemins de fer. Si l'on pouvait supprimer le collecteur du moteur de traction, toutes les difficultés de commu-

(1) La « commutation » est le phénomène de redressement du courant qui se produit au collecteur du moteur.

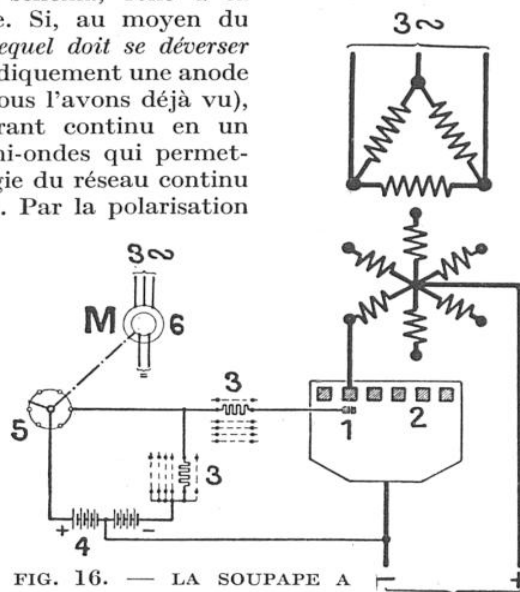


FIG. 16. — LA SOUPAPE A VAPEUR DE MERCURE PEUT ÉGALEMENT TRANSFORMER LE COURANT CONTINU EN COURANT ALTERNATIF TRIPHASÉ. On reconnaît les divers organes de la figure 8. Seule, la polarité du courant continu est inversée.

tation disparaîtraient, et l'on pourrait alimenter facilement le réseau de traction directement par les réseaux triphasés de distribution d'énergie. On éviterait ainsi les frais d'établissement et d'entretien, toujours très élevés, des stations centrales et des sous-stations à basse fréquence.

Or, rappelons-nous que, dans la soupape

à vapeur de mercure, l'arc, amorcé d'un côté sur la cathode, balaye les anodes par un mouvement rotatif analogue à celui des balais d'un collecteur. Si, sur la locomotive, nous remplaçons les collecteurs des différents moteurs par une soupape à vapeur de mercure commune, nous pourrions faire fonctionner les moteurs de traction sans collecteurs (fig. 17). Si nous montons sur l'arbre du moteur les commutateurs (5a) et (5b), nous pourrions nous servir de la soupape comme redresseur pour donner à un des enroulements les demi-

ondes positives et à l'autre enroulement les demi-ondes négatives du courant alternatif venant du transformateur (1). Nous aurons ainsi un moteur à courant continu à caractéristique série et sans collecteur. Puisque l'alimentation des enroulements se fait directement par les deux jeux d'anodes de la soupape, on pourra, en agissant sur le décalage des commutateurs, obtenir un effet de régulation de tension, faire ainsi démarrer le moteur, en régler la vitesse à volonté, en changer le sens de rotation et même obtenir une récupération sur le réseau monophasé de l'énergie provenant du moteur, lorsque celui-ci, en descendant une rampe, doit freiner le train en travaillant comme génératrice. On con-

çoit la répercussion de cette application de la soupape à vapeur de mercure sur la traction électrique. Elle en constitue, en effet, une élégante solution par la suppression du problème de la commutation, par le contrôle du démarrage, le réglage de la vitesse, du sens de rotation et du sens

d'échange de l'énergie, c'est-à-dire la récupération ou la marche comme moteur. Grâce aux grilles polarisées, qui nécessitent une puissance de régulation de l'ordre de gran-

deur du dix-millième de la puissance du moteur, une simple manette, agissant sur un jeu de commutateurs, remplace donc les appareils lourds et encombrants servant aujourd'hui à contrôler le moteur de traction. Cette nouvelle solution permettra également d'alimenter directement la ligne de contact par les réseaux industriels de fréquence normale et à haute tension. Il diminuera considérablement le nombre de sous-stations de traction et les frais d'établissement en résultant.

La soupape à vapeur de mercure a donc devant elle un brillant avenir. Les exemples que nous avons montrés justifient pleinement la prophétie de Maurice Leblanc. En effet, le progrès scientifique et industriel consiste à mettre dans la main de l'homme des dispositifs qui lui permettront de contrôler des forces puissantes au moyen d'une dépense d'énergie minime et de donner à ce contrôle une sécurité et une facilité d'utilisation parfaites. Les tubes à vide, et tout particulièrement la soupape à vapeur de mercure, se prêtent de façon idéale à la réalisation de ce programme.

JEAN KLONINGER.

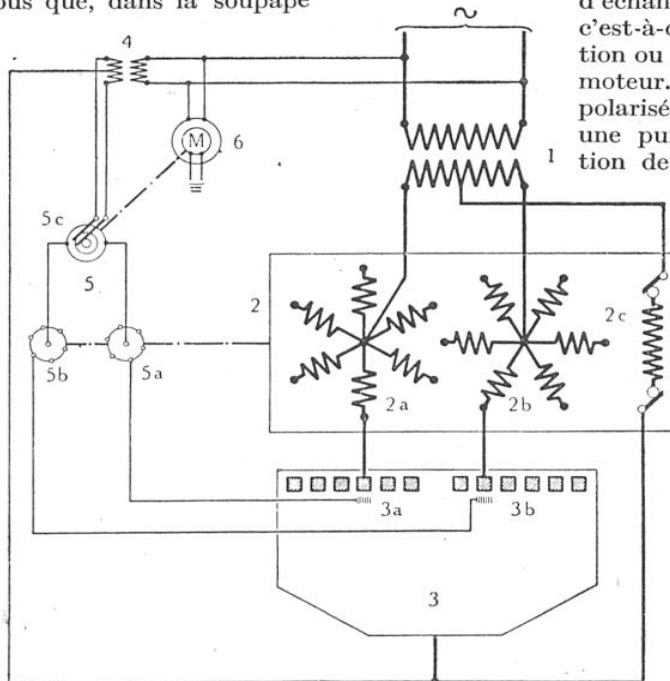


FIG. 17. — ALIMENTATION D'UN MOTEUR MONOPHASÉ, SANS COLLECTEUR, PAR UNE SOUPAPE A VAPEUR DE MERCURE A GRILLE POLARISÉE

Placée sur une locomotive électrique, la soupape permet d'alimenter le moteur dans d'excellentes conditions, le transport d'énergie sur la ligne se faisant par courant alternatif à haute tension, à 50 périodes par seconde.

COMMENT ON EXPLIQUE MAINTENANT LE PHÉNOMÈNE DE LA FLUORESCENCE

Par L. HOULLEVIGUE

PROFESSEUR A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MARSEILLE

Observée depuis fort longtemps, la fluorescence, c'est-à-dire cette luminosité spéciale qui apparaît lorsque certains corps sont frappés par des rayons lumineux, a donné lieu à bien des recherches, qui, depuis quatre-vingts ans, n'ont pas encore abouti à une certitude. Considérée tout d'abord comme une diffusion lumineuse sélective, la fluorescence a été démontrée, par l'Anglais Stokes, comme résultant d'une véritable création de radiations lumineuses différentes de celles qui l'ont provoquée. De même, tandis que longtemps on a admis que la fluorescence se distinguait de la phosphorescence par son instantanéité, — alors que le deuxième phénomène a une durée appréciable, — on sait aujourd'hui mesurer la durée des fluorescences les plus rapides, jusqu'à un cent millionième de seconde. Les physiciens modernes ont cherché à approfondir le phénomène, en le fondant sur les théories les plus récentes de la constitution de la matière et de la lumière. M. Francis Perrin, fils de l'éminent membre de l'Institut Jean Perrin, a présenté, à ce sujet, une nouvelle théorie fort intéressante, que le professeur Houllévigue met ici à la portée de tous.

Les apparences et les lois d'un beau phénomène

DE l'écorce d'un marronnier d'Inde, détachez un fragment et introduisez-le dans une carafe pleine d'eau ; opérant en plein soleil, vous verrez, de l'écorce, s'écouler des gouttes de lumière bleuâtre ; ce qui s'écoule, en réalité, est un glucoside qu'on nomme esculine, et ce corps est fluorescent. Envoyez, de même, un pinceau de lumière à travers une solution de sulfate de quinine (fig. 1), ou de fluorescéine, ou sur un bloc de verre d'urane ; l'observateur, placé latéralement, recueille une lumière dont la couleur dépend du corps fluorescent : blanche pour le sulfate de quinine, verte pour la fluorescéine, jaune orangée avec

le rouge de Magdala, rouge avec une solution de chlorophylle...

Lorsque Herschel et Brewster, en 1845, attirèrent l'attention sur ces belles apparences, ils y virent un simple phénomène de *diffusion sélective*. Voici ce qu'on entend par là : quand un globe opalin ou une feuille de papier blanc renvoie en toutes directions

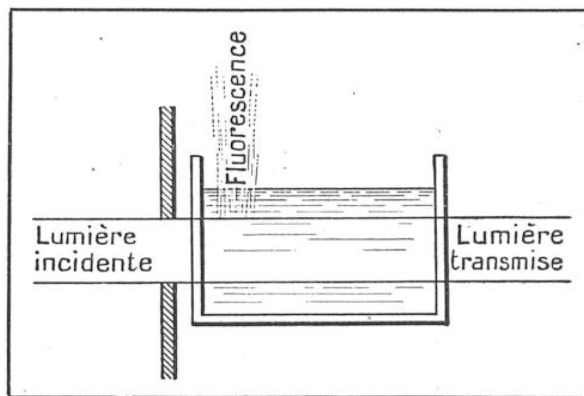


FIG. 1. — UN EXEMPLE TRÈS SIMPLE DU PHÉNOMÈNE DE LA FLUORESCENCE

Si l'on envoie un faisceau de lumière incidente, latéralement, dans une cuve de verre contenant une solution de sulfate de quinine ou de fluorescéine, on aperçoit, en regardant la cuve par-dessus, une lueur blanche dans le premier cas, verte dans le second : c'est le phénomène de la fluorescence,

la lumière blanche d'une lampe, il diffuse également toutes les couleurs ; mais si la feuille de papier ou le globe est coloré en rouge, il diffuse de préférence le rouge, les autres couleurs étant absorbées, c'est-à-dire qu'ils exercent une diffusion sélective. Herschel et Brewster admettaient donc qu'une certaine partie des radiations incidentes était ainsi diffusée, c'est-à-dire renvoyée latéralement ; au bout d'un certain parcours

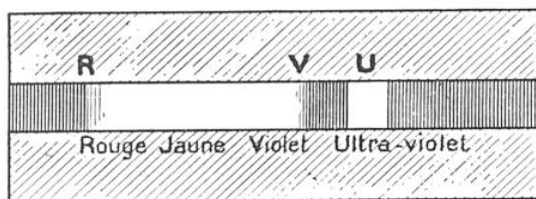


FIG. 2. — LA FLUORESCENCE EST UN PHÉNOMÈNE LUMINEUX SECONDAIRE, ET NON UNE SIMPLE « DIFFUSION SÉLECTIVE »

Quand on projette sur un écran le spectre R V du soleil, au moyen d'un prisme en quartz, il existe au delà du violet une région invisible, mais qui, en réalité, est atteinte par les rayons ultraviolets. Si on mouille cette région du spectre avec un pinceau trempé dans une solution de sulfate de quinine, elle s'illumine aussitôt, en donnant une lueur bleuâtre. Les rayons ultraviolets invisibles ont ainsi donné naissance à une lumière visible.

dans le liquide fluorescent, cette lumière incidente avait perdu ses radiations actives et devenait par suite incapable d'exciter la fluorescence; on expliquait ainsi l'apparence superficielle des colorations produites.

Les choses n'étaient pas si simples, et l'Anglais Stokes ne tarda pas à en administrer la preuve par une série d'expériences et d'observations qui, pendant de longues années, ont fixé sur cette question le plus clair de nos connaissances. Voici la plus simple et la plus décisive de ces expériences : projetez sur un écran *E* (fig. 2), avec un prisme et une lentille en quartz, le spectre *R V* du soleil ou d'un arc électrique; au delà du violet, il existe une région invisible, mais où se projettent réellement les radiations qu'on nomme, pour cette raison, ultraviolettes, que le quartz laisse passer, tandis que le verre en absorbe la plus grande partie; si on mouille cette région obscure de l'écran *U* avec un pinceau trempé dans une solution de sulfate de quinine, elle s'illumine aussitôt et émet une lueur bleuâtre. Ceci prouve que la lumière émise par fluorescence contient des radiations qui n'existaient pas dans la lumière excitatrice; le phénomène ne saurait donc être attribué à une simple répartition, par diffusion, de la lumière reçue; il y a eu création de lumière nouvelle, avec absorption de la lumière excitatrice, suivant un mécanisme dont on cherche, depuis quatre-vingts ans, à expliquer le fonctionnement.

Stokes avait encore établi deux importantes propositions : la première, c'est l'extrême généralité de ce phénomène que l'on croyait, avant lui, exceptionnel. Par des

procédés très élégants, il était parvenu à manifester des traces de fluorescence dans les corps les plus communs, le papier, la corne, le bois, la peau, comme dans toutes les sortes de verres et dans d'innombrables produits chimiques. Il résulte de là qu'il est illusoire de chercher, comme on l'a fait souvent, l'explication de ce phénomène dans une formule chimique ou dans un groupement moléculaire « lucigène »; il constitue une propriété très générale de la matière sous ses trois états, solide, liquide et gazeux.

La seconde proposition porte, à bon droit, le nom de *loi de Stokes*. On peut l'énoncer comme suit :

Les radiations émises par une substance fluorescente possèdent des longueurs d'ondes plus grandes que les rayons excitateurs absorbés par cette substance. C'est ainsi que nous avons vu, tout à l'heure, l'ultraviolet exciter la fluorescence bleue. Les recherches ultérieures ont confirmé l'importance et la généralité de cette loi, mais en y apportant une légère retouche : si on place côte à côte (fig. 3) le spectre de la lumière absorbée *A* et celui des radiations de fluorescence *F*, on obtient deux courbes qui empiètent parfois l'une sur l'autre, mais le maximum de *A* est toujours à gauche du maximum de *F*, c'est-à-dire correspond à des longueurs d'ondes plus brèves ou à des fréquences vibratoires plus grandes; nous devons donc admettre que la transformation qui s'effectue dans la molécule fluorescente est, en général, une dégradation de l'énergie lumineuse ou une diminution de la fréquence vibratoire; c'est une règle dont toutes nos explications devront faire état.

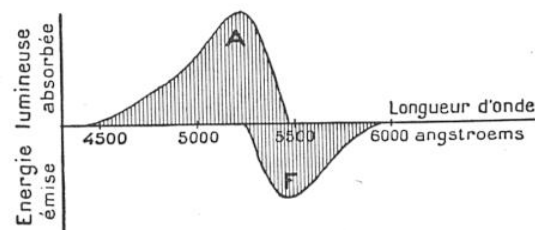


FIG. 3. — LES LONGUEURS D'ONDES SECONDAIRES ÉMISES PAR FLUORESCENCE SONT TOUJOURS SUPÉRIEURES À CELLES DE LA LUMIÈRE EXCITATRICE

*Si l'on place côte à côte le spectre de la lumière excitatrice absorbée *A* et celui des radiations de fluorescence *F* provoquée par la lumière *A*, on obtient deux courbes qui empiètent parfois l'une sur l'autre; mais le maximum de *A* est toujours à gauche de celui de *F*, c'est-à-dire correspond à des longueurs d'ondes plus petites.*

La durée de la fluorescence

Un phénomène qui paraît étroitement apparenté à celui que nous étudions est la phosphorescence ; il y a, dans ce cas encore, absorption d'une certaine lumière et réémission d'une lumière différente ; mais cette émission dure un temps plus ou moins long, tandis que la fluorescence *semble* disparaître avec l'excitation qui l'a produite ; on peut même, en refroidissant le corps phosphorescent, « geler » l'émission lumineuse, qui réapparaît avec le retour à la température ordinaire ; ce corps fonctionne donc comme une sorte d'accumulateur de lumière, qu'on peut charger et décharger à volonté.

La fluorescence, au contraire, passe pour un phénomène instantané ; Edmond Becquerel, en 1867, était arrivé à cette conclusion en examinant les corps fluorescents avec le *phosphoroscope* de son invention (fig. 4) : l'échantillon à étudier est placé entre deux disques tournants, montés sur le même axe et percés de fenêtres alternées ; il est éclairé par les ouvertures du premier disque et examiné à travers les autres ; on peut ainsi, les disques tournant à 200 tours par seconde, constater une persistance lumineuse d'un dix-millième de seconde ; or, cette persistance n'avait pu être observée que pour deux corps réputés fluorescents, le rubis et les sels d'uranyle, qui se trouvèrent ainsi reversés parmi les substances phosphorescentes.

Mais il est possible de mesurer des durées d'émission bien inférieures ; c'est ainsi que le physicien américain Wood était parvenu à observer une persistance d'émission de $1/160.000^e$ de seconde avec l'anthracène cristallisé et de $1/400.000^e$ avec le platino-cyanure de baryum. Mais Gaviola a pu, récemment, pousser beaucoup plus loin et apprécier le dix-millionième, et même le

cent-millième de seconde, grâce à un dispositif dont je puis, en m'aidant des figures 5 et 6, faire comprendre le principe. Imaginez que la lumière excitatrice SF , envoyée sur le corps fluorescent F , et la lumière excitée FR passent à travers deux diaphragmes A et B s'ouvrant *simultanément* tous les dix-millionièmes de seconde, et pendant un temps que je suppose, pour plus de simplicité, imperceptible. Ce résultat, irréalisable par des moyens mécaniques, peut être obtenu par l'emploi des oscillations électriques. Si la fluorescence

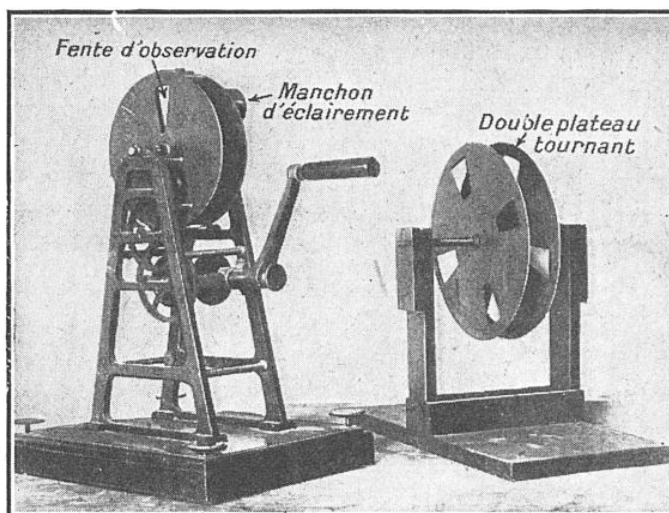


FIG. 4. — LE « PHOSPHOROSCOPE » D'EDMOND BECQUEREL

Cet appareil, destiné à mesurer la persistance de durée du phénomène de fluorescence, comprend un ensemble tournant (à droite de la figure), formé de deux plateaux parallèles munis d'ouvertures décalées d'un certain angle. Cet ensemble est logé (à gauche de la figure) dans une boîte cylindrique, opaque, comportant, d'un côté, un manchon d'éclaircissement, et, de l'autre, une fente d'observation. La matière fluorescente à étudier est disposée dans la boîte, entre les deux plateaux tournants et en alignement avec la fente d'observation et le manchon d'éclaircissement. Quand on fait tourner l'ensemble mobile, le temps compris entre l'éclaircissement de la substance et l'observation correspond au temps qui s'écoule entre le passage d'une fente du plateau postérieur, devant le manchon, et celui de la fente décalée correspondante du plateau antérieur. En faisant tourner suffisamment vite l'ensemble du plateau, on a pu mesurer des persistances lumineuses d'un dix-millième de seconde.

coïncidait exactement avec l'excitation, elle serait émise au moment où le diaphragme B est ouvert et, par conséquent, serait observable en R . Or, il n'en est rien ; la fluorescence est décalée d'un temps t par rapport aux émissions successives $E, E', E''...$; elle se produit en $F, F', F''...$, c'est-à-dire à un moment où B est fermé ; mais il est possible de la faire réapparaître en R , en la faisant passer par l'ouverture suivante en $F_1, F'_1, F''_1...$; pour cela, il suffit d'éloigner le diaphragme B jusqu'en B' ; la lumière met,

pour se transporter de B en B' , un temps appréciable, qu'on peut aisément calculer ; si on accroît la distance BB' , jusqu'à ce que la lumière réapparaisse en R , la durée inconnue t est égale à la différence entre la période T des ouvertures successives et le temps mis par la lumière pour aller de B en B' . Si, par exemple, on trouve que B doit être éloigné de 15 mètres, cela prouve que la fluorescence suit l'excitation avec un retard d'un vingt-millionième de seconde.

J'ai voulu citer cet exemple, parce qu'il fait toucher du doigt l'incomparable puissance des moyens que la science moderne met en œuvre. Le résultat atteint les justifie : on a pu, par ce procédé, constater que les fluorescences les plus brèves, celle des solutions de fluorescéine par exemple, ne sont pas rigoureusement instantanées. Leur persistance est comprise entre un dix-millionième et un cent-millionième de seconde.

Des résultats du même ordre viennent d'être obtenus par M. Francis Perrin en mesurant, par des procédés que je suis contraint à passer sous silence, la persistance de la polarisation de fluorescence : en effet, la lumière émise par la molécule fluorescente est partiellement polarisée, ce qui veut dire que sa vibration est émise dans une direction qui dépend elle-même de la position que cette molécule occupait au moment de l'excitation ; mais toutes les molécules, incessam-

ment bousculées par leurs chocs réciproques, changent constamment de direction, et le temps qu'il leur faut pour se retourner sur elles-mêmes est précisément celui que cette polarisation met à disparaître ; une preuve que cette explication est conforme à la réalité, c'est qu'en ralentissant ces mouvements moléculaires (par exemple, en remplaçant l'eau dissolvante par de la glycérine visqueuse), on prolonge du même coup cette polarisation.

La première conséquence de ces nouveaux résultats, c'est qu'entre la phosphorescence qui dure plusieurs heures, et les fluorescences qui s'éteignent au bout d'un dix-millionième de seconde, il existe toutes les étapes et tous les intermédiaires ; il est impossible de dire où commence l'une et où finissent les autres ; la seule démarcation un peu nette paraît résulter de l'action des basses températures, qui, nous l'avons déjà dit, ralentissent la phosphorescence, tandis qu'elles sont sans action sur les véritables fluorescences.

Le point de vue de la science

Accumuler des faits, trouver les lois d'un phénomène, c'est bien ; l'expliquer, c'est-à-dire le rattacher comme effet à certaines causes, c'est mieux. La fluorescence se rattache à la vie profonde des molécules et en traduit la complexité ; M. Francis Perrin nous en a présenté, dans une récente confé-

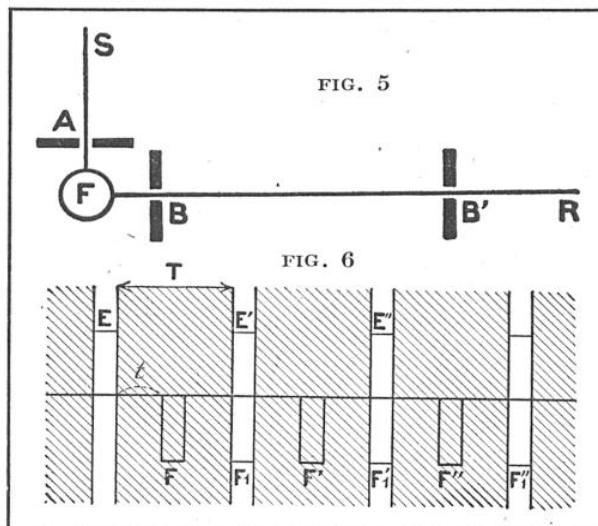


FIG. 5 ET 6. — COMMENT ON MESURE LES TRÈS BRÈVES PERSISTANCES LUMINEUSES D'UN DIX-MILLIONNIÈME DE SECONDE

Supposons (fig. 5) que la lumière excitatrice SF , envoyée par le corps fluorescent F , et la lumière excitée FR passent à travers deux diaphragmes A et B s'ouvrant simultanément tous les dix-millionièmes de seconde et pendant un temps imperceptible (résultat qui peut être obtenu au moyen d'oscillations électriques). Si la fluorescence coïncidait exactement avec l'excitation, elle serait émise quand B est ouvert, et donc observable en R . Or, il n'en est rien : la fluorescence est décalée d'un temps t (fig. 6), par rapport aux émissions successives E, E', E'' , et se produit en F, F', F'' , c'est-à-dire quand B est fermé. Mais il est possible de la faire réapparaître en R , en la faisant passer au moment des ouvertures suivantes F_1, F'_1, F''_1 . Il suffit, pour cela, d'éloigner le diaphragme B jusqu'en B' . Le temps t' , mis pour aller de B en B' , est égal, alors, à la différence entre la période T (un millionième de seconde), qui sépare deux ouvertures consécutives du diaphragme, et la durée inconnue t . Or, ce temps t' est facilement calculable, d'après la distance BB' . On en tire donc la valeur de t . Si $BB' = 15$ mètres, par exemple, $t' = 1/20.000.000^e$ de seconde, et t également.

rence, sinon une explication, du moins un modèle qui représente et traduit l'ensemble des faits connus.

Imaginez une molécule de fluorescéine qui flotte, avec des millions d'autres, dans sa dissolution ; elle absorbe certaines radiations de la lumière incidente, caractérisées par leur longueur d'onde ou par leur fréquence (la fréquence est en raison inverse de la longueur d'onde) ; nous ignorons le mécanisme de cette absorption, mais ce que nous savons, parce que Planck nous l'a appris, c'est que la molécule absorbe, non une quantité quelconque, mais un *quantum d'énergie lumineuse*, ou *photon*, représentant un apport d'énergie proportionnel à la fréquence vibratoire de la radiation absorbée. Nous pouvons dire, en nous aidant de la figure 7, que la molécule de fluorescéine diffère de son état normal *A* par un quantum d'énergie *AB* qui l'amène à l'état activé *B*. Nous ignorons en quoi la molécule activée diffère de la molécule normale, mais savons-nous mieux pourquoi certains corps possèdent, à l'état nais-

sant, des affinités et une puissance de réaction particulières ? L'expérience nous prouve, en tout cas, que cet état activé *B* est très instable ; si la molécule qui s'y trouve était isolée, elle ne tarderait pas à revenir à son état normal (et c'est ce qui se produit dans la fluorescence des gaz) ; mais, en solution liquide, elle a le temps, en quelques cent-millionièmes de seconde, d'éprouver des transformations dues au choc des molécules voisines ; ces transformations lui enlèvent, sous forme de chaleur, une certaine part de son énergie et la font des-

cendre du palier *B* à un niveau d'énergie inférieur *C*. Arrivée à ce niveau, elle s'y maintient pendant un temps *CD*, très court à l'échelle humaine, qui représente la *vie moyenne* de la molécule à l'état activé ; puis, brusquement, elle perd un photon ou quantum lumineux *DE*, qui constitue la radiation de fluorescence, et subit, en outre, des assauts du milieu ambiant qui la ramènent à l'état initial *A* avec une nouvelle perte d'énergie, qui se présente, non pas

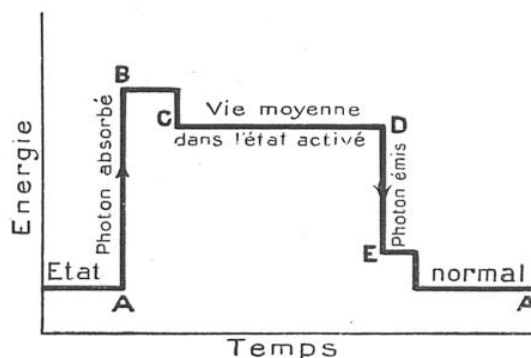


FIG. 7. — COMMENT SE PRODUIT LA FLUORESCENCE PAR « ACTIVATION » DES MOLÉCULES

Une molécule de fluorescéine à l'état normal *A*, frappée par la lumière incidente, reçoit un quantum d'énergie lumineuse, ou « photon », qui l'amène à l'état activé *B*. Les chocs qu'elle subit lui enlèvent, sous forme de chaleur, une certaine partie de son énergie et la font descendre à un niveau d'énergie inférieur *C*. Elle s'y maintient pendant le temps *CD*, très court d'ailleurs, puis, brusquement, perd un photon *DE*, qui constitue la radiation de fluorescence, pour subir à nouveau des chocs et être ramenée à l'état normal *A*. L'énergie absorbée *AB* étant supérieure à l'énergie restituée *DE*, la fréquence de la lumière excitatrice est supérieure à celle de la lumière émise.

première radiation que pour la seconde ; et nous retrouvons ainsi la loi que Stokes avait énoncée longtemps avant.

Telle est la représentation sommaire qu'on peut se donner de ces phénomènes ; elle suffit à nous en montrer la complexité ; il appartiendra à la science de demain de compléter cette esquisse, en nous expliquant le mécanisme intime de ces émissions et de ces absorptions d'énergie, à supposer qu'il y ait un mécanisme et que la molécule puisse se démonter comme une machine.

L. HOULLEVIGUE

LA RÉVISION DES ÉTALONS DE MESURE EN FRANCE

Par Jean LABADIÉ

Au fur et à mesure que la précision devient de plus en plus rigoureuse, non seulement dans les laboratoires scientifiques, mais encore dans les différentes industries, il importe d'avoir toujours à sa disposition des étalons de mesure de plus en plus rigoureux et contrôlés. C'est pour cette raison que l'Ecole supérieure des Poids et Mesures de Paris a entrepris la révision générale de nos étalons de mesure, opération qui ne s'était pas effectuée depuis 1867. Quand on songe que l'on sait mesurer, aujourd'hui, couramment, le mètre au dix-millionième près, on est stupéfait de la précision ainsi réalisée, et de la perfection et des méthodes scientifiques qui ont conduit à ces admirables résultats.

La mesure dans l'industrie et le commerce modernes

LE système métrique n'a pas encore un siècle d'application *légal* en France puisque c'est en 1837 seulement qu'il acquit force de loi. Internationalement, — dans les pays qui l'ont adopté, les Anglo-Saxons demeurant réfractaires, — il n'est officiel que depuis le 20 mai 1875, date à laquelle fut signée la Convention du Mètre et créé le Bureau international des Poids et Mesures, dont le siège est à Sèvres.

Voilà donc une institution dont l'histoire, pourtant « unique au monde », suivant l'expression de M. Ch.-Ed. Guillaume, ne semble pas avancer à pas de géants. Songez, en effet, que c'est de 1789 que date le vote de principe de la réforme par l'Assemblée, sur la proposition de Talleyrand. L'unification des mesures en France était l'une des revendications les plus anciennes des Etats généraux. C'est que, dans toute société civilisée, la *mesure* est au commerce ce que le mot est au langage. Quant à la science, qui n'est faite que de mesures, on peut dire que, sans étalons métriques toujours plus précis, le langage scientifique lui-même ne serait qu'un bégaiement.

Ce n'est donc pas manquer de respect aux ancêtres de la Révolution que de constater combien le code métrique simple qu'ils ont imaginé a été dépassé par les besoins actuels. Même l'épicier tend à remplacer les balances à poids par des bascules calculatrices, et le distributeur qui dispense le carburant à notre voiture n'a que faire de ces « litres » cylindriques que les bourgeois de Paris considéraient déjà, en pleine Terreur, comme une

nouvelle cause de mésentente sociale entre vendeurs et acheteurs.

Si du commerce nous passons à l'industrie, — celle de l'automobile par exemple — nous constatons qu'elle serait obligée de refuser aujourd'hui certaines pièces dont la précision n'atteindrait pas *au moins* le vingtième du millimètre. En 1820, James Watt estimait qu'un piston s'ajustant au cylindre de sa machine avec un « sixième de pouce » de « faux rond » n'était pas à dédaigner. Que dirait-il s'il voyait aujourd'hui pistons et cylindres ajustés au « millième de pouce » et des instruments de mesure eux-mêmes ajustés *au millième de millimètre* ? Cette précision n'était même pas atteinte, naguère, dans la confection des premiers étalons officiels copiés sur le *module* de Borda (règle fondamentale du système métrique), déposés, comme vous savez, aux Archives.

Ces quelques aperçus suffisent à montrer combien sont délicates la technique moderne des mesures, la conservation des étalons, leur application aux appareils d'usage courant et combien était urgente, par conséquent, la création de la nouvelle *Ecole supérieure des Poids et Mesures*, récemment fondée pour éduquer les spécialistes de cette science appliquée : la métrologie.

Les cales Johansson, pierres angulaires de la construction mécanique

Il en est de la mesure des longueurs comme de celle du temps, laquelle est soumise à une bien curieuse fatalité : tant que les télescopes n'enregistraient pas les passages d'étoiles avec une très grande précision, l'unité de temps, la seconde, pouvait se définir, avec une certaine tranquillité, comme la 86.400^e

partie du jour. Mais voilà qu'avec la haute précision moderne, la durée du jour se trouve remise en question, puisqu'il est lui-même une fraction aliquote de l'année, laquelle est une fraction du siècle, et que celui-ci, enfin, révèle quelques secondes de variation (avance séculaire) suffisantes, vous le voyez, pour remettre en question la mesure théorique du temps.

Il en va de même pour l'étalon de longueur. Tant que les microscopes et les verniers classiques entraient seuls en jeu pour « comparer » les étalons d'usage avec la règle de platine de Borda (elle-même arbitraire, car personne n'oserait aujourd'hui la donner comme la dix-millionième partie du quart de méridien), on n'avait que peu de difficultés à réaliser ces étalons au demi-millième de millimètre. Aujourd'hui, grâce aux physiciens Michelson, Fabry, Perot, Benoît, on sait réaliser, en aciers très homogènes et de dilatation

bien déterminée, des réglettes à bouts polis comme des miroirs, tellement polis que, si on les juxtapose, leurs molécules, s'épousant mutuellement, reconstituent la solidité d'un bloc métallique et qu'il faut une traction parfois égale à un quintal pour les disjoindre à nouveau. Mesurer exactement ces nouveaux étalons, c'est donc fixer leur longueur à une épaisseur de molécule près. Or, il s'est trouvé un instrument idéal pour effectuer cette mesure avec la précision désirée : le rayon lumineux.

On réfléchit un faisceau de lumière sur les bouts polis de ces règles métalliques et, sur le parcours de retour du rayon lumineux, on provoque le phénomène bien connu d'interférence. Ainsi, les ondes lumineuses cons-

tituant le rayon apparaissent en « franges » mi-claires, mi-sombres, que l'on peut compter, faire avancer et reculer, tout comme la graduation d'un vernier ou, encore, une vis micrométrique, une vis dont le pas serait précisément la longueur de l'onde lumineuse choisie. Et la précision de mesure de l'étalon entre l'une et l'autre de ses extrémités miroitantes sera du même ordre de grandeur que ce pas de vis idéal.

Si l'on adopte la lumière rouge du Cad-

mium, ce pas de vis a pour longueur : 0 mm 00064384703, ce qui revient à dire que le mètre contient 1.553.163,7 ondes de la lumière rouge, prise à un niveau bien déterminé du spectre du Cadmium. Tels sont les derniers résultats métrologiques obtenus par MM. Benoît, Fabry et Perot. Ils ont trait aux mesures des règles n° 26 et 23 des archives, effectuées dans l'air sec, à 15° de température. Michelson avait déjà trouvé,

pour la valeur de cette même longueur d'onde : 0 mm 00064384691, soit une différence de 0,12 millionième de micron (1). La mesure du mètre est donc fixée, aujourd'hui, au dix-millionième près.

Mais la précision avec laquelle on manie la longueur d'onde conduit à toucher du doigt la limite du pouvoir métrique de ce nouvel étalon. On constate, en effet, qu'il n'existe, dans le spectre lumineux d'aucun corps, aucune raie de couleur pure (monochromatique). Même la raie rouge du Cadmium (cependant choisie pour sa commodité) comporte des raies « satellites », dont le jeu d'interférence propre déforme les interférences fondamentales sur lesquelles est établie

(1) Un micron = un millième de millimètre.



FIG. 1. — UNE BOITE DE CALES JOHANSSON

L'écrin contient cent neuf cales, qui, combinées ensemble, peuvent donner 200.000 « calibres » différents. A droite, tenus à la main, deux « pieds à coulisse » de précision portant des cales Johansson, dont deux (main droite) sont accolées par simple adhérence. Au centre, un « palmer », instrument de mesure « à bouts » par vis micrométrique, pour la mesure des calibres obtenus par combinaison des cales.

la mesure. Tant et si bien que les physiciens sont maintenant lancés à la recherche d'une lumière plus pure, plus proche du « monochromatisme » — c'est-à-dire, en somme, un meilleur *étalon lumineux* de la longueur.

Je vous avais prévenu : le jeu n'a pas de fin et n'en aura jamais, en vertu de la relativité foncière des mesures scientifiques.

Ce jeu est-il donc si vain ?

Pas le moins du monde. Si-tôt connus, en effet, les résultats de Michelson, un remarquable métrologiste suédois, Johansson, en a fait une application, dont les conséquences dépassent tout ce qu'on aurait pu imaginer. On peut dire aujourd'hui qu'une fabrique d'automobiles, d'armes, de moteurs, qui n'établirait pas ses calibres au moyen des cales Johansson serait infailliblement vouée à la ruine.

Une cale Johansson n'est autre chose qu'un étalon d'acier spécial, à bouts rectifiés et polis, dont la longueur, déterminée par la méthode interférentielle déjà exposée, est garantie pratiquement au degré de précision du demi-micron. Les cales Johansson sont couramment livrées aux industriels par boîtes de cent neuf spécimens, tous différents et de longueurs progressives (fig. 1). En combinant de toutes les manières possibles ces cent neuf étalons (qu'il

suffit de juxtaposer, nous l'avons dit, pour les souder), l'ingénieur peut réaliser *deux cent mille* longueurs différentes et, par conséquent, autant de « calibres » qui, remis aux chefs d'ateliers, leur permettent d'exécuter,

sans bavure ni retouche, à moins d'un centième de millimètre, s'il le faut, toutes les pièces qu'exige la plus délicate des machines. Celles-ci peuvent, dès lors, se monter à la chaîne, sans aucun ajustage local — et c'est tout le principe de la fabrication en grande série.

Abaissement des prix, surproduction, avec les bouleversements économiques et sociaux qui s'ensuivent, un jeu de lumière dans un laboratoire conditionne donc tout cela.

Les mesures du commerce exigent aussi un minimum de rigueur. Le nouveau mètre-étalon d'usage courant

Sans mesures ultra-précises, il n'y aurait

pas de science ni d'industrie possibles. Mais, sans mesures correctes, il n'y aurait pas davantage de commerce ni, par conséquent, de civilisation. Il faut donc continuer de suivre jusqu'à son stade le plus inférieur, jusque chez l'épicier du coin, jusque sur le comptoir du métreur de draps, le mécanisme de l'application des mesures. De même que l'approximation tombe d'un

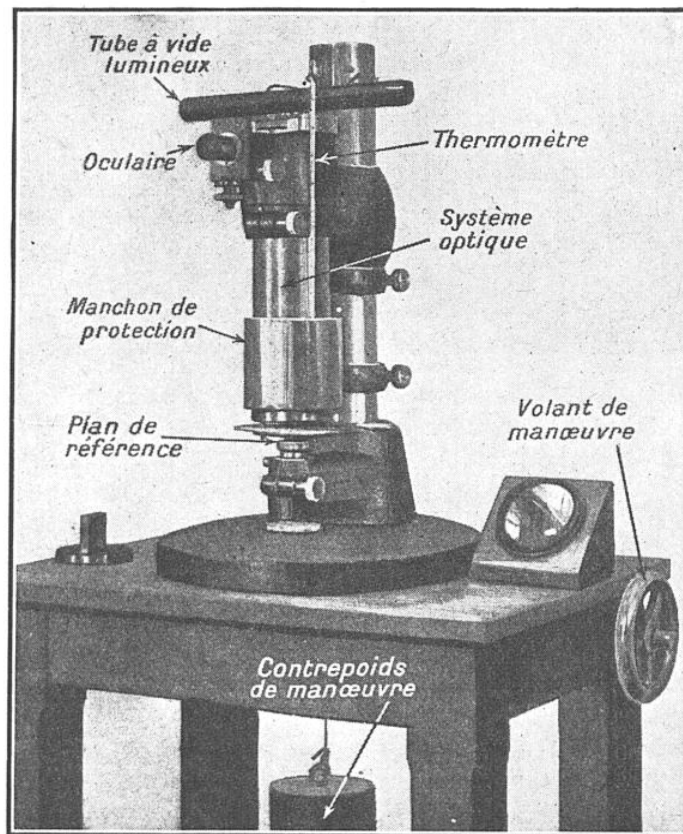
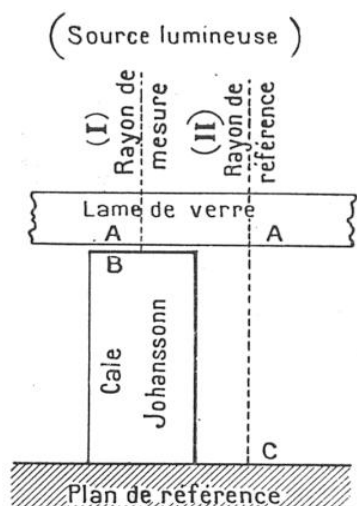


FIG. 2 — UN INTERFÉROMÈTRE INDUSTRIEL

Cet instrument a été établi par « précision mécanique ». Il comporte : un tube lumineux donnant la lumière destinée à produire les interférences ; un système optique vertical dirigé sur le plan de référence fixé au socle. L'ensemble coulisse doucement (par la commande d'un volant latéral) le long d'une colonne d'acier. Un contrepoids assure la douceur de la manœuvre. Les cales Johansson à étalonner sont posées sur le plan de référence. Le manchon protecteur est abaissé afin d'isoler thermiquement l'ensemble, dont un thermomètre indique le degré de température. Le schéma suivant indique le principe de la mesure.



pour la clarté de l'explication, sont conduits de manière à interférer sur la lame de verre, qui, dès lors, présente, à l'oculaire de l'appareil, l'aspect donné par l'image photographique suivante.

degré en passant de la science à l'industrie, de même elle tendra encore à tomber en passant de l'industrie au commerce. Le devoir de l'Etat est de veiller à cette dernière « dégradation », car, si la technique oblige l'industriel à l'exactitude métrique, le commerce n'a pas les mêmes raisons. La haute métrologie, que nous venons d'entrevoir, se fonde sur les étalons du *Bureau international des poids et mesures*. La métrologie applicable au commerce devait également avoir son « bureau », et c'est justement l'Ecole supérieure des Poids et Mesures qui en tient, désormais, la fonction. Remarquons, toutefois, qu'avant ces nouvelles dispositions adoptées par le ministre du Commerce, le colonel Cellérier avait établi aux Arts et Métiers un laboratoire complet afférent à cette métrologie de précision. Il est regrettable que l'appareillage des Arts et Métiers, très coûteux naturellement, représente un *double emploi* avec celui de l'Ecole de la rue Bellechasse.

Puisque, nous le savons maintenant, l'acte de mesurer implique une haute technique, il convient de former des ingénieurs auxquels elle soit familière. Ces ingénieurs, à leur tour, veilleront sur le bon fonctionnement de la vérification courante des poids et des mesures.

Les étalons pratiques de ces vérifications sont répartis, depuis la loi de 1837, en deux cent quarante-sept bureaux sur le territoire français. Ils sont eux-mêmes construits par comparaison directe avec les étalons

FIG. 3. — SCHÉMA DE LA MESURE INTERFÉRENTIELLE D'UNE CALE JOHANSSON

La lumière tombe de la source lumineuse, simultanément, sur le plan de référence, qui la réfléchit en C, et sur la face supérieure de la cale, qui la réfléchit en B, à travers une lame de verre. Les trajets lumineux, dissociés ici

prototypes déposés aux Archives, lesquels sont des répliques des étalons internationaux déposés à Sèvres.

Chaque bureau possède, en sus d'un mètre-étalon, une première série de poids de 20, 10, 5 et 1 kilogramme, tandis qu'une autre série va du gramme au milligramme. Les bureaux possèdent encore des étalons de capacité multiples et sous-multiples du litre. A ces étalons, les vérificateurs de province comparent périodiquement tous les instruments de mesure en usage chez les commerçants. Ceci ne servirait de rien si les étalons des vérificateurs n'étaient pas eux-mêmes certains. Or, ils s'usent, ils s'oxydent, ils se déforment. La loi de 1837 fut donc sage, qui prescrivit de procéder à leur examen périodique par l'administration centrale. Faute d'organisme adapté, cet examen n'a plus été fait depuis 1867.

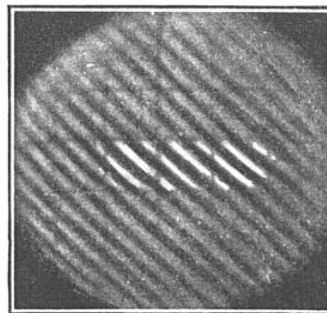
Actuellement, le *Comité de révision des étalons*, institué par le ministre du Commerce, est donc en train d'y procéder, grâce à l'outillage de l'Ecole des Poids et Mesures. Les étalons, notamment de poids (voir la figure 7 de la page 25), sont polis, remis à neuf (c'est-à-dire débarrassés des oxydes et autres alourdissements), puis tarés à nouveau, avec une précision rigoureuse. On procède, pour cela, par étapes.

Sur une première balance, spécialement établie et qui symbolise le progrès technique lui-même, puisqu'elle est du genre automatique (1), l'étalon à tarer subit une première pesée. On verse dans l'étalon des grenailles de grosseur décroissante (voir la figure 10 de la page 26), jusqu'à ce que soit atteint l'ordre de précision de cette première pesée. Ensuite, on passe l'étalon, par des

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 178, page 304.

FIG. 4. — ASPECT DU CHAMP DANS L'INTERFÉROMÈTRE DES FRANGES INTERFÉRENTIELLES MESURANT LA CALE JOHANSSON

La face supérieure de la cale apparaît dans le rectangle central, avec les franges d'interférence dues au trajet du rayon lumineux I (fig. précédente). Le reste du champ montre les interférences du trajet du rayon lumineux II, relatif au plan de référence. Le décalage des deux espèces de franges mesure la longueur de la cale à une fraction de longueur d'onde près.



manipulations entièrement mécaniques, sur le plateau d'une balance de haute précision malgré sa force : 20 kilogrammes y sont pesés à la précision de 5 milligrammes. L'étalon reçoit, sur le plateau de cette balance, sa tare définitive sous forme d'un segment de fil de laiton, dont chaque millimètre pèse un milligramme.

Naturellement, pour les étalons inférieurs, il existe d'autres balances capables de peser 20 grammes au millième de milligramme. C'est plus que n'en exigent les pesées commerciales les plus délicates : celle des pharmaciens.

L'étalonnage d'un poids est beaucoup plus facile, dans l'ordre pratique, que celui d'une longueur : à titre de curiosité, sachons que la plus récente vérification de l'unité de masse garantit la permanence de l'étalon

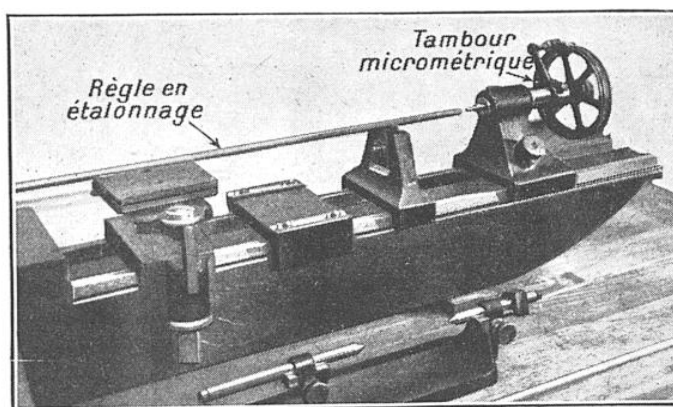


FIG. 5. — UN COMPAREUR DE GRANDE PRÉCISION

Conservé dans la cave isotherme, cet instrument procède, comme le « palmer » classique, par contact des « bouts » de la tige à mesurer. L'appareil est combiné de manière à éviter toute compression de la tige, et chaque division du tambour de la vis micrométrique équivaut à une avance de l'ordre du dixième de micron.

international au cent-millionième près, pour dix mille ans ! La détermination des capacités est déjà plus difficile ; cependant, grâce aux méthodes de mesure par interférences appliquées à des cubes de quartz que l'on immerge ensuite, le volume du kilogramme d'eau, à la température de la glace fondante et privé d'air,

a été trouvé égal à $1 \text{ dm}^3 000.041$.

L'étalonnage des capacités à l'École des Poids et Mesures n'a que faire de la cinquième décimale : la définition classique du « litre égal au décimètre cube » s'applique donc, sans difficulté, aux diverses capacités en usage dans le commerce.

Par contre, la construction d'un mètre-étalon *pratique*, à l'usage des vérificateurs de province, exigeait quelques soins ; on est arrivé au modèle présenté ci-dessous.

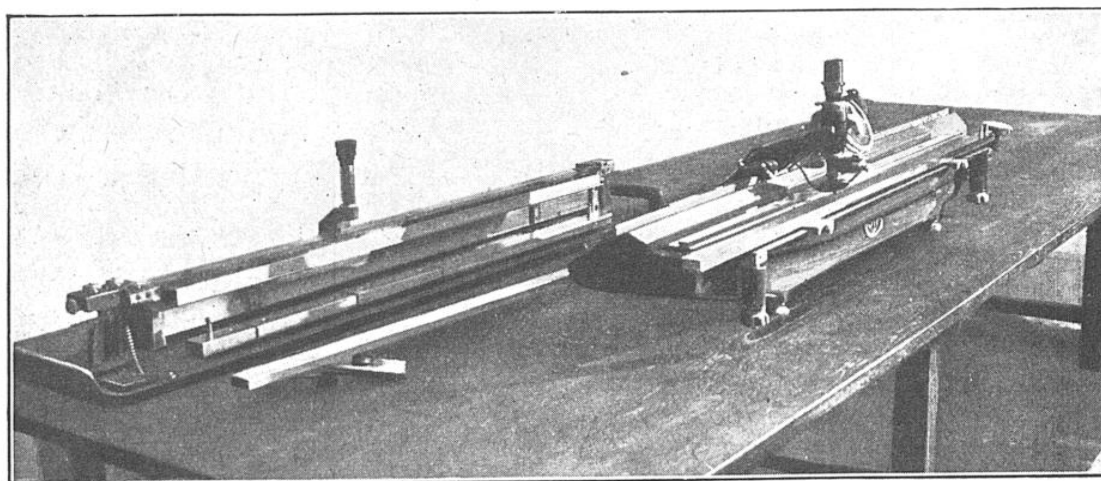


FIG. 6. — DEUX EXEMPLAIRES DU MÈTRE-ÉTALON DESTINÉ À CHACUN DES DEUX CENT QUARANTE-SEPT BUREAUX DE VÉRIFICATION RÉPARTIS EN FRANCE

La comparaison s'effectue au trait (par un microscope micrométrique). La règle-étalon est installée sur des supports à genouillères, qui lui évitent tout effort de flexion ou de distorsion (dans l'exemplaire de gauche, la règle a été extraite de l'appareil pour montrer ce dispositif).

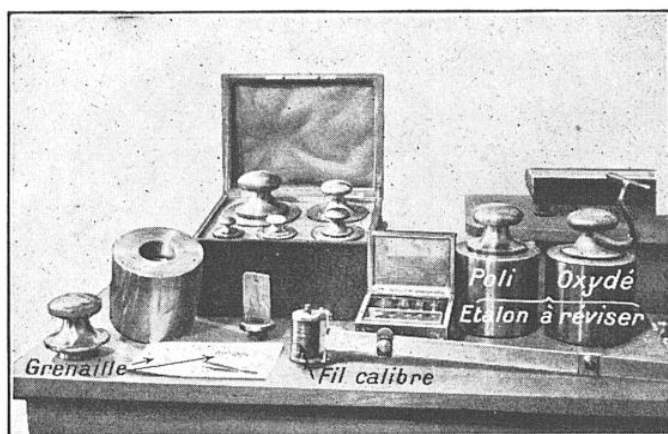


FIG. 7. — UN JEU COMPLET DE POIDS-ÉTALONS VENU A LA RÉVISION D'UN BUREAU DE VÉRIFICATION DE PROVINCE

Le gros poids (20 kilogrammes) arrive oxydé, à droite. On le polit et on fait sa tare en versant dans sa cavité interne, d'abord de la grenaille, puis du fil calibré, à raison d'un milligramme par millimètre. Les autres poids sont de 1, 5 et 10 kilogrammes.

Jusqu'ici, les mètres déposés dans les divers bureaux étaient ceux-là mêmes de 1867, construits en laiton. Ce métal possède un coefficient de dilatation suffisamment élevé pour que les seuls écarts de la température ambiante suffisent à provoquer des variations de longueur supérieures à la tolérance admise par les mesures commerciales. Or, un projet de convention internationale, actuellement déposé auprès de tous les pays qui ont adopté le système métrique, fixe, pour les ajustages industriels, la température d'ajustage à laquelle les mesures de longueur devront présenter leur valeur nominale et recommande un certain coefficient de dilatation pour le métal qui doit constituer les étalons.

Les nécessités des vérifications modernes rendent tout à fait inutilisables les mètres-étalons simplement formés d'une règle en laiton, totalement dépourvue des organes « comparateurs » : talons, curseurs, dispositif d'évaluation des écarts observés. Il était donc nécessaire d'étudier un type de mètre-étalon répondant à ces conditions. Le résultat de cette étude n'est autre que le mètre représenté figure 6. Il n'est plus en laiton, mais en acier inoxydable. Le choix de la com-

mission d'études s'est fixé sur un acier à 13 % de chrome, dénommé Véga 10. La rectitude et le tracé des règles ont fait également l'objet d'études soignées. Finalement, la précision réalisée dans la construction des nouvelles règles-étalons équivaut « à une mesure de la distance Paris-Versailles à moins de 20 centimètres près ».

La règle est montée sur un lourd bâti indéformable en fonte. Elle est soutenue par des supports à rotule, de telle sorte que sa flexion sous son propre poids n'apporte qu'une perturbation parfaitement négligeable sur sa longueur, condition essentielle. La règle est munie d'un talon et d'un curseur qui en font un véritable pied à coulisse de précision pour les mesures « à bouts ». Un microscope à micromètre gravé se déplace sur toute la longueur de l'appareil, permettant de déterminer au vingtième de millimètre les écarts des règles commerciales à vérifier. Tel est le mètre-étalon qui, bientôt, sera distribué à tous les bureaux de province.

En outre, les centres de vérification régionaux dont ces bureaux dépendent, sont pourvus de comparateurs analogues, mais

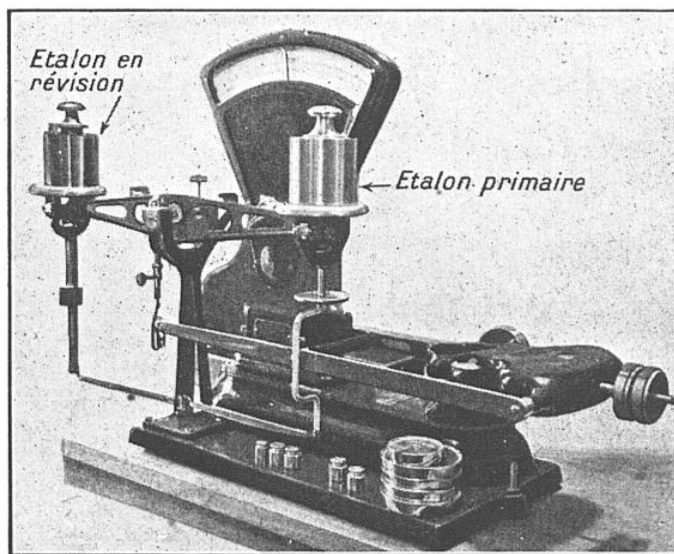


FIG. 8. — LA PREMIÈRE PESÉE D'UN ÉTALON EN RÉVISION
Elle s'effectue sur une balance analogue aux balances automatiques du commerce, mais, bien entendu, d'un type beaucoup plus précis (celle-ci a coûté 30.000 francs).

d'une précision encore plus haute, atteignant le centième de millimètre — ainsi que des boîtes de cales Johansson, désormais classiques, destinées à l'étalonnage des pieds à coulisse, palmers et autres calibres d'atelier.

Enfin, au Bureau Central de Paris, un comparateur spécialement étudié, « l'étalon primaire du ministère du Commerce » assure la révision générale des étalons de longueurs précités, avec une grande rapidité de manœuvre.

L'équipement du service de la révision à l'Ecole supérieure des Poids et Mesures

L'Ecole (où fonctionne la Commission de révision) comporte une installation modèle pour mener sa tâche à bon terme.

Nous passerons la description des ateliers de polissage des pièces à vérifier ainsi que celle des balances, afférentes aux poids d'usage courant : les photographies ci-jointes suffisent à en donner un aperçu. L'atelier où se vérifient semblablement les mesures de capacité et, notamment, les distributeurs d'essence, est

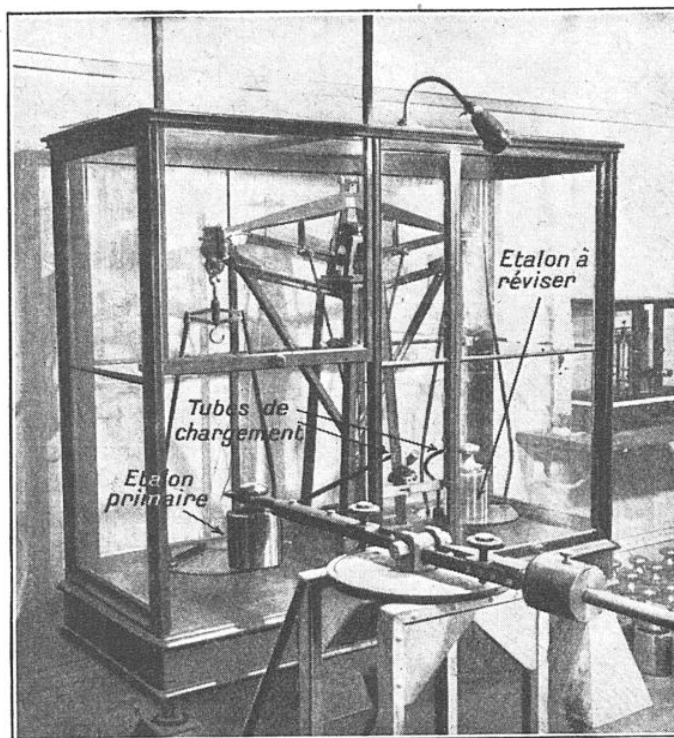


FIG. 10. — LA SECONDE PESÉE D'UN ÉTALON EN RÉVISION
Elle s'effectue sur une balance capable d'atteindre à la précision de 5 milligrammes pour 20 kilogrammes. La manipulation de l'étalon s'effectue par un levier spécial. On déverse les tronçons de fil calibré par des tubes de chargement. La main de l'opérateur n'intervient donc pas directement dans l'opération de la pesée.

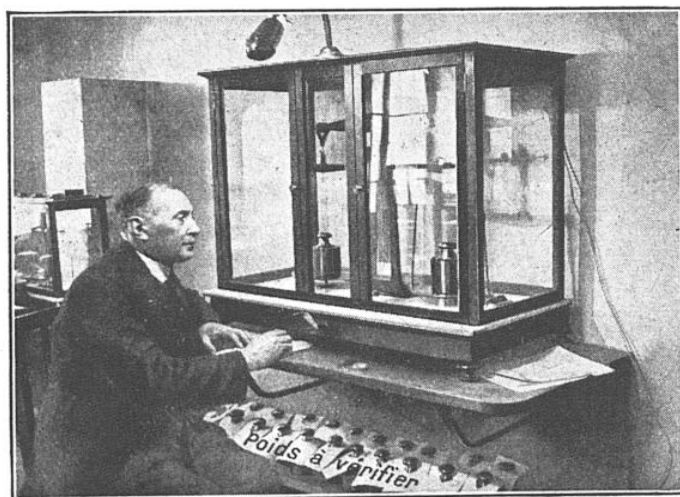


FIG. 9. — BALANCE POUR LA VÉRIFICATION DES POIDS DIVISIONNAIRES (UN KILOGRAMME ET AU-DESSOUS)

La sensibilité de cette balance est telle que vingt grammes sont pesés au milligramme près, approximation largement suffisante.

également représenté figure 13 : aucun appareil nouveau n'entre en service s'il n'est approuvé par la commission de Métrologie. Mais c'est au sous-sol, dans la « salle isotherme », que se trouve le laboratoire de haute précision. Là, dans une cave dont la température est maintenue tellement constante que la présence même de l'opérateur influence le thermomètre ultra-sensible qui veille à cette uniformité, se trouvent les comparateurs et les balances de très haute précision.

Un comparateur, spécialement étudié pour la révision des mètres-étalons destinés aux deux cent quarante-sept bureaux régionaux français, atteint, avec une grande rapidité de manœuvre, la précision du centième de millimètre pour les mesures à bouts comme pour celles à traits,

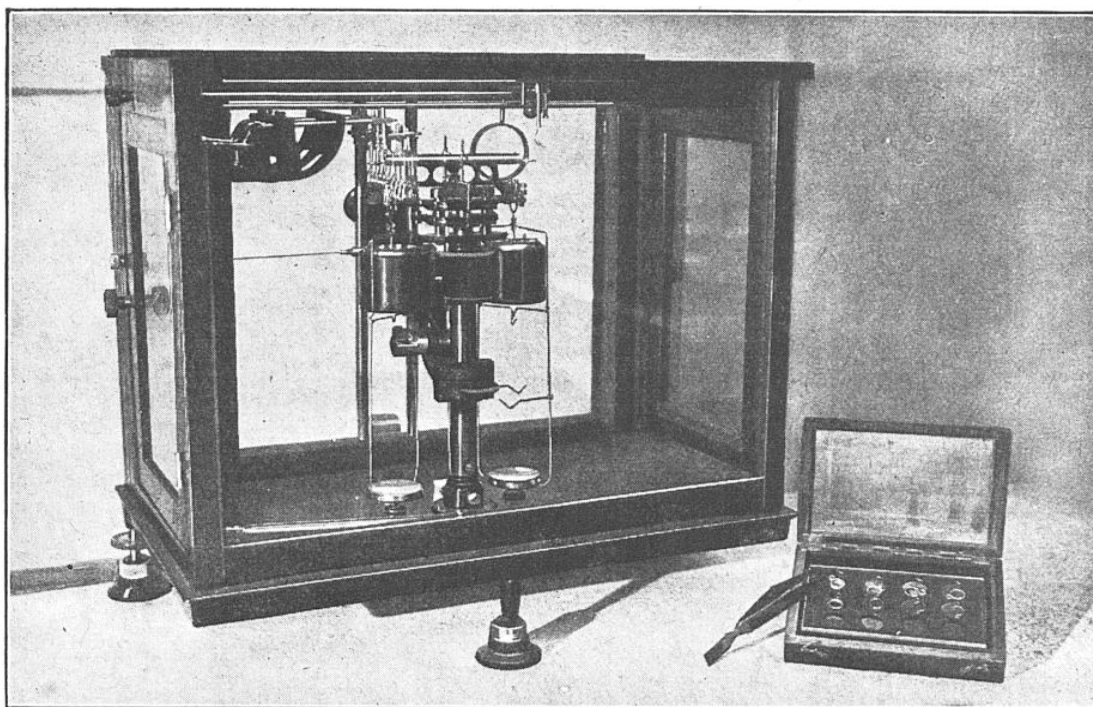


FIG. 11. — UNE BALANCE DE HAUTE PRÉCISION

Conservé dans la salle isotherme, située dans les sous-sols du laboratoire, cet appareil est destiné à l'étalonnage des poids inférieurs au gramme. Il est muni de compensateurs à frottement d'air (visibles à mi-hauteur). La précision atteint aux fractions de milligramme.

Un second comparateur pour les mesures à bouts peut donner la précision du dix-millième de millimètre.

Enfin, un comparateur optique (interféromètre) est spécialement affecté à la mesure des cales industrielles du type Johansson.

L'uniformité de température de la salle (à 20°), indispensable pour éviter les erreurs dues aux dilatations, est réalisée au moyen d'un chauffage électrique réglé par un thermostat. L'air est pris dans la salle au moyen d'un ventilateur à travers un filtre, passe sur des

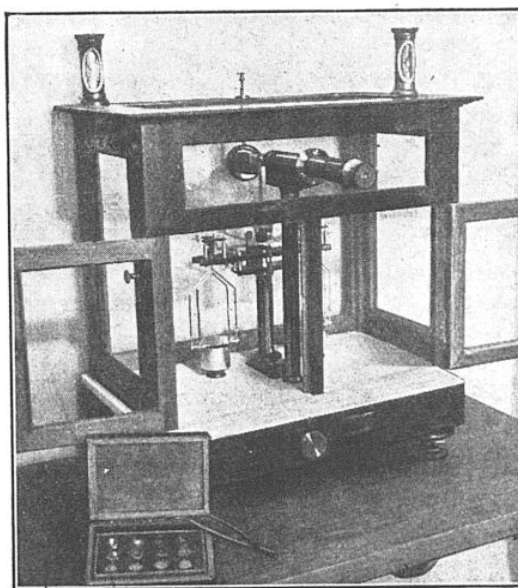


FIG. 12. — UNE BALANCE ULTRA-PRÉCISE

Elle sert à la vérification des étalons primaires de petites dimensions et sa pesée dépasse la précision remarquable du centième de milligramme.

résistances chauffantes et ressort dans la salle par une bouche d'air centrale. L'apport d'air frais est assuré par un deuxième circuit en série sur le circuit de chauffage.

Disons un seul mot des balances, beaucoup trop techniques pour être décrites ici. La précision de leurs pesées est telle que, si nous la transformons en unités de longueur, elle équivaut à mesurer la distance de Paris à Versailles avec une erreur inférieure à 2 millimètres. Telle est la minutie avec laquelle se vérifient les étalons « primaires », qui servent eux-mêmes à la véri-

fication (déjà décrite) des étalons secondaires destinés aux bureaux provinciaux de vérification.

Le nouvel établissement, unique de son espèce dans le monde, fait donc honneur au pays qui créa le système métrique décimal.

La tâche qui reste à faire

Mais la révision, sinon l'établissement (car la plupart sont inexistant), des étalons métriques, industriels et commerciaux, autres que ceux de longueur, de poids et de capacité, demeure la grande tâche de l'avenir.

L'humanité ne fabrique pas, ne vend pas, ne consomme pas que des produits relevant du mètre, du kilogramme et du litre. Elle use de l'électricité qu'elle achète au kilowatt, de la chaleur qu'elle achète à la calorie, de la lumière qu'elle achète... au jugé, car, tout le monde le sait, aucune relation précise n'existe entre la consommation d'une ampoule électrique étiquetée en watts et son rendement lumineux. Telles sont les nouvelles marchandises impondérables dont la mesure devra bien être déterminée quelque jour par des étalonnages *pratiques* et non plus seulement théoriques.

Sans doute, les compteurs électriques apposés par les compagnies dans nos appareils sont soumis au visa administratif;

encore serions-nous plus rassurés si un « compteur-étalon » venait périodiquement (ou sur notre demande) vérifier le compteur, qui, pour le client moyen, demeure une boîte énigmatique.

De même, les ampoules électriques devraient pouvoir être contrôlées au moyen d'étalons pratiques à manœuvre rapide. Un ingénieur éclairagiste devrait pouvoir garantir en *lumens* le « flux lumineux » que débitent ses appareils ou dispositifs spéciaux (ne serait-ce que pour l'éclairage public), ainsi qu'en *lux* la quantité de lumière dont il arrose les surfaces qu'on livre à son art (la façade d'un monument, le panneau d'une affiche nocturne).

La précision des chronomètres relève également d'un étalonnage pratique *périodique*, surtout quand cet instrument mesure le temps précieux que nous passons dans une voiture de place (taximètre).

Bref, tous les instruments de quelque nature qu'ils soient, utilisés dans les transactions commerciales, doivent être soumis à la vérification. Ce sont les termes de la plus récente loi en la matière (2 avril 1919).

De ce point de vue, l'Ecole supérieure des Poids et Mesures prendra probablement de l'extension, dans un avenir plus ou moins éloigné.

JEAN LABADIÉ.

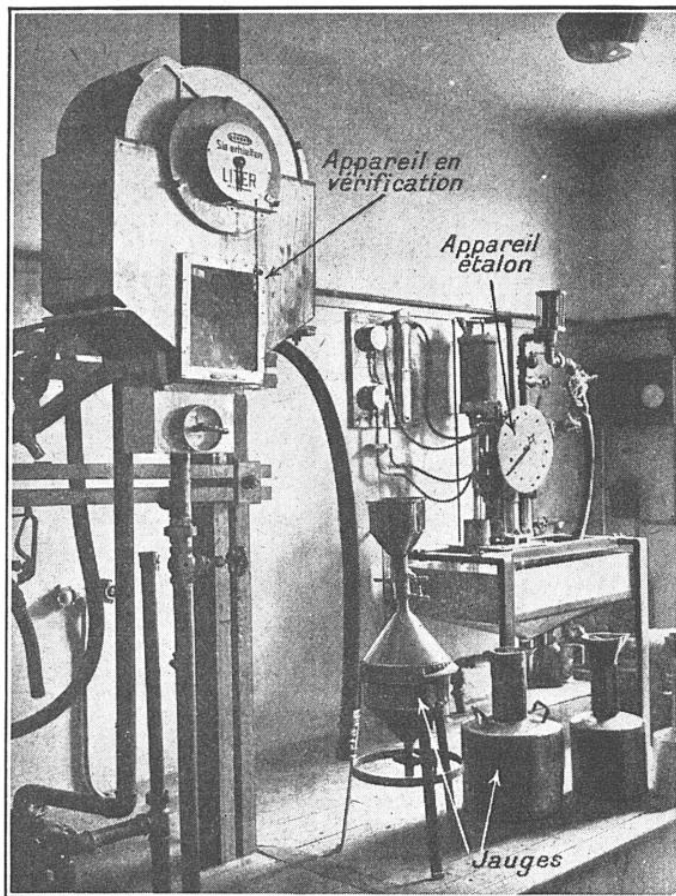


FIG. 13. — L'ATELIER DE JAUGE DES MESURES DE CAPACITÉ
Les jauges-étalons sont de forme cylindrique ou biconique.
A gauche, un nouveau type de distributeur d'essence à l'étalonnage. A droite, l'appareil étalon destiné à sa vérification.

LA T. S. F. AU SERVICE DE LA SÉCURITÉ EN MER

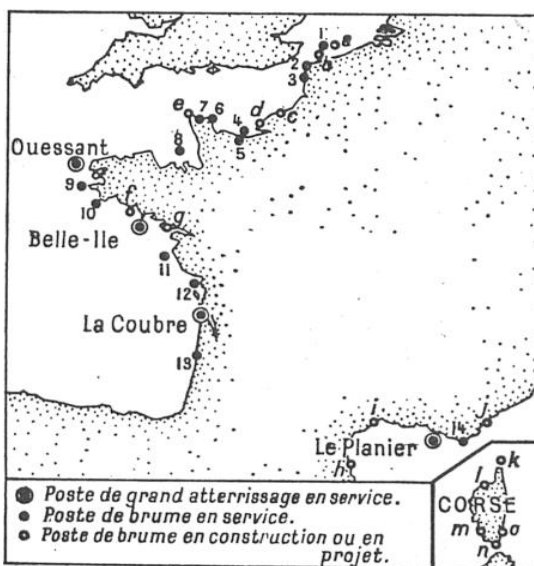
Par Daniel BEDAUX

Du point de vue de la sécurité, les progrès dans la construction navale permettent, aujourd'hui, de construire des bateaux capables de résister aux tempêtes, même les plus violentes : d'autre part, les procédés modernes de sondage ont doté la marine de cartes de plus en plus précises (1). Cependant, un grave danger subsiste encore pour la navigation : c'est la brume, cause d'abordage ou de choc si le navigateur ne peut suivre exactement la route tracée. Mais, alors que les phares lumineux ne peuvent vaincre le brouillard, il n'en est plus de même avec les radiophares, qui, grâce à la radiogoniométrie, constituent aujourd'hui, pour le navigateur, le guide le plus précieux. Dix-huit de ces radiophares jalonnent déjà nos côtes françaises. Un autre procédé, dérivé du précédent, le complète heureusement, en conjuguant les ondes hertziennes et les ondes sonores sous-marines ; ainsi, non seulement on peut repérer une direction inconnue, mais encore mesurer approximativement la distance d'un bateau au phare émetteur d'ondes. Le radiobalisage des côtes contribue donc à guider sans défaillance le navire vers le port. La radiogoniométrie rend encore d'autres services à la navigation, en permettant de « situer » en pleine mer un bâtiment donné et, par conséquent, d'éviter un abordage fatal. Elle contribue, en outre, à porter rapidement secours au navire en détresse, grâce à la réception du signal bien connu S. O. S. Là encore, les applications de la T. S. F. auront accru considérablement la sécurité maritime, comme elles ont efficacement contribué, dans un autre domaine, à améliorer la sécurité aérienne (2).

La sécurité en mer ne dépend pas seulement de la solidité des coques de navires, pour lesquelles les constructeurs navals ont réduit presque à néant les risques de destruction. Elle dépend aussi de l'établissement des cartes marines, qui, grâce aux sondages par les ultra-sons et aux dragages perfectionnés,

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 175, page 25.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 180, page 466.



révélateurs des détails sous-marins (1), sont aujourd'hui précises. On voyage donc maintenant sur des bateaux offrant toutes garanties, le long de routes sûres, à la condition, cependant, de ne pas s'éloigner du tracé prévu et d'éviter les abordages. Par temps clair, cela est facile ; mais par temps « bouché », comment maintenir un navire sur la bonne route ?

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 175, page 25.

FIG. 1. — CARTE DES RADIOPHARES INSTALLÉS SUR LES CÔTES FRANÇAISES

La portée utile pour les récepteurs radiogoniométriques de bord normaux est : poste de grand atterrissage en service, 300 milles, soit plus de 500 kilomètres ; poste de brume, 50 milles, soit plus de 90 kilomètres. Les postes de brume en service sont : 1, bateau-feu Sandettié ; 2, Griz-Nez ; 3, Boulogne ; 4, Le Havre ; 5, Ver ; 6, Barfleur ; 7, Cherbourg ; 8, Roches-Douvres ; 9, Sein ; 10, Eckmühl ; 11, Yeu ; 12, Les Baleines ; 13, Cap Ferret ; 14, Porquerolles. Les postes de brume en construction sont : a, bateau-feu Ruytingen ; b, bateau-feu Dyck ; c, Ailly ; d, Antifer ; e, La Hague ; f, Groix ; g, Villa-et-Martin ; h, Cap Bear ; i, Sète ; j, La Garoupe ; k, Giraglia ; l, Revellata ; m, Senetose ; n, Pertusato ; o, La Chiappa.



FIG. 2. — LES RADIOPHARES DE LA MANCHE ET DE LA MER DU NORD (NOUVELLE ORGANISATION)

Comment trouver l'entrée du port ? Seules les ondes hertziennes et le radiogoniomètre ont résolu le problème. Comme la lunette à portée des phares lumineux, le radiogoniomètre, à portée des radiophares (1), donnera la position du navire ; mais il la donnera aussi bien par n'importe quel temps et à grande distance.

Le radiogoniomètre et la navigation dans la brume

Sur les côtes de France, on compte actuellement dix-huit radiophares en service : quatre de grand atterrissage, portée utile environ 300 milles marins, soit plus de

1 Voir *La Science et la Vie*, n° 104, page 9.

500 kilomètres ; quatorze phares de brume, portée utile environ 50 milles marins, soit plus de 90 kilomètres.

L'étranger édifie aussi beaucoup de radiophares. Quant aux bateaux (paquebots, cargos, chalutiers), près de six mille sont pourvus, aujourd'hui, de radiogoniomètres, malheureusement pas toujours très récents.

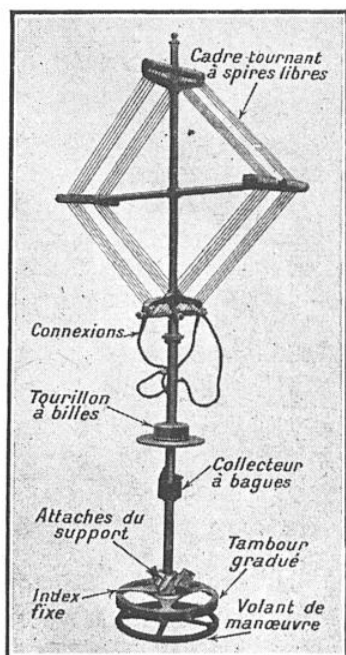
A moins d'impossibilité absolue, on fixe le radiogoniomètre de bord sur l'axe longitudinal du navire ; cela pour simplifier le calcul des angles qui ont cet axe pour un de leurs côtés.

Lorsqu'un navire entre dans la zone d'un radiophare en période d'émission, l'opérateur, qui a coiffé les écouteurs du radiogoniomètre,

perçoit les signaux Morse caractéristiques du radiophare dès que son appareil est accordé. L'intensité de la perception varie, on le sait, avec la position du cadre tournant ; quand elle est maximum, le plan du cadre passe par le radiophare. Cependant un doute subsiste : le radiophare est-il à tribord ou à bâbord ? Le radiogoniomètre ne le dit pas ; on ne change rien, en effet, à l'audition maximum en tournant le cadre de 180°. Cependant l'officier de quart, en possession du cap et de la carte, ne se trompera pas sur la direction de la côte. Nous verrons qu'il n'en sera pas de même pour repérer un navire dont on ignore totalement la position.

Dans la pratique, cependant, ce n'est pas à la position d'audition maximum, trop délicate à préciser, que le navigateur s'adresse, mais à la position qui annule l'audition (perpendiculaire à la première), plus facile à repérer par l'oreille.

Ainsi, à portée d'un radiophare, après avoir réglé la réception sur l'onde à relever, on cherche à obtenir, par la rotation du cadre, l'annulation de l'audition sur laquelle on vient de s'accorder. Ce résultat obtenu, on relève l'angle formé par l'axe longitudinal du navire et la ligne joignant le navire au radiophare, angle que l'on appelle le *gisement*. De



plus, au moment précis où le servant du radiogoniomètre lit le gisement, il donne un « top » à l'officier de quart, qui doit immédiatement

FIG. 3. — RADIOGONIOMÈTRE

Les radiogoniomètres sont des appareils récepteurs de T. S. F. à cadres tournants ; la position que l'on donne au cadre pour avoir une audition d'intensité mini-

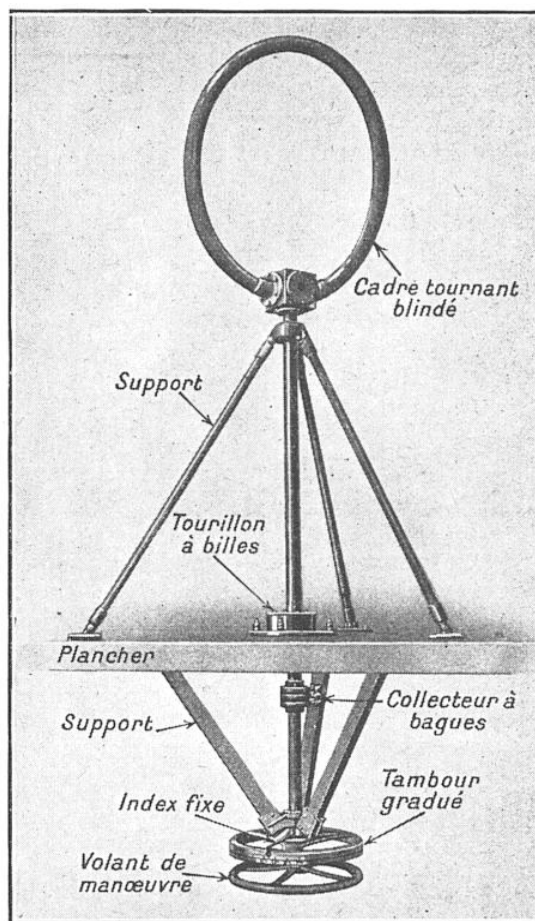


FIG. 4. — RADIOGONIOMÈTRE A CADRE BLINDÉ

Cet appareil est le même que le précédent, si ce n'est que les fils du cadre sont contenus dans un tube circulaire en bronze pour les préserver de l'action atmosphérique et des intempéries. Pour que le tube, ou blindage en bronze, ne forme pas « cage de Faraday » pour les fils, ce tube est sectionné en tronçons reliés par des éléments en matière isolante.

noter le *cap* au compas, c'est-à-dire lire, sur la boussole, l'angle formé par l'axe longitudinal du navire et le méridien magnétique.

Aussitôt après, le servant communique à l'officier le gisement lu au radiogoniomètre. L'officier ajoute alors le gisement au *cap* (comptés tous deux dans le sens convenable, bien entendu) et seulement après avoir fait les corrections classiques (1).

La somme vraie, gisement + *cap*, permet de déduire l'angle formé par le méridien géographique et la ligne reliant le radiophare

(1) Pour le radiogoniomètre : correction de l'erreur due aux masses métalliques du navire.

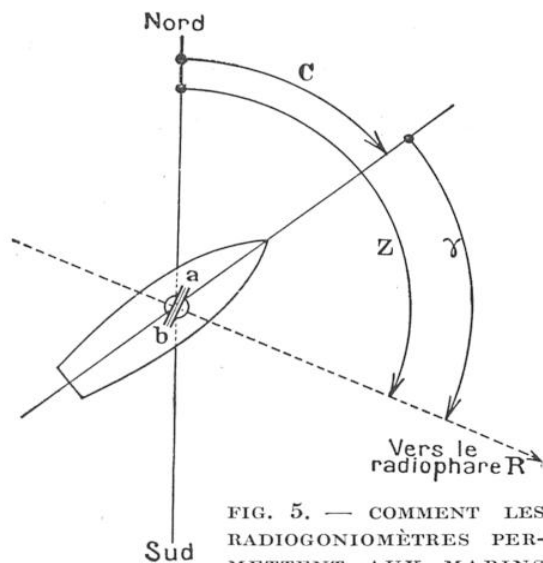


FIG. 5. — COMMENT LES RADIOGONIOMÈTRES PERMETTENT AUX MARINS D'OBTENIR LA DIRECTION DES RADIOPHARES

Dans l'exemple figuré, où γ désigne le gisement, C, le cap, et Z, le relèvement, comme l'axe perpendiculaire au cadre a b du radiogoniomètre passe par le radiophare, l'audition est nulle. L'audition serait encore nulle si l'on plaçait le cadre à 180° de a b. Le cadre est donc indifférent au sens de propagation de l'onde. A priori, une position d'audition nulle, telle que a b, laisse dans le doute quant à la situation, bâbord ou tribord, du radiophare ; mais la carte et le cap permettent de lever aisément le doute sur la véritable direction.

au navire. L'officier reporte alors, sur la carte du bord, la position du radiophare (connue par une nomenclature officielle) et la ligne joignant ce dernier au navire.

Mais cette indication ne suffit qu'à donner une *direction* et non un *point* précis. Toutefois, l'opérateur peut prendre un second gisement sur un *autre* radiophare ; l'officier de quart disposera donc, sur sa carte, de deux lignes dont l'intersection donnera la position actuelle du navire.

Bien entendu, le relèvement serait encore plus précis si l'on prenait alignement sur trois radiophares au lieu de deux.

Cependant des difficultés apparaissent. Tout d'abord, la répétition des indicatifs d'un radiophare dure peu, car ils doivent périodiquement faire place aux indicatifs des autres. De plus, deux opérations complètes de relèvement sont difficiles à exécuter très rapide-

ment, et le déplacement du navire provoque donc une erreur. Enfin, en eau agitée, si le navire « embarde » (oscillations du cap sur la route), si son compas n'est pas gyroscopique, les embardées ne laissent que des occasions très brèves de synchroniser, sans erreur, les lectures du radiogoniomètre et du compas.

Pour vaincre ces difficultés, il faut que le radiogoniomètre possède une grande sensibilité, une grande sélectivité, un accord rapide ; qu'il présente une extinction nette, limitée tout au plus à un angle de 1 degré. Si l'extinction s'étendait sur un angle plus grand, il faudrait, en effet, rechercher l'autre position du cadre donnant aussi l'extinction. De ces deux lectures, différant de près de 180 degrés, on prendrait la moyenne. Mais, alors, quelle lenteur !

De plus, aucune source de repérage n'étant à dédaigner, l'appareil doit être capable de prendre des relèvements, non seulement sur les radiophares, mais aussi sur les postes commerciaux de télégraphie, de téléphonie sans fil et de radiodiffusion. C'est pourquoi les constructeurs prévoient une grande marge d'accord (ondes de 200 à 3.000 mètres).

Avec les longueurs d'onde réservées aux radiophares (de 950 à 1.050 mètres), on obtient des directions à moins de 1 degré, tandis que les ondes comprises entre 450 et 800 mètres abaissent déjà l'approximation à 3 degrés. Les ondes les plus courtes, et surtout les ondes très longues (10.000 à 15.000 mètres), entraîneraient des erreurs considérables et inadmissibles, particulièrement la nuit.

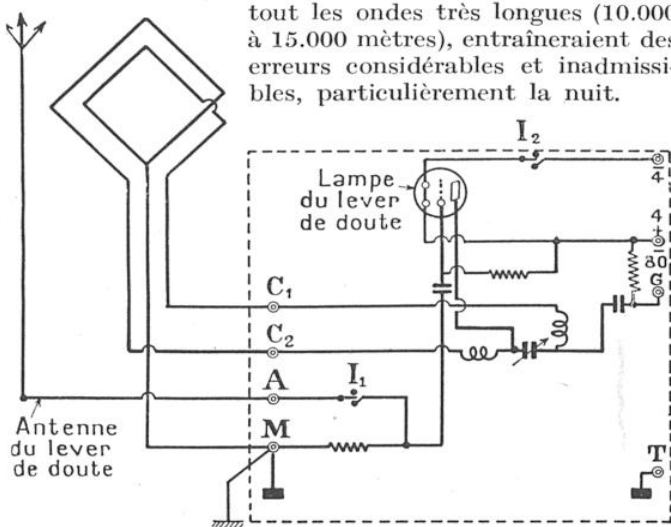


FIG. 6. — SCHÉMA DE PRINCIPE D'UN RADIOGONIOMÈTRE A « ANTENNE-LEVER DE DOUTE »

Dans l'exemple figuré, le circuit d'antenne comporte une lampe triode ; l'antenne peut occuper une position quelconque. Ce dispositif permet de lever l'indétermination qui peut subsister entre les deux directions possibles du radiophare ou des navires émetteurs, à 180° l'une de l'autre.

Les relèvements sur radiophares sont donc les plus exacts.

Comment répondre au signal S. O. S. et éviter les abordages

Porter secours à un navire en détresse qui appelle, sans préciser sa position ; éviter les abordages — un des gros risques du temps bouché — voilà deux nouveaux problèmes que résout heureusement la radiogoniométrie.

Ces problèmes se compliquent, ici, du fait que si, opérant comme précédemment, on trouve bien le plan qui passe par le bateau recherché, on ne peut, cependant, discriminer, entre les deux directions à 180° , celle qui correspond au navire repéré. Pour sortir de ce doute, on a imaginé des dispositifs auxiliaires. Généralement, on associe au cadre, temporairement, une petite antenne, en choisissant les constantes du circuit d'antenne, de façon que, au moment où le plan du cadre passe par la source d'ondes, les actions de l'antenne et du cadre aient la même valeur. Ces actions s'ajouteront, par exemple, pour une onde atteignant le cadre par son côté *A* et se retrancheront sous l'effet d'une onde arrivant du côté *B*, opposé à *A*.

Dès lors, si l'on connecte l'antenne auxi-

liaire au cadre, les deux auditions maxima, auparavant semblables, sont bien différenciées : l'une est amplifiée, l'autre éteinte.

FIG. 8. — RADIOGONIOMÈTRE A ANTENNE-LEVER DE DOUTE

L'antenne est constituée par un conducteur partant de la boîte « accord-lever de doute » (voir les figures suivantes). Un isolateur lui sert de passage à travers la paroi de la cabine. L'antenne aboutit à un isolateur de suspension fixé en un point convenable du navire. Le chemin suivi n'importe pas. Une seule condition s'impose : que l'extrémité supérieure de l'antenne du lever de doute dépasse le cadre de 2 ou 3 mètres.

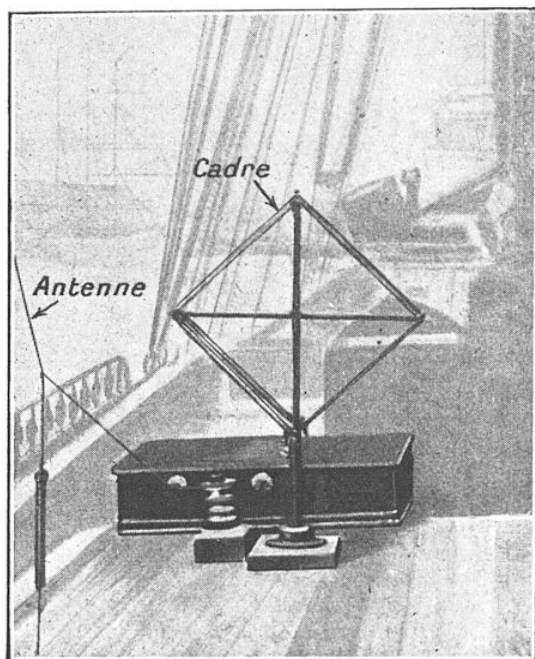
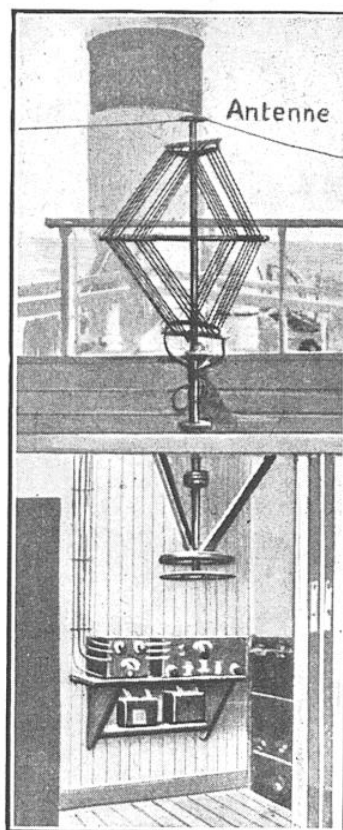


FIG. 7. — PETIT POSTE RADIOGONIOMÉTRIQUE, A ANTENNE-LEVER DE DOUTE, MONTÉ A BORD D'UN TERRE-NEUVA

Par un essai préalable sur une station côtière dont on connaît le gisement, on détermine aisément le côté du cadre correspondant à l'audition maximum.

Peut-on objecter qu'un navire dépourvu de radiogoniomètre se porterait aussi sûrement au secours d'un bateau appelant, si celui-ci transmettait son point en même temps que le signal S. O. S. ? Non, car le point estimé — transmis à l'heure de la détresse — est le plus souvent imprécis. En outre, l'appelant ne demeure pas immobile ; il dérive sans doute et peut-être dans une zone de brume.

Peut-on perfectionner la méthode radiogoniométrique ?

La radiogoniométrie a fait ses preuves. Elle est perfectible cependant. Ainsi, mentionnons tout d'abord l'apparition d'une boussole hertzienne, qu'un inventeur français, M. Busignies, travaille à mettre au

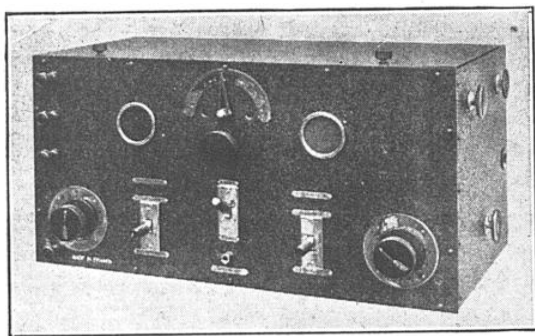
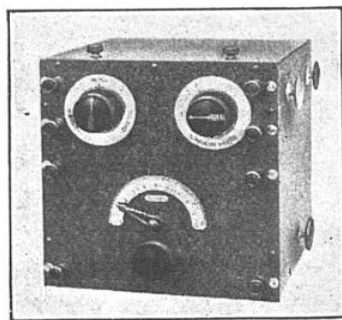


FIG. 9. — RÉCEPTEUR A CHANGEMENT DE FRÉQUENCE, PERMETTANT DE SITUER EN DIRECTION, PAR L'ORIENTATION DU CADRE COLLECTEUR D'ONDES, LE POSTE ÉMETTEUR

point. C'est une sorte de radiocompas qui donnerait, par une seule lecture, la somme gisement + cap dont nous avons déjà parlé.

Cependant, c'est de l'emploi simultané des radiogoniomètres et des écouteurs d'ondes sous-marines que l'on peut attendre un nouveau progrès. Voici en quoi cela consiste : un même radiophare émet simultanément des ondes hertziennes et des ondes sonores sous-marines ; les premières se propagent quasi instantanément ; les secondes, à la vitesse de 1.500 mètres par seconde environ. La mesure du temps qui sépare l'audition hertzienne de l'audition sous-marine donne donc la distance du navire au radiophare. Cette distance, combinée avec le gisement obtenu au radiogoniomètre, suffit à déterminer la position du navire avec précision.



ENTRE LES DEUX DIRECTIONS OPPOSÉES DONNANT LA MÊME AUDITION, LE COTÉ OU EST SITUÉ L'ÉMETTEUR REPÉRÉ

L'émission des ondes sonores est produite par un vibreur sous-marin, cloche métallique étanche à l'eau, contenant un oscillateur électrique, et fermée, à sa partie inférieure, par un diaphragme vibrant sous l'action d'un courant alternatif. La cloche est immergée à 8 ou 10 mètres et maintenue au moyen d'une chaîne de mouillage. Elle est en liaison avec les sources du courant par des câbles doubles et protégés : deux pour le courant continu alimentant les bobines inductrices ; deux pour le courant alternatif alimentant l'induit de l'oscillateur. Pour ce courant, la fréquence de 1.000 périodes environ convient le mieux, car les ondes sonores correspondantes sont les moins absorbées par l'eau. Il est indispensable que cette fréquence soit stable.

En France, actuellement, un seul poste,

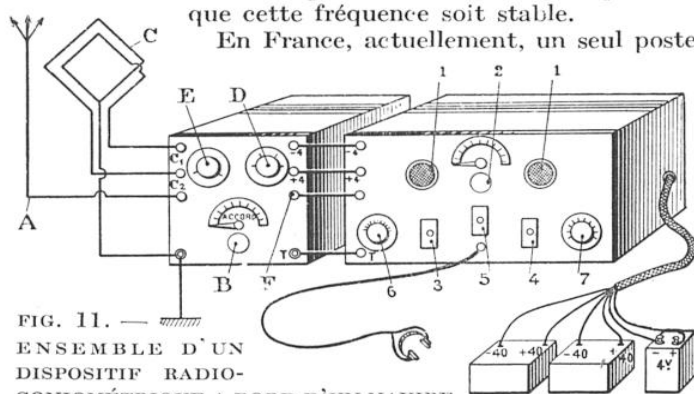


FIG. 11. — ENSEMBLE D'UN DISPOSITIF RADIO-GONIOMÉTRIQUE A BORD D'UN NAVIRE

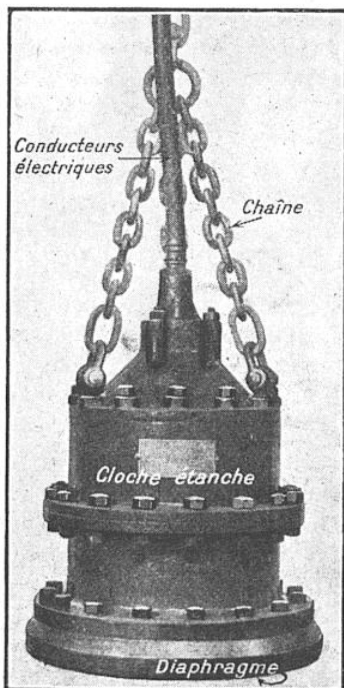
C, cadre ; A, antenne du « lever de doute » ; B, D, E, organes de réglage de la boîte du « lever de doute » ; F, alimentation de la lampe du « lever de doute » ; 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, organes de contrôle ou de réglage du récepteur changeur de fréquence.

le bateau-feu du Havre, conjugue l'emploi d'un vibreur sous-marin et des ondes hertziennes. La synchronisation des signaux hertiens et des signaux sonores sous-marins y est automatique. Toutes les trente secondes, le poste émet son indicatif hertzien, soit : deux fois de suite sa lettre caractéristique, puis une série de seize traits régulièrement espacés (les têtes de deux traits consécutifs étant séparées par 1 s. 253, temps moyen que le son marin met à parcourir un mille). Toutes les trente secondes également, le vibreur sous-marin du poste émet la lettre caractéristique, qui part 1 s. 253 avant la tête du premier des seize traits de radio, si bien que l'on entend d'abord, par radio, la lettre caractéristique (deux fois) ; puis les traits ; puis, simultanément, l'un de ces traits et la lettre par vibreur sous-marin ; autant on aura compté de traits jusque-là, autant de milles sépareront le navire du bateau-feu (les fractions de mille sont facilement appré-

ciables pour une oreille exercée). Cette signalisation dure trois minutes et se répète toutes les cinq minutes.

Les ondes émises par vibreur sous-marin ont des portées considérables. Avec de bons microphones de bord, on les perçoit encore à 20 milles de la source. Les renseignements que l'on demande au bateau-feu comme celui du Havre n'exigent pas, cependant, une telle portée ; c'est pourquoi l'indicatif, au Havre, a été limité à seize traits qui définissent une distance de 16 milles.

L'appareil sous-marin, récepteur des ondes sonores sous-marines, comporte des microphones, rigoureusement accordés entre eux, immergés dans des réservoirs d'eau douce, que l'on plaque à l'intérieur du navire ; l'un à bâbord, l'autre à tribord, tous deux près de la proue. Ces microphones sont reliés à des récepteurs téléphoniques installés dans la cabine du pilote. Au moment d'opérer, on relie le radiogoniomètre aux récepteurs télé-



distance au radiophare émetteur, en mesurant la durée qui sépare la réception des ondes hertziennes de celles des ondes sonores émises en même temps.

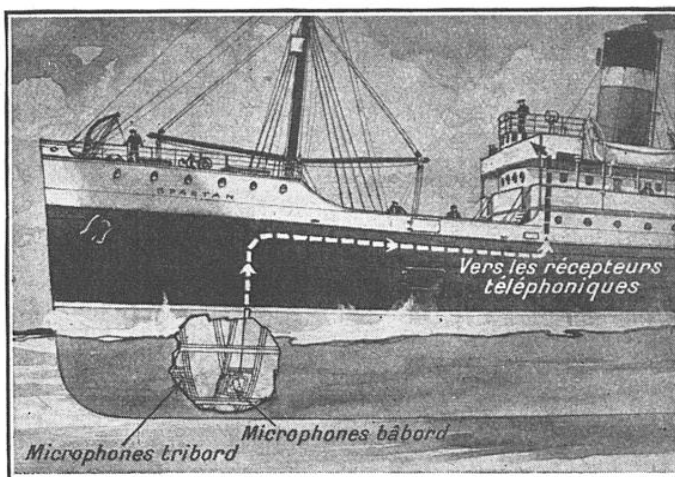


FIG. 13. — INSTALLATION DE MICROPHONES POUR LA RÉCEPTION DES ONDES SONORES SUR UN NAVIRE

Des microphones, installés à tribord et à bâbord, perçoivent les ondes sonores et les transmettent à des récepteurs téléphoniques, qui enregistrent également les ondes hertziennes émises en même temps que les ondes sonores, par le radiophare.

phoniques (un petit transformateur est nécessaire pour passer de la tension des signaux hertziens à la tension des signaux microphoniques) et l'on

utilise les auditions simultanées perçues dans ces récepteurs, comme il a été dit plus haut.

On conçoit qu'à défaut de radiogoniomètre, le poste de T. S. F. du navire est ainsi utilisable ; mais alors le gisement de la source n'est apprécié que par écoute sous-marine, ce qui, dans l'état présent de la microphonie de bord, ne donne pas la précision suffisante dans tous les cas. Mais, à partir de deux radiophares, chacun émetteur d'ondes hertziennes et d'ondes sous-marines conjuguées, un navire dépourvu de radiogoniomètre et muni d'écouteurs sous-marins et d'un poste de T. S. F. obtiendrait sa position avec précision, puisqu'il pourrait relever sa distance à deux radiophares connus.

En Allemagne, où la configuration des côtes a exigé de nombreux bateaux-feux, l'heureuse conjugaison des vibreurs sous-marins et des ondes hertziennes est très répandue.

Chez nous, le Service central des Phares dotera bientôt d'un vibreur sous-marin conjugué notre autre bateau-feu, le *San-dettié*, d'importance internationale, qui couvre les bancs situés devant la passe de Dunkerque. Puis d'autres progrès viendront, nombreux encore, qui bouleverseront peut-être les méthodes actuelles. Déjà, en France, on a substitué la combinaison émetteur à terre-radiogoniomètre à bord à la combinaison émetteur à bord-radiogoniomètre



d'Ouessant, de Rochefort et du cap Finistère déterminent chacun la direction de ce navire. Si la précision des mesures était absolue, les trois directions ainsi déterminées se recouperaient sur la carte en un même point. En pratique, par suite de l'imperfection des appareils, les trois lignes forment un petit triangle dans lequel se situe le navire.

à terre. Ce dernier a cependant des avantages ; quand le radiogoniomètre est à terre, un simple poste de T. S. F. suffit à bord, pour demander le relèvement du point. Le poste de terre questionné manœuvre son radiogoniomètre sur les émissions du navire demandeur, note l'alignement et le fait connaître. En temps de guerre, naturellement, on ne répondrait pas à un navire ennemi. Au contraire, les radiophares renseignent inévitablement tout le monde. Autre avantage encore : à terre, un radiogoniomètre est plus sûrement à l'abri des intempéries ; le personnel est plus exercé, etc.

Si l'usage a conduit les capitaines à préférer de beaucoup les radiogoniomètres à bord, c'est parce que : on peut répéter le relèvement aussi souvent qu'on le désire ; s'il y a erreur, on sait au moins à qui s'en prendre ; le capitaine peut opérer lui-même ; on n'a pas à attendre le bon vouloir d'opérateurs peut-être occupés par un autre navire, en tout cas moins intéressés que les capitaines au relèvement ; on a le moyen d'éviter en tout temps les abordages et la possibilité de se porter sûrement au secours d'un navire appelant.

En Amérique, au contraire, le radiogoniomètre à terre est toujours utilisé, mais les marins,

FIG. 14. — COMMENT REPÉRER PAR RADIOGONIOMÈTRES À TERRE LA POSITION D'UN NAVIRE

Un navire émettant un signal de détresse dans l'océan Atlantique, les postes radiogoniométriques

cependant, préfèrent la signalisation en usage sur les côtes de France.

Qu'est-ce que le radiobalisage ?

Le radiobalisage est une signalisation à portée limitée qui accroît la sécurité à l'approche d'une côte, à l'entrée d'un port.

Le Service central des phares et balises essaye, actuellement, ce nouveau procédé de guidage des navires dans la brume, non pas pour le substituer aux radiophares, mais pour suppléer le balisage à vue, impuissant en temps bouché, et le balisage phonique, trop peu efficace et trop incertain encore.

Il n'existe en France, pour le moment, que deux postes de radiobalisage marin, construits pour essais : celui de La Pallice et celui de la passe draguée dans les bancs qui couvrent son entrée dans la Gironde.

Ce procédé n'exige à bord qu'un simple poste émetteur de T. S. F., dont sont munis la plupart des bateaux.

En principe, chaque poste de radiobalisage comporte une station émettrice d'ondes hertziennes prises dans la gamme des longueurs réservées aux radiophares (950-1.050 mètres). L'émetteur dirigé, association cadre-antenne, produit sur l'horizon marin (20-30 kilomètres de portée) deux zones d'audition, caractérisées chacune par une lettre distincte de l'alphabet Morse, constamment répétée. Ces deux zones sont

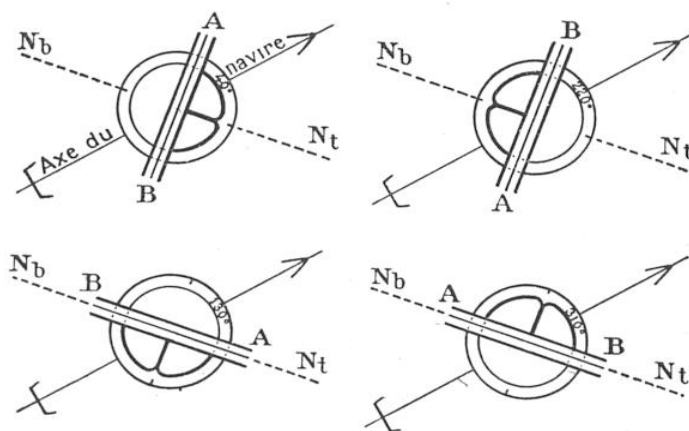


FIG. 15. — RECHERCHE D'UN NAVIRE INVISIBLE QUI SE FAIT ENTENDRE PAR T. S. F.

Dans l'exemple figuré, on a une audition nulle pour 40° et 220° , et une audition maximum pour 130° et 210° . Le navire cherche se trouve donc sur la ligne Nb Nt ; mais, sans autre dispositif, on ne sait pas de quel côté. Si l'on utilise un appareil de lever de doute, le cadre n'est plus indifférent au sens de propagation de l'onde. Supposons qu'il éteigne l'audition maximum, dans la position du croquis, en bas à gauche, et renforce, au contraire, l'audition dans celle du croquis, en bas à droite, cela signifie que le navire cherché est à bâbord, direction Nb.

séparées par une ligne droite sur laquelle l'audition sera, par enchevêtrement, celle d'un trait continu. Il suffit pour cela de choisir convenablement les lettres, de sorte que les traits et les points puissent, en s'enchevêtrant, donner un son continu (fig. ci-dessous). On nomme cette ligne *axe de balisage* et c'est elle que les navires doivent suivre pour pénétrer dans le chenal, dans la passe, ou pour éviter un écueil. Ils la suivent d'ailleurs facilement, car dès qu'ils s'en écartent, les écouteurs de leur poste de T. S. F. font entendre, au lieu d'un trait continu, soit l'une, soit l'autre des lettres caractéristiques du poste, selon que le navire s'éloigne vers la droite ou vers la gauche.

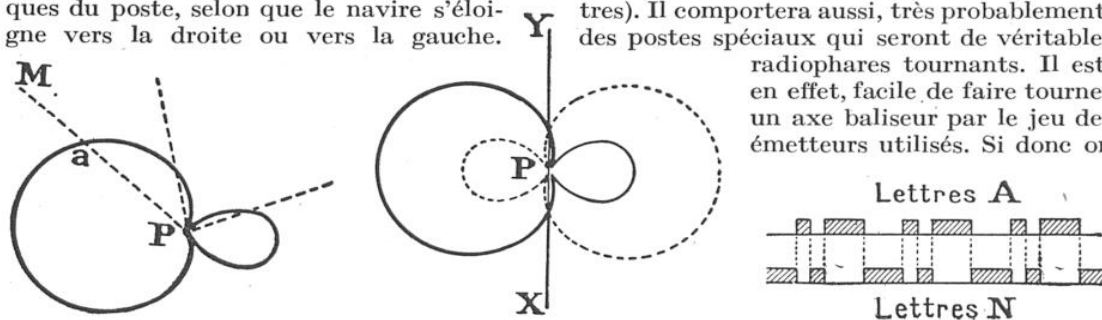


FIG. 16. — PRINCIPE DU RADIOBALISAGE PAR ENCHEVÊTREMENT

L'organe émetteur P lance continuellement les signaux correspondant à la lettre A (croquis de droite), mais qui se propagent suivant une loi spéciale représentée par la courbe du croquis de gauche. D'autre part, grâce à un dispositif approprié, il lance, entre les intervalles des points et des traits des lettres A, des signaux correspondant à la lettre N et qui se propagent suivant une loi analogue, mais symétriquement par rapport à l'axe X Y (ligne en pointillé, schéma du milieu). Un navire, situé suivant X Y, entendra les lettres A et N suivant un trait continu. A droite de X Y, il entendra les N plus fort que les A, et, à gauche, ce sera l'inverse. Il sera ainsi averti, à chaque instant, de sa position par rapport à X Y, qui constitue l'axe de balisage de la passe ou du chenal à suivre.

La grande difficulté du radiobalisage est d'assurer des axes stables et des auditions telles qu'un écart minime du bateau par rapport à l'axe soit sensible à l'oreille. Il faut pour cela stabiliser la fréquence des ondes hertziennes émises d'une façon continue, point très délicat, ou du moins en rendre les variations sans effet sur la portée de l'axe balisé, en évitant cependant d'introduire des solutions diminuant la sensibilité aux écarts de route. On y est parvenu. Les essais poursuivis à La Pallice, par M. l'ingénieur P. Besson, du Service central des phares, dans une modeste installation, ont donné les magnifiques résultats suivants : à 12 kilomètres du port, le bateau est averti d'un écart dès qu'il atteint 5 mètres à partir de l'axe de radiobalisage. De plus, les axes balisés demeurent pratiquement stables et l'influence des masses métalliques du navire sur la position de l'axe est nulle, dès que le bateau se présente de face au poste. Les essais entrepris à

l'entrée de la Gironde confirment et au delà ceux de La Pallice.

Bien entendu, dans un poste sous-marin de radiobalisage, les nombreuses manipulations nécessaires pour envoyer chaque lettre dans sa zone sont réalisées automatiquement comme les manipulations des ondes de radiophares. Aussi, par beaucoup de points, un poste marin de radiobalisage rappelle-t-il un poste de radiophare. Quant au programme de réalisation qui sera mis en œuvre après ces essais, il comprendra, en dehors de postes à portée limitée, quelques postes à portée exceptionnellement grande (100-200 kilomètres). Il comportera aussi, très probablement, des postes spéciaux qui seront de véritables radiophares tournants. Il est, en effet, facile de faire tourner un axe baliseur par le jeu des émetteurs utilisés. Si donc on

commence la rotation en même temps que l'émission, à partir de la position nord, par exemple, l'axe baliseur tournant à raison de 1 degré par lettre émise, chaque 10 degrés étant, en outre, distingué par un « top » supplémentaire, un navire, selon qu'il sera à gauche ou à droite du méridien du poste, percevra d'abord la lettre de gauche ou celle de droite, puis les « top », qu'il comptera jusqu'à ce que, l'axe baliseur le traversant, la lettre entendue change. On en conclura, à bord, que la ligne allant du poste vers le navire fait avec le nord un angle comportant autant de fois 10 degrés qu'on aura compté de « tops ». L'approximation au degré serait fournie par le comptage des lettres au lieu de celui des « top ».

Ainsi, on dispose bien d'un radiophare tournant, qui est utilisable sans dispositif spécial à bord. Au contraire, les radiophares tournants à ondes dirigées, nécessairement courtes, exigent des récepteurs multiples (tribord, bâbord et proue). On en rencontre

cependant, à l'étranger. La France les a momentanément délaissés, à cause de la complexité de leur réalisation.

De tout ce qui précède, on peut conclure que les aides à la navigation fondées sur l'emploi des ondes hertziennes sont nombreuses et précieuses, et que l'avenir est plein de promesses. Cependant, le progrès de la T. S. F. est si rapide que l'on ne peut prévoir les méthodes qui prévaudront. Ainsi, les procédés de radiobalisage par balancement d'un axe nodal furent tout d'abord préconisés. Aujourd'hui, on préfère le balisage

De plus, l'espace est aujourd'hui fort limité pour de nouvelles émissions. Bientôt seront audibles dans la Manche et dans la mer du Nord plus de soixante-dix radiophares français, anglais, belges, hollandais, allemands, danois. Il n'y est plus un point d'où l'on n'entende simultanément trop de postes. Il faut donc stabiliser rigoureusement la longueur d'onde de chacun, d'où l'emploi d'appareils au quartz (1) utilisant les propriétés piezoélectriques de ce corps. Le radiophare d'Ouessant en recevra un prochainement ; pour la même raison, on est

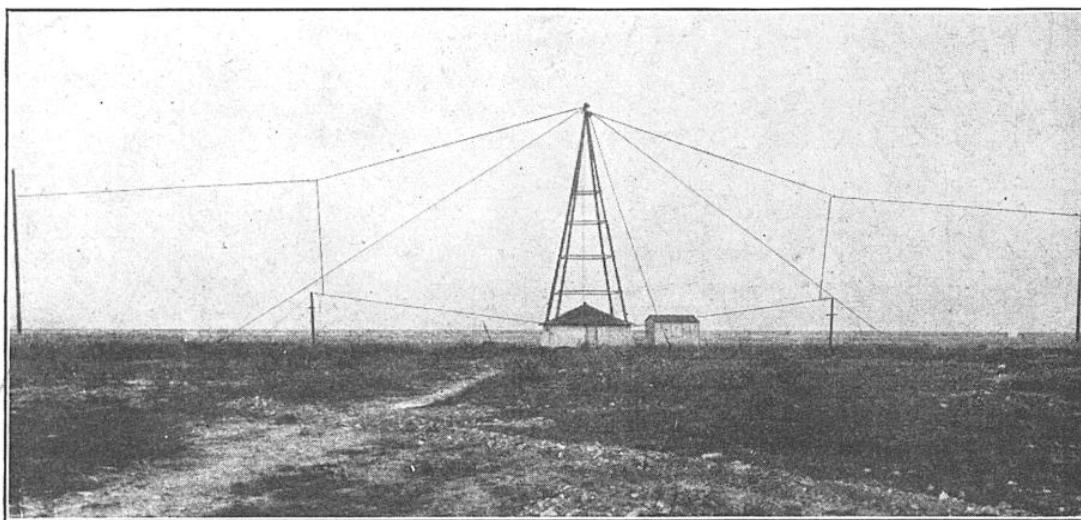


FIG. 17. — POSTE DE RADIOBALISAGE DE LA PALLICE

Ce poste, quoique très modeste, a donné d'excellents résultats. A 12 kilomètres du port, les navires étaient avertis dès qu'ils s'écartaient de plus de 5 mètres de l'axe de balisage.

par enchevêtrement qui atteint une précision suffisante et présente, en outre, l'avantage d'une audition beaucoup plus simple. Est-ce donc sur lui que va porter le programme d'exécution? Probablement. Et, pourtant, la réception du radiobalisage par balancement vient de marquer un nouveau point : elle est actuellement seule traduisible en impressions visuelles par lampes diversement colorées, si l'on ne veut considérer ici que les appareils pratiques. Ce n'est pas tout, cependant. Le programme d'exécution fixé, il faudra des crédits pour l'exécuter, et le manque de crédits se fait déjà sentir pour la continuation des essais.

conduit à limiter les portées, ce que vient de décider une Conférence internationale instituée pour la lutte contre les brouillages.

Enfin, les armateurs protestent quelquefois contre le changement trop fréquent et onéreux des types d'appareils, contre la modification des procédés, qui, à la mer, constitue un risque.

Mais ceci n'est pas pour ralentir le progrès. Ce que nous avons est déjà très beau et très rassurant. La sauvegarde des existences nombreuses et des capitaux énormes confiés de nos jours à la mer s'en trouve largement assurée.

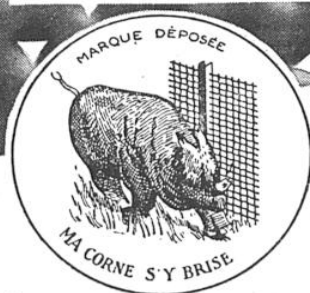
D. BEDAUX.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 173, page 360.

tous les modèles

Toutes les formes du métal perforé, découpé, estampé, embouti, se trouvent seulement dans le catalogue d'une maison assez puissante pour disposer des moyens que ces multiples fabrications imposent et assez ancienne pour bénéficier de l'expérience que prouve l'étude de multiples utilisations industrielles.

C'est parce que GANTOIS possède seul ces moyens et cette expérience que, depuis 1894, la renommée de sa production n'a pas cessé de s'étendre en France et à l'Étranger.

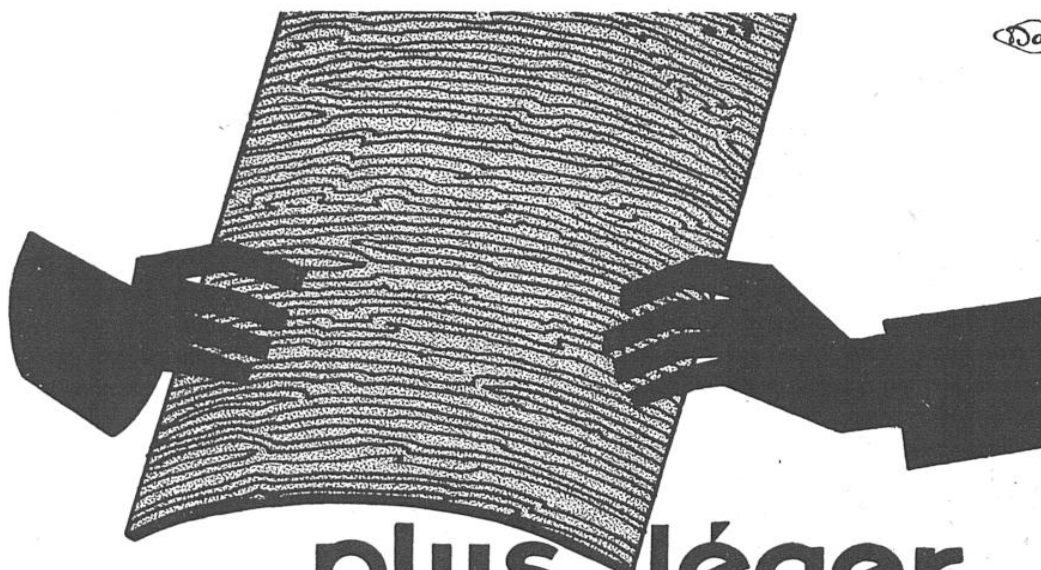


ÉTS

DEMANDEZ CATALOGUES ET TARIFS
AUX

GANTOIS

ST DIÉ (VOSGES)



Dam

plus léger, plus résistant..

Chaque fois que vous employez le bois, songez qu'il existe un matériau beaucoup plus léger, beaucoup plus souple, beaucoup plus résistant à la chaleur et à l'humidité : le contreplaqué.

Demandez du contreplaqué, et pour être sûr que sa qualité ne vous trahira pas, exigez du Leroy, le meilleur contreplaqué dont toutes les qualités répondent au sévère cahier des charges de l'aviation.

Les Ets Leroy, grâce à leurs procédés spéciaux et à leurs énormes moyens de production vous fourniront le contreplaqué qu'il vous faut.

Echantillons et tarifs sur demande.

Stand d'exposition permanente : Avenue Daumesnil.

C. LEROY

Siège Social :

28 et 28 bis, Av. Daumesnil, Paris (12^e) - Tél. : Diderot 09-11 à 09-15

DÉPÔTS à : Paris, Clichy, Bordeaux, Lyon, Lille, Strasbourg, Moulins.

USINES à : Lisieux, Bonnières-s/-Seine, Livarot, Azay-le-Rideau, St-Pierre-s/-Dives.



TRACTION AVANT OU ARRIÈRE

Telle est la question qui se pose pour l'automobile de demain

Par André CHARMEIL

ANCIEN ÉLÈVE DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE

Depuis quelques années, certains modèles de châssis ont appliqué la « traction avant », c'est-à-dire la transmission de l'effort moteur aux roues avant et directrices de l'automobile, ce qui, jusqu'ici, constitue encore une exception. Les principaux avantages d'une telle conception sont cependant appréciables : simplification de la construction mécanique du châssis (puisque le pont arrière et l'arbre de transmission sont, de ce fait, supprimés) ; facilité de conduite et surtout une plus grande sécurité dans les virages par suite de la diminution des risques de dérapage. Si la « traction avant » ne s'est pas imposée sur la majorité des voitures actuelles, c'est surtout à cause du problème de la répartition des charges sur les essieux qui pose celui de l'adhérence de l'automobile au sol, notamment en côte et au démarrage. Quant à présent, ce problème n'a pas encore reçu de solution satisfaisante pour une voiture de construction courante, dans laquelle le confort est une des conditions de plus en plus exigée par l'acheteur. Déjà, de nombreux essais ont été effectués sur des camions ; mais, au point de vue tourisme, ce sont surtout des voitures qui bénéficient des avantages précités, comme c'est le cas notamment en Allemagne. Les recherches se poursuivent donc dans tous les pays et, à notre avis, il se pourrait que, d'ici peu, la voiture à « traction avant » fût, elle aussi, fabriquée en grande série.

DANS une automobile, c'est l'adhérence des roues motrices au sol qui permet le mouvement de propulsion. On conçoit, par suite, aisément, l'importance qu'il peut y avoir à choisir comme roues motrices, soit les roues « avant », soit les roues « arrière », soit même les « quatre roues » à la fois.

Jusqu'à ces derniers temps, la presque totalité des voitures était à « traction arrière ». Or, depuis quelques années, un revirement très net se manifeste. Des constructeurs, de plus en plus nombreux, ont, en effet, établi des modèles de voitures à *traction avant*, qui ont donné de bons résultats, et certains même commencent à en fabriquer en grande série.

Rappelons, d'ailleurs, que l'emploi de la traction avant n'est pas nouveau. Le char de Cugnot, l'« ancêtre » des véhicules routiers, était un tricycle, dont la roue avant unique était actionnée par un moteur à vapeur porté par elle. Mais, sans avoir à remonter aussi loin, il suffit d'examiner l'histoire de l'automobile pour voir qu'à toutes les époques on a cherché à réaliser ce mode de propulsion.

Si l'on n'y est guère parvenu que dernièrement, cela tient aux difficultés techniques auxquelles on s'est heurté.

Un problème délicat à résoudre pratiquement : transmettre le mouvement du moteur à des roues pouvant s'orienter dans diverses directions

La transmission du mouvement du moteur aux roues avant est compliquée, en effet, du fait que celles-ci étant en même temps directrices, doivent pouvoir s'orienter à droite et à gauche, c'est-à-dire pivoter autour d'un axe vertical, d'un angle atteignant trente-cinq à quarante degrés de chaque côté. Il est, par suite, nécessaire de modifier les organes transmetteurs pour les adapter à cette nouvelle condition. On est alors amené à intercaler entre l'arbre moteur, qui garde une direction invariable par rapport à la voiture, et l'élément d'arbre fixé à la roue, qui participe aux mouvements de pivotement et d'orientation de celle-ci, des organes mécaniques assurant l'entraînement constant de ces deux arbres l'un par l'autre, quel que soit l'angle qu'ils puissent faire entre eux.

Ces organes peuvent être soit des *trains d'engrenages*, soit des *joints universels*.

L'emploi d'un *train d'engrenages* (fig. 1) présente l'inconvénient d'introduire au moins deux pignons de plus dans la transmission, d'où perte de puissance et bruit. Cette

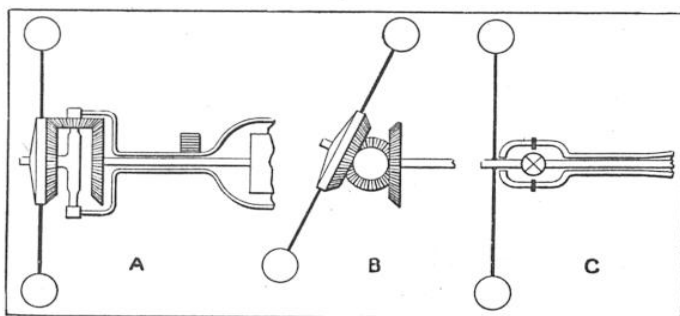


FIG. 1. — COMMENT ON TRANSMET A UNE ROUE DIRECTRICE ET ORIENTABLE LE MOUVEMENT DU MOTEUR
 Sur les figures A et B, on voit schématiquement comment on peut réaliser la transmission au moyen d'engrenages : l'extrémité de l'arbre de commande porte un pignon conique, qui entraîne un autre pignon perpendiculaire tournant librement autour de l'axe de pivotement de la roue. Celui-ci engrène, à son tour, avec une couronne dentée portée directement par la roue, qui tourne, par suite, en sens inverse de l'arbre de commande et à la même vitesse. Sur la figure B, on voit que l'entraînement de la roue n'est pas gêné par le pivotement ou « braquage » de celle-ci. La figure C montre un schéma d'une transmission par joint universel. L'arbre de commande allant à la roue est coupé à l'aplomb de l'axe de pivotement de celle-ci, et les deux moitiés ainsi constituées sont reliées ensemble par le joint.

solution, jadis adoptée sur des « poids lourds », est à peu près complètement abandonnée aujourd'hui.

Les *joints universels* sont des dispositifs de liaison directe, entre deux arbres, pour permettre l'entraînement de l'un par l'autre, quelle que soit leur orientation mutuelle.

Le plus simple d'entre eux est le joint de Cardan, appelé ainsi du nom du savant italien qui est censé l'avoir inventé.

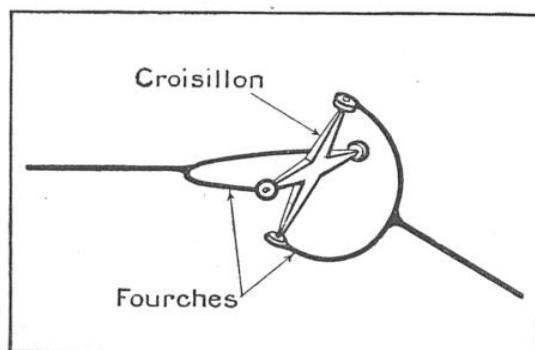


FIG. 2. — LE JOINT DE CARDAN

Il est constitué, en principe, par un croisillon à deux bras perpendiculaires, articulés respectivement dans deux fourches faisant corps avec les extrémités des arbres, dont on veut transmettre le mouvement de l'un à l'autre.

Qu'est-ce qu'un joint de cardan ?

Le joint de cardan est constitué, en principe, par un croisillon, dont les branches disposées à angle droit sont articulées respectivement dans des fourches perpendiculaires portées par les extrémités des deux arbres. On ne peut guère l'utiliser tel quel dans le cas qui nous occupe. Il présente, en effet, quand les deux arbres font entre eux un certain angle, l'inconvénient suivant : si les vitesses moyennes de rotation de ces arbres sont bien les mêmes, en ce sens que lorsque l'un d'eux fait un tour complet,

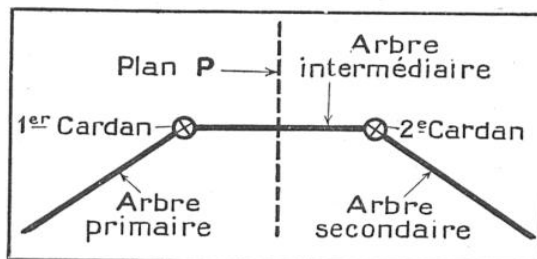


FIG. 3. — LE JOINT DE HOOKE OU DOUBLE CARDAN

Deux joints de cardan ordinaires sont reliés par un élément d'arbre intermédiaire. Pour que l'ensemble fonctionne convenablement, il est nécessaire que les deux arbres de transmission (arbre primaire et arbre secondaire) soient symétriques par rapport au plan P, perpendiculaire à l'arbre intermédiaire en son milieu.

l'autre en accomplit également un, par contre, leurs vitesses instantanées ne sont pas égales entre elles à chaque instant ; l'un d'eux (l'arbre d'entraînement venant du moteur ou du différentiel, par exemple) tournant à une vitesse constante, l'autre (le bout d'arbre portant la roue) tournera à une vitesse instantanée variable, passant à chaque tour par deux maxima et deux minima. Il en résultera une rotation saccadée de la roue, qui rendra la conduite de la voiture extrêmement désagréable dans les virages et même quasi impossible. Les constructeurs qui avaient cru pouvoir adopter ce dispositif, ont tous été forcés de l'abandonner.

On a donc été amené à rechercher des joints n'altérant pas la vitesse instantanée de rotation au passage d'un arbre à l'autre, et que l'on appelle, pour cette raison, « homocinétiques ».

Qu'est-ce que le joint de Hooke à « double cardan » ?

Le joint de Hooke est le plus ancien des joints homocinétiques. Il est constitué, en principe, par la combinaison de deux joints de cardan reliés par un arbre intermédiaire. Pour le bon fonctionnement de ce joint, l'arbre intermédiaire doit être maintenu également incliné sur les deux arbres de transmission, qui, eux-mêmes, doivent être situés dans un même plan. On peut arriver à ce résultat par différents moyens mécaniques. Les deux arbres de transmission et leurs joints de cardan respectifs sont, alors, comme on le

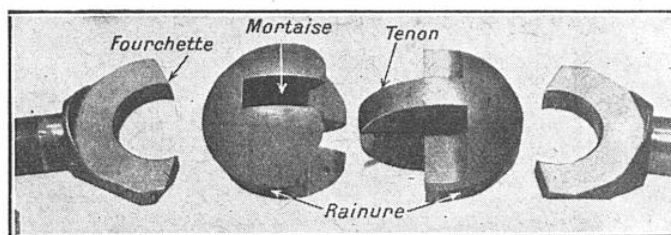


FIG. 4. — RÉALISATION PRATIQUE D'UN JOINT DE HOOKE

Les deux croisillons sont ici remplacés par deux « noix » sphériques jouant le même rôle et articulées dans des fourchettes portées par les extrémités des arbres de commandes. L'arbre intermédiaire est supprimé et les deux noix sont reliées directement entre elles par un « tenon » de l'une, qui pénètre et glisse à frottement doux dans une « mortaise » de l'autre.

comment s'effectue la transmission : l'arbre primaire tournant à vitesse constante, par exemple, transmet son mouvement par le premier cardan à l'arbre intermédiaire, qui tourne alors, comme cela a été exposé au paragraphe précédent, avec une vitesse instantanée constamment variable. Cet arbre transmet, à son tour, son mouvement au

voit sur la figure 3, symétriques l'un de l'autre, par rapport au plan P perpendiculaire à l'arbre intermédiaire en son milieu. Du fait de cette symétrie, les vitesses instantanées de rotation de ces arbres sont constamment égales entre elles. Voici

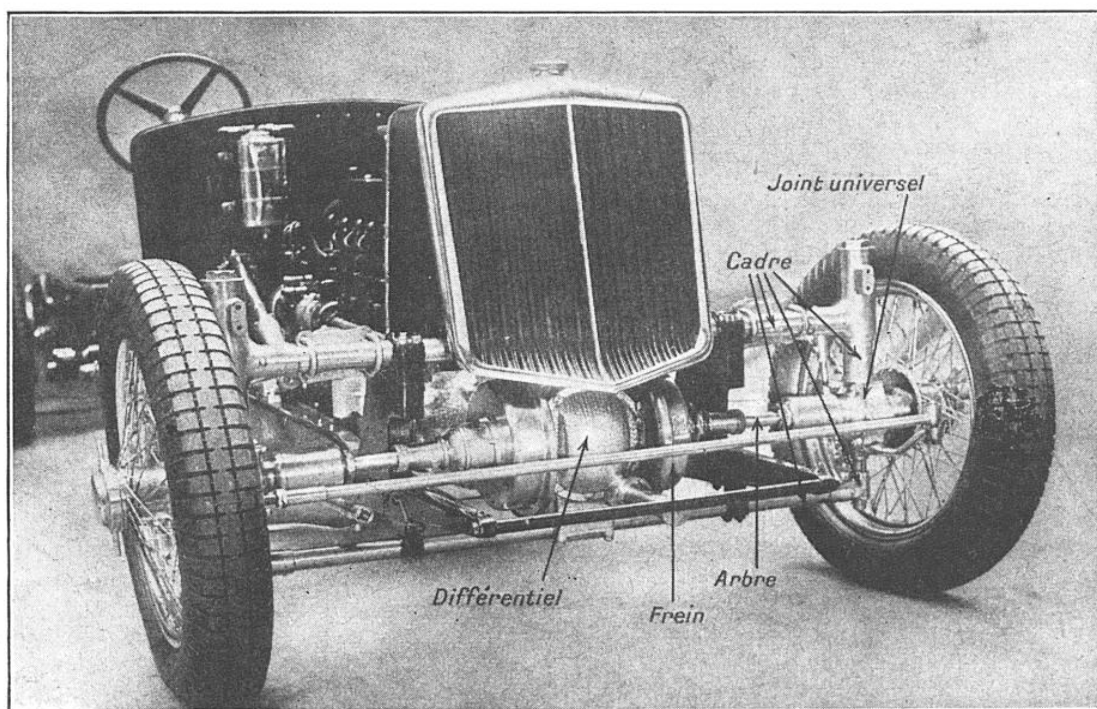


FIG. 5. — ESSIEU AVANT D'UNE VOITURE « TRACTA »

L'axe vertical de pivotement de la roue pivote et coulisse de bas en haut dans le montant vertical, en forme de tube, d'un cadre porté par le châssis de la voiture. Un ressort à boudin, logé dans ce tube, tend à s'opposer à ce mouvement de coulissement, et constitue la « suspension » de la voiture à cet endroit. L'effort moteur est transmis du « différentiel » à la roue par un arbre et un joint universel.

deuxième cardan, qui déforme à nouveau l'allure du mouvement et le ramène à un mouvement à vitesse constante qu'il transmet à l'arbre secondaire.

La plupart des joints homocinétiques actuellement utilisés sont des réalisations pratiques du joint de Hooke. Citons, en particulier, le joint américain *Mechanic* et le joint français *Tracta*, dû à M. P. Fenaille.

D'autres joints sont basés

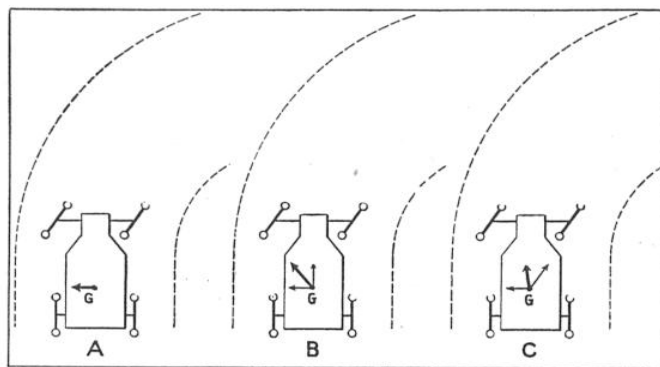


FIG. 6. — LA TRACTION AVANT AMÉLIORE LA SÉCURITÉ DANS LES VIRAGES

En A, on voit une voiture abordant un virage en roulant sur sa vitesse acquise. En plus des forces d'adhérence des pneus et de la résistance de l'air, elle est soumise à la force centrifuge, appliquée en son centre de gravité G et dirigée transversalement, qui tend à la faire dérapier. En B, on voit la même voiture à traction « arrière » accélérant dans le virage. Aux forces sus-indiquées, il faut ajouter la force de traction dirigée suivant l'axe de la voiture ; cette dernière donne, avec la force centrifuge, une résultante dirigée en biais. Les conditions sont donc meilleures. En C, on voit une voiture à traction avant dans les mêmes conditions. La force de traction étant parallèle aux roues avant, la résultante se rapproche de l'axe de la voiture ; les risques de dérapage sont ainsi considérablement réduits.

sur des principes un peu différents, mais faisant toujours appel à la symétrie, comme le joint *Weiss*. Les joints actuels donnent toute satisfaction du point de vue du fonctionnement, et une voiture à roues avant motrices, bien établie, équipée avec ces dispositifs, possède une direction au moins aussi douce et aussi agréable qu'une voiture à traction arrière. Nous allons voir qu'elle présente aussi d'autres avantages.

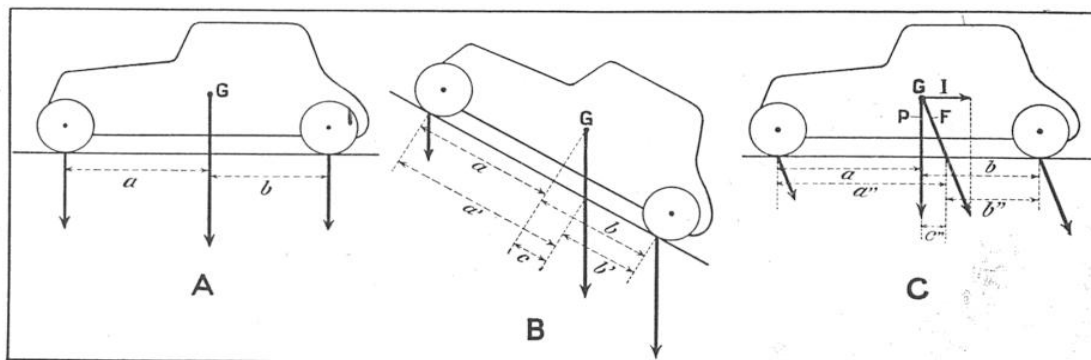


FIG. 7. — L'ADHÉRENCE DES ROUES AVANT D'UNE VOITURE, SUR LE SOL, DIMINUE EN COTE ET QUAND ON ACCÉLÈRE

En A, nous voyons une voiture au repos sur terrain plat. Son poids, appliqué au centre de gravité G, se répartit entre les roues avant et les roues arrière, de telle sorte que le rapport $\frac{\text{poids sur roues avant}}{\text{poids sur roues arrière}} = \frac{b}{a}$.

— En B, nous voyons la même voiture en côte ; le rapport $\frac{\text{poids sur roues avant}}{\text{poids sur roues arrière}}$ est égal à $\frac{b'}{a'}$ qui est plus petit que $\frac{b}{a}$. Tout se passe comme si le centre de gravité G était reporté en arrière de la quantité c, proportionnelle à la pente et à la hauteur de G au-dessus du sol. Avec la traction avant, il y a donc avantage, pour diminuer cet effet, à avoir le centre de gravité le plus bas possible. — En C, on voit la même voiture démarquant ou accélérant. Elle est soumise, en plus de son poids P, à une force d'inertie I dirigée vers l'arrière. La résultante F de ces deux forces, que nous appellerons « poids apparent », se répartit sur les roues avant et

roues arrière, de telle sorte que le rapport $\frac{\text{poids apparent sur roues avant}}{\text{poids apparent sur roues arrière}} = \frac{b''}{a''}$ qui est plus petit que $\frac{b}{a}$. Comme dans le cas précédent, tout se passe comme si le centre de gravité était reporté vers l'arrière de la quantité c''. Plus on accélère, plus I est grand, plus cet effet se fait sentir.

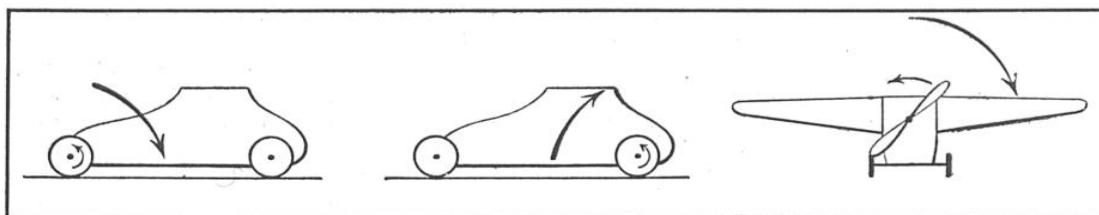


FIG. 8. — LE « COUPLE » DU MOTEUR, TRANSMIS AUX ROUES, DÉCHARGE LES ROUES AVANT EN CHARGEANT LES ROUES ARRIÈRE

Le schéma de gauche se rapporte à une voiture à traction avant ; celui du milieu, à une voiture à traction arrière. Sur ces schémas, la voiture roulant normalement, un couple s'exerce constamment entre les roues motrices (avant ou arrière) et le corps de la voiture. Ce couple tend à faire pivoter la voiture autour des roues motrices dans le sens des grandes flèches, et, par suite, dans le premier cas, à appliquer les roues arrière sur le sol ; et, dans le second, à soulever les roues avant. Cela revient, dans les deux cas, à charger les roues arrière en déchargeant les roues avant. Ce phénomène est analogue à ce qui se passe dans les avions (schéma de droite) : entre l'hélice et le corps de l'appareil, s'exerce un couple qui tend à faire tourner l'avion en sens inverse de l'hélice. Pour contrecarrer cet effet, on peut utiliser, en pratique, plusieurs procédés. On peut, en particulier, établir entre les ailes de l'avion une dissymétrie destinée à rétablir l'équilibre.

La traction avant permet de simplifier la construction mécanique du châssis et de la carrosserie

Le moteur de la voiture étant déjà à l'avant et la transmission se faisant aux

roues avant, il n'y a, évidemment, plus d'arbre de transmission allant à l'arrière, ni de pont arrière. C'est appréciable, car la simplification mécanique qui en résulte compense largement la complication apportée à l'essieu avant. En outre, la suppression

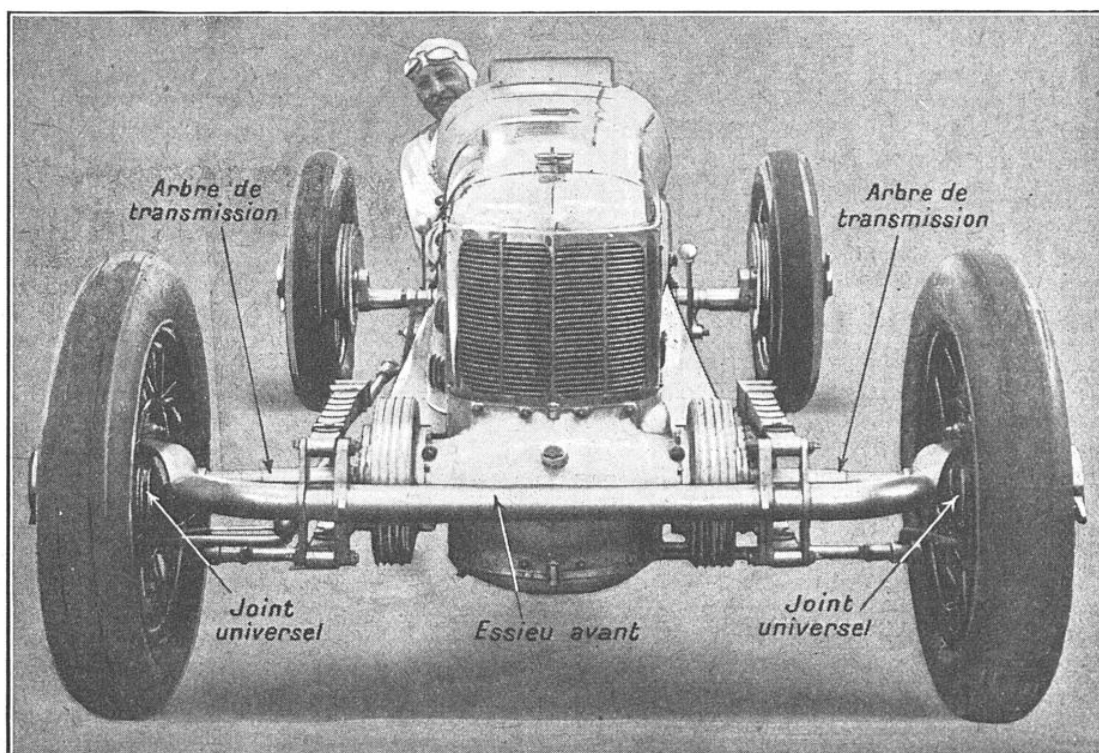


FIG. 9. — VOITURE DE COURSE AMÉRICAINE « MILLER », A TRACTION AVANT

Dans cette voiture, les deux roues sont portées par un essieu avant suspendu au châssis par des demi-ressorts longitudinaux. Le mouvement leur est transmis par arbres et joints universels.

de ces organes encombrants et lourds facilite l'établissement de la carrosserie, et permet d'abaisser le châssis et le centre de gravité de la voiture. C'est là un premier facteur de sécurité ; chacun sait, en effet, que plus le centre de gravité est bas, moins il y a de risques de capotage.

On a bien cherché, avec la traction arrière, à obtenir des avantages du même ordre, en plaçant le moteur à l'arrière. Les tentatives faites dans ce sens n'ont guère été couronnées de succès, par suite, notamment, de la difficulté de loger le radiateur pour obtenir un refroidissement suffisant.

L'emploi des roues avant motrices est aussi un facteur de sécurité

Tous ceux qui ont eu l'occasion de circuler dans une voiture à roues avant motrices ont pu se rendre compte qu'à vitesse égale, ils se sentent beaucoup plus en sécurité qu'avec une voiture à traction arrière : dans les virages, lorsque le conducteur accélère, il a l'impression, en quelque sorte, que la voiture « colle » à la route ; les raisons de ce phénomène sont assez complexes ; néanmoins, nous allons essayer d'en donner une explication élémentaire (voir fig. 6).

En *A*, on voit une voiture lancée dans un virage et roulant sur sa vitesse acquise ; cette voiture, en dehors des forces de frottement des roues sur le sol et de la résistance de l'air, n'est soumise qu'à la force centrifuge dirigée transversalement et qui tend à la faire déraiper et sortir du virage.

En *B*, la même voiture à traction arrière est lancée dans le virage, son conducteur accélérant. En plus des forces que nous venons d'indiquer, il y a lieu d'ajouter la force de propulsion des roues arrière, dirigée suivant l'axe de la voiture. Cette force, combinée avec la force centrifuge, donne une résultante dirigée en biais, qui tend encore à faire déraiper la voiture, mais dans une direction oblique. Les conditions sont donc meilleures ; c'est pour cela, d'ailleurs,

qu'on conseille toujours aux conducteurs d'accélérer dans les virages.

En *C*, on voit enfin une voiture à traction avant dans les mêmes conditions. La force de traction, au lieu d'être dirigée suivant l'axe de la voiture, est dirigée parallèlement aux roues avant. La résultante de cette force et de la force centrifuge se rapproche beaucoup plus de l'axe de la voiture, ce qui diminue dans des proportions considérables les risques de dérapage.

Mais il est rare, cependant, qu'une solution nouvelle n'apporte avec elle que des

avantages. Voyons donc maintenant les inconvénients que lui reprochent les techniciens.

Une bonne adhérence est plus facile à obtenir avec la traction arrière

On sait que l'adhérence d'un véhicule routier, nécessaire pour qu'il ne patine pas, dépend directement du poids supporté par les roues motrices. Pour avoir l'adhérence maximum, on doit donc répartir les masses de manière à charger les roues motrices en déchargeant les autres, ce

qui revient à reporter le plus possible le centre de gravité de l'ensemble sur les roues avant, en cas de traction avant, ou sur les roues arrière, en cas de traction arrière.

Mais cette répartition étant ainsi établie, il se produit, quand la voiture démarre, qu'elle accélère ou qu'elle est en côte (c'est-à-dire justement au moment où l'on a besoin d'avoir la meilleure adhérence possible), un déséquilibre qui tend à reporter une partie du poids apparent sur les roues arrière en déchargeant d'autant les roues avant, comme le montrent les schémas ci-contre (fig. 7 et 8).

Pour avoir des résultats satisfaisants, on est donc amené à reporter encore davantage le centre de gravité vers l'avant, ce qui est quelquefois difficile en pratique. La solution idéale pour le problème de l'adhérence serait, évidemment, d'avoir les quatre roues motrices, mais cela entraîne des complications mécaniques trop grandes qui ne sont guère

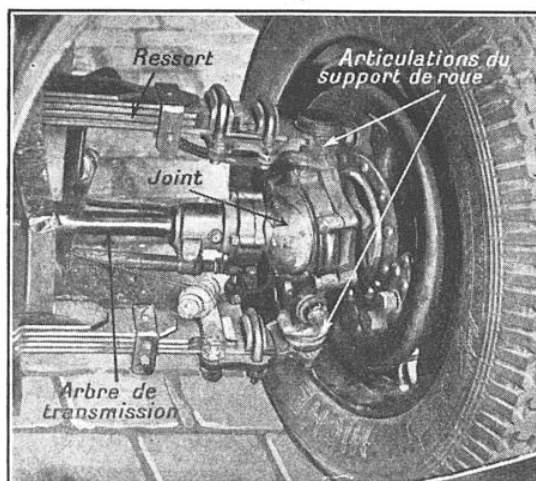


FIG. 10. — ESSIEU AVANT MOTEUR « DONNET »
La transmission se fait, comme dans tous les cas précédents, par joint universel. La suspension est réalisée par des ressorts transversaux.

en rapport, en général, avec les résultats obtenus ; aussi n'est-ce que dans certains cas particuliers, voitures de course ou de luxe, par exemple, que cette solution a été appliquée.

Mais les avantages de la traction avant l'emportent nettement sur les inconvénients

Les avantages de la traction avant, que nous avons exposés précédemment, sont indiscutables et indiscutés ; les inconvénients sont réels, mais il est possible d'y remédier. Cela amènera, sans doute, des changements notables dans la disposition des principaux organes (moteur, boîte de vitesses, etc.), en particulier pour reporter le centre de gravité sur les roues avant ; les constructeurs auront peut-être à modifier la forme des moteurs actuels allongés qu'ils pourront remplacer par des moteurs plus ramassés ou disposés transversalement, pour diminuer la longueur du capot. Il semble, d'ailleurs, que la traction avant soit plus intéressante pour les petites voitures que pour les grandes. Les voiturettes actuelles sont, en effet, trop rapides, en général, pour la sécurité qu'elles offrent, et cela à cause de leur légèreté même. Or, comme nous l'avons dit, cette sécurité peut être améliorée considérablement par le mode de propulsion par traction avant.

Où en est le développement de la traction avant dans les différents pays ?

Tous les pays à production automobile s'intéressent à la question des roues avant motrices, mais, chose curieuse, ce n'est ni en Amérique, ni en Angleterre, ni même en

France qu'elle a fait le plus de progrès dans le domaine de la pratique.

C'est l'Allemagne, qui, malgré sa production relativement faible, tient de beaucoup la tête, dans ce domaine.

Plusieurs firmes importantes, *D. K. W.*, *Støwer*, *Adler*, etc., fabriquent aujourd'hui, en grande série, des voiturettes bon marché à traction avant. Les usines *D. K. W.*, notamment, ont sorti, depuis un an, plus de cinq mille voiturettes de ce type, dont le prix est

compris entre 1.600 et 2.000 marks (10.000 à 12.000 francs environ).

Ces voiturettes, pourvues d'un petit moteur à 2 cylindres 2 temps, très ramassé, sont, d'ailleurs, munies d'un dispositif de transmission de conception française (joint « Tracta »).

Il y a tout lieu de supposer que les voitures à roues avant motrices seraient, à l'heure actuelle, entrées dans la pratique courante, sans la crise économique, qui se fait sen-

tir dans l'industrie automobile plus durement peut-être que partout ailleurs.

L'établissement d'un nouveau modèle, à lancer en grande série sur le marché, coûte, en effet, des sommes considérables. Il est nécessaire de procéder à des études très poussées et à des essais multiples ; le nouvel outillage coûte cher. On conçoit facilement, par suite, que les constructeurs ne soient guère tentés, pour le moment, de se lancer dans une pareille aventure, même avec la quasi certitude d'obtenir des résultats satisfaisants. Mais que l'horizon économique s'éclaircisse et nous verrons certainement de nombreuses firmes offrir à leur clientèle des voitures à traction avant.

A. CHARMEIL.

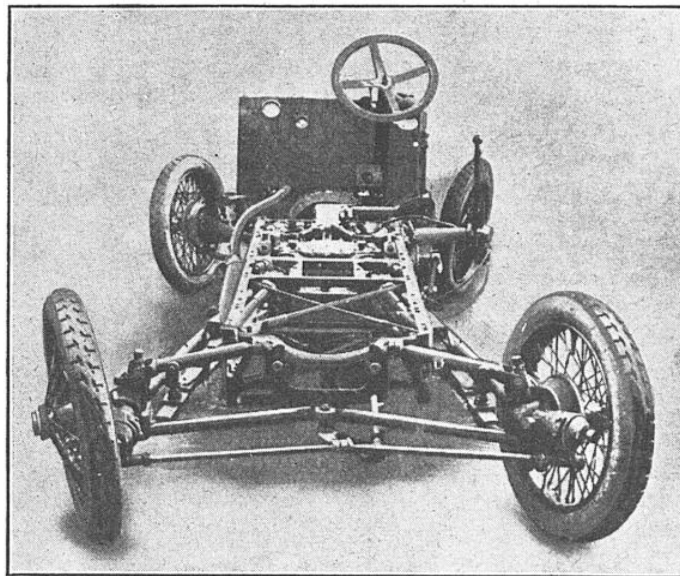
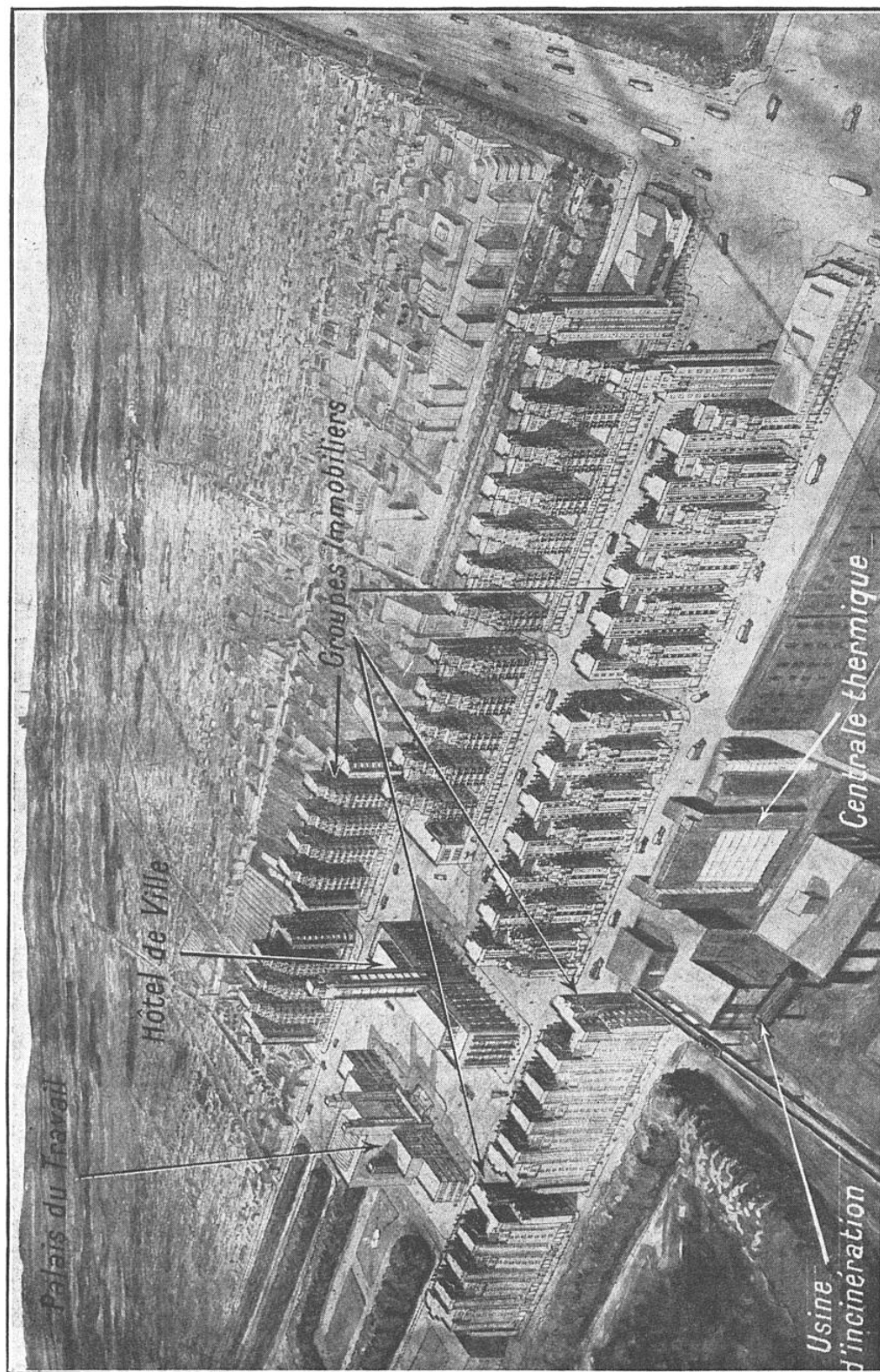


FIG. 11. — VOITURE A QUATRE ROUES MOTRICES ET DIRECTRICES

C'est la solution la meilleure au point de vue de l'adhérence, mais elle entraîne, comme on le voit sur la figure, une extrême complexité du châssis. Elle ne semble guère applicable, en conséquence, à l'heure actuelle, que dans certains cas particuliers (voitures de course, voitures de luxe, etc.).



LE QUARTIER NEUF DE VILLEURBANNE, PRÈS LYON, ACTUELLEMENT EN CONSTRUCTION

Vue d'ensemble du quartier neuf de Villeurbanne, où une population de plus de 10.000 âmes trouvera abri et qui sera le centre de la vie administrative et sociale de la cité. L'ensemble des constructions occupera une superficie de 4 hectares et demi et bénéficiera des derniers progrès de l'urbanisme.

LA SCIENCE AU SERVICE DE LA CITÉ

VILLEURBANNE, MODÈLE D'URBANISME

Par R. CHENEVIER

Science de la cité, visant à enrichir la vie de l'homme, considéré en tant qu'unité de la cellule sociale, de tous les perfectionnements techniques que le génie de l'homme a réalisés, l'urbanisme est une science essentiellement moderne. Il n'y a pas bien longtemps encore, nulle méthode, nul esprit de rationalité ne présidaient à la formation des cités qui s'élevaient dans la licence des volontés individuelles. Si bien que les cités ne figuraient plus qu'une juxtaposition désordonnée de cellules individuelles auxquelles seules les voies de communication, les établissements publics donnaient un caractère de communauté. Contre cette conception archaïque, la science s'est insurgée. Améliorant les conditions de l'habitat, elle a imposé à l'habitat des formules nouvelles. Elle a rogné l'individualisme dans ce qu'il avait d'excessif et d'incohérent. Elle a appuyé le développement d'un sens nouveau, le sens social, et, ramassant dans une synthèse tous les apports qu'elle pouvait faire à la vie domestique de l'homme, élément de la communauté, elle a créé cette science : l'urbanisme. Science nouvelle, disions-nous tout à l'heure. Elle est d'hier, en effet, la génération du gaz, instrument de chauffage, de l'électricité, instrument d'éclairage, de l'incinération des ordures ménagères, de la construction métallique, des moyens de transport en commun. D'hier aussi l'application du béton armé, du chauffage urbain. Il y a un demi-siècle, faute d'éléments et d'assises, l'urbanisme fût mort avant que d'être né. Aujourd'hui, riche de la masse des apports techniques, il est la loi des cités assez fortes pour ne pas craindre d'abdiquer une personnalité en le prenant pour règle. C'est à cette loi que Villeurbanne, cité ouvrière, obéit aujourd'hui en élevant sur son territoire un ensemble immobilier doublé d'une centrale thermique de distribution de chauffage domestique et industriel, et d'une usine d'incinération d'ordures ménagères. Cette manifestation d'urbanisme est, à tous égards, sans précédent en France.

Les caractéristiques du bloc immobilier

LE problème le plus impérieux qui se pose aux cités en pleine croissance est le problème du logement. Villeurbanne, aujourd'hui ville de 82.000 habitants, dont la population croît annuellement de 5.000 à 6.000 habitants, n'y a pas échappé.

En soi, construire n'est rien. Mais construire économiquement, scientifiquement, est tout. Surtout quand la construction se fait à une large échelle, quand elle se propose de constituer à elle seule l'habitat d'une petite cité.

L'originalité de la conception de Villeurbanne tient autant dans l'harmonie et dans le caractère complet de l'œuvre réalisée que dans les méthodes proprement techniques mises en œuvre. Le quartier neuf de cette ville ouvrière, aux moyens financiers modestes, mais au souci rigoureux d'économie, sera tel que nulle autre ville de France ne pourra s'enorgueillir d'un tel ensemble immobilier.

Qu'on imagine une avenue centrale de

310 mètres de long, de 28 mètres de large, bordée d'immeubles de onze étages et dont les deux immeubles d'accès, formant entrée monumentale, développent dix-huit étages. Au bout de cette avenue, perpendiculairement, se dresse la maison commune, l'hôtel de ville, s'étendant sur 90 mètres de long et surplombé d'une tour de 60 mètres. En arrière de l'hôtel de ville, une vaste place. Au fond de l'arc s'élève le palais du travail, maison du peuple, dont la fonction sociale est particulièrement importante dans une ville ouvrière. Et, complétant cet ensemble, légèrement en dehors de lui, l'usine d'incinération d'ordures ménagères et la centrale thermique, dispensatrice de chaleur.

Notre rôle n'est point de développer ici l'esthétique de la conception. Les photographies des maquettes que nous reproduisons s'en acquitteront à merveille. Il est simplement de marquer les progrès, de définir les novations et d'exposer les particularités techniques de l'œuvre.

Celles-ci sont nombreuses. Ainsi l'éclairage de l'avenue centrale sera un éclairage latéral

assuré au moyen de puissants réflecteurs électriques placés, de 20 en 20 mètres, sur les façades des immeubles, à hauteur du premier étage. De ce fait, les trottoirs et la chaussée seront complètement dégagés, libres de tout lampadaire.

Quant aux constructions elles-mêmes, les unes, hôtel de ville et palais du travail, sont faites en béton armé, tandis que les immeubles

Les vidanges d'ordures ménagères y aboutissent. Ainsi, grâce à cette voie, réservée aux opérations de manutention, l'avenue principale ne sera jamais encombrée par des camions de chargement ou par des autos-tombereaux. Elle conservera son caractère d'avenue de plaisance.

Enfin, et c'est là un point qui mérite considération, les 1.700 logements qui constituent

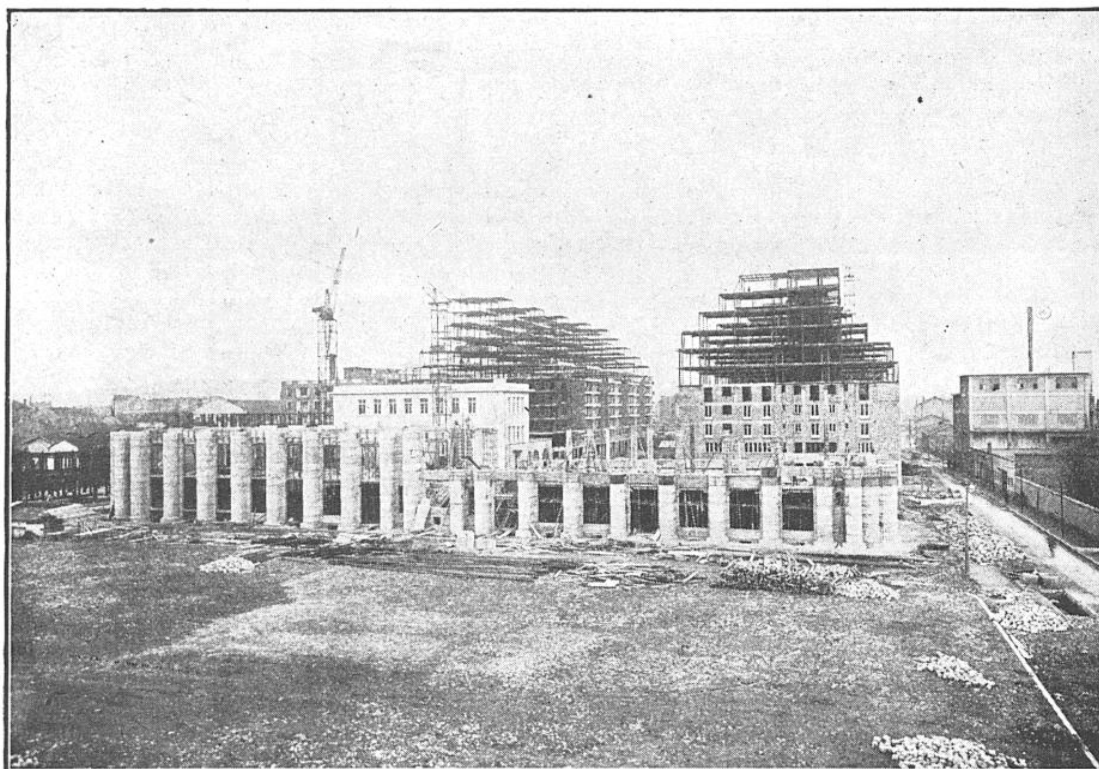


FIG. 1. — LE FUTUR HOTEL DE VILLE DE VILLEURBANNE

Dû à M. Giraud, Grand Prix de Rome, le nouvel hôtel de ville sera construit en béton armé. A son centre, il sera surmonté d'une tour de 60 mètres de haut qui dominera la nouvelle cité.

d'habitation sont en charpentes métalliques et en briques, d'où à la fois une économie et une plus grande rapidité d'élévation.

Les plans de ces immeubles, plans dus à M. Morice Leroux, architecte, qu'on ne saurait trop louer pour son sens de la psychologie du locataire autant que pour son ingéniosité, offrent certaines caractéristiques bien curieuses. Entre autres, tous les immeubles sont traversés, au rez-de-chaussée, dans le sens longitudinal, par un large couloir réservé à l'accès et à la sortie des marchandises. Ce couloir aboutit à la fois à des sorties latérales et, par des vestibules, à des sorties s'ouvrant sur les voies extérieures.

le bloc immobilier d'habitation seront tous desservis par des ascenseurs, comporteront tous le chauffage central, l'eau chaude sur la pierre à évier, la vidange des ordures et, naturellement, le gaz et l'électricité. Une grande partie d'entre eux seront munis de salles de bains.

Or, malgré tous ces aménagements intérieurs, les prix de location seront inférieurs d'un bon quart aux prix pratiqués dans la région lyonnaise pour des immeubles neufs similaires. De plus, le bilan financier de cette vaste entreprise se soldera par un parfait équilibre, sans entraîner la moindre charge fiscale pour le budget de la commune. Et là,

avouons-le, ne réside pas la moindre originalité de la magnifique opération effectuée par la municipalité de Villeurbanne.

L'incinération des ordures ménagères

Cité de 82.000 habitants, Villeurbanne laisse journellement une moyenne de 40 à 45 tonnes d'ordures ménagères qu'une usine (1) incinère selon la formule appliquée

séchage. Les fours — deux cellules Bréchat — ont une capacité d'incinération de 1.400 kilogrammes de gadoue par heure, et brûlent les 40 tonnes quotidiennes en seize heures environ. La vapeur produite — 1 kilogramme de vapeur pour 1 kilogramme de gadoue — est employée au chauffage domestique d'un groupe d'habitations à bon marché et à celui du dispensaire d'hygiène.

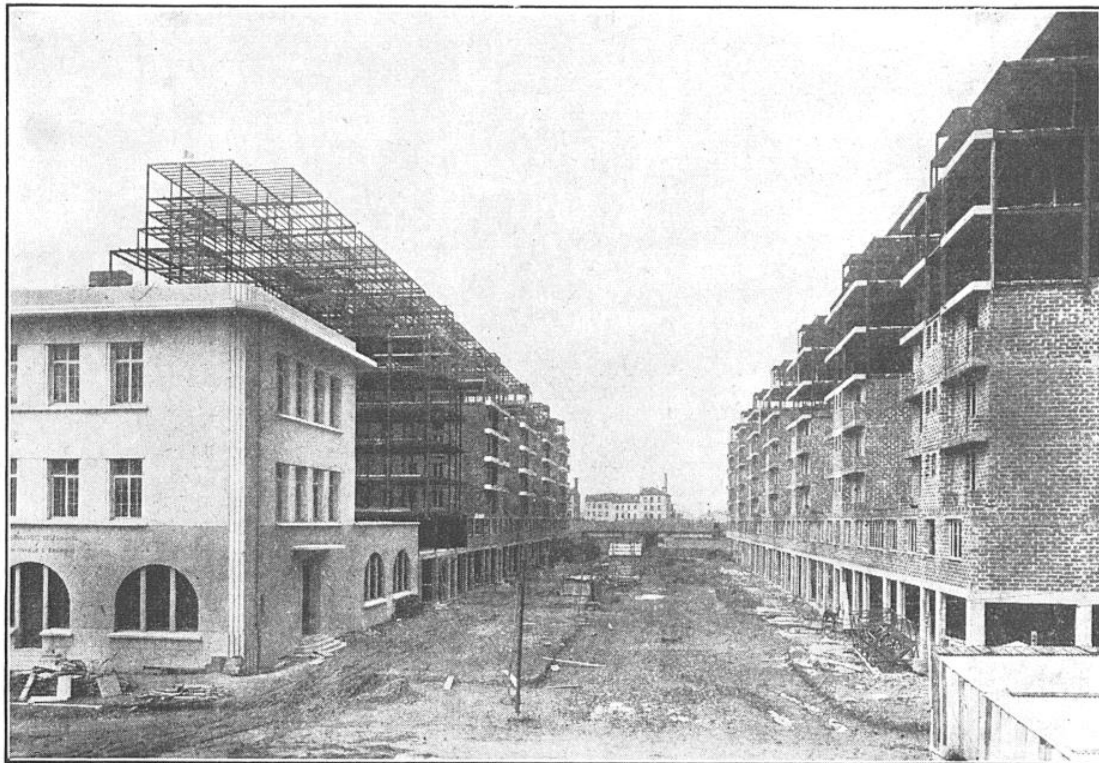


FIG. 2. — L'AVENUE DE L'HOTEL-DE-VILLE, A VILLEURBANNE

Prise de l'hôtel de ville, cette photographie présente une vue centrale de l'avenue principale, longue de 310 mètres et bordée d'immeubles d'habitation, en construction, de onze étages de hauteur.

à Paris. Une différence cependant : alors que Paris transforme la vapeur produite en énergie électrique, Villeurbanne n'accomplit pas cette transformation. Le bon marché de l'électricité dans la région lyonnaise la rend inutile : 1 franc le kilowatt-heure lumière et 0 fr. 30 le kilowatt-heure force.

L'installation d'incinération, doublée d'une briquetterie pour l'utilisation du mâchefer, est classique. Les autos-tombereaux vident leur chargement de gadoues dans une fosse de 90 mètres cubes. De là, une benne prenante sur pont roulant les prend, les verse dans la trémie des fours sur la tôle de

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 175, page 34.

L'excédent est fourni à de nombreux petits industriels.

Quand la centrale thermique entrera en fonction, la vapeur produite par l'usine d'incinération servira à réchauffer l'eau chaude de retour aux chaudières. Un accumulateur de vapeur, d'une capacité de 100 mètres cubes, est construit et déjà utilisé pour permettre de parer aux besoins en cas de charges subites.

Les mâchefers — 300 kilogrammes par tonne d'ordures — vidés de la corbeille des fours, sont concassés à l'état incandescent, puis éteints dans un caniveau plein d'eau, d'où une chaîne trainante les retire. Séchés,

ils subissent un nouveau concassage, sont triés au trieur magnétique et envoyés à la briquetterie, où quatre presses les transforment en hourdis ou corps creux. En huit mois de 1931, 80.000 hourdis ont été fabriqués ainsi.

Un système très complet d'épuration empêche les émissions de fumée et de poussière, et donne l'exemple aux industriels de la commune, qui, nous l'avons vu, ne paraissent pas avoir grand soin de l'hygiène. La main-d'œuvre est réduite au minimum et ne comprend pas plus de dix hommes. C'est ainsi qu'un seul mécanicien assure le travail de la benne preneuse : prise des ordures dans la fosse et chargement des fours.

Quand le bloc immobilier sera construit et habité, l'usine d'incinération recevra un nouvel apport de gadoue. Aussi, en prévision de cet apport, l'emplacement de deux fours nouveaux a-t-il été réservé. Marchant à quatre fours, l'usine pourra aisément incinérer 75 tonnes d'ordures par jour.

Du chauffage individuel au chauffage collectif

Avant d'en venir maintenant à l'exposé du système de chauffage urbain mixte par eau chaude à 180°, système rationnel, économique, et que Villeurbanne est la première cité à appliquer en Europe, examinons rapidement les divers modes de chauffage qui sont encore les plus communément employés.

Dans nombre d'habitations de construction relativement ancienne, le chauffage au moyen de poêles règne encore. Mais, bien qu'il en ait été de ces appareils comme de tous les autres, bien qu'ils aient reçu de nombreux perfectionnements, leur rendement reste toujours inférieur à 40°, et leur utilisation entraîne de multiples inconvénients d'ordres divers : combustible coûteux, transport de ce combustible aux étages, dangers considérables résultant des gaines multiples qui traversent les appartements et, se fissurant à la longue, dégagent fatalement de l'oxyde de carbone.

Un autre système plus récent est le chauffage central individuel. Ce système, qui, au point de vue hygiène, est notablement supérieur au précédent et permet, en outre, le réglage des températures, a, par contre, d'évidentes infériorités d'ordre économique. Le combustible anthraciteux employé est d'un prix élevé, le transport de charbon aux étages est coûteux et constitue le même anachronisme que constituerait aujourd'hui le portage de l'eau. Enfin, le rendement des chaudières est assez élevé.

Quant au troisième système, qui se généralise de plus en plus dans les constructions immobilières modernes, s'il est supérieur aux précédents, il n'en présente pas moins encore de notables inconvénients : prix du combustible, frais de personnel, difficulté d'obtenir une chauffe mesurée et économique. Une mauvaise conduite de chaudière se traduit, pour les locataires, par un supplément parfois excessif du prix du chauffage.

Dès lors, il était tout indiqué de chercher à aller plus avant dans la voie de la rationalisation et de remplacer ces sources isolées de chaleur, qui sont nécessairement des chaudières brûlant des combustibles spéciaux d'un prix élevé, avec un rendement n'excédant pas 60 %, par une source centrale à chaudières multiples ayant un rendement thermique de 80 % et une marche industrielle.

L'avènement et l'extension du chauffage urbain

On sera peut-être surpris d'apprendre que le chauffage urbain, qui fait figure de réalisation moderne, date de 1877. Cette année-là, en effet, l'ingénieur américain Birdsah Hoky dota la ville de Lockport de 2 kilomètres de conduites souterraines joignant une chaufferie à quatorze immeubles. La formule étant heureuse et les difficultés techniques aisément surmontables, le chauffage urbain conquiert promptement ses lettres de noblesse, et de Lockport déborda sur les Etats-Unis, puis sur l'Allemagne.

Aujourd'hui, trois cents cités américaines et canadiennes, dont New York, Boston, Saint-Louis, Chicago, Pittsburg, Detroit, Kansas-City, sont chauffées au chauffage urbain. Et telle est la vogue du système, que de petites cités, qui, chez elles, n'ont jamais vu la neige et ne groupent pas plus de 15.000 habitants, l'ont adopté.

En Allemagne, le chauffage urbain fit son apparition en 1900, à Dresde, où la centrale électrique desservit douze établissements publics. Mais la première application à des consommateurs privés ne fut réalisée qu'en 1921. Ce fut Hambourg qui donna le branle. Kiel et Barmen-Rethaus suivirent en 1922 ; Brunswick, en 1924 ; Charlottenburg, Berlin, en 1925. Quoique nettement en retard sur l'Amérique du Nord, l'Allemagne développa le chauffage urbain à une cadence accélérée. En 1927, elle ne comptait qu'une vingtaine de réseaux de distribution, mais les prévisions s'accordaient à lui en attribuer une centaine dans un laps de temps d'une dizaine d'années.

Le plus puissant réseau de distribution

de chauffage urbain du monde est, naturellement, celui de New York, qui comporte quatre centrales, 80.000 mètres carrés de surface de chauffe, compte deux mille clients et 61 kilomètres de conduite. En Europe, c'est Hambourg qui tient la tête, avec deux centrales, quarante bâtiments desservis et 15 kilomètres de conduites.

Jusqu'à ces dernières années, la technique

fortes pressions initiales (35 kilogrammes au centimètre carré), travaille en mixte, ce qui lui permet de disposer d'une forte contre-pression (3 kilogrammes au centimètre carré).

Des essais de chauffage urbain à l'eau chaude sous pression, effectués, il y a une dizaine d'années, à Boston, notamment, n'avaient pas donné satisfaction, malgré la très évidente supériorité de l'eau sur la va-

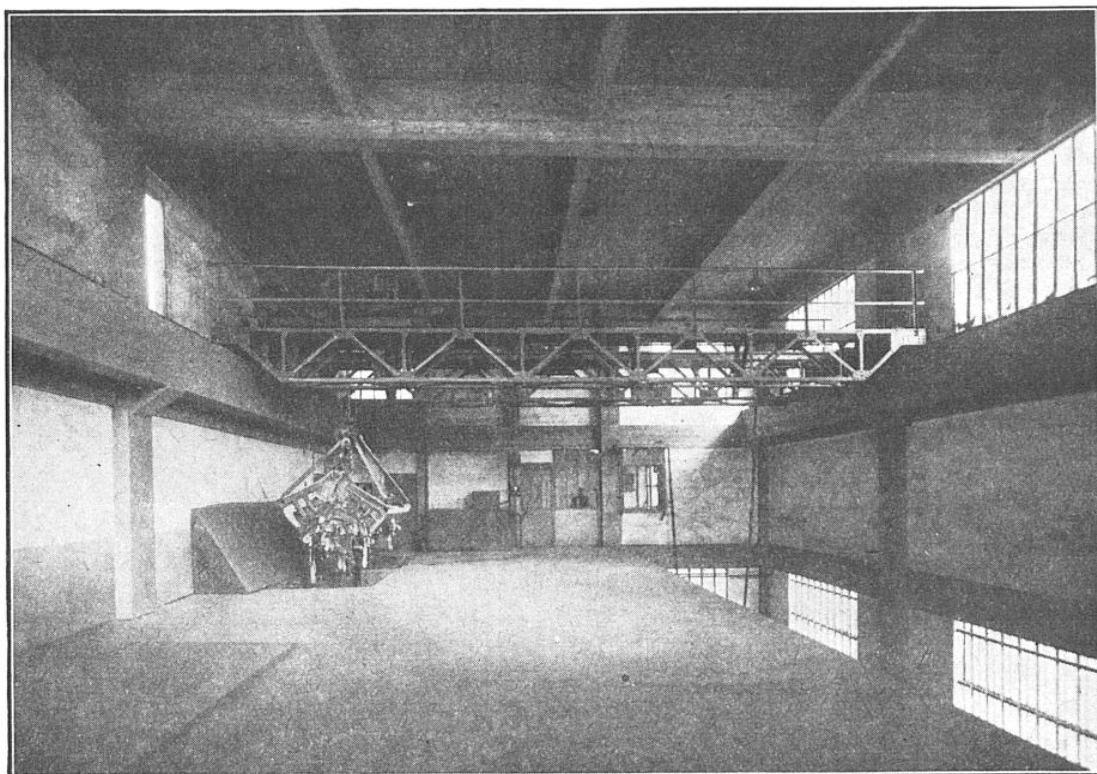


FIG. 3. — COMMENT SONT MANIPULÉES LES ORDURES MÉNAGÈRES

La prise des ordures ménagères par la benne preneuse circulant sous pont roulant, leur vidange dans les trémies des fours, sont effectuées par un mécanicien soigneusement isolé dans une cabine de verre. Ainsi est-il préservé des poussières et impuretés dégagées par les gadoues.

du chauffage urbain faisait appel à la vapeur comme véhicule de calories. Aux Etats-Unis, cette vapeur était demandée, soit aux excédents ou aux échappements de centrales thermiques, comme à Lockport, soit à des chaudières de pression relativement élevée, comme à Detroit, Pittsburgh, Rochester, etc. En Allemagne, au contraire, la tendance générale était d'emprunter la vapeur d'échappement ou de la prélever sur les machines des vieilles centrales électriques. D'où une utilisation mixte qui a été mise à profit jusque dans les nouvelles centrales. Ainsi, celle de Charlottenburg, qui comporte de très

peur comme conducteur de calories. Aussi, l'eau avait-elle été abandonnée presque complètement, si complètement même que, lorsqu'il s'est agi, en 1927, d'installer à Paris un réseau de chauffage urbain, les techniciens ont pensé, tout d'abord, à faire appel à la vapeur produite par les chaudières de l'ancienne usine du métropolitain, à Bercy.

Mais, depuis 1927, le chauffage à eau chaude a fait des progrès considérables, si considérables même qu'aujourd'hui il détrône la vapeur et que toutes les installations nouvelles de quelque envergure se font à base d'eau chaude.

Pourquoi l'eau chaude est-elle supérieure à la vapeur ?

Entre une distribution de chauffage urbain à base de vapeur (pression de 10 kilogrammes au centimètre carré) et une distribution à base d'eau chaude (à une température de 180° à 200°), aucune hésitation n'est possible.

La vapeur exige un matériel important, des stations et sous-stations de pompage pour le refoulement des eaux de condensation vers la chaufferie, d'où un surcroît de main-d'œuvre, de frais d'exploitation et d'entretien. Si, au contraire, à l'installation de ce matériel, on préfère la perte des eaux de purge, alors cette perte se traduit par un abandon sensible de calories, ces eaux ayant encore une valeur calorifique de 25 % de leur valeur initiale. En faire le sacrifice équivaut donc à faire le sacrifice de 25 calories sur 100. Mais ces calories perdues doivent être remplacées. D'où une dépense supplémentaire de combustible, dépense qui, dans certains pays comme la France, dont l'infériorité houillère est manifeste, est d'une importance manifeste et grève les prix de revient.

Avec l'eau chaude, la suppression totale des pertes est quasi réalisée. A peine quelques mètres cubes par jour, perdus par rayonnement, pour une installation de 250 tonnes d'eau. Et cela se conçoit aisément, puisque l'eau sous pression circule en circuit fermé, ne comportant pas de purgeurs, ou de détenteurs. D'où une meilleure et plus complète utilisation des calories, et corrélativement une économie. D'où aussi, par l'absence de purgeurs et de détenteurs, un allègement sensible des frais d'installation.

En outre, l'eau permet une accumulation de chaleur dans le réseau. Elle a un volant de chaleur, une inertie calorifique que la vapeur ne possède pas. Quand un réseau est plein de vapeur, il est plein. Impossible d'y accumuler des calories au delà de cette marge limite.

Enfin, les canalisations sont à l'abri de toute corrosion, l'eau de circulation ne contenant pas d'oxygène. Leur conservation est donc pratiquement indéfinie, et influe sur l'amortissement et les frais d'entretien du matériel.

Quant à la supériorité du rendement, elle est évidente et résulte partiellement des considérations précédentes. Ce rendement est, pour un système de distribution utilisant l'eau chaude sous pression, de l'ordre de 72 à 75 % des calories-charbon introduites dans la chaufferie, tandis qu'il est

inférieur à 50 % pour un chauffage à la vapeur. Or, au plus fort rendement correspond la plus grande économie.

Le chauffage mixte, novation technique

L'originalité essentielle du système de distribution de chauffage urbain réalisé à Villeurbanne est qu'il comporte le chauffage mixte, c'est-à-dire le chauffage domestique et le chauffage industriel.

Il n'est point malaisé d'apercevoir pour quelles raisons principales Villeurbanne a été amenée à réaliser une telle installation. Là, comme ailleurs, l'intelligente cité a été conduite par des considérations relevant à la fois de l'économie et de l'hygiène.

Raisons d'économie, car la durée d'utilisation du chauffage domestique est annuellement très faible. Elle ne représente guère que 850 heures d'utilisation à pleine charge. Quotient très faible de la puissance installée par le temps d'utilisation, et mauvais facteur de charge.

Les besoins industriels étant presque permanents, portant sur trois cents jours de l'année au lieu de ne porter que sur cent cinquante jours, comme les besoins domestiques, il est apparu aussitôt à la municipalité de Villeurbanne que la recherche d'un coefficient élevé d'utilisation de son installation de distribution d'eau chaude ne serait satisfaite que par l'adjonction du chauffage industriel au chauffage domestique. Egalement, l'amortissement, plus largement réparti, apparaîtrait proportionnellement plus faible.

En s'engageant dans cette voie, Villeurbanne apportait aux industries de la commune un progrès doublé d'une économie. Libérant les entreprises du souci des chaufferies, elle les libérait du même coup des frais que comportent ces installations. Elle leur permettait d'affecter à d'autres emplois les superficies occupées par les chaudières. Elle leur rendait la libre disposition des capitaux jusqu'alors immobilisés dans la constitution de stocks de charbon. Elle allégeait les frais d'outillage, d'entretien et de main-d'œuvre.

Quant aux raisons d'hygiène, elles sont non moins évidentes et formelles. Villeurbanne compte, sur son territoire, cinquante-neuf cheminées d'usines, usines de métallurgie, de verrerie, et surtout d'apprêts, de teinture et d'impressions sur tissus. Ces usines, principalement les dernières, comportent des chaufferies très difficiles à mener, en raison de la variabilité des besoins de vapeur. Aux heures de pointe, les chauffeurs poussent les feux, les charbons, très volatils, brûlent incomplètement et mal, et des tor-

rents de fumée obscurcissent et polluent l'atmosphère.

En fournissant aux usines la vapeur qui leur est nécessaire, Villeurbanne coupe radicalement les racines de ce mal moderne, dont périssent les cités et souffrent les individus. Elle résout catégoriquement ce problème irritant des fumées industrielles,

installation exige une température d'eau plus élevée que celle nécessaire au seul chauffage domestique, et qui oscille entre 130° et 150°. Entre la température de la vapeur et celle du fluide porteur de calories, une certaine différence de température doit exister. On ne peut faire de la vapeur à 4 kilogrammes, correspondant à 151°, avec

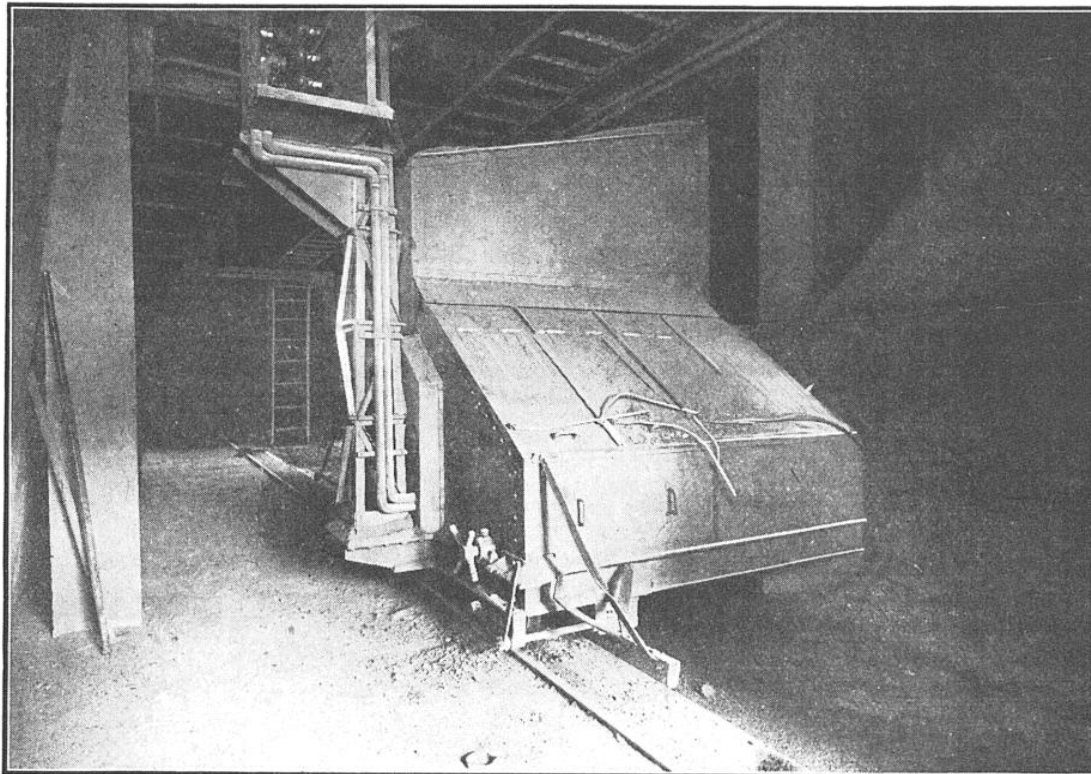


FIG. 4. — CONCASSEUR A MACHEFER POUR LE TRAITEMENT DES ORDURES A LA SORTIE DES FOURS
Au sortir des fours, les mâchefers, résidus cendreux de l'incinération des ordures ménagères, sont concassés à l'état incandescent et précipités dans un caniveau rempli d'eau, au fond duquel circule une chaîne trainante qui les reçoit et les entraîne pour séchage.

auquel, il faut bien le dire, les entreprises n'apportent qu'une attention distraite. Pour elles, une cheminée qui fume, c'est une usine qui vit. Malheureusement, c'est peut-être aussi une vie humaine qui s'étirole.

Dans la distribution de la chaleur à usage mixte, Villeurbanne fait, en Europe, figure d'initiateur. Si, depuis quelques années, le chauffage à eau chaude tend à supplanter, ainsi que la logique et l'intérêt le commandent, le chauffage à la vapeur, par contre aucune installation de chauffage urbain n'a encore été réalisée, ayant pour objet d'assurer en même temps le chauffage industriel et le chauffage domestique. C'est qu'une telle

de l'eau chaude à 155°. Une marge plus élevée est indispensable.

Cette marge, Villeurbanne l'a fixée en portant la température de son eau chaude de distribution à 180-190°. Ainsi pourra-t-elle satisfaire aux exigences des industries pour lesquelles la fourniture de vapeur à 4 kilogrammes est une absolue nécessité, et concilier ainsi les besoins du chauffage domestique avec ceux du chauffage industriel.

Une centrale thermique de 60 millions de calories-heure

Le programme de distribution de chauffage urbain par eau chaude à 180°, pro-

gramme dressé par Villeurbanne, comporte l'installation d'une centrale thermique d'une puissance de production de 60 millions de calories-heure, fournies par trois chaudières. Mais ce programme ne sera réalisé que par tranches successives, la première tranche comportant une chaudière d'une puissance de 20 millions de calories-heure et un réseau de canalisations d'une longueur totale (aller et retour) de 5 kilomètres environ. Sous sa forme définitive, la centrale disposera de quatre unités de chauffe, une d'entre elles étant tenue en réserve. Ajoutons qu'une puissance de 60 millions de calories-heure correspond à une puissance de 120 tonnes de vapeur-heure.

L'alimentation en combustible des chaudières se fera, soit par charbon de la région du Gard ou de Saint-Etienne, houille contenant 15 % environ de matières volatiles, soit par du coke à gaz. Aucune décision n'est encore intervenue à cet égard. Celle qui sera prise tiendra, sans nul doute, le plus grand compte du facteur prix de revient à égalité de pouvoir calorifique. Si la chauffe se fait au charbon, la consommation sera d'environ 200 grammes de charbon pour les 1.000 calories produites, tandis que si elle se fait au coke à gaz, elle atteindra 250 grammes en raison de son moindre pouvoir calorifique.

A ne tabler que sur la première tranche du programme de fabrication et d'exploitation, l'utilisation des 20 millions de calories-heure se répartira comme suit : 8 millions de calories pour le chauffage des logements du bloc immobilier neuf ; 3 millions de calories pour le chauffage des bâtiments publics, hôtel de ville, palais du travail, dispensaire, etc., etc. Le solde, soit 9 millions de calories, sera tout entier affecté au chauffage industriel. Quant aux tranches ultérieures du programme, la totalité des calories qu'elles représentent, soit 40 millions de calories-heure, sera également attribué au chauffage industriel.

Si maintenant nous considérons les prix, nous ne manquerons pas d'être surpris par leur modicité. Quand, en 1927, il s'est agi d'installer le chauffage urbain à Paris, le prix de base projeté était de 40 centimes les 1.000 calories. Or, Villeurbanne vendra la chaleur aux locataires des immeubles neufs à raison de 15 centimes les 1.000 calories. Les petits propriétaires paieront 12 centimes, les gros, 8 centimes. Et plus favorisé encore sera l'industriel, qui, lui, paiera les 1.000 calories selon un tarif ajusté à sa consommation, et variant entre 7,5 centimes et 5,5 centimes.

Faut-il ajouter qu'à ces prix, l'équilibre

financier de l'exploitation de l'entreprise municipale sera parfaitement assuré et les amortissements normalement pratiqués, sans que la commune ait la moindre surcharge à son budget ?

Comment fonctionnera la centrale thermique

Du parc où il sera mis dès son arrivée, le combustible, charbon ou coke à gaz, sera pris par une benne preneuse circulant le long d'un pont roulant et déversé dans les trémies d'alimentation des grilles des foyers. Ces grilles, grilles mécaniques, véritables tapis roulants horizontaux à petits barreaux d'acier, servent de support de combustion au charbon. Celui-ci s'enflamme et brûle au fur et à mesure de son arrivée sur la grille. Quand il est arrivé à l'extrémité, il est complètement brûlé, ne laissant plus qu'un résidu cendreux, mâchefer, à raison de 100 kilogrammes par tonne de charbon. Ce mâchefer, dont la valeur est actuellement de 20 francs le mètre cube, est vendu à la briquetterie de l'usine d'incinération d'ordures, où il rejoint les mâchefers provenant de l'incinération des gadoues.

Dans les chaudières timbrées à 20 kilogrammes, l'eau chauffe et la pression monte. Quand l'eau est à 12 kilogrammes de pression, sa température est de 180°. C'est la température cherchée. Alors l'eau est refoulée dans les canalisations. Celles-ci, qui sont en acier soudé bout à bout, constituent un circuit complet, puisque c'est toujours la même eau qui les parcourt avec un débit de 250 tonnes à l'heure. Les pertes sont insignifiantes : à peine quelques mètres cubes par jour.

Mais cette eau à 180° et à 12 kilogrammes de pression n'est pas toujours utilisable à cette température. C'est de l'énergie à haute tension qu'il faut transformer en énergie à basse tension. Transformation qui est l'œuvre des échangeurs de température.

Ceux-ci ne sont pas autre chose que des récipients cylindriques chargés d'eau et parcourus par des serpentins dans lesquels circule l'eau chaude sous pression, à la manière des chaudières tubulaires. Cette circulation constante d'eau à 180° chauffe l'eau de chargement. Quand celle-ci a atteint la température désirée, 110° environ, un régulateur ferme l'arrivée d'eau chaude.

Lorsque cette dernière a terminé son circuit, elle revient à la chaudière à une température oscillant entre 100° et 125°. Et la gamme des opérations se poursuit en marche continue.

Ajoutons que le charbon étant complètement brûlé sur les grilles du foyer, le fonctionnement de la centrale thermique ne s'accompagne d'aucun dégagement de fumée.

Un bel exemple d'urbanisme

C'est un fier exemple d'urbanisme que Villeurbanne donne actuellement aux villes

nom latin : *Villa urbana*, ville urbaine. Et la justification qu'elle en donne est un témoignage de ce que peut la volonté réalisatrice au service d'une conception intelligente et saine.

C'est pourquoi cette réalisation, qui chevauche et la science et la vie, a sa place ici. Dans la mesure où elle est un exemple, elle

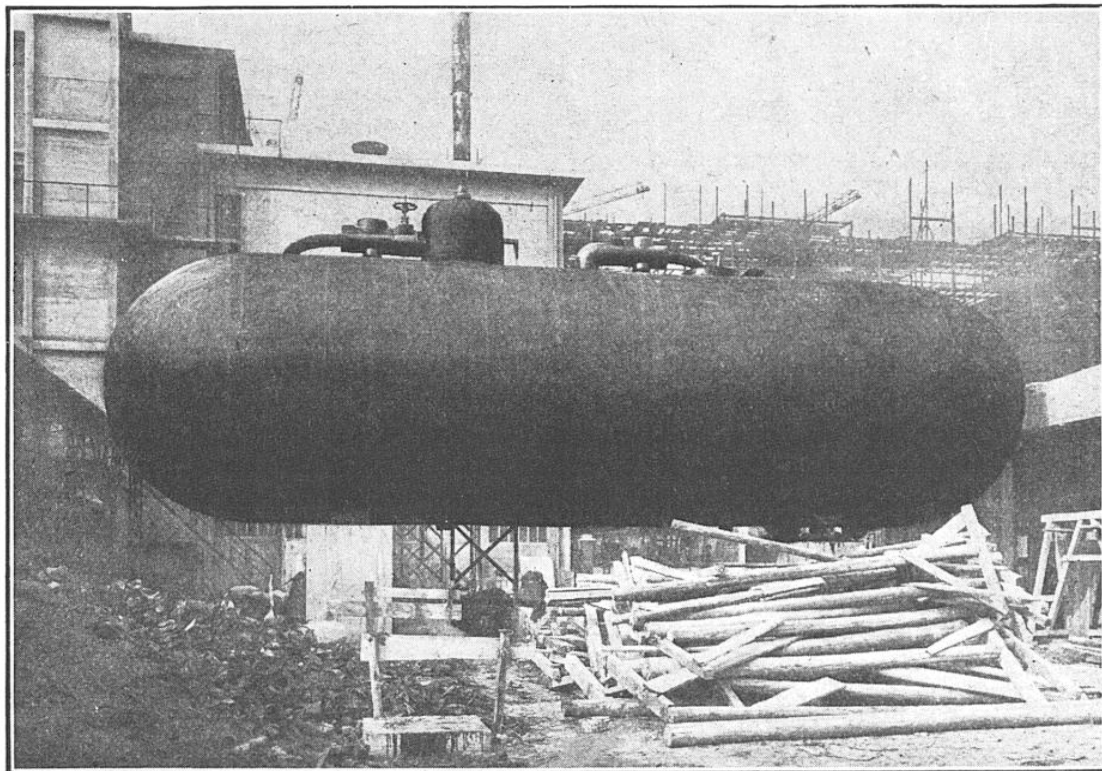


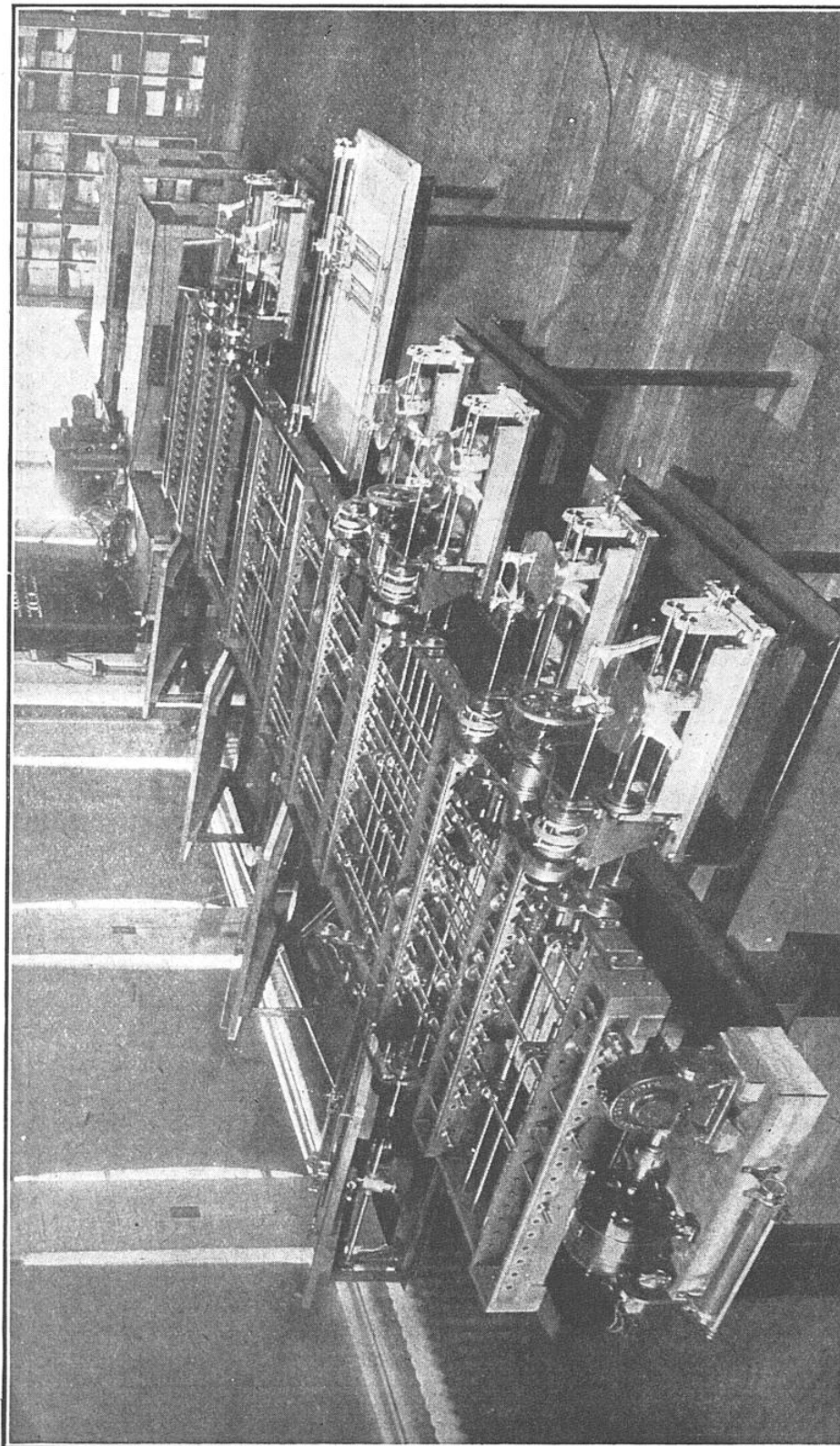
FIG. 5. — ACCUMULATEUR DE VAPEUR ANNEXÉ AUX USINES D'INCINÉRATION DES ORDURES
Cet accumulateur, d'une capacité de 100 mètres cubes, sert à emmagasiner et à mettre en réserve les excédents de vapeur provenant de l'incinération des ordures ménagères. Ces excédents sont employés, aux heures de « pointe », par les deux usines consommatrices.

françaises. Cité ouvrière sans grands moyens, poussée au hasard des besoins industriels, elle réalise ce que nulle cité n'avait encore tenté de réaliser. Dans ce domaine que domine la fin sociale, la plus belle que puissent se proposer les hommes de bonne volonté, elle va aussi loin que le progrès technique le permet. Elle ne ment pas à son vieux

doit être suivie. Dans la mesure où elle est une leçon, elle doit être méditée. Alors le but poursuivi par les administrateurs et les techniciens de Villeurbanne sera pleinement atteint. En même temps qu'ils auront enrichi leur cité, ils auront doté, d'un apport nouveau, la science de l'urbanisme.

R. CHENEVIER.

UNE REMARQUABLE MACHINE A CALCULER



UNE NOUVELLE MACHINE A CALCULER ET A INTEGRER, CAPABLE DE RESOUDRE RAPIDEMENT ET COMPLETEMENT LES PROBLEMES COMPLEXES
Le docteur V. Bush, du Massachusetts Institute of Technology (Etats-Unis d'Amérique) vient de mettre au point une nouvelle machine à calculer et à intégrer, appelée analyseur différentiel, dont nous donnons ci-dessus la reproduction. Cette machine permet de résoudre les problèmes les plus compliqués qui se posent aux ingénieurs ou aux savants, depuis les opérations fondamentales de l'arithmétique (addition, soustraction, multiplication, division) jusqu'aux équations différentielles du sixième ordre ! Les opérateurs se placent devant les tables situées à gauche et guident la machine dans le méandre des coefficients variables et des relations fonctionnelles. Le résultat s'inscrit automatiquement sur la grande table située au milieu et à droite.

UN DEMI-SIÈCLE D'ÉVOLUTION DANS L'INDUSTRIE PÉTROLIÈRE

Par Camille ROCHE

L'industrie du pétrole n'a pas cent ans ! C'est en 1859, en effet, que l'Américain Drake imagina le forage de puits profonds qui devait donner à la production du naphte un essor considérable. Cependant, le pétrole, qui n'était utilisé alors que pour l'éclairage, vit son débouché singulièrement compromis par l'invention de la lampe électrique d'Edison, et, plus tard, par la mise au point du manchon à incandescence pour l'éclairage au gaz. Par contre, en réalisant, en 1889, le premier moteur à explosion pratique (1), le Français Fernand Forest ouvrit à l'industrie pétrolière un formidable débouché. C'est à cette invention qu'elle dut l'ampleur de son développement. En 1929, la production dépasse 212 millions de tonnes ! Cette production, supérieure parfois à la consommation, a été malheureusement cause de crises profondes, comme celle qui se traduit actuellement, en Amérique, par un stockage représentant environ huit mois de la consommation américaine. Cette situation s'aggrave encore du fait des progrès techniques déterminant le perfectionnement des méthodes d'extraction des essences du pétrole brut ; c'est le « cracking » (2), qui permet de doubler le rendement d'un produit brut en produits légers. Aussi le cracking est-il volontairement limité, du moins pour l'instant. Il ne faut pas oublier non plus que l'hydrogénation des pétroles (3) lourds est entrée, aujourd'hui, dans la voie des réalisations industrielles et que sa mise au point définitive peut être envisagée pour un avenir prochain : deux ou trois ans à peine. Ainsi l'industrie pétrolière mondiale serait encore plus menacée par la surproduction grâce à ce nouveau progrès de la science appliquée. C'est pourquoi, là encore, comme pour le caoutchouc (4), on a sérieusement envisagé l'adoption d'un plan restrictif de production. Mais toutes ces mesures artificielles s'opposant au libre jeu des lois économiques naturelles ne sauraient être, à notre avis, suffisamment efficaces. Un jour ou l'autre l'équilibre se rétablira par un nouvel essor de la consommation, par exemple : accroissement des véhicules automobiles, des avions, des motorships (5), combustion du mazout dans les foyers industriels comme dans le chauffage urbain (6).

Au moment où, de simple consommateur de dérivés du pétrole qu'elle était depuis vingt ans, la France tend à devenir, ou plutôt à redevenir, pour son propre compte, un pays transformateur du pétrole brut, il n'est pas sans intérêt de faire le point de l'industrie pétrolière mondiale. Celle-ci, au surplus, traverse une crise sans précédent. Crise qui lui est propre et ne dépend pas de l'état économique du monde. Crise dont l'auteur imprévu est le seul progrès scientifique.

Si important est le rôle du pétrole dans la vie de l'univers, que le moindre événement qui l'affecte revêt aussitôt un caractère de particulière gravité. Que par une mystérieuse intervention, fait de ce *deus ex machina* cher aux anciens, le pétrole dispa-

raisse de la surface du globe, et, sur-le-champ, la civilisation régresse d'un siècle.

C'est pourquoi, tout ce qui touche et affecte le pétrole est si profondément ressenti par l'opinion publique. Et c'est pourquoi encore celle-ci désire, avec une visible curiosité et ardeur, ne rien ignorer de l'évolution d'une industrie qui tient entre ses mains quelques-uns des plus puissants leviers de commande du monde.

La répartition géographique du pétrole

Dans l'état actuel des découvertes et prospections, des cinq continents, le plus riche en gisements pétrolifères est le continent américain. Sa production représente plus de 80 % de la production mondiale, dont 70 % pour les seuls Etats-Unis, lesquels joignent la puissance de transformation et d'usinage à la puissance d'extraction. Leurs principales zones d'exploitation embrassent la Californie et les Etats du Mid-Continent, Oklahoma, Texas, Arkansas, Kansas, etc.,

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 109, page 41.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 126, page 485.

(3) Voir *La Science et la Vie*, n° 147, page 179.

(4) Voir *La Science et la Vie*, n° 108, page 453.

(5) Voir *La Science et la Vie*, n° 157, page 30.

(6) Voir *La Science et la Vie*, n° 128, page 137.

A eux seuls, ils débitent les trois quarts de la production américaine, le solde étant éparpillé entre quatorze autres Etats de l'Est et du Sud-Est des Etats-Unis.

Le Mexique est également richement doté. Dans la région du golfe du Mexique, les gisements sont à la fois nombreux et riches. N'a-t-on pas vu, fait sans précédent, un puits américain débiter 15.000 tonnes par jour durant trois mois? Si, aujourd'hui, la production mexicaine est en très sensible régression, celle-ci est moins le fait d'un appauvrissement des gisements que d'une

dans les couches d'éocène du sol de ces divers territoires. De quelle importance peuvent être les gisements? On l'ignore encore, le défaut d'évolution économique de ces nations, l'absence de tout moyen d'évacuation et de transport constituant un obstacle absolu à toute exploitation importante.

Après l'Amérique, l'Europe, et, en premier lieu, la Russie. Cantonnés principalement dans les régions de Bakou et de Grozny, les gisements pétrolifères russes sont d'une importance considérable. Depuis leur nationalisation par les Soviets, ils font l'objet

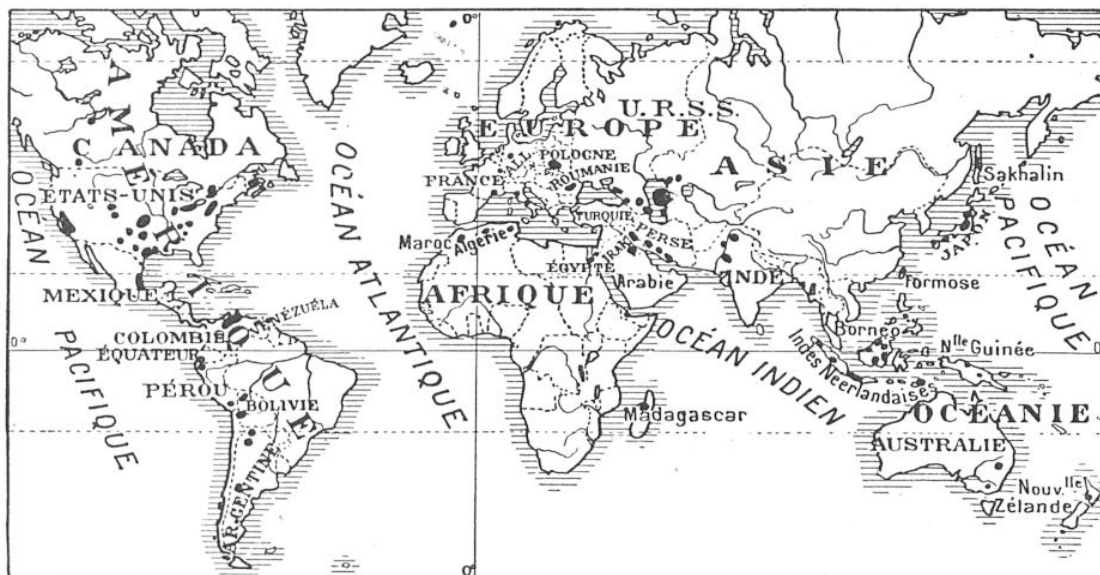


FIG. 1. — DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE DES CHAMPS PÉTROLIFÈRES DANS LE MONDE
Indiqués sur la carte par des taches sombres, les gisements pétrolifères les plus importants sont ceux des Etats-Unis (62 % de la production mondiale), de la Russie (11,6 %), du Venezuela (8,7 %).

législation défectueuse, contraire aux intérêts de l'extraction.

Dans l'Amérique du Sud, le Venezuela occupe une place à part. Ses gisements, dont l'exploitation ne date guère que de 1915, se sont révélés d'une incalculable richesse. Aujourd'hui, le pétrole vénézuélien occupe la seconde place de l'univers. En 1917, il ne figurait que pour 18.200 tonnes. En 1930, 19 millions de tonnes étaient presque en totalité jetées sur le marché mondial.

Les quelques prospections qui ont été accomplies et suivies d'essais timides d'exploitation en Colombie, Pérou, Bolivie, permettent de croire que les gisements vénézuéliens ont des prolongements dans tous ces pays de la zone ouest de l'Amérique du Sud. Les examens géologiques effectués concluent, en effet, à la présence de pétrole

d'une exploitation intensive qui leur permettra, sans doute d'ici peu, de dépasser le Venezuela et de prendre immédiatement rang derrière les Etats-Unis. Cependant, marquons que leur production ne représente guère que le sixième de la production américaine. Vient ensuite la Roumanie, qui tient le cinquième rang de la production mondiale avec un apport quantitatif assez faible, le quarantième de cette production.

En Asie, les gisements pétrolifères les plus exploités, sinon les plus importants, sont ceux de Perse. De même qu'au Mexique, certains puits persans ont des débits impressionnants, de l'ordre de 8.000 tonnes de pétrole par jour. L'entreprise britannique, l'Anglo-Persian, qui exploite ces gisements, travaillant dans un sage esprit de rationalisation et de limitation, il est malaisé d'éva-

luer la richesse de ses champs pétrolifères. En prolongement de la Perse, dans l'Irak, des prospections ont permis de recenser un gisement qui semble être la continuation de celui de Perse. Ce gisement, non encore exploité, en raison de l'insuffisance des moyens de transport, est — d'après les estimations — d'une très grande richesse. Il constitue donc une appréciable réserve.

Si, maintenant, on établit géographiquement la répartition de la production de pétrole dans le monde, on constate que celle-ci s'établit comme suit, pour 1931 :

Amérique	76,8 %
Europe	15,6 %
Asie.....	4,5 %
Afrique	0,2 %
Insulinde et Océanie.....	2,9 %

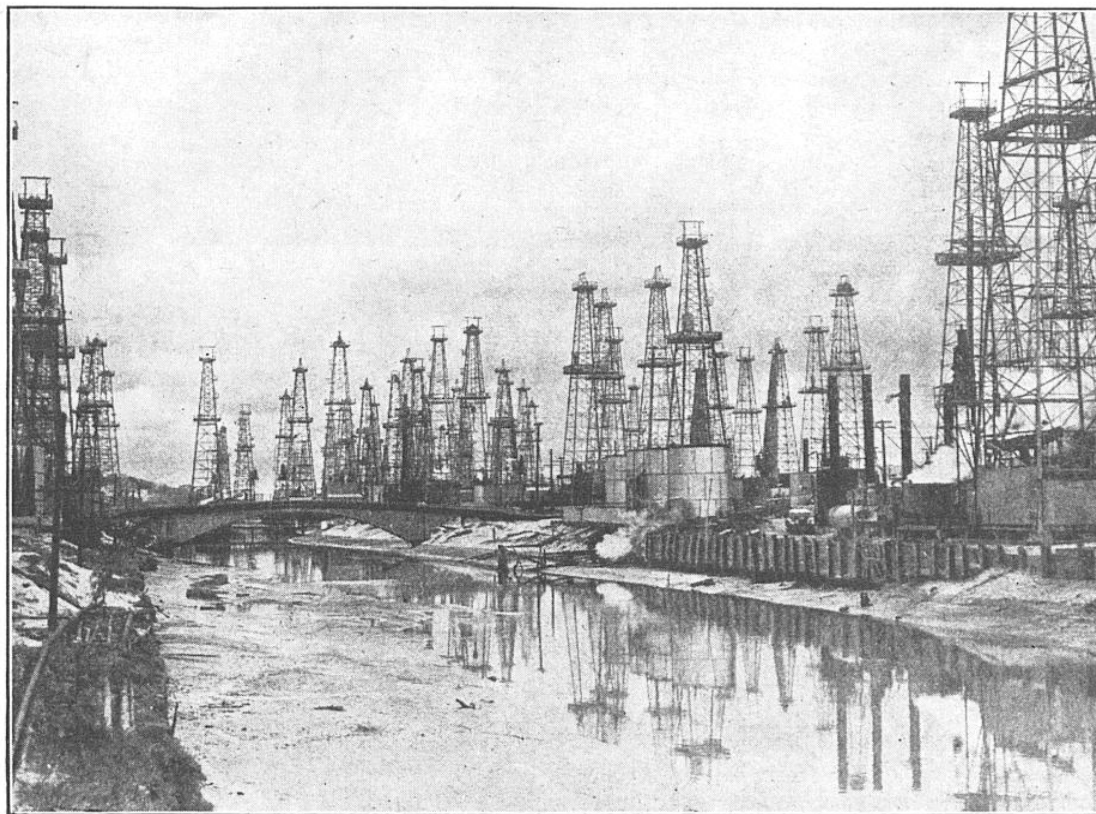


FIG. 2. — LA « VENISE » AMÉRICAINE

Ce gisement californien, curieusement baptisé du nom de « Venise » de l'Amérique du Nord, est en plein sommet. La crise des prix a arrêté toute activité et suspendu la production.

Enfin, les Indes néerlandaises, Sumatra, Java, Bornéo, renferment des champs pétrolifères intéressants dont l'exploitation permet d'extraire une moyenne annuelle d'environ 4.300.000 tonnes.

Dans l'état actuel de l'industrie pétrolière, ne mentionnons que pour mémoire l'Afrique, qui, jusqu'à présent, n'a guère révélé que des traces de pétrole. Faisons aussi une curieuse remarque : c'est que ni l'Angleterre, ni la France n'ont découvert de gisements de pétrole dans leurs colonies, lesquelles couvrent cependant une importante superficie du globe.

Comment s'établit la répartition économique du pétrole et de ses dérivés

Tel qui produit, ne consomme pas ou guère, et, inversement, tel qui consomme ne produit pas. D'où un problème évident de répartition économique, différent en soi de la situation de la répartition géographique.

Ce problème est complexe. Il a donné naissance à ce qu'on a appelé la politique mondiale du pétrole. Jamais il n'est complètement résolu, ses termes variant dans la mesure où varient les productions, les

consommations, les prix et même les politiques de chaque nation en matière de fourniture de combustibles liquides.

En ce qui concerne le pétrole, deux grandes nations seulement, inégalement évoluées : les Etats-Unis et la Russie, trouvent leur ravitaillement sur leur propre sol. Toutes les autres sont contraintes de faire appel au pétrole étranger.

Communément, et en raison, sans doute, de leur forte production qui, en 1931, représente 62,1 % de la production mondiale, l'opinion croit que les Etats-Unis alimentent l'Europe en pétrole américain. C'est là une erreur capitale qu'il importe de redresser.

Les Etats-Unis, s'ils sont gros producteurs, sont aussi gros consommateurs. Dans la technique du pétrole, leur situation est de premier plan. Ils ont les ingénieurs les plus qualifiés, les outillages les plus parfaits, cela, en raison de leur position privilégiée et aussi en raison de ce qu'ils ont

été le berceau de l'industrie pétrolière. Par conséquent, ils sont un centre d'attraction pour le pétrole étranger en mal de raffinage, et plus particulièrement pour le pétrole vénézuélien et mexicain. D'après l'*American Petroleum Institute*, leur situation exacte est la suivante : de 1921 à 1930, c'est-à-dire en dix ans, les Etats-Unis ont exporté, tant en pétrole brut qu'en dérivés, 174.434.000 tonnes. Durant la même période, ils ont importé 142.511.000 tonnes. A s'en tenir à une seule comparaison volumétrique, ils n'ont donc puisé dans leur propre production, pour faire face aux excédents d'exportation, que 31.857.000 tonnes. Or, au cours de ces dix années, leur production s'est élevée à 1.167 millions de tonnes, ce qui revient à dire que les Etats-Unis n'ont employé qu'à peine 3 % de leur production pour le commerce extérieur.

Voilà donc une légende détruite. Si les Etats-Unis ne sont pas de forts exportateurs de leur propre pétrole, c'est qu'ils sont de

très puissants consommateurs. En moyenne, leurs besoins intérieurs absorbent 90 % de leur production.

Tout au contraire, certains pays producteurs, très faibles consommateurs par suite de l'absence de tout réseau routier et du faible développement de l'industrie automobile sur leur sol, exportent la presque totalité de leur production. Tel est le cas du Venezuela dont la consommation personnelle est insignifiante et qui, lui, a exporté, en 1930, 16.430.000 tonnes de pétrole et dérivés, alors que les Etats-Unis n'ont, eux, exporté que 6.570.000 tonnes.

Pays	Productions en tonnes	Exportations en tonnes	%
Venezuela.....	19.400.000	16.430.000	31,1
Etats-Unis.....	128.000.000	6.570.000	12,6
Perse	6.400.000	5.840.000	11,2
Indes Néerlandaises..	5.900.000	5.162.000	9,7
Mexique	5.600.000	4.570.000	8,6
Russie	18.000.000	4.516.000	8,4
Roumanie.....	5.900.000	3.855.000	7,4
Colombie.....	2.900.000	2.615.000	5
Pérou	1.770.000	1.602.000	3,1
Trinidad	1.340.000	1.211.000	2,3
Equateur.....	221.000	200.000	0,3
Pologne.....	700.000	200.000	0,3
	196.131.000	52.771.000	100

CE TABLEAU, QUI MONTRE LES VALEURS EN TONNES DE LA PRODUCTION ET DE L'EXPORTATION, DANS LES DIFFÉRENTS PAYS PRODUCTEURS, INDIQUE EN OUTRE, EN POURCENTAGE, LA PLACE QUE TIENT CHACUN D'EUX DANS L'EXPORTATION MONDIALE

D'autres pays, tels que la Russie, la Roumanie, s'ils sont fort consommateurs, s'emploient à activer leurs productions pour pousser d'autant leurs exploitations. C'est ainsi que l'exportation russe représente aujourd'hui plus de 30 % de la production, alors qu'en 1913 elle ne figurait que 10 %.

En somme, si, pour déterminer la part de chaque producteur dans la fourniture mondiale, nous relevons les quantités de pétroles bruts et dérivés exportés en 1930, quantités dont le total atteint 52 millions de tonnes, nous arrivons aux pourcentages inscrits dans le tableau ci-dessus.

Cette hiérarchie est loin d'être immuable, surtout en ce qui concerne les Etats-Unis. Si leur production de pétrole continue à se comprimer au rythme des trois dernières années, nul doute qu'ils ne deviennent plus importateurs qu'exportateurs. Le cas s'est déjà produit en 1922, où l'excédent de leurs importations sur leurs exportations a été de 1.500.000 tonnes.

L'évolution de l'industrie pétrolière

Si le pétrole est connu depuis la plus haute antiquité, ainsi que la lecture de la Bible, d'Hérodote et de Plutarque permet de le constater, l'industrie du pétrole, elle,

date de moins d'un siècle. Jusqu'en 1859 (invention de Drake sur le forage), le pétrole n'était exploité qu'avec des moyens rudimentaires. On creusait de grands trous et on recueillait le pétrole qui se déposait au fond. Dans les échanges mondiaux, le pétrole ne tenait nulle place. En 1859, année qui sera pour lui décisive, l'univers tout entier ne produit que 900 tonnes de pétrole.

A cette production, un seul débouché est offert : celui de l'éclairage. Les industriels du pétrole portent donc tout leur effort sur l'extraction par distillation du pétrole brut : du *kérosène* ou pétrole lampant. Des différents hydrocarbures qui composent le pétrole, seul le kérosène offre pour eux un intérêt commercial. Faute de débouchés, l'essence et les hydrocarbures lourds sont sans

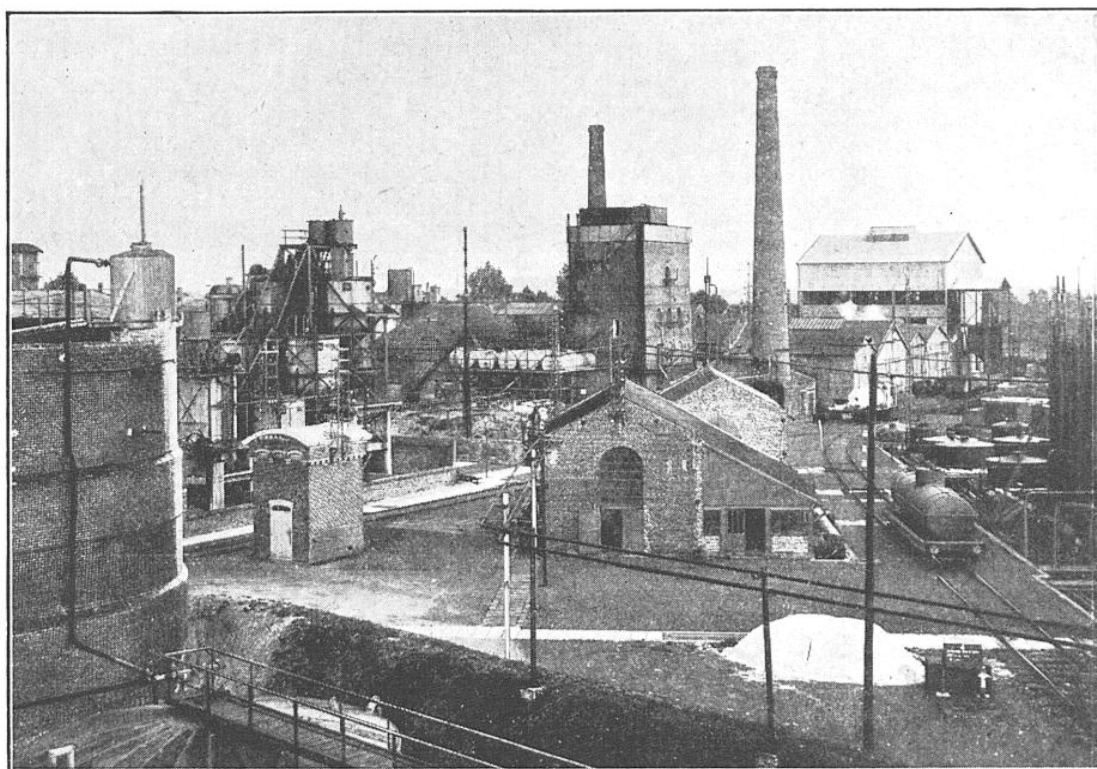


FIG. 3. — VUE D'ENSEMBLE DE LA RAFFINERIE DE COURCHELETTES (NORD)

Au premier plan, on voit les citernes réservoirs pour le pétrole ; au fond, des installations de raffinage de pétrole, et, à l'extrême droite de la photographie, des colonnes d'épuration d'essence.

En imaginant le forage de puits en profondeur, Drake crée positivement l'industrie du pétrole. Le premier puits est foré à Titus, ville aux Etats-Unis, et terminé le 28 août 1859. Les résultats sont probants. Aussitôt, la méthode se généralise et la production de pétrole se développe. Un an après, 72.000 tonnes étaient ainsi produites, soit quatre-vingts fois le montant de la production de 1859.

Dès lors, l'élan est donné ; progressivement, à une allure encore lente, mais sans à coup, la production progresse. En 1873, elle est de 1.548.000 tonnes ; en 1880, elle atteint 4.228.000 tonnes.

valeur marchande. Et, pour éviter de les emmagasiner inutilement, les industriels les brûlent ou les jettent dans les ruisseaux.

Brutalement, cette situation va s'inverser, du fait de deux découvertes et d'une mise au point technique. En 1880, Edison fabrique la première lampe électrique à filaments. En 1881, Siemens fait faire à l'utilisation du gaz un nouveau pas en avant, en mettant au point le bec à récupération qui supprime le vieux bec à papillon. En 1889, enfin, Forest termine son premier moteur à explosions, monobloc, 4 cylindres.

Cette subite et triple intervention de la science, en même temps qu'elle ouvre au

progrès des voies jusqu'alors insoupçonnées, modifie profondément l'orientation de l'industrie du pétrole. La lampe électrique et le développement de la consommation gazière éliminent le pétrole de l'éclairage. Mais le moteur à explosions, créant l'industrie automobile, réhabilite l'essence.

Aussi les raffineurs de pétrole demandent-ils désormais à l'essence tout ce qu'ils demandaient auparavant au pétrole lampant. Egalement, ils témoignent de quelque intérêt aux produits lourds, intérêt que la découverte, en 1897, du moteur Diesel à huile lourde amplifiera singulièrement.

A peine née, l'automobile s'impose. Certes, elle est et sera, durant de longues années, le privilège d'un petit nombre. Mais, au fur et à mesure que sa technique s'affirme, que son industrie organise la production, que ses prix diminuent, les pétroliers comprennent davantage que leur activité dépendra désormais de la voiture qui marche toute seule. Et ils s'équipent en conséquence, travaillant la technique de l'essence, s'efforçant d'extraire du pétrole brut une quantité toujours plus grande du précieux produit léger.

Aussi, la production du pétrole brut progresse-t-elle à proportion. En 1890, elle atteint 10.947.000 tonnes, 21.320.000 tonnes en 1900, 46.823.000 tonnes en 1910 et 54.800.000 tonnes en 1913. Progression rapide, effectuée à un rythme accéléré qui suit du reste le rythme du développement de l'automobile.

C'est entre temps que naît, industriellement du moins, la méthode fameuse du « cracking » (1), dont l'industrie pétrolière a tiré tant de bénéfices et qui, aujourd'hui, lui inspire tant d'appréhension. Très exactement, la connaissance du phénomène de cracking fut le fait d'un pur hasard. Au cours de l'année 1861-1862, par un jour d'hiver très froid, un chauffeur surveillait la distillation d'un « brut » dans une chaudière verticale. L'opération était assez avancée, le distillat de teinte foncée atteignant la densité de 0,815. A ce moment, le chauffeur poussa la chauffe et abandonna la surveillance de la chaudière pour plusieurs heures. Quand il revint, il constata avec une profonde surprise que le distillat était devenu clair et que sa densité était tombée à 0,712. Il y avait eu cracking, c'est-à-dire rupture des molécules des hydrocarbures lourds sous l'action de la chaleur et formation de molécules plus légères correspondant aux hydrocarbures légers.

Durant longtemps, le cracking fut consi-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 126, page 485

déré comme un ennemi indésirable de la distillation. Puis les pétroliers comprirent le parti qu'ils pourraient en tirer en le dirigeant, et, en 1910, un brevet pratique de procédé de cracking fut pris. Peu après, la première essence de cracking arrivait sur le marché.

Certes, les progrès furent lents, et, à aucun instant, les pétroliers ne réalisèrent le danger que le développement du cracking pourrait un jour faire passer sur leur industrie. La guerre survint, créant des besoins nouveaux et exigeant, de la part des producteurs et des raffineurs, un effort considérable. En 1914, la production de pétrole brut est de 57.680.000 barils (1). En 1918, elle est de 73.502.000 barils. Avec l'après-guerre, les besoins croissent encore. L'automobile se développe, l'utilisation du mazout dans les chaudières se généralise, et le moteur Diesel s'impose.

Si incroyable est alors l'ampleur du développement conjugué de la production et de la consommation, qu'il est nécessaire de le mesurer par quelques chiffres.

Tout d'abord, la consommation. Voici, pour les Etats-Unis et la France, la progression des automobiles en circulation depuis 1915.

Années	Etats-Unis	France
1915.....	2.474.000	102.186
1920.....	8.930.000	260.241
1926.....	19.960.000	836.448
1927.....	22.137.000	976.646
1928.....	23.100.000	1.115.842
1929.....	24.500.000	1.322.387
1930.....	26.500.000	1.544.007
1931.....	26.132.000	1.695.000

Quant à la chauffe au mazout et au développement des moteurs Diesel, la progression n'est pas moins étonnante (2). En 1914, 1 million 310.000 tonnes de navires étaient adaptés à la chauffe au mazout. En 1931, ce tonnage est d'environ 27 millions de tonnes, auquel il faut ajouter un peu plus de 7 millions de tonnes équipés au Diesel. Au total donc, le développement des moyens consommateurs est important et continu.

En regard, quel est le mouvement de la production ? En 1920, la production de pétrole brut est de 99.326.000 tonnes. En 1925, de 155 millions de tonnes, en 1929, de 212 millions de tonnes, en 1930, de 201 millions de tonnes, et, en 1931, de 196 millions de tonnes.

(1) Le baril vaut 143 litres.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 175, page 3.

La cadence de la progression est infiniment rapide, et la pointe marquée en 1929 est, sans nul doute, l'indice d'un excès. Mais de quel excès ?

Sous sa forme brute, le pétrole n'est apte à aucun emploi industriel, hormis celui de combustible. Il ne se valorise que par les possibilités d'extraction de dérivés qu'il

	1900	1917	1930
Essence.....	12 %	18 %	40 %
Kérosène	60 %	24 %	6 %
Gas oil et fuel oil...	13 %	46 %	45 %
Huiles de graissage .	9 %	7 %	4 %

Qu'est-ce à dire, sinon qu'en 1900, il fallait traiter plus de trois fois une quantité

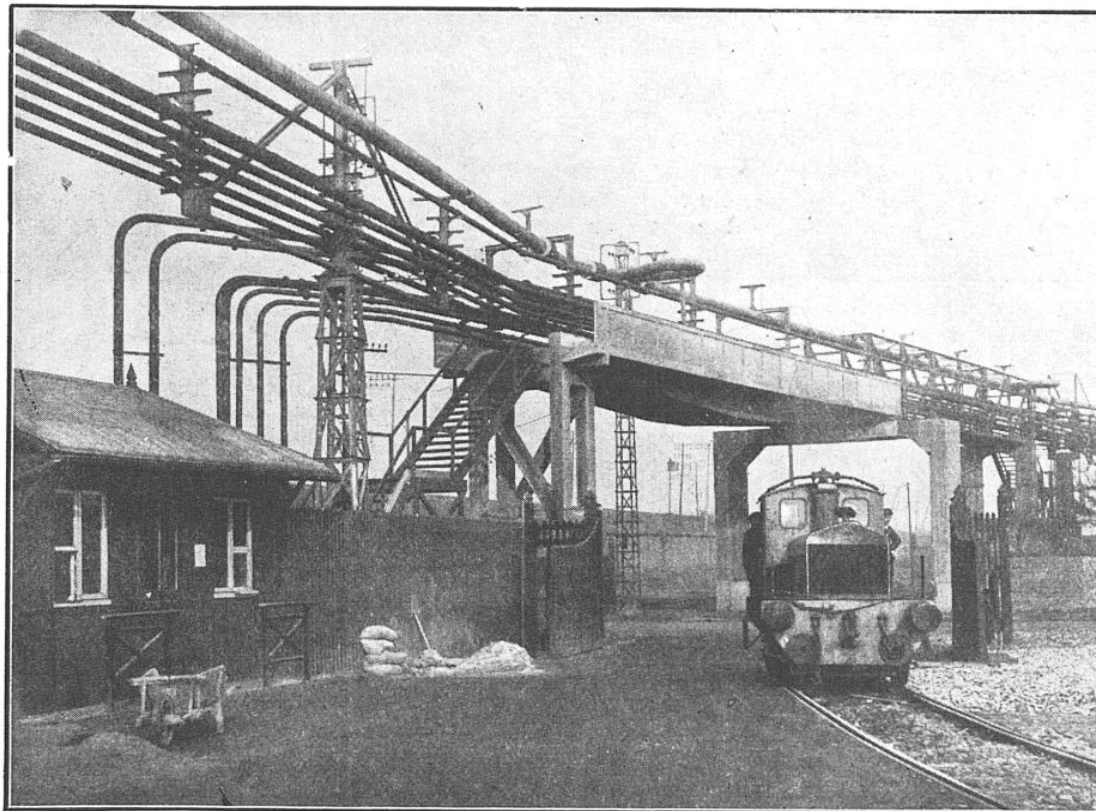


FIG. 4. — CANALISATIONS AÉRIENNES DE LA RAFFINERIE DE COURCHELETTES (NORD)
Voici un réseau de canalisations aériennes dans une raffinerie française exercée, c'est-à-dire soumise au contrôle de l'administration des Douanes. La première canalisation est une conduite calorifugée pour vapeur.

offre. S'il y a crise dans l'industrie pétrolière, celle-ci est, de toute évidence, non le fait d'une surproduction de produit brut, mais d'une surproduction excessive de dérivés, et aussi du défaut d'une politique d'harmonie entre l'extraction et le raffinage.

Le perfectionnement des méthodes de distillation, le développement du cracking ont eu pour effet naturel de multiplier le rendement en produits dérivés. En trente ans, grâce au progrès scientifique et technique, le pourcentage d'extraction de dérivés a progressé d'une façon véritablement extraordinaire, ainsi que l'indique le tableau suivant :

de pétrole pour obtenir le pourcentage d'essence acquis en 1930 et qu'en 1917 il aurait fallu traiter encore plus de deux fois cette quantité.

Plus nette encore est la statistique opposant la production de pétrole et l'extraction d'essence aux Etats-Unis, au cours de ces dernières années (voir tableau page suivante).

En opposant 1927 à 1930, années de production presque égale de pétrole brut, et 1930 à 1929, années de production presque égale de l'essence, on mesure assez exactement l'ampleur prise, au cours de ces dernières années, par l'industrie du cracking et du raffi-

	PRODUCTION EN MILLIERS DE BARILS					
	1925	1926	1927	1928	1929	1930
Pétrole	775.000	763.743	901.129	901.474	1.007.323	898.011
Essence de distillation ...	155.294	176.429	197.282	219.168	245.799	225.304
Essence de cracking	78.000	91.000	101.224	122.554	143.978	164.243
Essence de gaz naturel...	26.307	32.305	35.223	38.652	45.570	46.670
TOTAL d'essence produite.	259.601	299.734	333.729	380.375	435.247	436.217

CE TABLEAU MONTRE L'AMPLEUR VRAIMENT REMARQUABLE QUE PREND, CHAQUE ANNÉE, L'INDUSTRIE DU CRACKING ET DU RAFFINAGE DU PÉTROLE AUX ÉTATS-UNIS

nage. Dans le premier cas, avec une quantité d'huile brute traitée presque identique, on obtient une différence en rendement d'essence de cent millions de barils. Dans le second, pour un rendement d'essence égale, la quantité de pétrole traitée diffère de 100 millions de barils.

Dès lors, point de doute. La crise actuelle n'est pas le fait d'une surproduction de pétrole brut, ni celui d'une sous-consommation de dérivés. Elle est due, et exclusivement due, aux progrès accomplis dans l'industrie du raffinage et du cracking.

L'avenir du fuel oil et l'hydrogénation

Des considérations économiques évidentes empêchent la généralisation du cracking. Si tous les produits lourds étaient « craqués », ce serait l'effondrement des cours de l'essence et la catastrophe pour l'industrie pétrolière mondiale. Mais cette réserve, pour si formelle et justifiée qu'elle soit, n'en aboutit pas moins à une hérésie. La même exactement que celle commise, et déjà signalée, jusqu'à ces derniers temps, par les producteurs de charbon.

Brûler le charbon avant d'en avoir extrait ses richesses complexes est une hérésie, avons-nous écrit maintes fois (1). Brûler le fuel oil dans les chaudières en est une autre, dirons-nous aujourd'hui. Par le cracking, le fuel oil subit une incontestable valorisation, que l'on peut affecter d'ignorer durant un temps, mais qui, finalement, s'imposera comme une loi.

Et ce temps est d'autant plus proche que, grâce aux travaux du professeur Bergius et du docteur Bosch, l'hydrogénation des pétroles lourds est, aujourd'hui, entrée dans la voie des réalisations industrielles. Le procédé de l'I. G. Farbenindustrie, appliqué en Amérique par la Standard Oil, permet des rendements en essence de l'ordre de 90 à

95 %, alors que le cracking n'aboutit pas à des rendements supérieurs à 45 %. De plus, l'hydrogénation est d'une très grande souplesse d'emploi. Selon les catalyseurs employés et aussi selon la conduite de l'opération, elle conduit, soit à une extraction d'essence, soit à une extraction d'essence et de lampant, soit encore à de l'essence et de l'huile lubrifiante. D'après l'I. G. Farbenindustrie, les extractions suivantes auraient été obtenues : 60 % d'essence et 33 % de lampant pour 7 % de gaz, ou 73 % d'essence et 15 % d'huile lubrifiante pour 12 % de gaz.

Dès lors, l'hydrogénation fait du fuel oil le grand rival du pétrole. Jusqu'alors, c'est au charbon qu'il faisait concurrence. Désormais, ce sera au produit dont il est extrait. Que le procédé de l'I. G. Farbenindustrie se généralise, qu'il s'accompagne d'autres procédés analogues sur lesquels on travaille un peu partout en ce moment, et l'extraction d'essence à partir du fuel oil sera supérieure à celle par distillation directe de l'huile lourde.

Cette perspective est moins lointaine qu'on pourrait le penser. D'aucuns lui assignent un terme d'un an ou deux. Si elle se réalise, l'industrie mondiale du pétrole se trouvera en présence d'une crise nouvelle, auprès de laquelle celle qu'il traverse présentement n'aura que la portée d'une expérience préliminaire.

Aujourd'hui, l'univers regorge de fuel oil, qu'il n'ose pas craquer et qu'il ne peut emmagasiner indéfiniment. Si excessive est cette abondance que les Roumains, dont le pétrole est très riche en fuel oil, ont précipité dernièrement vingt mille wagons de fuel oil à la mer.

Il y a cinquante ans, les raffineurs américains jetaient ou brûlaient l'essence. Aujourd'hui, c'est le fuel oil qui subit pareil sort. Comme celle des peuples, l'histoire des industries se renouvelle.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 127 et 133.

Le plan Kessler est-il une solution ?

Par suite du développement de l'extraction de l'essence de cracking, un stock très pesant de pétrole s'est constitué, dont la présence alourdit le marché. Ce stock, constitué principalement aux États-Unis, est, approximativement, de l'ordre de 630 millions de barils et représente environ huit

montant global de la production, légèrement en dessous du taux actuel. Comme base, États-Unis non compris, M. Kessler accorde aux nations productrices 468 millions de barils par an. Or, elles ont produit, en 1931, 520 millions de barils, les États-Unis ayant produit le solde avec 850.275.000 barils. Mesurée sur la seule part des nations non contingentes, la réduction est de l'ordre de 10 %.

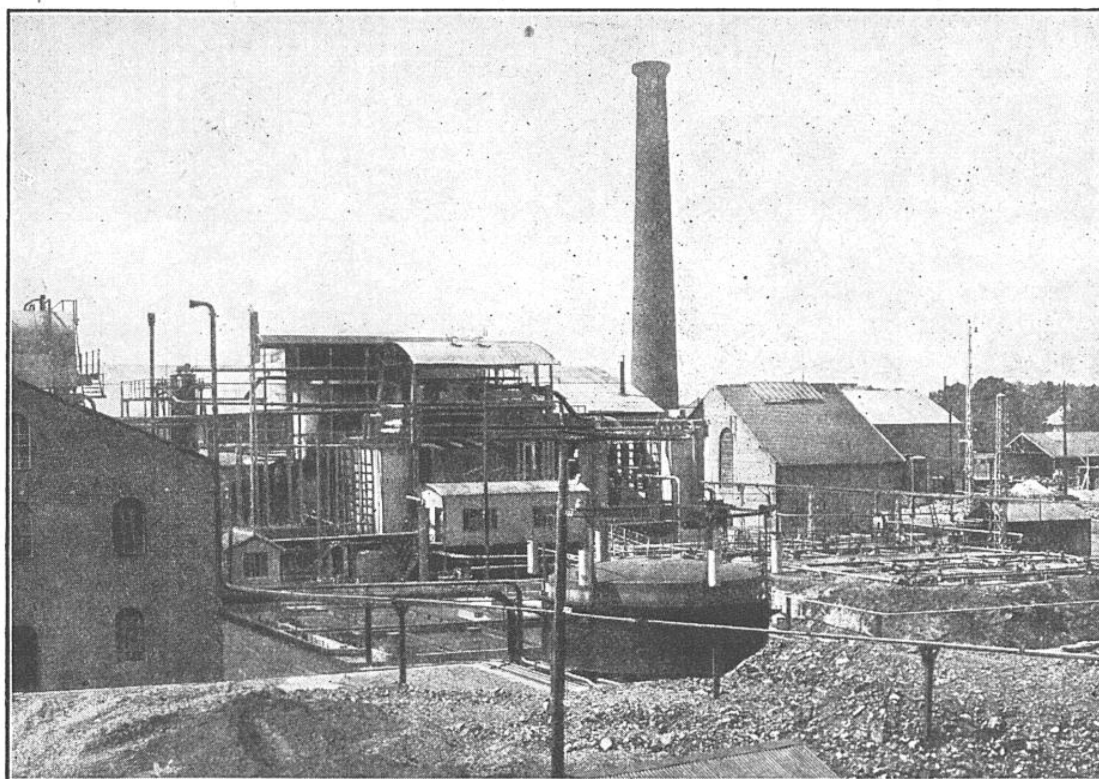


FIG. 5. — VUE PARTIELLE DE LA RAFFINERIE DE PÉTROLE DE COURCHELLETES (NORD)
Cette photographie représente une partie de l'installation d'épuration de l'essence extraite du pétrole.

mois de la consommation américaine. A son rythme actuel, la production équilibrant la consommation, le problème le plus immédiat est donc de provoquer la disparition progressive de ce stock et de revenir à une situation plus saine. Après quoi, on s'efforcera d'entraver tout développement ultérieur de la production, de manière à compenser la menace permanente du cracking et la menace nouvelle de l'hydrogénation.

Ces idées simples se sont cristallisées dans le plan qu'un technicien averti de l'industrie du pétrole, M. Kessler, directeur de la *Royal Dutch*, vient de soumettre à l'approbation des pétroliers.

Ce plan consiste, tout d'abord, à fixer le

Mesurée sur la production totale, elle est seulement de 4 %.

Non limités à la production, les États-Unis le seront à l'exportation. M. Kessler leur accorde un montant exportable annuel de 42 millions de barils de pétrole et dérivés. Ce taux est extrêmement large. De 1921 à 1930 inclus, soit en dix ans, les États-Unis ont importé 995.385 millions de barils de pétrole et dérivés, et en ont exporté 1 milliard 195.594.000. Soit un excédent, à l'exportation, de 200.209.000 barils, représentant une moyenne annuelle de 20 millions de barils. Visiblement, M. Kessler entend ménager les États-Unis et leur taille la part du lion.

Le plan étant prévu pour cinq ans, il permettrait, avec une production annuellement réduite de 50 millions de barils, d'épuiser quelques 250 millions de barils des stocks et de ramener ceux-ci à environ 380 millions de barils, ce qui représenterait une réserve de prévoyance assez normale. En outre, il est à noter que, fort sagement, M. Kessler ne fait pas entrer dans ses calculs l'accroissement de la consommation.

Ayant fixé la production de pétrole pour une période déterminée, le plan s'efforce de garantir l'avenir. Et il édicte l'interdiction pour tous les producteurs, hormis les Etats-Unis, d'entreprendre de nouveaux forages. Manifestement, il vise ici le Venezuela et les Soviets dont la production, en incessante progression, est passée d'un total de 140.152 mille barils en 1927 à 280.670.000 barils en 1931, à la suite de forages répétés.

Telles sont les principales dispositions économiques du plan de M. Kessler. Sont-elles susceptibles de rencontrer l'adhésion unanime nécessaire pour la réussite du plan, ou, au contraire, susciteront-elles, par leur sévérité, et aussi l'inégalité des traitements prévus, des oppositions formelles ?

Tout d'abord, on ne manquera pas de s'étonner, à juste titre, que M. Kessler ait cru devoir peser sur la seule production. L'industrie du pétrole comporte trois grandes branches : la production, le raffinage, la distribution. En 1928, prévoyant la crise, les pétroliers ont tenté de régulariser le marché en organisant la distribution. Ils ont échoué par suite de l'hostilité des Soviets. Aujourd'hui, ils prétendent organiser la production. Pourquoi la production, alors que la crise est dans l'organisme intermédiaire, c'est-à-dire dans le raffinage et le cracking, et alors aussi que la branche raffinage étant plus concentrée que la branche production, est plus aisément susceptible de contrôle ?

Quant à grouper autour du plan l'unanimité des producteurs, c'est là une tâche dont M. Kessler ne tardera pas à mesurer la vanité. Il est, en effet, au moins deux nations qui, pour des raisons différentes, se refuseront à adhérer à une formule de fixation de la production pour une période de cinq ans. Ce sont la Russie et la France.

La politique russe du pétrole est, en effet, fonction d'intérêts qui n'ont rien de commun avec ceux des industriels pétroliers. Les Soviets, pour d'évidentes raisons financières, produisent à un rythme forcé. Alors qu'en 1927, ils tiraient de leurs puits 77 millions de barils de pétrole, en 1931, ils en ont tiré

161.900.000. A l'industrie du pétrole, ils ont appliqué un plan quinquennal renforcé, qu'ils ont baptisé *superplan* et qui doit leur permettre, en 1932-1933, une extraction de 287 millions de barils. Ils n'y parviendront du reste pas, bien qu'ils usent de méthodes telles que, selon l'avis d'un de leurs géologues les plus éminents, à qui sa sincérité a, d'ailleurs, valu la déportation, leurs puits seront peut-être taris d'ici six ou sept ans.

Espérer leur adhésion franche est parfaitement inutile. Ils ne la donneront pas plus aujourd'hui qu'ils ne l'ont donnée en 1929, quand les pétroliers anglo-saxons ont cherché à combattre la crise naissante par l'organisation de la distribution.

Le second pays à qui il sera impossible de suivre M. Kessler est la France. Certes, aujourd'hui, la France n'est pas productrice de pétrole. Les quelques 570.000 barils qu'elle a tirés de son sol en 1931 ne sont qu'une goutte dans un océan. Mais, demain, elle peut être productrice. Elle a de forts intérêts dans les pétroles de l'Irak ; elle a des concessions au Venezuela où elle prospecte. Bloquer pendant cinq ans toute production future, interdire de forer équivaut à retarder de cinq ans la réalisation de son espoir, bien légitime, de libération en matière de fourniture de pétrole. Ici l'intérêt national s'oppose à l'intérêt industriel. En toute logique, il doit primer.

Dès lors, faute d'unanimité, le plan Kessler tombe de lui-même. Pour n'avoir pu réaliser le front unique, le plan Stevenson des producteurs de caoutchouc s'est avéré vain et a accentué la crise qu'il avait pour mission de réduire (1). Il en serait de même dans l'industrie du pétrole s'il était passé outre à l'opposition russe et française.

Si la science provoque des évolutions, elle ne guide ni ne résout les problèmes économiques que posent ces évolutions. Vraisemblablement, l'industrie du pétrole se guérira du mal forcé qui la ronge par une impitoyable rationalisation, analogue à celle qui, depuis deux ans, épure toutes les industries de grande série. Rationalisation aux termes de laquelle les plus faibles, les plus mal outillés disparaîtront au profit des plus forts et des mieux agencés. Ainsi le veut la loi naturelle de sélection contre le jeu de laquelle toute barrière artificielle est vaine.

Après quoi, le pétrole, pour lequel la crise actuelle n'aura été qu'une incidente, reprendra sa course vers de nouveaux progrès et de nouvelles utilisations.

C. ROCHE.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 108, page 453.

VERS L'AMÉNAGEMENT INTÉGRAL DU RHIN FRANÇAIS

La centrale de Kembs - première étape du programme - s'achève

Par Jean BODET

ANCIEN ÉLÈVE DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE

La centrale hydroélectrique de Kembs sera bientôt inaugurée. Sa puissance de 200.000 ch la place au premier rang des usines hydroélectriques françaises. Elle n'est que la première étape de la gigantesque entreprise de l'aménagement du Rhin entre Bâle et Strasbourg, tant au point de vue de la captation de l'énergie que de celui de l'amélioration de la navigation fluviale. Elle sera complétée, en effet, par sept autres centrales, dont la puissance totale atteindra 900.000 ch, formant ainsi le groupement producteur d'énergie le plus puissant du monde. Un seul barrage mobile, sur le Rhin, en amont de Kembs, alimentera le Grand Canal d'Alsace de 111 kilomètres de longueur totale. La différence de niveau entre Bâle et Strasbourg (107 mètres) sera morcelée par huit biefs, pour être utilisée dans les huit usines successives, et huit groupes d'écluses assureront la navigation sur le grand canal, navigation qui était devenue fort difficile sur le Rhin lui-même. L'énergie produite par la centrale de Kembs ne servira pas seulement à l'alimentation de la région, mais encore, par une ligne à 220.000 volts, elle sera reliée à Troyes. Cependant le débit du Rhin, quoique partiellement régularisé par les lacs suisses, présente encore des variations telles qu'il convient de prévoir l'interconnexion avec les centrales thermiques déjà existantes sur notre territoire. D'autre part, la réalisation d'une installation hydraulique d'accumulation d'énergie par pompage aux lacs Blanc et Noir, dans les Vosges, permettra d'utiliser l'énergie de Kembs surabondante aux heures creuses et notamment pendant la nuit. Les travaux, commencés, auront été achevés en quatre ans.

C'EST en 1902 que l'ingénieur mulhousien René Koechlin, après de longues et patientes études, présenta pour la première fois un projet rationnel d'aménagement du cours du Rhin entre Bâle et Strasbourg. Ce projet comprenait, entre autres, la création d'une usine hydroélectrique permettant la captation d'une partie de la formidable réserve d'énergie que représente le fleuve. Entre les deux villes en question existe, en effet, une différence de niveau d'environ 107 mètres, et la puissance disponible correspondant à cette hauteur de chute, avec le débit du Rhin en eaux moyennes, atteint le chiffre formidable de 900.000 ch. Pourtant, c'est aujourd'hui seulement que le patient et tenace pionnier alsacien peut assister à la réalisation pratique des idées pour lesquelles il a dû combattre pendant trente années. Dans quelques mois seront mis en service, près du village de Kembs, le premier tronçon du Grand Canal d'Alsace et la plus puissante centrale hydraulique de France, qui, avec

ses 200.000 ch, se classe au deuxième rang des usines hydroélectriques européennes, après la centrale du Dniepr, en U. R. S. S., dont *La Science et la Vie* a donné récemment une description détaillée (1).

Mais, alors que le premier projet de 1902 ne comportait qu'une seule usine productrice d'électricité d'une puissance de 23.000 ch, à construire près de Hombourg, la mise en service de la centrale de Kembs, dont la capacité de production annuelle peut être évaluée à 800 millions de kilowatts-heure, ne constitue qu'une première étape de la captation de la puissance du fleuve. La hauteur de chute totale entre Bâle et Strasbourg sera répartie entre huit usines génératrices. Celles-ci porteront respectivement, à partir de Bâle, les noms de Kembs, Ottmarsheim, Fessenheim, Vogelgrün, Marc-kolsheim, Sundhouse, Gerstheim et Strasbourg. L'ensemble de ces huit centrales, réparties tout le long du Grand Canal d'Alsace et dont la capacité de production

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 176, page 91.

annuelle atteindra 5 milliards de kilowatts-heure, fera du Rhin le fleuve d'Europe doté de l'équipement hydraulique le plus puissant.

La réalisation d'un projet de cette envergure soulève, comme on peut facilement le supposer, de nombreuses difficultés d'ordre technique et, en outre, d'ordre administratif. Le Rhin présente, en effet, le caractère particulier d'être un fleuve international, et aucun de ses riverains ne peut entreprendre le moindre ouvrage sur une partie de son cours sans l'assentiment de tous les autres. C'est à un organisme spécial, la Commission centrale du Rhin, dont font partie également, outre les représentants de tous les Etats riverains, ceux de la Grande-Bretagne et de l'Italie, que revient la mission d'examiner les projets d'aménagement du fleuve et de veiller notamment à ce qu'ils ne nuisent en rien à la navigation particulièrement active sur cette grande artère européenne. Le Grand Canal d'Alsace, dont la construction se poursuivra parallèlement à celle des usines hydrauliques projetées, apportera à la navigation, entre Strasbourg et Bâle, de nouvelles facilités et ne manquera pas de provoquer, par cela même, un gros déve-

loppement du trafic de ce dernier port, comme le fait s'est, d'ailleurs, produit pour Strasbourg après l'aménagement du fleuve en aval de cette ville.

La navigation entre Bâle et Strasbourg devenait de plus en plus difficile

Le cours supérieur du Rhin jusqu'à Bâle est encaissé entre deux chaînes de montagnes; dans la plaine d'Alsace, au contraire,

il décrit de nombreux méandres, qui, au commencement du siècle passé, se modifiaient d'année en année, jusqu'à ce que la correction du Rhin, poursuivie à partir de 1817, ait créé un chenal artificiel régulier de 200 à 250 mètres de largeur, dans lequel s'écoule actuellement le débit ordinaire du fleuve. Mais cette correction a entraîné un raccourcissement très important de son cours (23 % environ) qui a détruit l'équilibre en augmentant la différence de niveau par kilomètre. La pente plus forte a provoqué un accroissement de la vitesse du courant et l'apparition d'un phénomène connu sous le nom d'*érosion remontante*, consistant en un approfondissement progressif du lit du Rhin allant de l'aval à l'amont, jusqu'à ce que le fleuve ait adopté un nouveau profil en

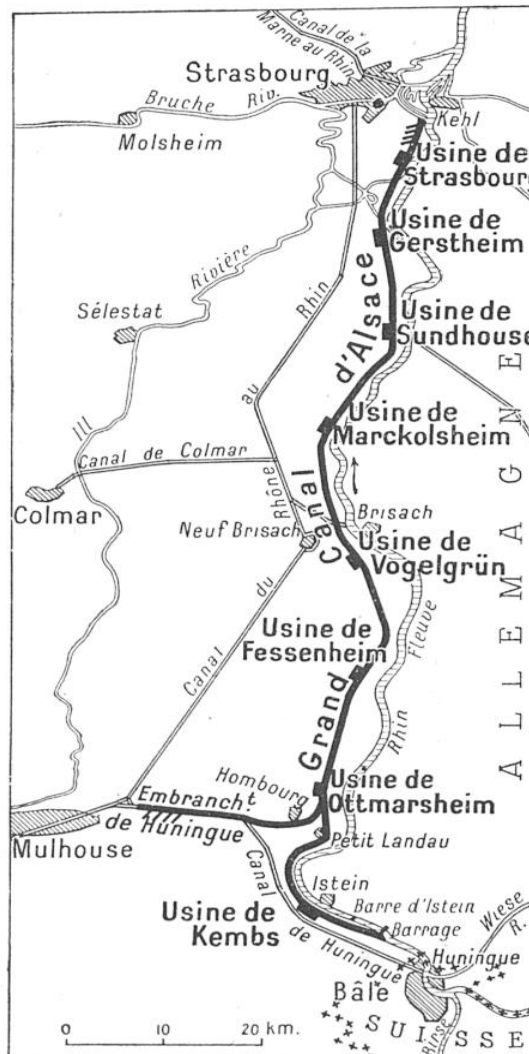


FIG. 1. — TRACÉ GÉNÉRAL DU GRAND CANAL D'ALSACE, PROJETÉ ENTRE BÂLE ET STRASBOURG, SUR LA RIVE GAUCHE DU RHIN

Ce canal, d'une longueur totale de 111 kilomètres, s'embranché sur le Rhin à 5 kilomètres en aval de la frontière franco-suisse et est alimenté par un barrage mobile établi en travers du fleuve, à 590 mètres plus en aval, et relevant le niveau d'eau du fleuve d'environ 7 mètres en eaux moyennes. La hauteur de chute totale, entre Bâle et Strasbourg, est répartie sur huit écluses, à chacune desquelles correspond une usine génératrice. L'usine hydroélectrique de Kembs forme le premier tronçon du Grand Canal d'Alsace.

long d'équilibre, dont la pente soit inférieure à la pente actuelle. A la hauteur de Kembs, en particulier, le Rhin s'est creusé, depuis la correction, d'environ 4 mètres, et cet approfondissement se poursuit à raison de 8 centimètres par an en moyenne.

Sous l'influence de cette érosion est apparue une bande transversale de rocher calcaire, appelée la barre d'Istein, à 9 kilomètres environ de la frontière suisse et à 5 kilomètres en amont de Kembs, et qui tend à devenir un obstacle insurmontable à la navigation. Pour passer la barre d'Istein, le remorqueur, à qui la vitesse du courant interdit, d'ailleurs, de remorquer jusqu'à Bâle plus de deux chalands chargés chacun de 500 tonnes au maximum, monte d'abord seul, s'amarre et tire ensuite chaque chaland séparément à l'aide de cabestans, opération très délicate et très dangereuse. A tous ces inconvénients, il faut ajouter que le Rhin n'est navigable ni en période de basses eaux ni en période de hautes eaux, de sorte que le service ne peut s'effectuer normalement que pendant cent à deux cents jours par an. Seule, la construction d'un canal permet de remédier à cet état de choses, en concentrant la chute en certains points grâce à des écluses et en réduisant ainsi la pente du chenal de navigation. L'installation d'une usine génératrice à chaque écluse s'impose alors pour tirer parti de l'énorme source d'énergie que constitue le Rhin, énergie qui seule, d'ailleurs, permet d'envisager, au point de vue financier, l'aménagement du fleuve.

Le Grand Canal d'Alsace comportera un seul barrage mobile sur le Rhin et huit écluses, entre lesquelles se répartira la chute totale et à chacune desquelles correspondra l'une des centrales hydrauliques que nous avons précédemment énumérées. Sa longueur totale sera de 111 kilomètres. Il s'agit là, évidemment, d'une œuvre colossale, dont l'exécution ne peut être envisagée d'un seul

morceau ; le premier tronçon du canal, que l'on achève actuellement, permettra à la navigation de contourner la barre d'Istein, et l'usine de Kembs, qui lui correspond, alimentera en énergie électrique une partie importante de la région industrielle de l'Est de la France.

L'usine de Kembs travaillera en liaison avec une station d'accumulation par pompage, dans les Vosges

Le débit du Rhin est partiellement régularisé par les lacs suisses et par les glaciers des Alpes, mais il présente encore des variations telles, suivant les saisons, qu'il convient de prévoir la liaison de cette centrale hydroélectrique avec des usines de nature différente, comme les centrales thermiques déjà existantes. Le placement de l'énergie sera, d'ailleurs, facilité, d'une part, par l'établissement d'une ligne à 220.000 volts allant de Kembs à Troyes (Aube) et, d'autre part, par la réalisation, actuellement en cours, d'une installation hydraulique d'accumulation d'énergie par pompage aux lacs Blanc et Noir, dans les Vosges, installation qui permettra de valoriser l'énergie produite par

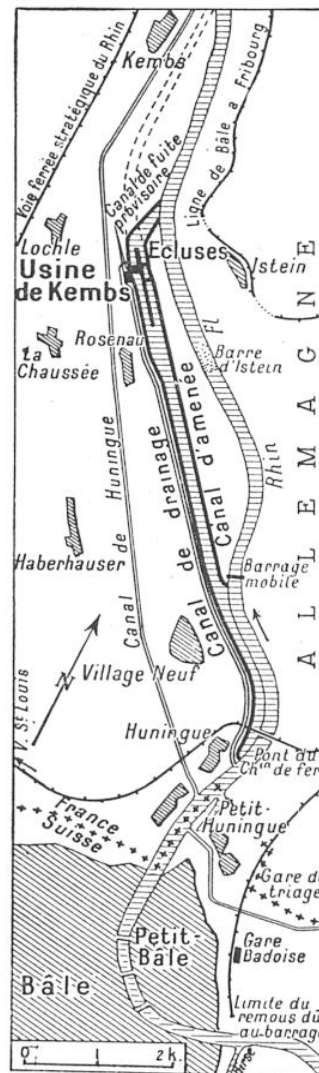


FIG. 2. — PLAN D'ENSEMBLE DE L'USINE DE KEMBS, DU CANAL D'AMENÉE, DES ÉCLUSES ET DU BARRAGE MOBILE SUR LE RHIN

Le canal d'amenée de l'usine, qui constitue, à proprement parler, le premier tronçon du Grand Canal d'Alsace, alimente, d'une part, les six groupes générateurs de l'usine et, d'autre part, les deux écluses de grande navigation. Le canal de fuite n'est que provisoire ; le deuxième tronçon du Grand Canal d'Alsace, rattachant l'usine de Kembs à l'usine suivante d'Ottmarsheim et esquissé en pointillés, formera le canal de fuite définitif. Le canal de drainage, parallèle au canal d'amenée, est destiné à recueillir l'eau d'infiltration qui provient de ce dernier ; il débouche dans le canal de fuite, à l'aval de l'usine.

l'usine de Kembs pendant les heures creuses, notamment pendant la nuit.

Ces deux lacs, situés à l'ouest de Colmar et séparés par une haute montagne, ne sont distants, en projection horizontale, que d'environ un kilomètre. Le niveau des hautes eaux du lac Blanc se trouve à 1.060 mètres d'altitude, soit à 128 mètres au-dessus du niveau des basses eaux du lac Noir. Pour utiliser cette hauteur de chute, on a été

rieure de l'ensemble ne pouvant être débrayée pendant le fonctionnement en génératrice. D'après les prévisions, l'usine de Kembs, lorsqu'elle sera terminée, pourra fournir chaque année 175 millions de kilowatts-heure environ pendant la nuit ou les jours de fête, qui serviront à actionner les pompes et à refouler l'eau du lac Noir dans le lac Blanc ; pendant les heures de pointe, au contraire, la centrale du lac Noir,

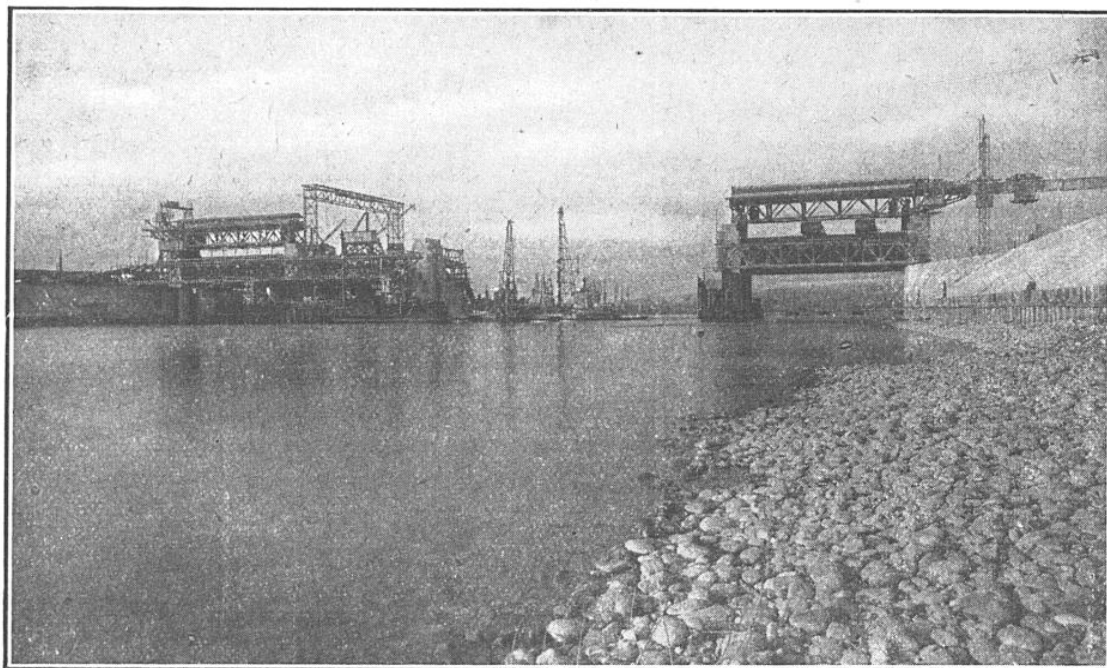


FIG. 3. — LE BARRAGE MOBILE SUR LE RHIN, VU DE LA RIVE DROITE DU FLEUVE PENDANT SA CONSTRUCTION, QUI SERA PROCHAINEMENT ACHÉVÉE

Ce barrage, de 180 mètres de long, est divisé par des piles en cinq travées de 30 mètres, qui seront fermées chacune par deux vannes Stoney superposées. L'obligation de réserver pendant toute la durée de la construction un large passage pour la navigation a eu pour conséquence l'installation de deux chantiers indépendants sur les deux rives, reliés, en particulier, par une grue à câble dont on distingue ici les câbles au-dessus du barrage. Ce dernier, ainsi que les ouvrages de protection des rives du Rhin, sont exécutés pour le compte et aux frais de l'Etat ; ils sont complétés, sur la rive gauche, par un ascenseur à poissons, qui permet aux espèces, qui, à certaines saisons, remontent le fleuve, de franchir le barrage.

amené à creuser une galerie souterraine de 700 mètres de long et 5 m 50 de diamètre et inclinée à 12,5 %, à l'extrémité de laquelle on a ménagé une cheminée d'équilibre verticale. Puis viennent un puits de 75 mètres de long, incliné à 60°, et une galerie de 180 mètres de long aboutissant au voisinage de l'usine hydraulique du lac Noir. Celle-ci recevra quatre jeux de machines d'une puissance totale de 100.000 kilowatts, chaque jeu comprenant une turbine, une pompe et une génératrice calées sur le même arbre vertical, la pompe disposée à la partie infé-

rieure, fonctionnant en génératrice, permettra de récupérer 100 millions de kilowatts-heure et pourra, en outre, d'une manière générale, servir d'usine de secours en cas d'accident à Kembs.

Le barrage mobile sur le Rhin

L'alimentation de la centrale de Kembs et, plus tard, celle des autres usines du canal seront assurées par un barrage mobile établi à travers le fleuve, à 500 mètres en aval du point où le canal d'amenée de l'usine s'embranché sur le Rhin ; il relève le niveau

d'eau du Rhin d'environ 7 mètres en eaux moyennes. Le barrage est constitué par un seuil fixe, fondé pneumatiquement dans les argiles compactes et les marnes que l'on trouve à peu de profondeur sous le lit du Rhin et qui forment une assise résistante et imperméable très favorable. La culée droite, la dernière pile sur la rive droite, ainsi que les parafeuilles du pertuis limité par cette

déplaçant sur les ponts de service amont et aval du barrage, de disposer des poutres dans les rainures ménagées dans les piliers pour constituer un batardeau. Les vannes roulent sur des trains de galets interposés entre elles et des rails verticaux fixés sur les piles ; leur manœuvre s'effectue électriquement.

Les travaux de construction du barrage,



FIG. 4. — LE CANAL D'AMENÉE, DESTINÉ À ALIMENTER L'USINE ET À FACILITER LA NAVIGATION, PEU DE TEMPS AVANT SON ACHÈVEMENT

Mesurant 80 mètres de large au plafond et 150 mètres de large à la surface du plan d'eau maximum, le canal d'aménée constituera un véritable fleuve lorsque le « bouchon », visible ici au premier plan, sera enlevé et que les eaux du Rhin pourront y accéder librement. On remarque, à gauche, l'appareil spécial pour le bétonnage des talus du canal (voir la figure de la page suivante). À droite, on distingue les premières travées du barrage mobile sur le Rhin, en cours de construction.

culée et cette pile, ont été exécutés en fouille ouverte, à l'abri d'un batardeau. La portée totale du barrage est de 180 mètres et est divisée par des piles en cinq travées de 30 mètres. Celles-ci seront fermées chacune par deux vannes Stoney superposées qui assureront ensemble la retenue de 11 m 50 au-dessus du seuil fixe. Avec ce dispositif, on peut baisser la vanne supérieure pour laisser passer une lame déferlante évacuant les glaces, ou bien lever la vanne inférieure pour le passage des graviers. Pour permettre d'effectuer des réparations aux vannes, il sera possible, au moyen de ponts roulants se

commencés en décembre 1928, ont été compliqués par la nécessité de maintenir en tout temps une large ouverture libre pour le passage des convois rhénans, bien qu'en fait ceux-ci, dans la situation actuelle des rapides de la barre d'Istein, ne puissent naviguer entre Bâle et Strasbourg que pendant quelques semaines par an. La largeur de cette passe devant chevaucher sur l'emplacement de deux pertuis du barrage, il devenait impossible d'établir des ponts de service reliant les deux rives ; d'où la nécessité de prévoir des installations complètement indépendantes sur les deux rives, la liaison étant

assurée à l'aide d'un bac et d'une grue à câble. Actuellement, la navigation emprunte le canal et les écluses, tandis que la dernière pile et le dernier seuil jusqu'ici réservés sont édifiés à l'abri d'un batardeau qui provoque une retenue partielle du barrage suffisante pour l'alimentation du canal.

vitesse moyenne du courant n'y dépassera pas 0 m 70 par seconde. Les digues du canal ont une largeur de couronnement de 15 mètres, supérieure à tout ce qui a été réalisé jusqu'ici, de manière à assurer une sécurité absolue. Les talus des digues ont une pente d'un tiers et sont rendus étanches par une

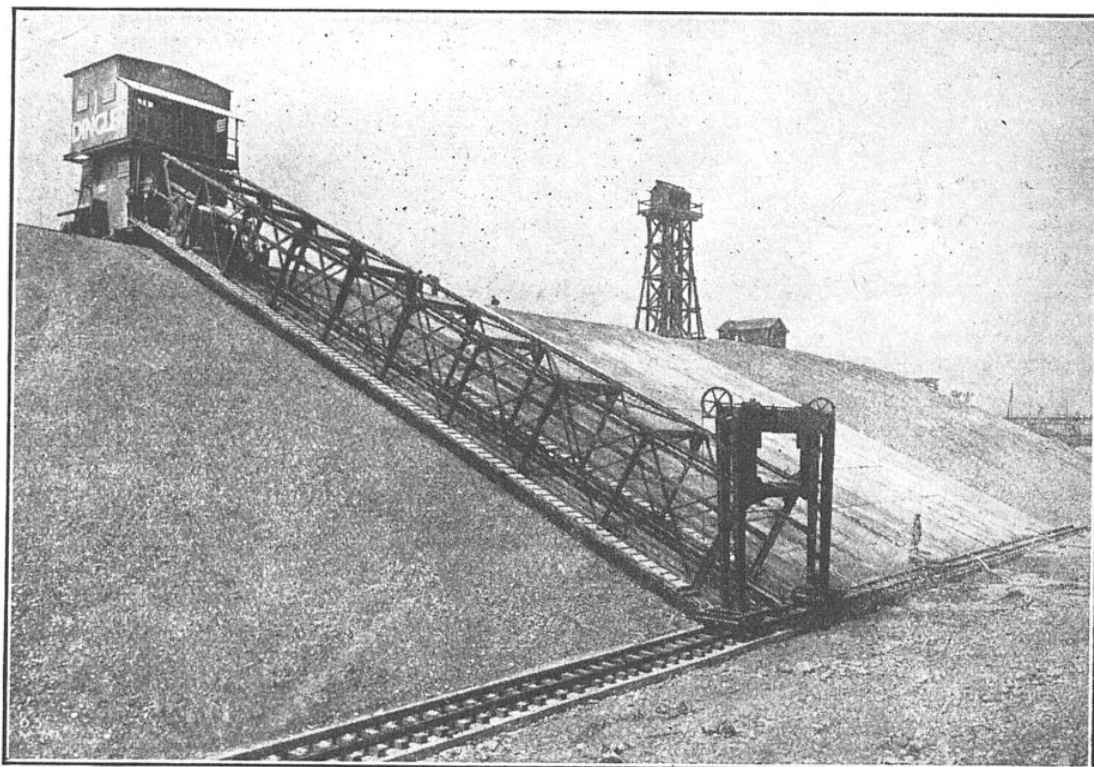


FIG. 5. — INSTALLATION POUR LE BÉTONNAGE DES REVÊTEMENTS DES TALUS DU CANAL D'AMENÉE, DE 5 KM 600 DE LONG, QUI ALIMENTE L'USINE DE KEMBS

A l'intérieur de la charpente métallique, qui a même longueur que le talus à recouvrir, se déplace un dispositif permettant la mise en place du béton et du treillis métallique qui lui est incorporé, ainsi que le pilonnage du béton. La bétonnière est placée dans la cabine de manœuvre, à l'extrémité supérieure. L'ensemble est facilement déplaçable, grâce aux deux voies ferrées placées l'une au pied, l'autre au sommet du talus. Le réglage des talus, avant l'exécution des revêtements, a été effectué à la main dans une partie du canal d'amenée, et, dans l'autre partie, à l'aide d'un appareil conçu spécialement pour ce travail. Ce dernier était construit d'une manière analogue à l'appareil de bétonnage ci-dessus. Il comportait un dispositif permettant d'apporter des remblais aux endroits où il en manquait et d'en enlever aux endroits où ils étaient en excédent. Il était, en outre, muni d'une pilonneuse pour assurer aux futurs revêtements de béton une surface d'assise compacte et convenablement préparée.

Le canal d'amenée et l'usine-barrage de Kembs

Le canal d'amenée des eaux du Rhin à l'usine de Kembs, qui constitue en même temps le premier tronçon du Grand Canal d'Alsace, a 5 km 600 de long ; sa largeur est de 80 mètres au plafond et de 150 mètres à la surface du plan d'eau maximum. Sa profondeur maximum est de 12 mètres, et la

couche de béton (photographie ci-dessus).

A l'extrémité du canal d'amenée se trouvent, d'une part, l'usine-barrage, d'autre part, les écluses. Avant la mise en service du deuxième tronçon du Grand Canal d'Alsace, la hauteur de chute nette à l'usine de Kembs variera normalement (en moyenne pendant 353 jours par an) entre 12 mètres et 16 m 50, suivant l'état des eaux du Rhin ; pour les niveaux extrêmes, elle pourra atteindre ex-

ceptionnellement 7 m 50 et 16 m 60, le chiffre le plus bas correspondant à la période de hautes eaux et le plus élevé à la période de basses eaux. Le canal de fuite est profondément encaissé, le niveau des basses eaux se trouvant à environ 8 mètres en contre-bas du sol naturel, et l'on s'est efforcé de réduire sa longueur, car sa construction exigeait de très gros déblais. Il débouche dans le Rhin à 6 km 800 en aval de la prise d'eau et n'est,

permettant, dans le cas de l'arrêt d'un ou plusieurs groupes, le libre passage d'un volume d'eau correspondant au débit des turbines arrêtées. Pour cela, à travers chaque chambre de l'usine, on ménage, entre l'alternateur et la turbine, une ouverture fermée par une vanne, que l'on peut ouvrir lorsque la turbine est plus ou moins partiellement fermée. Ce dispositif a, en outre, l'avantage de permettre d'éliminer, par déversement, les glaces qui

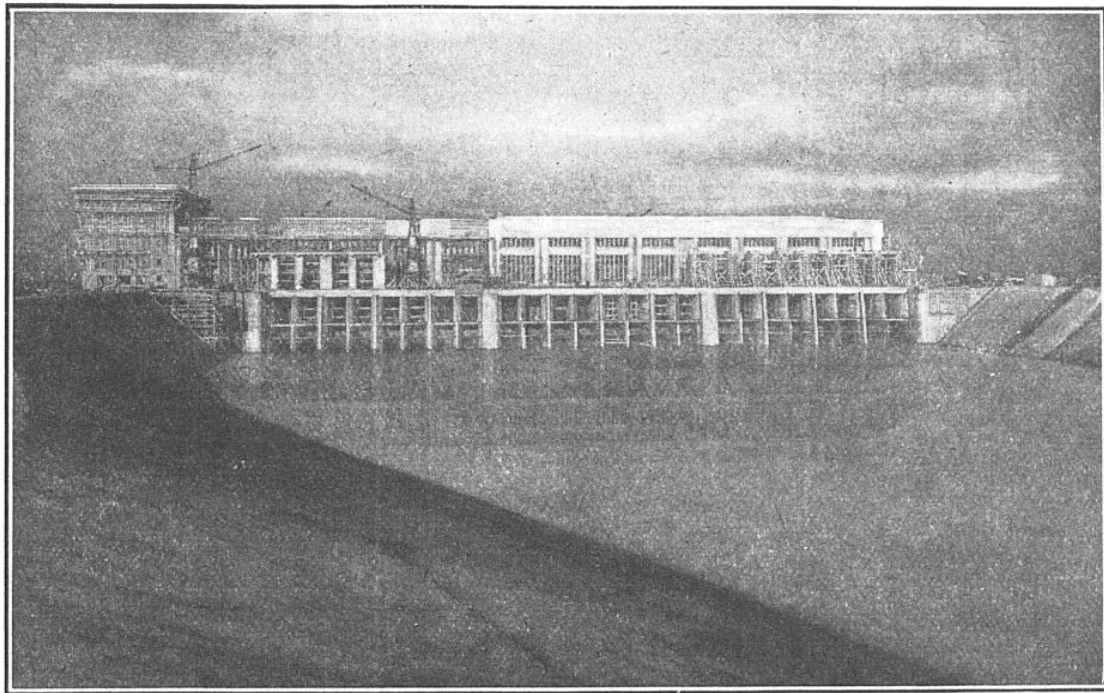


FIG. 6. — VUE D'ENSEMBLE DE L'USINE HYDROÉLECTRIQUE DE 200.000 CHEVAUX DE KEMBS
PRISE DE LA RIVE GAUCHE DU CANAL D'AMENÉE

L'usine est divisée en six chambres indépendantes contenant chacune un groupe générateur de 33.000 chevaux. A gauche du bâtiment des tubulures se trouve celui contenant le tableau et l'appareillage à haute tension pour le départ des lignes de transport d'énergie électrique.

d'ailleurs, que provisoire, en attendant la réalisation du deuxième tronçon du Grand Canal d'Alsace et de la deuxième usine hydroélectrique, à Ottmarsheim.

Le bâtiment de la centrale de Kembs est divisé en six chambres indépendantes par des cloisons transversales, chacune des chambres devant contenir un groupe générateur de 33.000 ch, comprenant une turbine à hélice à axe vertical avec alternateur et excitatrices en bout d'arbre. Les usines échelonnées tout le long du Grand Canal devront être indépendantes l'une de l'autre, et il est indispensable, pour que cette condition soit remplie, de prévoir un dispositif

s'accumuleraient, en hiver, dans le canal d'amenée, en amont de l'usine.

Les écluses de grande navigation

Le second bras du canal d'amenée réservé à la navigation sert de garage amont aux écluses ; celles-ci, au nombre de deux, sont indépendantes et permettent aux convois de franchir en une seule éclusée la différence de niveau entre le bief aval et le bief amont. Elles ont respectivement 185 et 100 mètres de long et 25 mètres de large, les dimensions de la plus grande étant largement suffisantes pour recevoir un train de bateaux ordinaire se composant d'un grand remorqueur et de

deux chalands accouplés. Le passage du bief inférieur au bief supérieur, ou inversement, ne demandera pas plus de trente minutes, y compris toutes les manœuvres pour l'entrée et la sortie des bateaux. Les deux écluses seront équipées avec des portes levantes équilibrées, tant à la tête aval qu'à la tête amont, et le remplissage des sas sera assuré par des aqueducs longitudinaux. Les vannes aval des deux écluses de navigation, qui mesurent plus de 25 mètres de largeur et 20 mètres de hauteur environ, pèsent près de 450 tonnes chacune.

Un chantier géant organisé « à l'américaine »

Cette rapide description des différents ouvrages d'art réalisés près de Kembs ne peut donner qu'une idée très approximative, de l'importance des travaux qu'ils ont nécessités. Il nous faut, pour la mettre en relief, entrer quelque peu dans les détails de leur exécution, les procédés employés différant sensiblement, la plupart du temps, de ceux mis en œuvre pour des installations de moindre envergure. S'étendant sur une longueur de près de 10 kilomètres, c'est un immense chantier « à l'américaine » qui a été organisé, justifiant la mise en action d'engins spéciaux et perfectionnés, comme on n'en rencontre pas, habituellement, en Europe et dont le prix d'achat, souvent fort élevé, n'est plus un obstacle, étant données les possibilités d'amortissement. En effet, la surface à décaper, c'est-à-dire à débarrasser de la terre végétale qui la recouvre, ne couvre pas moins de 200 hectares ; le cube des déblais rocheux atteint 120.000 mètres cubes, tandis que celui des déblais en terrain meuble, qui sont presque entièrement utilisés pour la confection des digues, est de plus de 8 millions de mètres cubes. Le cube des maçonneries, d'autre part, dépasse 450.000 mètres cubes.

De tels chiffres exigent une organisation spéciale des différents chantiers, tous desservis par les embranchements divers d'une voie ferrée à écartement normal d'une longueur totale de 14 kilomètres. La force motrice pour la partie de l'équipement mécanique du chantier, comprenant les installations fixes et les gros engins de terrassement qui absorbent une puissance considérable, est fournie par une double ligne à 40.000 volts du réseau des forces motrices du Haut-Rhin. Un poste de transformation de 6.250 kilowatts abaisse la tension à 6.000 volts, tension du réseau de distribution du chantier. Une station centrale de pompage

alimente le réseau de distribution d'eau sous pression pour l'arrosage des remblais, tandis que plusieurs stations de compresseurs produisent l'air comprimé nécessaire aux nombreux marteaux et perforatrices employés pour l'établissement des fondations de l'usine, des écluses et du barrage.

La lutte contre la nappe d'eau souterraine

Le canal d'amenée, le canal de fuite, les fouilles de l'usine et des écluses sont creusés dans un terrain d'alluvions limité à une certaine profondeur par une couche rocheuse imperméable, qui se trouve, en moyenne, entre 7 et 10 mètres en dessous de la surface d'une nappe d'eau souterraine, laquelle s'infiltrerait normalement à une très faible vitesse, à travers les alluvions, dans la direction du Rhin. Etant donnée l'importance des terrassements à effectuer au-dessous du niveau moyen des eaux souterraines et l'impossibilité de les exécuter sous l'eau, il fallut s'organiser pour faire face à des épuisements importants. Il s'agissait, en effet, d'être en mesure de pomper toute l'eau qui affluerait dans les fouilles, fouilles qui ne devaient être limitées que par des talus en gravier essentiellement perméables et dont la surface s'élevait, au total, à environ 100 hectares. Aussi, après avoir dérivé un ruisseau qui traversait la zone des travaux et exécuté un certain nombre de canaux de drainage, établit-on deux rigoles bétonnées pour l'évacuation dans le Rhin des eaux d'infiltration provenant des stations de pompage des écluses et de l'usine. Toutes les pompes étaient actionnées par des moteurs électriques, dont la puissance installée totale était d'environ 260 kilowatts pour le canal d'amenée et 1.000 kilowatts pour l'ensemble des fouilles des écluses de l'usine et du canal de fuite, beaucoup plus profondément encaissées.

Les travaux de terrassement exigent la mise en œuvre d'engins d'excavation géants

Le cube des remblais pour les digues, ajouté à celui des matériaux nécessaires pour les bétons, égalant, à peu de chose près, le cube des déblais, le problème du mouvement des terres se trouvait fixé dans ses grandes lignes, une partie des déblais pouvant être utilisée sur place pour la confection des digues, comme dans le canal d'amenée, une autre partie, comme celle provenant du canal de fuite, devant subir un transport avant d'être utilisée à nouveau.

Le matériel de terrassement comprenait

un certain nombre d'engins perfectionnés, dont quelques-uns atteignaient des puissances peu communes. Parmi ceux-ci, deux *draglines* (1) géants, montés sur chenilles, les plus grands utilisés jusque-là en Europe, servaient à exécuter les déblais à placer sur les digues à proximité immédiate. Ils étaient équipés avec des godets de

Leur rendement horaire moyen, calculé sur une longue durée et comprenant tous les arrêts de service et les déplacements, variait entre 100 et 150 mètres cubes.

A côté de ces deux colosses, il faut signaler un excavateur géant, porté par des trains de galets articulés, roulant sur des rails et dont le rendement, pour un travail à

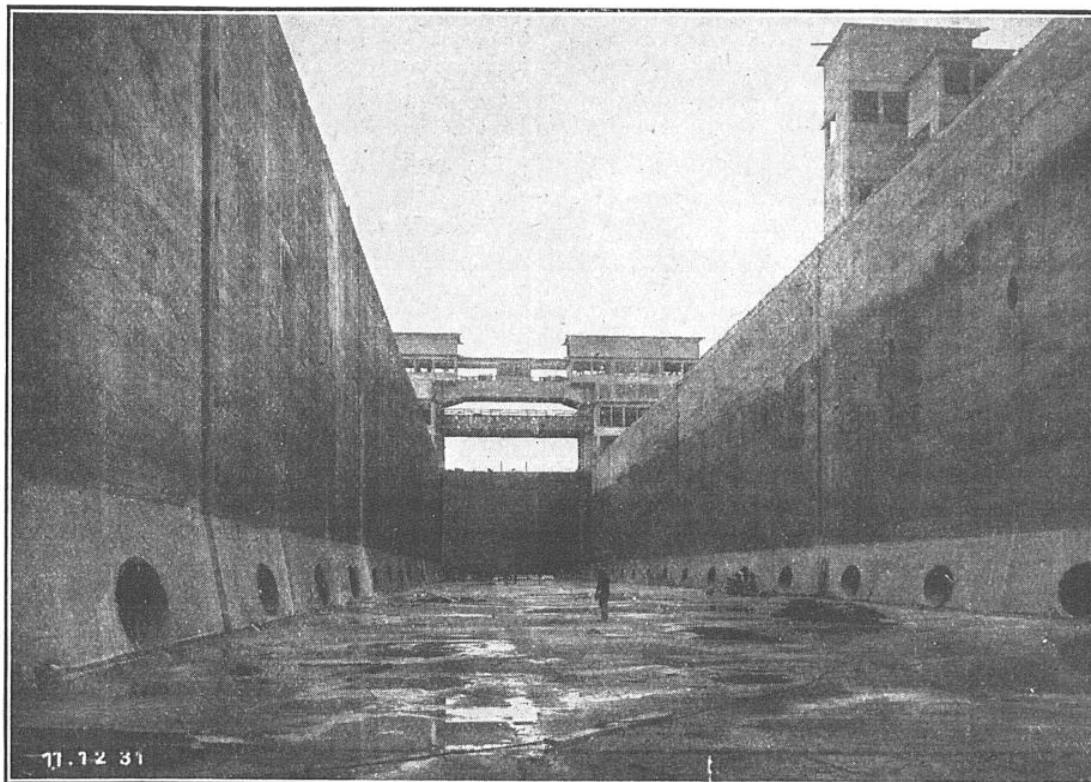


FIG. 7. — L'INTÉRIEUR DE LA GRANDE ÉCLUSE DE KEMBS, QUI MESURE 185 MÈTRES DE LONG ET 25 MÈTRES DE LARGE

Etant données ses dimensions, cette écluse peut facilement recevoir un train de bateaux rhénan, comprenant un grand remorqueur et deux chalands accouplés, le passage d'un bief à l'autre ne demandant pas plus de trente minutes. On aperçoit, à l'extrémité, une des portes levantes de 20 mètres de haut, pesant 450 tonnes. Une deuxième écluse de 100 mètres de longueur, parallèle à la première, est prévue pour le cas où la première ne suffirait pas au trafic futur.

3 mètres cubes et $3\text{ m}^3\frac{3}{4}$, avec une flèche de 42 mètres, et étaient alimentés directement par le courant triphasé du réseau à 6.000 volts auquel ils étaient reliés par des câbles souples. Un groupe convertisseur placé sur le dragline fournissait le courant continu pour l'alimentation des moteurs d'une puissance totale de 235 kilowatts. Malgré leur poids d'environ 350 tonnes, ces engins, portés par quatre trains de roulement, étaient doués d'une grande mobilité.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 171, page 249.

sec dans du gravier, atteignait facilement 400 mètres cubes à l'heure, si l'on ne tient pas compte des arrêts. Il était alimenté, lui aussi, à l'électricité, la puissance installée étant de 365 kilowatts. Entre les trois rails de l'excavateur se trouvaient deux voies de chargement qui leur étaient solidaires; l'ensemble de ces sept rails était relié à de lourdes traverses, qui portaient également les supports des lignes électriques à 6.000 volts, par lesquelles l'excavateur était alimenté à l'aide d'un trolley. Le déplacement trans-

versal des voies, que l'on devait opérer au fur et à mesure que la fouille progressait, était assuré par un appareil spécial appelé « ripeuse », lequel se composait d'une charpente métallique reposant, à l'une de ses extrémités, sur deux bogies et portant à l'autre — en porte à faux — des galets qui saisissaient les deux rails de la voie sur laquelle reposaient les bogies. La voie était ainsi soulevée et légèrement pliée en S, de sorte que, lorsque la « ripeuse », poussée par une locomotive, avançait, les deux rails en question, ainsi que tous ceux qui leur étaient solidaires, se trouvaient déplacés transversalement.

Les autres engins de terrassement, de moindre importance, comprenaient un petit excavateur à godets, mû par la vapeur, et un certain nombre de pelles à vapeur de 1 mètre cube et 1 m³ 1/2, sur chenilles, qui, grâce à leur grande mobilité, se prêtèrent aux travaux les plus variés. Il faut, enfin, citer quatre charrues-ripeuses permettant de « régaler » mécaniquement les décharges, c'est-à-dire d'égaliser les couches successives des remblais et en même temps capables de « riper » elles-mêmes les voies sur lesquelles elles se déplaçaient.

L'organisation des chantiers de bétonnage

Les installations de bétonnage comprenaient, en premier lieu, une station centrale de concassage, lavage et criblage, alimentée par les déblais provenant des fouilles et capable de produire, en dix heures, 1.440 mètres cubes de matériaux représentant 1.200 mètres cubes de béton en œuvre. Les trains de wagonnets sur voie de 60 centimètres, chargés d'amener les matériaux aux divers chantiers de bétonnage, étaient chargés par des doseurs automatiques, qui rassemblaient dans les proportions voulues les différents éléments entrant dans la composition du béton. La quantité de ciment consommée journellement sur le chantier pouvait atteindre 500 tonnes, soit un train complet chaque jour, lorsque les installations fonctionnaient à plein rendement.

La mise en œuvre du béton, pour l'exécution des maçonneries des écluses, s'effectuait à l'aide de deux tours roulantes de 60 mètres de hauteur, reposant sur des trains de galets articulés. Au pied des tours se trouvaient les bétonnières, et le béton, élevé dans les tours à l'aide d'une benne, était coulé jus-

qu'au lieu d'emploi par des goulettes suspendues par des câbles.

Au chantier de l'usine, le béton était également coulé à l'aide de goulettes, desservies, cette fois, par deux passerelles longitudinales, aux extrémités desquelles se trouvaient les bétonnières. Une grue à câble de 6 tonnes, portée par deux tours roulantes, embrassait tout le chantier et permettait le transport et la mise en place des coffrages ou de pièces métalliques, ainsi que la manutention des goulettes.

Deux appareils spéciaux furent utilisés pour le bétonnage des talus du canal d'aménée. Chacun d'eux, installé sur une des digues de ce canal, reposait sur deux voies, dont l'une était placée au pied et l'autre au sommet du talus. Sur une charpente métallique embrassant tout le talus se déplaçait un chariot permettant la mise en place du béton en lui incorporant un treillis métallique et son pilonnage. La cabine de manœuvre, placée à l'extrémité supérieure, contenait la bétonnière, les treuils et un moteur Diesel pour actionner l'appareil.

C'est en 1928 que furent entrepris les travaux préparatoires pour l'organisation de ces gigantesques chantiers. Cependant, si des terrassements furent entrepris au fur et à mesure de l'arrivée des engins d'excavation, ce n'est qu'au printemps 1929 que l'équipement put être complet. Les bétonnages, commencés au début de l'année 1930, sont actuellement terminés en ce qui concerne le canal et le bâtiment de l'usine, où l'on procède actuellement au montage des deux premières turbines et à l'installation de la partie électrique. Comme nous l'avons dit, bien que le barrage ne soit pas encore terminé, la retenue partielle permet déjà le passage de la navigation par le canal et les écluses.

Prochainement, les deux premiers groupes seront mis en marche, et les autres les suivront à raison d'un groupe nouveau tous les quatre mois. A partir du printemps 1933, la retenue définitive du barrage sera constituée et, en octobre 1933, l'ensemble de toutes les installations sera en service. C'est une puissance de 200.000 kilowatts, première étape de l'ensemble du projet de l'aménagement du Rhin (900.000 kilowatts), qui sera mise ainsi à la disposition de la région industrielle de l'Est de la France.

J. BODET.

L'ÉLECTRICITÉ

PERMET D'IDENTIFIER RAPIDEMENT DES ÉCHANTILLONS DE VINS

Par M. NARCY

INGÉNIEUR DES ARTS ET MÉTIERS ET DE L'ÉCOLE SUPÉRIEURE D'ÉLECTRICITÉ

Les recherches pour découvrir les fraudes des matières alimentaires se poursuivent sans cesse. Dans le domaine des vins, a été récemment mise au point une méthode qui, si elle ne permet pas d'analyser complètement un vin, en autorise toutefois la comparaison rapide avec un échantillon. Fondé sur l'électricité, ce procédé est donc utile pour s'assurer rapidement qu'une livraison est conforme à l'échantillon choisi.

DEPUIS de nombreuses années déjà, la science est mise à contribution pour dépister les falsifications des vins, et la France, en particulier, possède plusieurs laboratoires « œnologiques », très bien outillés, qui permettent d'effectuer les analyses les plus compliquées.

Mais ces analyses sont, en général, longues et coûteuses; or, il se présente constamment, en pratique, le problème suivant : vérifier rapidement et à peu de frais si un vin reçu est conforme et identique à un échantillon.

La première chose à faire est évidemment de mesurer le degré alcoolique du vin. Cette mesure se fait très facilement après simple distillation à l'alambic, au moyen d'un alcoomètre courant. Mais il est évident qu'elle ne suffit pas pour résoudre le problème posé, car rien n'est plus facile que de truquer un vin par des coupages appropriés pour l'amener au degré alcoolique que l'on veut obtenir.

Il est donc nécessaire d'opérer d'autres vérifications.

Un professeur de Beaune, M. Dauvé, qui étudie la question depuis longtemps, s'est rendu compte que l'une des propriétés les plus caractéristiques d'un vin, était sa résistivité électrique et celle de son « distillat », c'est-à-dire du résidu dépourvu d'alcool qui reste dans l'alambic après sa distillation. Cette résistivité est, en effet, fonction des différents sels et autres corps contenus dans le vin ou le distillat, et qui le caractérisent d'une manière spécifique.

Il suffit donc de mesurer, avant et après distillation, les résistivités du vin et du distillat, ou plutôt de les comparer avec celles de l'échantillon pour se rendre compte s'il y a fraude ou non. Au cas où les résultats ne seraient pas concordants, en effet, il y aurait lieu de faire procéder à une analyse chimique ultérieure qui confirmerait la falsification et en déterminerait la nature.

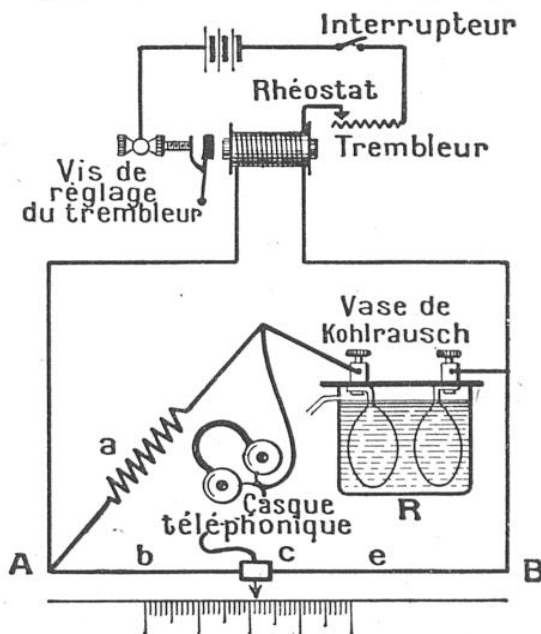


FIG. 1. — SCHÉMA DE L'APPAREIL POUR MESURER LA RÉSISTIVITÉ OU PLUTÔT LE DEGRÉ « DAUVÉMÉTRIQUE » DES VINS

Le vin, ou le « distillat », placé dans le vase de Kohlrausch, constitue l'une des résistances d'un pont de Wheatstone, les autres étant a, b, et c ; la position du curseur c, dont le déplacement devant une règle graduée fait varier les résistances b et a, caractérise la résistivité, et, par suite, le degré « dauvéométrique » du vin.

Comment on mesure la résistivité électrique du vin

La manière la plus simple de mesurer la résistivité du vin consiste à utiliser la méthode de Kohlrausch (mesure des résistances liquides au moyen du pont de Wheatstone).

Pour cela (fig. 1), le vin ou le distillat est disposé dans un vase de Kohlrausch, vase dans lequel plongent deux électrodes métalliques, et qui constitue l'une des quatre résistances du montage classique d'un pont de Wheatstone, les autres résistances étant a , b et c . Les résistances b et c , pour plus de commodité, sont constituées par un simple fil métallique, sur lequel un curseur e se déplace devant une règle graduée. Un écouteur téléphonique est disposé de la manière usuelle sur la dérivation qui forme le pont et le courant alternatif est produit par une batterie d'accumulateurs, un trembleur et un rhéostat, qui permet de régler la hauteur des sons.

On déplace alors le curseur c sur le fil e , jusqu'à ce qu'on n'entende plus aucun son dans l'écouteur (ou, plutôt, jusqu'à ce que le son entendu ait le minimum d'intensité ; le silence absolu est impossible à réaliser en pratique, car les électrodes présentent toujours entre elles une certaine capacité).

A ce moment, la résistance R du vin, ou du distillat, peut être calculée par la formule connue $R = \frac{a \cdot c}{b}$

En fait, comme nous voulons simplement comparer des résistances et non les mesurer, il suffit de noter le repère de la règle graduée devant laquelle le curseur s'arrête et qui donne ce que nous pouvons appeler, du

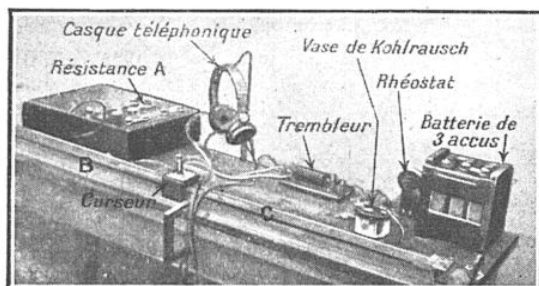


FIG. 2. — APPAREIL POUR MESURER OU PLUTÔT COMPARER LES RÉSIDIVITÉS DES VINS
Il suffit de verser l'échantillon dans le vase de Kohlrausch, et, le trembleur étant mis en fonctionnement, de déplacer le curseur jusqu'à ce que le son entendu dans le casque téléphonique soit annulé ou tout moins réduit au minimum.

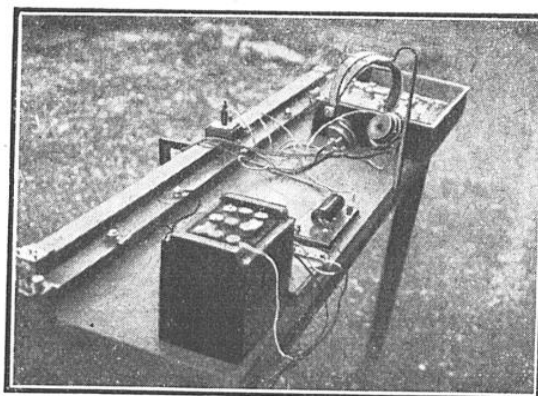


FIG. 3. — AUTRE VUE DU MÊME APPAREIL
On voit, sur cette figure, la simplicité de l'ensemble. Les mesures se font sans difficulté.

nom de l'inventeur de la méthode, le degré dauvémétrique du vin ou du distillat.

Les opérations, en pratique, se font de la manière suivante.

On commence par mesurer le degré dauvémétrique de l'échantillon, puis on le distille et on mesure son degré alcoolique, à la manière usuelle. On reprend ensuite le distillat ; on l'étend avec la quantité d'eau pure voulue pour que son volume en soit égal au volume initial du vin, et on note à son tour son degré dauvémétrique.

Quand on reçoit ensuite le vin, on recommence les mêmes opérations, et on compare les degrés alcooliques et les degrés dauvémétriques trouvés. Si le vin est conforme à l'échantillon, les résultats sont identiques. Sinon, on est fondé à croire qu'il y a eu addition de sels minéraux et organiques.

Résultats obtenus

La méthode Dauvé est très sensible, et elle permet, d'une manière très simple et rapide, de se rendre compte de l'identité de deux échantillons de vins, et de déceler les fraudes.

Elle peut également être utilisée dans d'autres domaines. Ainsi, elle a permis de comparer les eaux des deux sources qui alimentent la ville de Beaune et de distinguer facilement les échantillons provenant de l'un et de l'autre. Et, pourtant, ces deux eaux ne diffèrent que de trois degrés hydrotimétriques.

Nul doute qu'à l'avenir elle ne serve utilement l'intérêt des consommateurs de vins en empêchant les falsifications, trop faciles encore à l'heure actuelle.

M. NARCY.

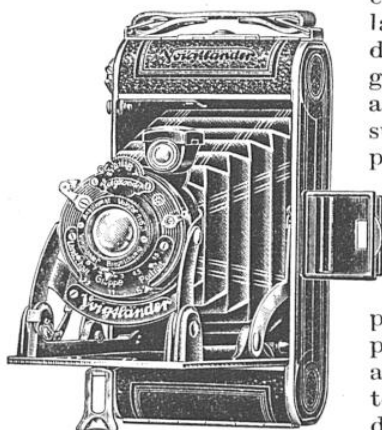
QUELQUES NOUVEAUTÉS EN PHOTOGRAPHIE

Le choix d'un appareil photographique

DEVANT la multitude des appareils photographiques qui s'offrent à son choix, l'amateur se trouve fort embarrassé. Et, cependant, s'il a hésité longtemps avant de décider l'achat de l'appareil, dès que cette décision est prise, il voudrait réaliser son désir rapidement. C'est pourquoi, dans un grand nombre de cas, son choix hâtif lui vaut, par la suite, des déceptions, qui, quelquefois, lui font abandonner cet art amusant qu'est la photographie. Il est évident qu'un débutant, par exemple, ne pourra que difficilement adopter un appareil

compliqué, à la technique délicate, exigeant une assez grande sûreté pour la prise de vues.

A ce débutant, nous conseillons un appareil simple, à mise au point pour ainsi dire automatique, et dont l'objectif ne présente pas une très grande ouverture. Plus

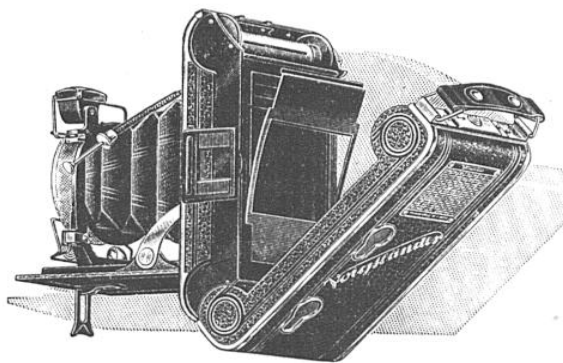


L'APPAREIL " BESSA " A
PELLICULES 6×9 OU 6,5×11

tard, il acquerra un appareil plus perfectionné.

Faut-il adopter plaques ou pellicules? Cette question a été souvent posée, et il faut reconnaître que les arguments pour ou contre ont, les uns et les autres, leur valeur. L'appareil à pellicules est, évidemment, d'un emploi plus pratique ; il est plus léger que l'appareil à plaques, ne nécessite pas un magasin ou châssis encombrants et lourds. De son côté, l'appareil à plaques permet la mise au point précise sur verre dépoli et, en voyant exactement l'image, de faire une mise en place convenable.

L'amateur voit également, en fermant plus ou moins le diaphragme, la profondeur de champ qu'il peut obtenir pour réaliser l'effet voulu. En résumé, l'appareil à plaques reste

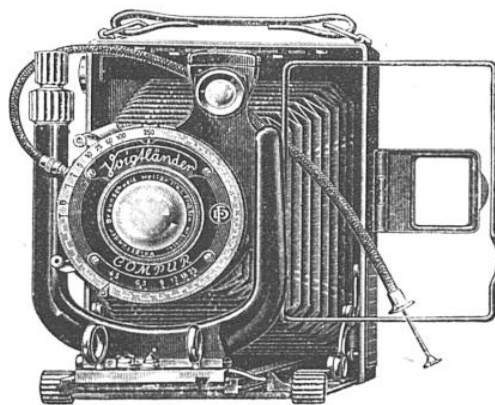


L'APPAREIL " INOS " PERMET DE PRENDRE
SIX POSES 6×9 OU DOUZE POSES 43×55

celui de l'amateur, qui cherche à composer des images artistiques.

Quoi qu'il en soit, voici, dans ces deux genres d'appareils, de fort intéressants modèles mis au point par la Maison Voigtlaender qui construisit, en 1840, le premier appareil.

Pour l'amateur débutant, mais qui désire d'un premier coup acquérir un appareil qui pourra lui servir longtemps, signalons le Bessa, appareil à pellicules de format 6×9 ou 6,5×11, qu'il suffit d'ouvrir pour être



L'APPAREIL A PLAQUES " BERGHEIL "

prêt à la prise de vues. L'objectif, qui ouvre à 6,3, est suffisamment lumineux pour faire des instantanés dans la plupart des cas. La mise au point comporte trois repères : portrait, groupe, paysage, largement suffisants, étant donné la profondeur du champ *correspondant* à l'ouverture 6,3, qui est obtenue avec une optique à court foyer de l'ouverture *f* 6,3. Outre un viseur à clair, le *Bessa* comporte un viseur à cadre qui permet de voir exactement la mise en plaque et de disposer au mieux le sujet à photographier.

Toujours dans le domaine des appareils à pellicules, mentionnons l'*Inos*, qui résoud le problème du format. Il permet, en effet, avec la même bobine 6×9, soit de tirer six poses normales 6×9, soit 12 poses 43×55 millimètres. On sait que les petits formats sont très en vogue actuellement, grâce à la finesse des objectifs et des émulsions sensibles qui autorisent les agrandissements. Or, ceux-ci présenteront toujours les qualités de la vue elle-même, par suite de la longueur du foyer de l'objectif de l'appareil *Inos*, qui conserve la perspective du sujet agrandi. Un autre avantage du long foyer pour format réduit réside dans la reproduction plus grande des objets, comme en téléphotographie. De même les vues de lointain présentent une grande finesse de détails.

Le dos de l'appareil est pourvu de deux fenêtres de contrôle, dont une seule est utilisée pour le format 6×9. Pour obtenir le format 43×55, il suffit d'introduire un cadre en tôle d'acier mince dans les rainures pratiquées à cet effet dans le cadre arrière de l'appareil. Un viseur à cadre donne, pour les deux formats, la mise en place du sujet.

Dans les appareils à plaques, signalons le *Bergheil*, qui réunit toutes les qualités désirables de l'appareil de précision de grand luxe. La précision de la mise au point est réalisée grâce aux grandes molettes cannelées dans lesquelles sont noyées les niveaux d'eau pour les deux sens de prises de vues. Le décentrement de l'objectif est obtenu par l'action de deux molettes superposées, bien à portée de la main. Mentionnons encore : le système à baïonnette, permettant d'enlever d'un seul coup l'objectif et l'obturateur, les tendeurs articulés du plancher de l'appareil. Le chariot est à double crémaillère et peut être actionné par chacune des deux molettes latérales de mise au point. Celle-ci obtenue, un cran d'arrêt la rend indérégable. L'appareil est muni d'un objectif *Heliar*, soit du type ouvrant à 4,5, avec longueur de foyer 10 cm 5 ou 12 centimètres, soit ouvrant à 3,5, avec longueur de foyer de 10 cm 5 pour

le format 6,5×9 ou de 13,5-15,0 centimètres pour le format 9×12 centimètres. Il peut utiliser les châssis à plaques et les châssis pour film pack.

Enfin la Maison Voigtlaender a mis au point une pellicule de haute sensibilité, qui est de 1.300 H et D (23° Sch ou 100 E H) pour la lumière solaire et de 2.100 H et D (25° Sch ou 106 E H) pour un éclairage artificiel par lampe Nitraphot ou demi-watt. De plus, la couche arrière antihalo de cette pellicule supprime complètement le halo, à tel point que les traces de halo ne commencent à être visibles qu'en exposant huit mille fois plus de ce qu'il faudrait pour faire apparaître les premières traces de noircissement. Cette pellicule permet également la reproduction de toutes les tonalités : un écran jaune « moment », qui n'augmente que d'une fois le temps de pose, donne la reproduction de teintes qui se rapprochent de très près de la courbe de sensibilité de l'œil ; un autre écran, l'écran contraste *Beta*, triple la pose.

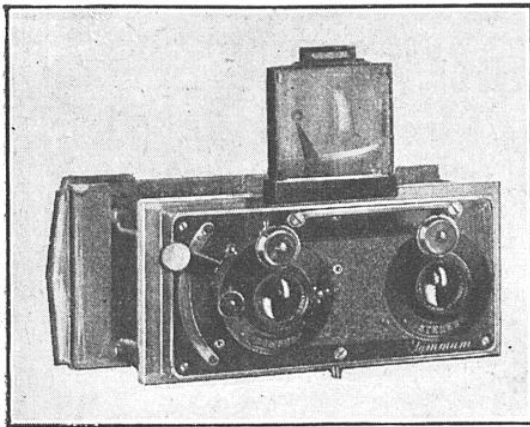
Quoique très sensible, cette pellicule possède un grain très fin et une grande latitude de temps de pose, permettant une surexposition égale à trente fois le temps de pose normal.

L'essor de la stéréoscopie

PAR les joies qu'elle procure en donnant aux images le relief qui leur fait défaut avec les appareils à un seul objectif, la stéréoscopie réunit des adeptes de plus en plus nombreux. Mais, bien entendu, l'appareil stéréoscopique vraiment moderne doit être peu encombrant, léger et robuste. Le « Summum », que représente la photographie page ci-contre, dont l'extérieur a l'apparence d'un 45×107, donne, en réalité, des vues de format 6×13, le plus répandu actuellement.

Son ajustage est des plus précis, car les parties avant sont fraisées dans un métal léger et résistant. De forts décentrement de l'objectif (15 millimètres vers le haut, 5 millimètres vers le bas), point important en stéréoscopie, car l'appareil doit être maintenu horizontal, facilitent grandement la prise de vues.

La mise au point se fait par déplacement des objectifs sur des montures hélicoïdales à rampes multiples, fraisées dans un métal dur. L'obturateur « Compur » donne le 1/250° de seconde. Le viseur donne l'image dans toute son ampleur et l'abaissement ou le relèvement de l'ocilleton de visée est automatique. Un niveau d'eau, placé sur le viseur, permet de contrôler l'horizontalité de



L'APPAREIL STÉRÉOSCOPIQUE " SUMMUM "

l'appareil au moment même de la visée.

Sur le côté de l'appareil est fixée une échelle de profondeur de champ au 1/20^e de millimètre, qui assure l'obtention de clichés avec le maximum de netteté sur les plans choisis.

Enfin, l'emploi de châssis en métal léger « Inalium » allège beaucoup l'appareil.

La vogue des petits formats

LA recherche de la simplicité a fait l'objet, en photographie, de nombreuses études qui ont abouti à la réalisation d'appareils de précision, où les manipulations sont réduites au strict minimum. Dans ce domaine, il faut signaler l'« Ikonta », où la mise en batterie de l'appareil est automatique et les divers réglages sont prévus et repérés à l'avance. C'est ainsi que, par une simple pression sur un bouton, l'appareil s'ouvre et est prêt à servir. La mise au point se réduit à la manœuvre de deux repères, sans calcul de distance.

Ces divers perfectionnements expliquent la vogue des petits formats ou « photominiature » 3×4 centimètres. Les difficultés de mise au point sont éliminées, en effet, du fait de la profondeur de champ des objectifs. A cette catégorie appartiennent les appareils *Baby-Box*, *Colibri*, *Konta-Miniature*, créés par la Maison Zeiss-Ikon, et auxquels il faut ajouter le *Contax*.

Dans cet appareil, en effet, on retrouve à la fois les avantages résultant de l'automatisme et de la réduction du format ;

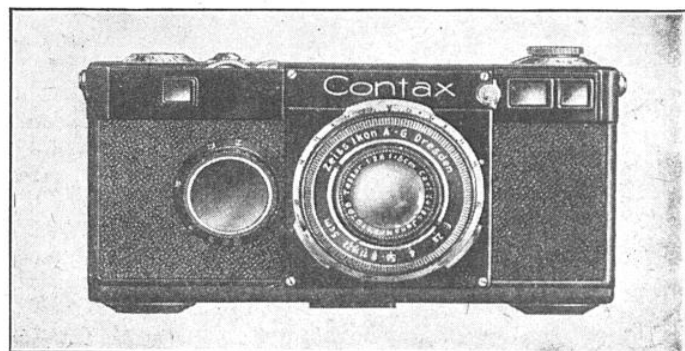
trente-six clichés de 24×36 millimètres défilent successivement devant l'objectif sans qu'il soit possible de commettre la moindre erreur de mise au point ; c'est le télémètre lui-même qui commande le déplacement de l'objectif, et l'appréciation personnelle de l'opérateur, toujours sujette à erreur, n'a pas à intervenir.

La grande luminosité des objectifs permet l'instantané dans presque tous les cas, même en hiver, et des agrandisseurs pratiques facilitent l'obtention d'images du format désiré.

L'objectif est l'âme de l'appareil photographique

L'OBJECTIF étant l'organe de l'appareil photographique qui capte la lumière et forme l'image sur la surface sensible, il est évident que les plus grands perfectionnements de la chambre, de la mise au point, de l'obturateur seraient vains si cet objectif laissait à désirer. Aussi exige-t-on de lui un grand nombre de qualités, qui font, d'ailleurs, qu'il ne peut exister d'objectif universel, c'est-à-dire convenant aussi bien à l'amateur, au photographe industriel, au portraitiste.

Pour posséder toutes les qualités, jointes à celles de donner des images non déformées, un objectif doit être composé d'une série de lentilles. Dans ce domaine délicat de l'établissement des objectifs, nous sommes heureux de trouver une maison française qui a réussi à obtenir des résultats soutenant facilement la comparaison avec les firmes étrangères. *Hermagis* a, en effet, créé pour les amateurs diverses séries d'objectifs, dont l'ouverture varie de 1 : 6,3 à 1 : 2,5, qui résolvent tous les problèmes de la photographie. Il faut signaler également l'*Eidoscope amateur*, qui donne au portrait tout le velouté qui manque aux meilleurs objectifs ordinaires.

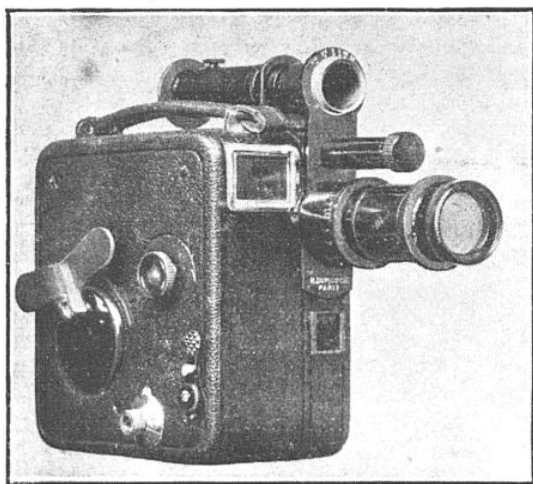


L'APPAREIL " CONTAX " PEUT PRENDRE TRENTE-SIX CLICHÉS 24×36 MILLIMÈTRES

Signalons également qu'Hermagis construit des appareils pratiques et précis, tel l'*Hermo-pochette* (16 vues 3×4 cm), l'*Hermo-Cady* (6×9) pour débutants, et toute la série des *Hermo* à pellicules ou à plaques et film-packs, qui satisferont les plus difficiles.

Téléobjectif à montage instantané sur la camera Pathé-Baby

DEPUIS l'introduction, sur le marché français, d'une pellicule 9 mm 5, à grain extrêmement fin, de Gevaert, reproduisant à l'écran tous les détails et demi-teintes des sujets filmés et, en particulier, les



LE TÉLÉOBJECTIF SUR LA CAMERA

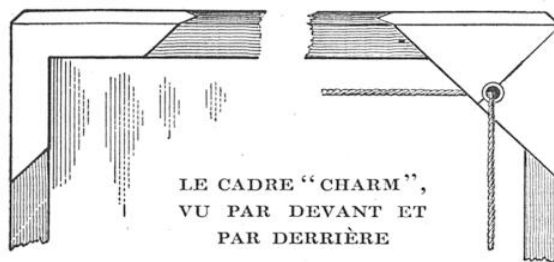
lointains, les cameras de prises de vues se devaient de posséder toute une gamme d'objectifs de différentes distances focales.

L'appareil, reproduit par notre figure, présente un téléobjectif d'un grossissement de douze fois, fixé sur une tourelle. Le pivotement du système permet, en une seconde, de mettre en prise, soit le télé (foyer au choix), soit l'objectif initial de série (foyer 20 mm). Sur le dessus se trouve un verre dépoli, avec loupe, placé sur le même plan que la pellicule, et permettant la mise au point précise des sujets placés de un mètre à l'infini.

Enfin, ces téléobjectifs, qui se font de $X4$ à $X12$, travaillent avec une ouverture utile de $f_n : 4$.

Pour encadrer les photos

L'ENCADREMENT d'un tableau ou d'une photographie exige l'emploi d'un petit matériel (scie et onglet), que l'amateur n'a pas toujours à sa disposition. Il est



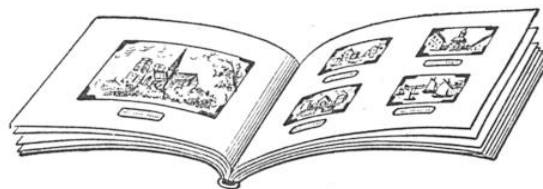
cependant superflu de s'adresser à un spécialiste pour encadrer un grand nombre de sujets. Voici comment, en effet, un dispositif ingénieux permet de résoudre le problème. Il se compose de baguettes métalliques en forme d'U, entre lesquelles il est facile d'insérer le sujet à encadrer. Lorsque cette première opération est faite, on coiffe les quatre angles au moyen de quatre coins nickelés ou dorés. Pour les maintenir en place, ceux-ci portent au verso une ouverture dans laquelle on fait passer un cordonnet. En tendant le cordonnet, on donne au cadre la rigidité nécessaire.

Pour l'album de photos

LA multitude de formats utilisés en photographie a rendu bien difficile la préparation d'albums comportant, aux dimensions voulues, les encoches nécessaires à la fixation des épreuves. Aussi préfère-t-on souvent employer un album composé de simples feuilles de papier fort sur lesquelles on colle, à la demande du format, des coins gommés fort pratiques.

De même, l'inscription de quelques mots, destinés à perpétuer le souvenir des circonstances de la prise du cliché — et même, pour certains amateurs, les conditions techniques de l'opération, temps de pose, diaphragme, etc. — est bien difficile sur ces feuilles de papier généralement de couleur sombre. Coller une vulgaire étiquette ne serait guère esthétique. Pour résoudre ce petit problème, il suffit d'employer de petites étiquettes gommées, dont la forme et la décoration sobre et élégante s'adaptent bien à tous les albums. La modicité de leur prix ne vaut pas qu'on les fabrique soi-même.

J. M.



UN ALBUM MUNI DE SES ÉTIQUETTES

UN NOUVEAU MATÉRIAU DE CONSTRUCTION TENANT DU CIMENT ARMÉ ET DE LA CHARPENTE MÉTALLIQUE

Par P. PRADDAUDE

ENTREPRENEUR FONDATEUR DE LA SOCIÉTÉ « LE BÉTON - MÉTAL »

La Foire de Paris a révélé aux chercheurs d'inventions un nouveau matériau appelé à révolutionner l'art de bâtir. La première photographie de cet article montre un plancher de 4 mètres de portée, dont la dalle a 6 centimètres d'épaisseur, la hauteur totale 22 centimètres ; la limite d'élasticité éprouvée est de 12.000 kilogrammes au mètre carré, d'où une surcharge de sécurité de 6.000 kilogrammes au mètre carré, chiffre concordant parfaitement avec les calculs de résistance. Les poutrelles jointives de ce plancher constituent à la fois la dalle, la poutre et le plafond. Elles pèsent 115 kilogrammes chacune et sont, par suite, facilement maniables à bras. La deuxième photographie montre d'autres applications et, en particulier : 1° un plancher calculé pour une charge de sécurité de 1.000 kilogrammes (surcharge élastique 2.000 kilogrammes), dont les dalles sont mobiles et ne pèsent que 42 kilogrammes au mètre carré pour 1 cm 1/2 d'épaisseur ; 2° des poutrelles métalliques portant directement les lambourdes pour planchers d'habitation devant recevoir du parquet, avec plafond en plâtre sur lattis. Ces poutrelles, en simple tôle du commerce, ne pèsent que 35 kilogrammes (compris les lambourdes) pour une portée libre de 4 mètres. Quelle simplification sur les planchers actuels formés de fers I. P. N., supportant un hourdis sur lequel on venait régler de niveau et sceller les lambourdes, et quelle économie de poids ! 3° un pont-route de 8 mètres, livré directement d'usine et coulé sur place en un jour, sans aucun échafaudage. Il s'agit donc bien là d'une révolution dans l'art de bâtir.

JUSQU'ICI, les immeubles modernes sont établis soit en ciment armé, soit en charpente métallique.

Dans ce nouveau procédé de construction, on conserve la dalle de compression en ciment armé pour résister aux efforts de compression, mais on remplace la poutre, elle-même en ciment armé, faisant habituellement saillie sous la dalle et dont le coffrage, le ferrailage et le coulage sont très coûteux, par une poutre métallique à âme pleine ou à treillis, dont la semelle inférieure supporte les efforts de traction (1).

La liaison entre l'âme métallique pleine ou à treillis et la dalle en ciment peut se faire par tous procédés d'ancrage connus, et notamment par des goujons ou barres traversant les extrémités supérieures des montants et des diagonales ou le bord supérieur de l'âme pleine, ou bien encore par des pattes formant scellement, soit découpées dans le bord supérieur de l'âme métallique pleine, soit obtenues en pliant les extrémités des montants et traverses ou encore par rivetage, boulonnage ou soudure.

On verra dans les dessins ci-dessous ces différents procédés utilisés suivant les cas.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 160, page 275

Plancher d'habitation parqueté

Pour une portée libre de 4 mètres, ce plancher se compose de poutrelles en tôle de 140 millimètres de hauteur et 2 mm 5 d'épaisseur. Le bord supérieur est perforé de trous pour le passage de clous, qui, dans les premiers essais, avaient 60 millimètres de longueur (n° 18, environ 3 millimètres). Ces clous sont destinés à assurer l'adhérence entre l'âme pleine en tôle et le champignon en béton de ciment fondu, ou super-ciment, d'une épaisseur de 20 millimètres et d'une largeur de 77 millimètres, correspondant à la largeur des lambourdes en sapin tirées d'une seule longueur de madriers (rabattus trait en bas).

Ces lambourdes portent un lardis de clous pour en assurer le scellement dans le champignon en ciment au moment du coulage. C'est ce champignon qui reçoit tous les efforts de compression des poutrelles. Il a donc un rôle multiple très intéressant.

Le plafond est enduit en plâtre sur un lattis qui est fixé très simplement sous les tôles au moyen de crochets passant dans des trous perforés dans les bords inférieurs.

Pour empêcher le son de se transmettre,

on peut placer, dans l'intervalle séparant le parquet du plafond, toute matière formant isolant (paille, etc.). Cet espace vide peut être également très utile pour poser toutes canalisations.

Plancher d'usine à 1.000 kilogrammes au mètre carré (surcharge élastique, 2.000 kilogrammes au mètre carré)

Il est constitué par des poutres de 5 mètres de portée et 1 m 25

d'écartement et par des dalles mobiles d'une épaisseur de 15 millimètres, raidies par des feuillards.

Poutres. — La partie métallique est une poutre à treillis dont les montants verticaux sont constitués par du fer plat de 60 mm × 10 mm. Chaque montant est pris entre deux diagonales en fer plat de 60 mm × 5 mm. Rivet de 20 millimètres. Les goujons assurant la liaison des montants et des diagonales de la poutre à treillis avec le champignon ont 100 mm × 8 mm. Dans chaque champignon,



FIG. 1. — VUE, PRISE A LA FOIRE DE PARIS, MONTRANT UN PLANCHER CHARGÉ A 12.000 KILOGRAMMES PAR MÈTRE CARRÉ

quatre fers longitudinaux de répartition de 8 millimètres. Ce champignon est obligatoirement en béton de ciment fondu et gravillon de granit, dont un volume en grains relativement petits et deux volumes en gravier un peu plus gros. C'est ce champignon qui supporte tous les efforts de compression de la poutre, puisque les dalles sont mobiles. Ces poutres peuvent être levées très facilement par des appareils de levage ordinaires.

Leur fabrication

est très simple et peut être faite par un manœuvre, vu qu'il n'y a pas de cornière à la partie supérieure et que, par suite, le goujon qui remplace le rivet peut, sans inconvénient, varier d'emplacement de quelques millimètres, puisqu'il sera noyé dans le béton de ciment fondu du champignon.

Dalles mobiles. — Dans l'ensemble, elles comportent, pour les raidir, six feuillards, au mètre de 60 mm × 2 mm. Ces feuillards sont perforés, sur leur bord supérieur, par des trous de 20 millimètres de diamètre, espacés

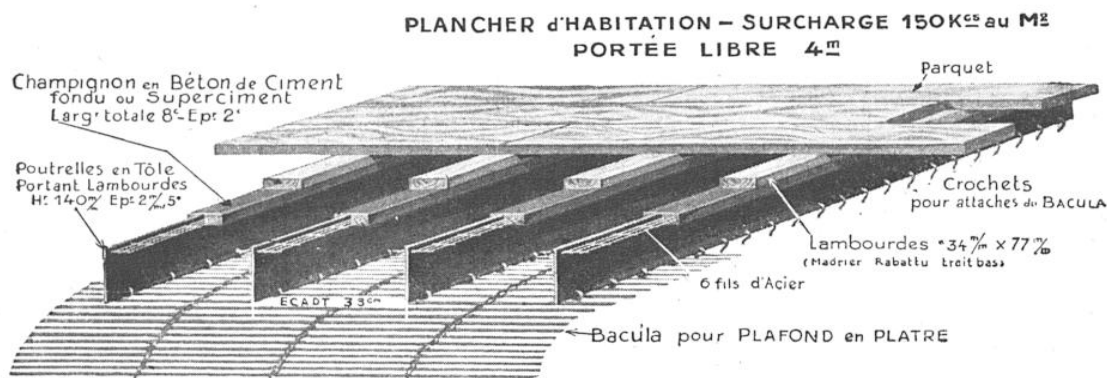


FIG. 2. — PLANCHER D'HABITATION, SURCHARGE : 150 KILOGRAMMES PAR MÈTRE CARRÉ

de 30 millimètres d'axe en axe, ce qui laisse des pattes d'environ 10 millimètres de large. Pour assurer la rigidité de ces dalles au transport, chaque face est armée par un grillage dont les mailles, dans un sens, ont 30 millimètres, c'est-à-dire l'écartement des trous.

Ces dalles sont serrées sur les poutres par des crochets traversant les feuillards et de l'autre côté des éclisses placées trans-

fond, sauf s'il y avait une question d'urgence. Elles peuvent être faites en super-ciment et sable.

Pont-route de 8 mètres de portée libre

Ce pont a été calculé suivant la circulaire du 10 mai 1927 et instruction du 26 mai 1931.

La principale particularité est que la dalle est coulée sur place, lorsque toutes les



FIG. 3. — VUE D'ENSEMBLE, PRISE A LA FOIRE DE PARIS, MONTRANT UN PONT-ROUTE, UN PLANCHER D'HABITATION, UN PLANCHER D'USINE A DALLES, MODÈLE DE 1 CM 5 D'ÉPAISSEUR, PESANT 42 KILOGRAMMES PAR MÈTRE CARRÉ ET POUVANT SUPPORTER, A LA LIMITE ÉLASTIQUE, UNE CHARGE DE 2.000 KILOGRAMMES PAR MÈTRE CARRÉ

versalement sous la semelle supérieure de la poutre et boulonnés.

On effectue ce serrage par en dessous avant de poser le plafond, qui, pour une usine, serait construit très simplement par des plaques en fibro-ciment reposant sur les ailes des cornières inférieures des poutres.

Ces dalles pèsent environ 42 kilogrammes au mètre carré, de sorte qu'une dalle de 2 m 50 de longueur, soit deux intervalles de poutre, et 0 m 80 de largeur, faisant 2 m², pèserait 100 kilogrammes et pourrait être manutentionnée par deux hommes.

Ces dalles, d'après le calcul des résistances, n'ont pas besoin d'être faites en ciment

poutres sont posées, de façon à ce que l'ensemble forme un tout monolithe. Ici, le champignon en ciment fondu ne sert qu'à assurer la rigidité de la poutre au transport et au levage, ainsi qu'à supporter le poids mort pendant le coulage de la dalle.

Le coffrage de la dalle est constitué très simplement par des panneaux de planches de coffrage réunis par des barres passant sous les champignons et serrées contre les ailes des cornières inférieures par des bouts de chevrons.

Applications différentes

Nous étudierons par la suite les applications de ce nouveau mode de construction

PONT ROUTE de 8^m de PORTÉE, COULÉ sur PLACE SANS ETAIS ni COFFRAGE de POUTRES
 "CALCULÉ SUIVANT CIRCULAIRE DU 10 MAI 1927, ET INSTRUCTION DU 26 MAI 1931"

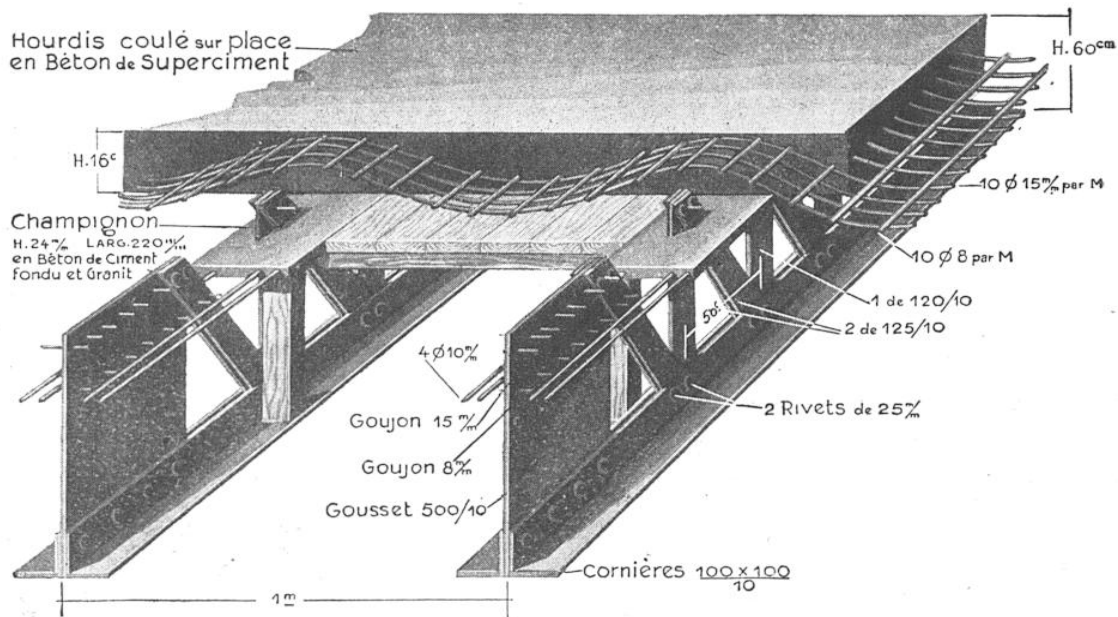


FIG. 4. — DESSIN DU PONT-ROUTE DE 8 MÈTRES DE PORTÉE

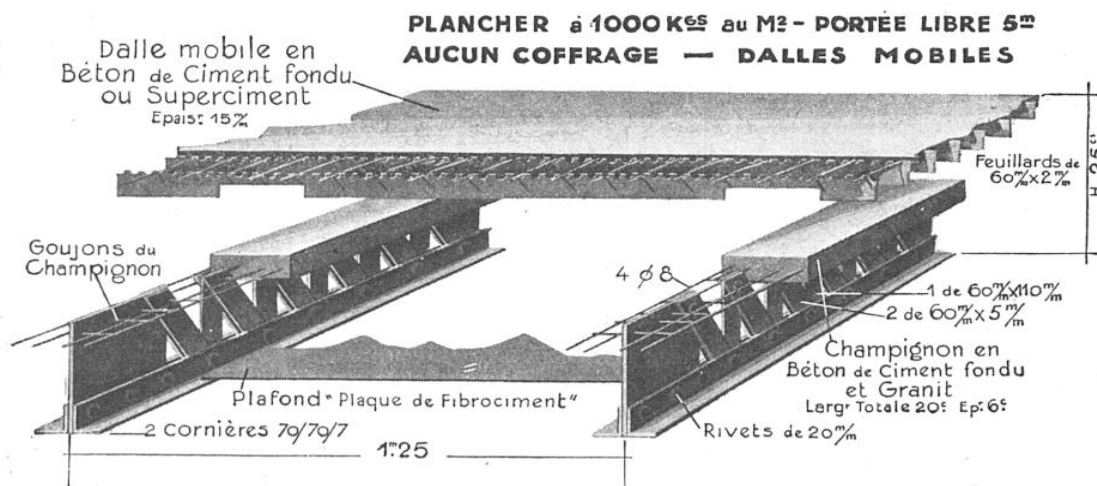


FIG. 5. - PLANCHER DE 5 MÈTRES DE PORTÉE POUVANT SUPPORTER 1.000 KGS AU MÈTRE CARRÉ

aux murs, cloisons, voûtes, fermes, sheds, ponts à grande portée, etc.

Pour la propagation rapide de ce nouveau mode de construction

Actuellement, une société est en formation pour la région parisienne. Elle acceptera tous les concours techniques ou autres, même de la part des sociétés intéressées, directement ou indirectement, par ce nouveau mode de construction, et elle répon-

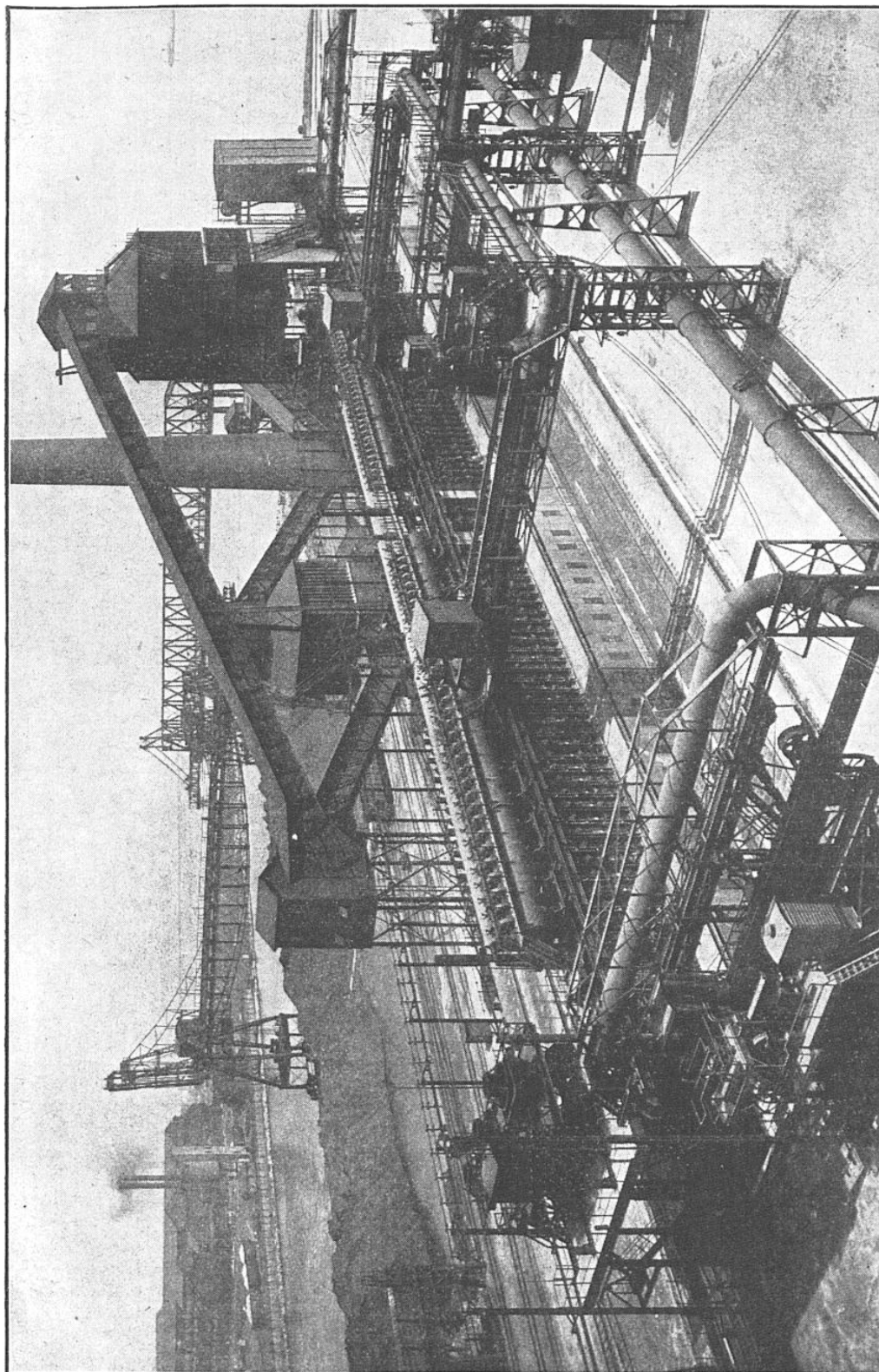
dra à toutes les demandes de participation.

Toutes ces sociétés auront un bureau d'études central commun qui sera chargé des mises au point techniques et de la partie publicitaire.

D'autres sociétés semblables seront constituées pour chacune des principales régions françaises, puis pour les différents pays. La création de ces différentes sociétés se fera suivant les demandes de participation qui seront reçues.

P. PRADDAUDE.

UNE BATTERIE DE FOURS A COKE MODERNE



UNE INSTALLATION MODERNE DE FOURS A COKE MÉTALLURGIQUE ÉTABLIS EN AMÉRIQUE

Cette installation, établie à South Chicago (Illinois), comprend une batterie de soixante-dix fours à coke, traitant 740.000 tonnes de houille par an. Elle comporte une usine à benzol, un récupérateur des sous-produits de distillation. Les fours sont chauffés au gaz de hauts fourneaux, qui est purifié sur place.

LES A COTÉ DE LA SCIENCE

INVENTIONS, DÉCOUVERTES ET CURIOSITÉS

Par V. RUBOR

Une machine à écrire portable et pratique

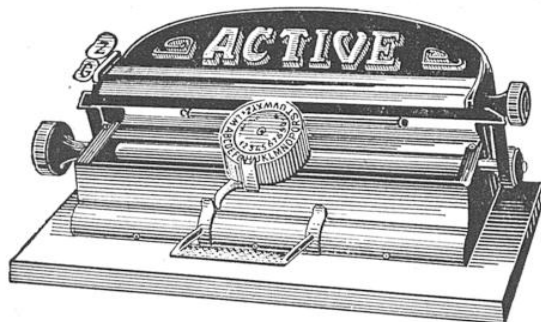
L'USAGE de la machine à écrire s'impose de plus en plus. Aujourd'hui, nous avons pris l'habitude de lire les textes dactylographiés et la lecture d'un manuscrit nous paraît ennuyeuse, surtout s'il s'agit d'une lettre commerciale. Il serait donc désirable que tous ceux qui sont appelés à se déplacer pour leurs affaires et qui, par conséquent, doivent assurer leur correspondance au cours de leurs voyages, disposent d'une machine à écrire portable. Il n'est pas nécessaire, évidemment, que cette machine présente la même rapidité que celles utilisées par les dactylographes dans les bureaux. Ce qu'il faut, c'est qu'elle soit légère, d'un maniement simple, ne nécessitant aucun apprentissage, qu'elle comporte tous les signes usuels et qu'elle admette les feuilles de papier de format ordinaire.

La petite machine représentée ci-contre, dans son coffret et à part, nous semble répondre à ces conditions. Tout d'abord l'encombrement, $32 \times 14 \times 11$ cm 5 avec le coffret, et le poids : 1.500 grammes, la rendent, évidemment, portable. Puis, la simplicité ; il suffit, au moyen du bouton molleté, visible à gauche, d'amener la lettre voulue, inscrite sur le tambour central, en face du repère prévu à cet effet, et d'appuyer sur la barrette située en avant pour frapper la lettre sur le papier. Le petit doigt métallique, visible en bas et à gauche du tambour, sert à ramener celui-ci en arrière.

Quant aux divers caractères (minuscules, majuscules), aux signes de ponctuation et aux chiffres, on les obtient de la même manière, mais en appuyant sur l'une des

touches G ou Z du levier visible à gauche de la partie supérieure de la machine.

En outre, sortie de son coffret, elle a sa place sur le bureau de tous ceux dont les



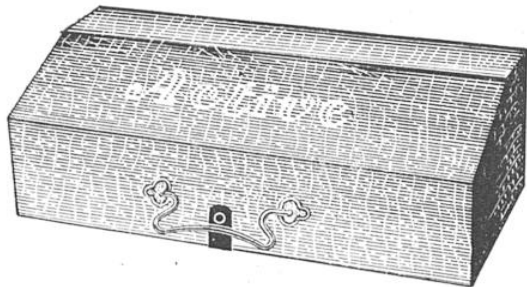
CETTE MACHINE A ÉCRIRE, QUI PEUT RECEVOIR LE PAPIER DE FORMAT COMMERCIAL, NE PÈSE QUE 1.500 GRAMMES

affaires ne nécessitent qu'un petit courrier. Faisant la même qualité de travail qu'une machine ordinaire, elle a, en outre, cet avantage de coûter dix fois moins cher.

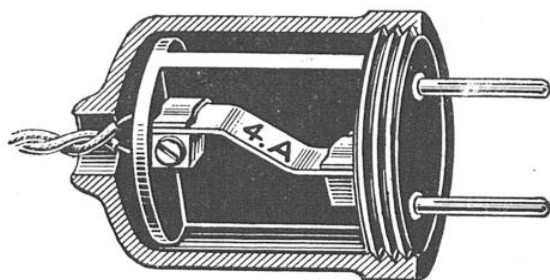
Ajoutons enfin qu'il est très facile de « taper » des doubles en interposant un papier carbone entre les feuilles de papier. La machine *Active* satisfait donc parfaitement et complètement aux conditions que doit remplir une machine à écrire portable.

Protégeons efficacement nos appareils électriques

LA protection d'une installation électrique est assurée, on le sait, par des fusibles, placés, l'un au compteur commandant toute l'installation, les autres dans les différents circuits de la distribution. Accessibles par l'usager, ces plombs ne sont malheureusement pas toujours respectés, et, pour éviter qu'ils ne fondent, sont trop souvent remplacés par d'autres, d'un calibre trop fort. De sorte que, ou bien c'est le fusible installé par le secteur (dans une boîte plombée) qui fond, et alors c'est une panne coûteuse et de plusieurs heures, ou bien c'est l'appareil défectueux mis en service qui est détérioré, ou encore c'est l'usager lui-même qui reçoit une décharge parfois mortelle.



LA MACHINE A ÉCRIRE DANS SON COFFRET



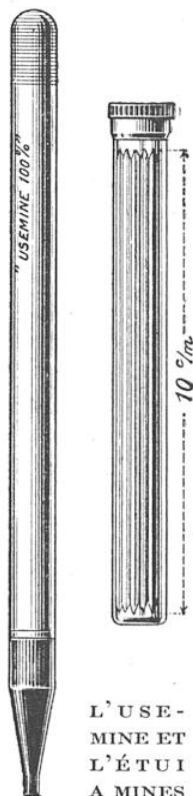
COUPE DE LA FICHE A FUSIBLE R. S. H.

Il est évident que la protection idéale consisterait à placer un fusible calibré sur chaque appareil d'utilisation (lampes portatives, fer à repasser, postes de T. S. F., secteur, ventilateur, aspirateur, machine à laver, moteur universel, etc.). Ce fusible devrait être, bien entendu, proportionné à la force de l'appareil. Cette installation serait fort compliquée, si une heureuse idée ne venait de la rendre, au contraire, d'une extrême simplicité.

Il vient, en effet, d'être inventé de placer le fusible précis dans la prise de courant à broches, qui est installée, une fois pour toutes, à l'extrémité du fil alimentant l'appareil ; cette nouvelle fiche est dénommée « fiche de sécurité, R. S. H. ». C'est ce genre de prise de courant qui est représenté ci-dessus. Lorsque le fusible fond, c'est que l'appareil présente un défaut d'isolement ou autre, et on est ainsi prévenu et prémuni contre tout accident. Il est d'ailleurs très facile de remplacer le fusible fondu.

Crayon mécanique use-mine 100 %

Le règne du crayon disparaît au fur et à mesure que se perfectionnent les porte-mine. Il est évident, en effet, que nous n'avons nul besoin d'acheter du bois et qu'il est beaucoup plus simple de n'utiliser que la mine, grâce à l'un des nombreux appareils actuellement sur le marché. Par ailleurs, un crayon n'est jamais employé jusqu'au bout, d'où une perte qui atteint facilement 30 à 40 %. Or, un bon porte-mine doit permettre d'utiliser celle-ci jusqu'à épuisement complet. Celui que nous représentons ci-contre n'est pas, hâtons-nous de le dire, un objet de luxe dont le prix



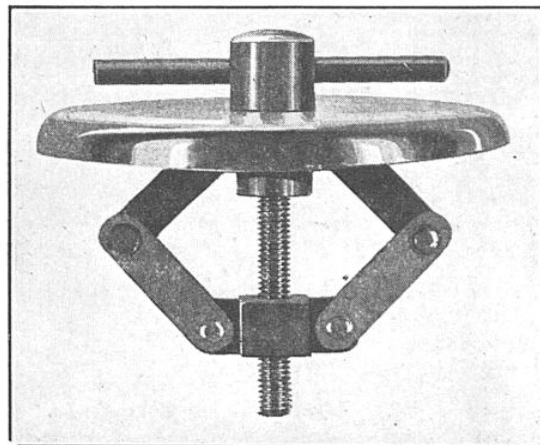
L'USE-MINE ET L'ÉTUI A MINES

fait reculer l'usager. Mais, par contre, il est fort pratique. En effet, d'une part, il permet d'utiliser des mines de 10 centimètres de longueur, ce qui assure un service de longue durée, et, d'autre part, cette mine est rendue pratiquement incassable. Pour cela, elle est fixée sur une griffe, formée par l'enroulement en boudin d'une lamelle plate, et elle est guidée dans un fourreau sur toute sa longueur jusqu'à la sortie du cône de serrage. Ce dernier est fendu à son extrémité.

Dans ces conditions, la combinaison des trois pièces : griffe de fixation de la mine, cône de serrage et ressort d'avancement et de recul de la mine, rend pratiquement celle-ci incassable. Si, en effet, on appuie trop fort sur celle-ci, la pression est absorbée par l'élasticité du système. Ajoutons que la mine rentre ou sort par la simple rotation de l'une quelconque des deux extrémités de l'appareil.

Un bouchon universel pour automobiles

Il arrive malheureusement que, dans la précipitation, au cours d'un ravitaillement en essence, en huile ou en eau, l'automobiliste oublie de revisser sur le réservoir correspondant le bouchon indis-



CE BOUCHON S'ADAPTE AU RADIATEUR, AUX RÉSERVOIRS D'ESSENCE OU D'HUILE DE TOUTES LES AUTOMOBILES

pensable. Il ne s'en aperçoit que trop tard, et souvent lorsque, au prochain garage, il veut en effectuer le remplacement, il ne trouve pas le modèle qui lui convient. C'est pour remédier à cet état de choses que le bouchon universel, représenté ci-dessus, a été imaginé.

Comme on le voit, il se compose d'un plateau de large diamètre, dans le centre duquel passe une vis dont la rotation est commandée par la barrette supérieure. Le

mouvement de cette vis fait déplacer longitudinalement un écrou auquel sont fixées les extrémités d'un système articulé. Celui-ci s'écarte donc lorsque l'on visse la vis dans l'écrou, ce qui fait remonter ce dernier, et s'allonge dans le cas contraire.

On comprend, dès lors, le mode d'emploi de l'appareil. Le système articulé étant allongé, on place le plateau sur l'ouverture du réservoir à essence, ou à huile, ou sur celle du radiateur, et on visse, en maintenant le plateau immobile. Bientôt les coudes du système articulé viennent porter sur les parois de la tubulure, qui sont filetées pour recevoir le bouchon normal. A partir de ce moment, le vissage appuie le plateau sur la circonférence supérieure de l'ouverture, et, comme ce plateau est muni, à sa partie inférieure, d'une plaque de liège, l'étanchéité est assurée. Ajoutons que la rentrée d'air nécessaire au débit de l'essence se fait automatiquement entre le plateau et la vis. L'appareil est donc très simple et, par suite, bon marché. L'automobiliste prévoyant en aura toujours un dans son coffre.

V. RUBOR.

Adresses utiles pour les « A côté de la science »

Machine à écrire : B. E. P., 12, rue Armand-Moisant, Paris (15^e).

Bouchon fusible : M. RIETSH-SANSEN, 35, rue Gambetta, Haubourdin (Nord).

Porte-mine : USE-MINE 100 %, 7, rue Montholon, Paris (9^e).

Bouchon universel : M. BÉCARD, 28, avenue Pierre-Curie, Saint-Cyr-l'Ecole (Seine-et-Oise).

CHEZ LES ÉDITEURS

MÉCANIQUE APPLIQUÉE

RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX APPLIQUÉE A LA CONSTRUCTION DES MACHINES ET A L'ARCHITECTURE INDUSTRIELLE, par G. Gillon. 1 vol. broché. Prix franco : France, 103 fr. ; Etranger, 113 fr.

L'auteur de cet ouvrage original, dans le but de rendre accessible à tous les délicats problèmes de la résistance des matériaux, s'est résolument décidé à ne recourir qu'aux mathématiques élémentaires. Grâce à de très nombreuses représentations graphiques, il a rendu fort claires des questions qui exigent le plus souvent des spéculations abstraites. Après avoir familiarisé les lecteurs avec la statique, M. Gillon aborde les théories essentielles et leurs applications. Tous ceux qui s'intéressent aux diverses branches de la construction mécanique trouveront, dans cet important volume, une précieuse documentation sur cette partie essentielle de la mécanique appliquée.

PHYSIQUE

LE MÉCANISME DE LA NATURE, par F.-N. da C. Andrade, traduit de l'anglais par G. Malgorn. 1 vol. Prix franco : France, broché, 24 fr. 05 ; Etranger, 26 francs.

Dans cet ouvrage de haute vulgarisation, d'une lecture accessible à tous, l'auteur expose, avec autant de simplicité que d'autorité, le mécanisme de la physique moderne.

La chaleur et l'énergie, le son, les vibrations, l'électricité et le magnétisme, les quanta et les atomes : il n'est pas une seule de ces questions qui ne soit ici mise à la portée du moins averti des lecteurs et présentée de la manière la plus attrayante.

N. D. L. R. — A la page 519 du n° 180, de Juin 1932, de *La Science et la Vie*, dans la légende de la photographie de l'appareil à dessiner, à la place du mot « Projex », il faut lire « Réflex ».

TARIF DES ABONNEMENTS A « LA SCIENCE ET LA VIE »

FRANCE ET COLONIES

Envois simplement affranchis.....	1 an..... 45 fr.	Envois recommandés.....	1 an..... 55 fr.
	6 mois... 23 —		6 mois... 28 —

ÉTRANGER

Pour les pays ci-après :

Afghanistan, Australie, Bolivie, Chine, Danemark, États-Unis, Grande-Bretagne et Colonies, Îles Philippines, Indes Néerlandaises, Irlande, Islande, Italie et Colonies, Japon, Norvège, Nouvelle-Zélande, Palestine, Pérou, Rhodésie, Suède.

Envois simplement affranchis.....	1 an..... 80 fr.	Envois recommandés.....	1 an..... 100 fr.
	6 mois... 41 —		6 mois... 50 —

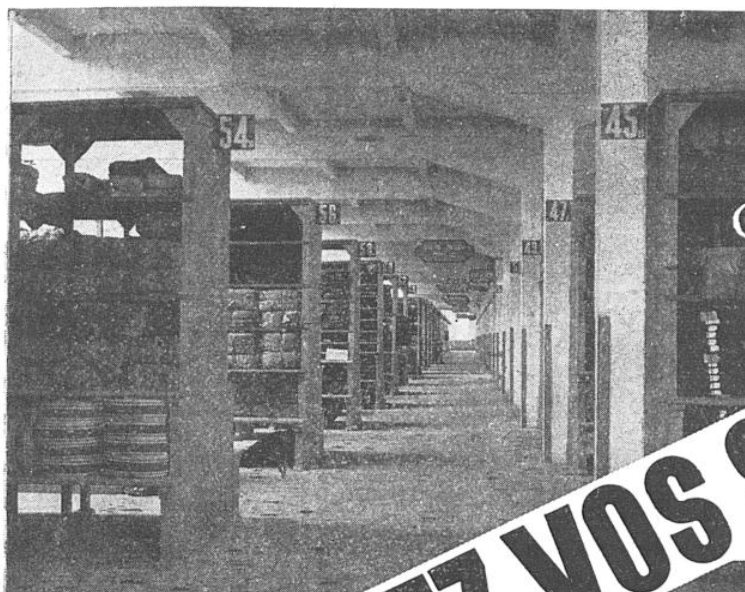
Pour les autres pays :

Envois simplement affranchis.....	1 an..... 70 fr.	Envois recommandés.....	1 an..... 90 fr.
	6 mois... 36 —		6 mois... 45 —

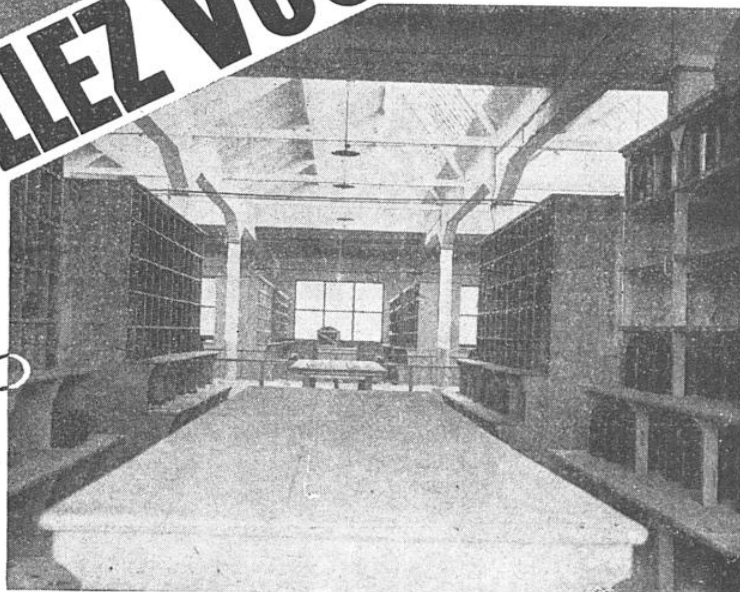
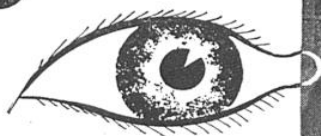
Les abonnements partent de l'époque désirée et sont payables d'avance, par mandats, chèques postaux ou chèques tirés sur une banque quelconque de Paris.

« 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.



SURVEILLEZ VOS STOCKS



ÉVITEZ LES CAPITAUX IMMOBILISÉS
SUPPRIMEZ LE COULAGE
en utilisant **LA CARTE PERFORÉE**

S. A. Française
au capit. de 200.000 francs
Tél. : ANJOU 92-30
R. C. Seine 147-080

**SOCIÉTÉ INTERNATIONALE
DE MACHINES COMMERCIALES**

(Machines HOLLERITH)

29, boulevard Malesherbes, 29 — PARIS-VIII^e

PUB. A. GIORGI.

Faites vos cadres vous mêmes sans aucun outil !

CADRES *Charm* DÉMONTABLES

GAND (Belgique)

HALLUIN (Nord) France

DOCUMENTATION SUR DEMANDE

AUTOMOBILISTES, GARAGISTES

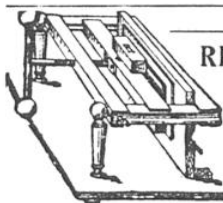


Pour votre
RADIATEUR
RÉSERVOIR
ESSENCE-HUILE
un seul BOUCHON

le BOUCHON UNIVERSEL

se monte partout. — Prix : 22 fr.

C. BÉCARD, 23, av. Pierre-Curie, St-CYR-L'ÉCOLE
Téléphone 16 (Seine-et-Oise)



RELIER tout SOI-MÊME
avec la RELIEUSE-MÉREDIEU
est une distraction
à la portée de tous

Outillage et Fournitures générales
Notice illustrée franco contre 1 fr.
V. FOUËRE & L'AÏRENT, à ANGOULÊME

INVENTEURS

Pour vos
BREVETS

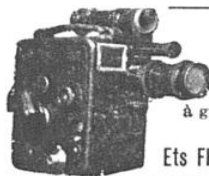
Adr. vous à: WINTHER-HANSEN, Ingénieur-Conseil
35 Rue de la Lune, PARIS (2^e) Brochure gratuite!

CHEMINS DE FER PARIS-LYON-MÉDITERRANÉE

ACCÉLÉRATION DU TRAIN RAPIDE PARIS-BRIANÇON

Ce train rapide de toutes classes (avec compartiments couchettes) Paris-Briançon, via Valence-Veynes, réalise un gain de temps de 25 minutes sur l'horaire actuel depuis le 22 mai.

Paris.....	départ	21 h. 10
Lyon-Perrache.....	—	4 h. 19
Valence.....	arrivée	5 h. 46
Die.....	—	7 h. 22
Veynes.....	—	9 h. 01
Gap.....	—	9 h. 36
Embrun.....	—	10 h. 36
Montdauphin-Guilleville.....	—	10 h. 59
Briançon.....	—	11 h. 45



TÉLÉOBJECTIFS

SUR TOURELLE

Film GEVAERT

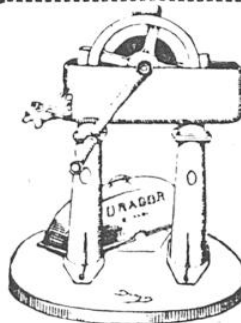
à grain fin. 9,5 m/m. pour les cameras
"PATHE-BABY"

Ets FRED JEANNOT, 84, rue de Sèvres, PARIS



BAYEUX
FALAISE
CAEN
LE MANS
POITIERS
SAINTES

pour tous renseignements:
S'adresser aux gares du réseau



DRAGOR

Élévateur d'eau à godets pour puits profonds et très ardoisés. À 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.

Élévateurs DRAGOR

LE MANS (Sarthe)

Pour la Belgique :

39, allée Verte - Bruxelles



PROJEX '920'

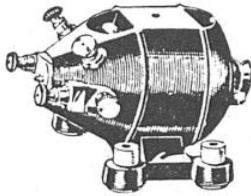
LE PROJEX 920

Pulvérisateur de peinture, permettant d'utiliser laques cellulose et peintures. Fonctionne à la main et se branche sur pompe, gonfleur, bouteille d'air, bougie gonfleuse. — Prix : 60 francs.

PROJEX, 71, quai de Clichy, CLICHY

LE MICRODYNE

Le plus petit moteur industriel du monde



MOTEURS UNIVERSELS
DE FAIBLE PUISSANCE

L. DRAKE, Constructeur
240 bis, Bd Jean-Jaures
BILLANCOURT
Téléphone : Molitor 12-39



SOURDS

Pourquoi risquer
de perdre votre situation, puisque
grâce au petit **AUDIOS**

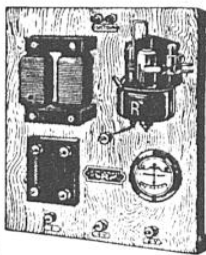
le plus petit des appareils, nul ne s'apercevra de la défaillance de votre oreille?

DESGRAIS, Fabricant, 140, rue du Temple, PARIS
Téléphone : Archives 46-17

CHARGER soi-même ses ACCUMULATEURS
sur le Courant Alternatif devient facile
avec le

CHARGEUR L. ROSENGART

B. S. G. D. G.



MODÈLE N°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 : ELYSÉES 66 60

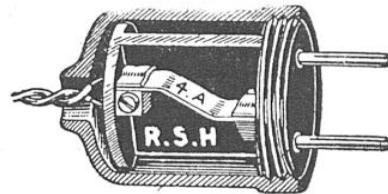
8 ANS D'EXPÉRIENCE
25.000 APPAREILS
EN SERVICE

NE CRAIGNEZ PLUS LES COURTS-CIRCUITS

en montant sur tous vos appareils électriques la

Fiche de sécurité R.S.H.

Brevetée S. G. D. G.



à fusibles calibrés, interchangeables de 1/2 à 10
ampères, suivant la force de l'appareil que vous
désirez protéger. Exemple : Poste secteur (1/2
ou 1 A.), fer à repasser (4 A.), aspirateur (3 A.),
baladeuses, lampes portatives (1 A.), etc.

Exigez-la, chez tous les bons électriciens,
grands magasins, Paris et Province; et, s'ils
n'en ont pas, adressez-vous aux

Etablissements RIETSCH-SANSEN
35, rue Gambetta, à Haubourdin (Nord)
qui se feront un plaisir de vous satisfaire.

Prix de vente imposé : **9.80**

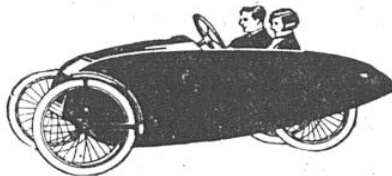
Fusible de rechange : **0.20** la pièce

REPRÉSENTANT :

M. BOURGEOIS, 51, av. de la République, Paris (11°)

(Voir description, page 88)

UN VÉLO-VOITURE



LE VÉLOCAR

Plus rapide et plus confortable qu'une bicyclette
2 PERSONNES. 3 VITESSES

Demandez notice détaillée (Envoyez timbre pour réponse)

MOCHET, 68, Rue Roque-de-Fillol, PUTEAUX (Seine)

LE DIVAN A INCLINAISON VARIABLE



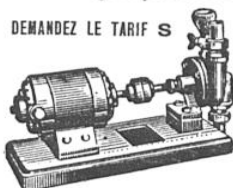
Par une simple pression sur
un bouton, vous obtiendrez
l'INCLINAISON DÉSIRÉE

PUZENAT

3, passage Bullourde
14, rue Keller
PARIS (11°)

VOICI le groupe MOTO-POMPE que vous attendiez

DEMANDEZ LE TARIF S



Construit avec des matières premières en baisse, de première qualité.

DES CONCEPTIONS MODERNES

A un prix inconnu à ce jour :

650 FR.

Pour 1.000 litres-heure à 20 mètres d'élévation tota'e.

Etablissements SNIFED

44, rue du Château-d'Eau, PARIS-X^e

PROPULSEURS

ARCHIMÈDES



Moteurs utilitaires à régime lent de 2 1/2 à 14 C V.

Les plus SIMPLES
Les plus ROBUSTES
Les plus ÉCONOMIQUES

— Garantis un an —

Adoptés par la Marine, les Ponts et Chaussées et les Colonies.

Demandez Notice 23 à

"ARCHIMÈDES"
27, Quai de la Guillotière — LYON

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...	20 fr.
	Six mois.....	40 fr.
	Un an.....	76 fr.
DÉPARTEMENTS, COLONIES...	Trois mois...	25 fr.
	Six mois.....	48 fr.
	Un an.....	95 fr.
BELGIQUE.....	Trois mois...	36 fr.
	Six mois.....	70 fr.
	Un an.....	140 fr.
ÉTRANGER.....	Trois mois...	50 fr.
	Six mois.....	100 fr.
	Un an.....	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

Quand vous avez chez vous la lumière électrique vous pouvez aussi avoir du Feu sans dépense supplémentaire de courant par l'Allumoir Electrique Moderne

Appareil breveté. En vente chez tous les Electriciens

WIT

Demander NOTICE franco, au Constructeur du "WIT" 67, Rue Belloc, LYON

LE MEILLEUR
ALIMENT MÉLASSÉ

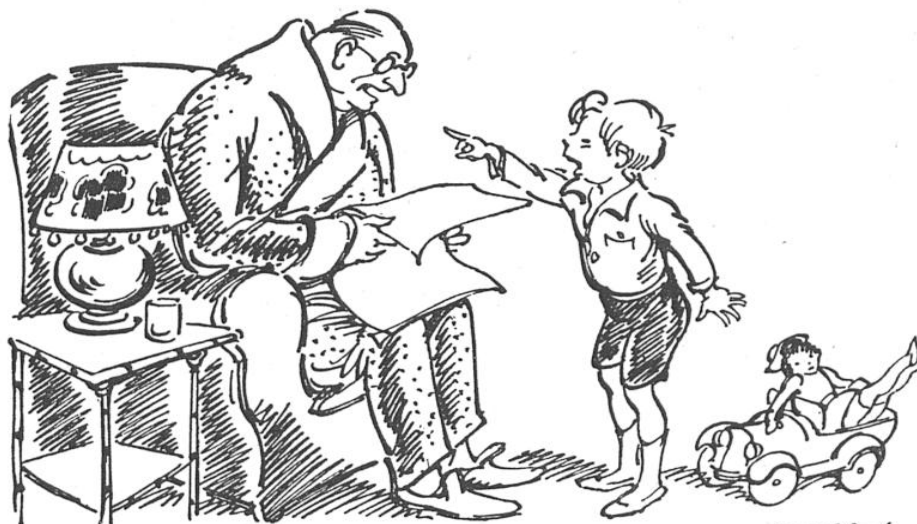
8 GRANDS PRIX
8 HORS CONCOURS
MEMBRE DU JURY
DEPUIS 1910

PAÏL'MEL



POUR CHEVAUX
ET TOUT BÉTAIL

USINE FONDÉE EN 1901 À TOURY-EURE-ET-LOIR,
Reg. Comm. Chartres B. 41



- Si tu veux conserver de belles dents, il faut les laver au Dentol.
- T'as pas dû te les laver beaucoup toi.

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.



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 D'ALSACE ET DE LORRAINE, DE L'EST, DE L'ÉTAT,
DU MIDI, DU NORD, D'ORLÉANS ET DE PARIS A LYON
ET A LA MÉDITERRANÉE**

Amélioration du service des colis express pendant le service d'été

Expéditeurs de colis de moins de 40 kilogrammes qui désirez que vos envois arrivent le plus vite possible : **utilisez le service des COLIS EXPRESS des grands réseaux** (Tarif G. V. 10/110).

Le service d'été, qui est mis en application depuis le 22 mai 1932, améliorera sensiblement encore les conditions de transport de ces colis, qui sont acheminés dans les mêmes conditions de vitesse que les bagages.

Rappelez-vous que les **COLIS EXPRESS** parviennent à destination par tous trains express ou rapides, exactement comme un « voyageur pressé », dont vous suivez le parcours en consultant l'horaire.

Il suffit de déposer les colis à la gare de départ trente minutes avant l'heure du train.

Pas de formalités ennuyeuses : vous remettez un simple bulletin d'expédition contre récépissé (coupon détachable).

Les colis peuvent comprendre toutes marchandises — sauf les objets d'art ou de valeur et les matières dangereuses — en particulier : des denrées, fleurs, petits animaux vivants, vêtements, produits chimiques ou pharmaceutiques, appareils divers, pièces de rechange, outillage, échantillons, fournitures...

Si votre destinataire doit aller chercher les colis dans une gare pourvue d'un service de factage, indiquez-le sur le bulletin d'expédition ; sinon, sans que le destinataire ait à se déranger, l'envoi lui sera livré à domicile.

N'omettez jamais de consulter la liste des localités pourvues d'un service de livraison à domicile « par express », où la livraison peut être faite chez le destinataire, dans un délai de moins de deux heures après l'arrivée du train.

Et n'oubliez pas que le service **fonctionne les dimanches et fêtes**, comme les autres jours.

Quelques exemples de rapidité d'acheminement des COLIS EXPRESS avec livraison par exprès

RELATIONS	UNE EXPÉDITION	
	remise au plus tard à	est livrée au domicile du destinataire
Mulhouse-Paris	7 h. 10	le même jour entre 14 h. 20 et 16 h. 20
Paris-Nancy	11 h. 50	le même jour entre 17 h. » et 19 h. »
Paris-Brest	19 h. 50	le lendemain entre 6 h. 45 et 8 h. 45
Perpignan-Bordeaux-Saint-Jean	16 h. »	le lendemain entre 6 h. » et 8 h. »
Lille-Paris	9 h. »	le même jour entre 12 h. 20 et 14 h. 20
Paris-Bordeaux-Saint-Jean	20 h. 40	le lendemain entre 6 h. » et 8 h. »
Paris-Nice	19 h. 10	le lendemain entre 11 h. 50 et 13 h. 50
Troyes-Bordeaux, via Paris	16 h. 55	le lendemain entre 7 h. 15 et 9 h. 15

Pour tous renseignements complémentaires utiles, consulter les gares et services centraux des réseaux.

Entreprise PRADDAUDE, 20, boul. Jourdan, à Paris

ENVOI DES PLANS EN COULEURS, DE LA DESCRIPTION ET DES RENSEIGNEMENTS COMPLETS DE CES VILLAS

Dépositaires demandés dans toute la France

Nous adressons, contre 5 francs en mandat-carte ou chèque postal n° 1199-84, le n° 1 du recueil mensuel de plans « **JOLIES VILLAS** », contenant les plans en couleurs de ces villas, ainsi que 6 pages de 20 gravures en couleurs d'autres modèles de villas, dont les plans paraîtront dans les numéros suivants.

CONSTRUCTION, EN PROVINCE, DE NOS MODÈLES 1932 DE VILLAS EN MAÇONNERIE (Modèles déposés)

Jusqu'à 40 kilomètres de Paris, nous construisons nous-mêmes. Pour la province, nous établissons un dossier, contenant : le mètre quantitatif des travaux, les plans, devis descriptif et marchés à faire signer par l'entrepreneur et l'architecte. Ces documents permettent au propriétaire de demander des prix forfaitaires aux entrepreneurs de sa région. Ils sont établis au prix de 2 % des travaux dans la région parisienne. Des marchés prévoient que l'entrepreneur devra faire au propriétaire une réduction de 1 1/2 % sur le prix forfaitaire, et l'architecte, 1/2 % sur ses honoraires, de sorte que le propriétaire se trouve entièrement remboursé du prix de ces documents. Ces réductions ne représentent aucune perte pour l'entrepreneur ni pour l'architecte, car nos documents leur économisent des frais importants d'établissement de plans, devis et métrés. Si le propriétaire ne trouve pas d'architecte près du lieu des travaux, l'entrepreneur peut, avec nos documents, reproduire facilement nos modèles, car tous les détails d'exécution y sont figurés. S'il arrivait une contestation, nous accepterions d'envoyer un de nos commis. Pour les propriétaires qui désireraient bénéficier des prêts à 2,50 %, nous leur enverrons, sans majoration de prix, les indications générales pratiques pour la constitution de leur dossier de demande de crédit. De même pour les demandes de crédit au Crédit Foncier. En raison des crédits votés au budget de cette année, leur dossier serait certainement accepté par les Sociétés de Crédit immobilier.

COLLABORATION AVEC LES ENTREPRENEURS ET ARCHITECTES DE PROVINCE

Nous recevons journellement des demandes de constructions pour la province. Nous pourrions les transmettre gratuitement aux architectes et entrepreneurs qui seront devenus nos correspondants, pour qu'ils se mettent en rapport direct avec ces propriétaires, sous réserve qu'ils leur construisent une villa choisie parmi nos modèles. Mais, pour leur clientèle personnelle, ils resteront entièrement libres d'édifier n'importe quel genre de construction. Cependant, si certaines de nos villas les intéressaient pour leur clientèle, nous pourrions leur établir tous ces documents.

RÉSUMÉ DESCRIPTIF (Nombreuses références à visiter dans la Banlieue parisienne)

SOUS-SOL en meulière ou pierre du pays de 45 centimètres d'épaisseur, avec ou sans garage. Grilles de défense, etc.

REZ-DE-CHAUSSÉE et ÉTAGE. — En brique pleine ou en pierre. Tous les parquets en chêne. Entre salon et salle à manger, porte vitrée à petits carreaux à deux vantaux. Cheminée marbre. Carrelage céramique à dessins de premier choix pour : vestibule, salle de bains, cuisine, W.-C.

Cuisine complètement aménagée (placard sous évier, revêtement faïence sur murs, planches à casseroles). Tous les angles des plafonds sont arrondis en gorges, pour faciliter le nettoyage.

PEINTURES EXTÉRIEURES. — Ton au choix. Impression et huile deux couches des menuiseries extérieures, croisées en chêne, persiennes, balcons et même des quatre façades (avec une peinture imperméable spéciale pour ciment). On verra sur nos gravures le choix heureux des couleurs étudié pour chaque modèle. Impression des menuiseries intérieures. Vitrierie.

Tous les matériaux sans exception sont de première qualité.

VILLA 132, façade 1. — VILLA 136, façade 1 (construite à la Foire de Paris). — VILLA 135, façade 1. — Au rez-de-chaussée : salle à manger, cuisine sur jardin, chambre ou salon sur la rue. Au premier étage : une grande chambre, une chambre moyenne, une grande salle de bains, un W.-C.

VILLA 137, façade 3. — Au rez-de-chaussée : cuisine sur le jardin, salle à manger, W.-C. sur la rue. À l'étage, une grande chambre, une chambre moyenne, une petite chambre, une salle de bains.

PRIX POUR LA RÉGION PARISIENNE

VILLA	FAÇADE	PRIX	ARGENT NÉCESSAIRE AU COMPTANT	ANNUITÉS MOYENNES
N° 136	N° 1	81.250	16.750	3.921
N° 132	N° 1	72.328	6.828	3.945
N° 135	N° 1	75.727	10.227	3.942
N° 137	N° 3	73.140	8.640	3.821

Ces annuités comprennent le remboursement, les intérêts à 2,50 % et tous frais. Elles sont à payer jusqu'au remboursement du prêt, qui est égal au prix du pavillon moins le versement comptant. En cas de mort du chef de famille, la veuve ou les héritiers deviennent immédiatement propriétaires et n'ont plus rien à payer.

Pour des industriels et des commerçants, l'intérêt serait de 4,50 % par les prêts à loyers moyens, ou de 6,55 % par le Crédit Foncier. Dans ce dernier cas, nous prêtons nous-même, en plus du Crédit Foncier, 1/4 ou 1/5 du gage, de façon que le total du prêt représente, environ, la moitié du prix du pavillon et du terrain, celui-ci devant être, au préalable, payé intégralement.

JOLIES VILLAS EN MAÇONNERIE (Voir au dos)

Payables 3.000 à 4.000 francs par an
POUVANT ÊTRE CONSTRUITES DANS TOUTE LA FRANCE

