

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](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 possible 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

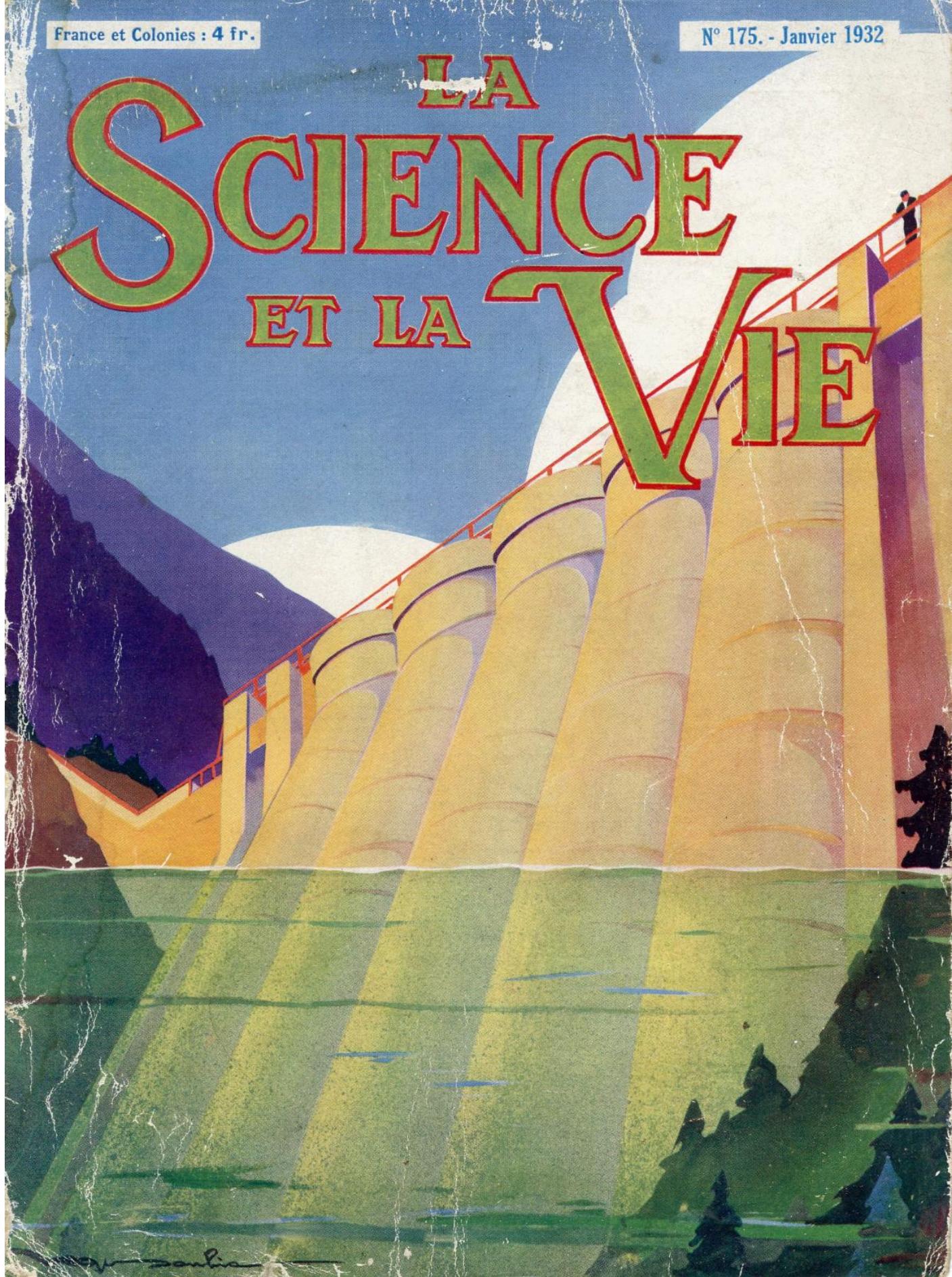
Notice de la Revue	
Auteur(s) ou collectivité(s)	La science et la vie
Auteur(s)	[s.n.]
Titre	La science et la vie
Adresse	Paris : La science et la vie, 1913-1945
Collation	339 vol. : ill. ; 24 cm
Cote	SCI.VIE
Sujet(s)	Sciences -- Vulgarisation Culture scientifique et technique Presse scientifique
Note	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 41. n. 175. Janvier 1932
Adresse	Paris : La Science et la Vie, 1932
Collation	1 vol. (XXXVIII-88 p.) : ill., couv. ill. en coul. ; 24 cm
Cote	SCI. VIE 175
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.175

France et Colonies : 4 fr.

N° 175. - Janvier 1932

LA SCIENCE ET LA VIE





Office Technique de Publicité

SOCIÉTÉ ANONYME FRANÇAISE
RENÉ VOLET
(OUTILERVÉ)

PARIS-12^e

20, aven. Daumesnil 28, rue Court-Debout
Tél. : Did. 52-67
Outilervé-Paris 105

LILLE

Tél. : 58-09
Outilervé-Lille

Capital : Frs 15.000.000

SIÈGE SOCIAL :
VALENTON
(Seine-et-Oise)

Bureaux à BORDEAUX, TOULOUSE, LYON et MARSEILLE

BRUXELLES

65, rue des Foulons
Tél. : 176-54
Outilervé-Bruxelles

LONDRES W. 1

8, Great Marlborough St.
Ph. Gerrard : 6.434
Outilervé-Wesdo-London

AGENCES dans les pays étrangers suivants :
ESPAGNE, Barcelone. — HOLLANDE, Amsterdam. — ITALIE, Turin. — TCHÉCOSLOVAQUIE, Prague. — AFRIQUE DU NORD, Alger.
— MADAGASCAR, Tananarive. — INDOCHINE, Saïgon, Phnom-Penh, Hafibong, Hanoï. — AUSTRALIE, Adélaïde. — JAPON, Kobe.
— CANADA, Toronto, Ontario. — MEXIQUE, Mexico. — CHILI, Santiago. — GRÈCE, Athènes. — POLOGNE, Varsovie.
— YUGOSLAVIE, Belgrade. — PORTUGAL, Lisbonne. — SUISSE, Lausanne. — INDÉS, Calcutta, Madras. — BIRMANIE, Rangoon.
— ALLEMAGNE, Berlin. — MARTINIQUE, Fort-de-France. — MAROC, Casablanca. — CUBA, La Havane. — SYRIE, Beyrouth.
— ROUMANIE, Bucarest.

La Science et la Vie n'accepte que de la PUBLICITÉ SCIENTIFIQUE ET INDUSTRIELLE.



DES SITUATIONS

COMMERCE & INDUSTRIE

Obtention de Diplômes et
accès aux emplois de

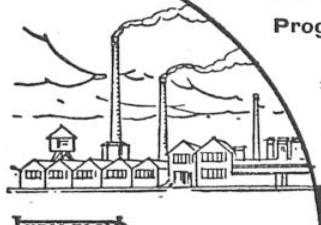
**SECRÉTAIRES
DESSINATEURS
CHEFS DE SERVICE
INGÉNIEURS
DIRECTEURS**

Préparation aux Concours

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

Programme gratuit
N° 807

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



PUBLI-ELGY

MARINE

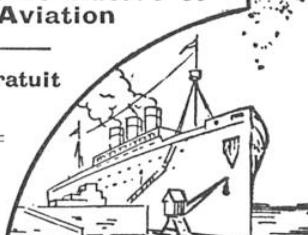
Admission aux
**ÉCOLES DE NAVIGATION
et NAVIRE-ÉCOLE
"Ch.-Danielou"**
au port de Marseille

Préparation des Examens
**ÉLÈVES-OFFICIERS
LIEUTENANTS
CAPITAINES**

Mécaniciens, Radios,
Commissaires

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

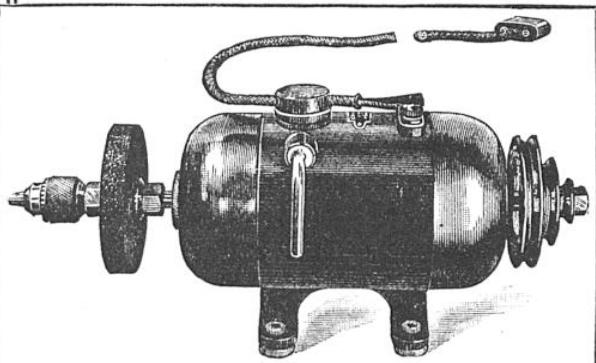
Programme gratuit
N° 809



ET PARACINE

Décidément

Les moteurs électriques GUERNET
restent la première marque française

MACHINE UNIVERSELLE

donnant la vitesse fixe et réglable
de 500 à 5.000 tours 880 fr.
Bâti pour perceuse 180 fr.

GROUPES CONVERTISSEURSSur courant lumière

40 Watts chargeant 4/6 v.	580. »
100 Watts — 12 v.	950. »

Sur courant triphasé

150 Watts chargeant 24 v.	980. »
400 Watts — 48 v.	1.450. »
600 Watts — 48 v.	1.700. »

Les Commutatrices Parfaites

Catalogue sur demande

91, avenue G.-Clemenceau, NANTERRE

210 frs.

Personne
ne pourrait
croire

que votre appareil **Jubilar** ne coûte que
210 francs ; en voyant les épreuves que
vous obtenez, tout le monde sera una-
nime à déclarer que vous possédez un appareil de prix.
Les photos prises avec l'appareil **Jubilar** sont d'une net-
tété rigoureuse, parce que l'**anastigmat Voigtar f/9** pos-
sède une profondeur de champ très étendue, et la mise au
point par deux repères évite toute erreur de manipulation.

Vous trouverez cet appareil chez le marchand d'articles photographiques de votre
entourage. - Exigez aussi la pellicule **Voigtländer** ; elle est d'une sensibilité extra-
ordinaire et présente toutes les qualités pour vous garantir le succès, même en hiver.
RIEN N'EST PLUS FACILE QUE DE FAIRE DE LA PHOTO AVEC
l'appareil **JUBILAR** et la pellicule **VOIGTLAENDER**.

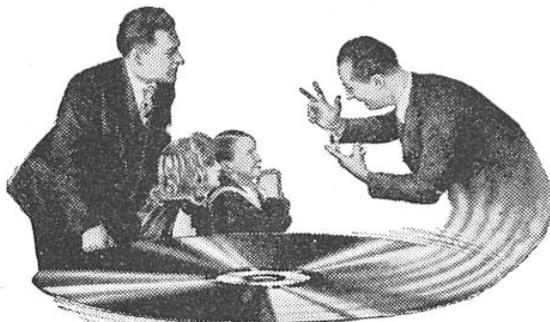
Demandez notre prospectus n° 85

SCHOBER & HAFNER
REPRÉSENTANTS
3, rue Laure-Fiot, ASNIÈRES (Seine)

Voigtländer
Jubilar

Apprenez l'Anglais, l'Allemand, l'Espagnol *ou toute autre langue de votre choix* à l'aide de votre Phonographe par **LINGUAPHONE**

la méthode qui a révolutionné l'enseignement des langues



Lisez —

ce que pensent de Linguaphone les hommes représentatifs de notre époque :

H. G. WELLS. — Enfin, j'ai eu un instant et l'occasion d'essayer vos disques de leçons en français et en italien. Ils sont admirables. Les leçons sont arrangées avec habileté. Vous avez rendu possible avec une dépense d'énergie assez réduite et sans professeur, à un élève attentif, de comprendre le français lorsqu'on le parle et de le parler compréhensiblement. Rien de semblable n'a jamais été possible auparavant.

B. SHAW. — Le grand dramaturge G. B. Shaw a donné au cours Linguaphone le plus précieux témoignage de la valeur éducative qu'il lui reconnaît. L'auteur de *Sainte-Jeanne* n'a pas seulement écrit *Spoken and Broken English* spécialement pour les élèves du Linguaphone, mais encore il l'a enregistré lui-même en quatre causeries. (Ces disques dûment autographiés sont conservés au British Museum, où ils font partie de la collection nationale.)

EN quelques semaines, vous parviendrez aisément à apprendre l'anglais, l'allemand, l'espagnol, ou toute autre langue, par la méthode Linguaphone, qui est aux autres moyens d'apprendre les langues ce que l'ampoule électrique est à la lampe à huile. Il n'est plus possible à l'homme d'aujourd'hui de se limiter à sa langue maternelle, car ce serait accepter la défaite et laisser les premiers rangs aux autres.

Voyez comme c'est simple

Vous choisissez la langue la plus utile à connaître dans votre carrière ou dans votre milieu. Vous vous installez bien confortablement chez vous, à n'importe quelle heure du jour et de la nuit, et vous écoutez les disques enregistrés par des professeurs éminents du pays même, prononçant avec une diction parfaite tous les mots, que vous suivez en même temps dans un livre illustré très intéressant. La leçon recommence autant de fois que vous le désirez. Bientôt, votre oreille s'accoutume aux sons entendus, vous apprenez à comprendre et à parler comme l'enfant en écoutant. C'est la méthode la plus naturelle, la plus rationnelle, donc la plus facile et la plus rapide pour connaître une langue étrangère.

Lorsque nous disons : « Connaitre une langue étrangère », cela ne signifie pas seulement arriver à savoir les quelques phrases qui vous permettraient de vous débrouiller en pays étranger, mais acquérir une réelle connaissance de cette langue, en posséder l'accent comme si vous aviez séjourné plusieurs années dans le pays même et enfin, chose qu'aucun autre enseignement ne peut garantir, être certain, en très peu de temps, de comprendre ce qu'un étranger vous dit dans sa langue, même s'il parle rapidement.

Vous pouvez l'essayer sans frais sur votre Phonographe

Nous pourrions vous citer des milliers de témoignages venus de tous les pays du monde, car Linguaphone est connu et va partout. Mais à quoi bon vous en rapporter à l'expérience des autres, puisque vous pourrez bientôt juger d'après ce que vous aurez vu ou entendu ? Pour tous renseignements, écrivez-nous aujourd'hui même et vous recevrez la brochure de 24 pages contenant tous renseignements sur la méthode Linguaphone et les indications pour faire chez vous un essai gratuit de 8 jours.

LINGUAPHONE INSTITUTE (Section B 61)
12, rue Lincoln (Champs-Elysées), PARIS

Le Bain de Vapeur SURVAPORISEE A LA MAISON ET EN VOYAGE

Exposition Coloniale Internationale, Paris 1931 : Médaille d'Or

PARIS 1929-30, Section Hygiène, 3 Grands Prix, 3 Médailles d'Or

BELGIQUE 1930 : Hors Concours, Membre du Jury

Officiellement approuvé par le service de la Santé Publique du Royaume d'Italie (décret 971 du 7 janvier 1931).

La « Sudation scientifique » par le bain de vapeur survaporisée (simple, parfumée, iodée, camphrée, sulfureuse, oxygénée, etc., à votre choix)

PRÉVIENT, COMBAT ET GUÉRIT

Mauvaise circulation, obésité, constipation, dyspepsie, maladie de la peau, maladie du foie, goutte, grippe, influenza, lumbago, insomnie, intoxication, maux de gorge, névralgies, troubles nerveux, maux de reins, rhumatismes, acide urique, mauvaise assimilation des aliments, arthritisme, rides du visage, troubles de l'âge critique, douleurs.



SUDATION-SCIENTIFIQUE

Ce merveilleux appareil permet de prendre chez soi, sans tacher ni mouiller, sur sa descente de lit même, tout en respirant l'air de l'appartement, un bain de vapeur survaporisée, incomparablement plus efficace, plus rapide, plus commode, plus propre que le bain de vapeur ordinaire. Et chaque bain revient à 20 centimes! Les parfums ou les médicaments, à votre choix, que vous aurez mis dans les deux générateurs, portés par la survaporation à plus de 400 degrés, sans boîillir et sans pression, sont réduits en molécules d'une finesse inimaginable, sont respirés par la peau et sont instantanément entraînés dans la circulation, qui est elle-même miraculeusement activée par le bain.

C'EST UN MERVEILLEUX RÉGULATEUR DE TOUTES LES Fonctions ET DE TOUS LES ORGANES DU CORPS HUMAIN

Une vraie cure de rajeunissement!

Cet appareil provoque, en quelques minutes, LA PLUS AGRAÉABLE ET LA PLUS ABONDANTE SUDATION que l'on puisse imaginer.

Le maniement de l'appareil est très simple : un enfant pourrait s'en servir. Aucune installation à faire. Se monte et se démonte en une minute. En voyage, il tient dans n'importe quelle valise. Pèse 1.900 grammes. Très solide, il est pratiquement inusuable.

Remplace la salle de bains. Nettoie à fond la peau et la régénère TOUTES LES VILLES THERMALES CHEZ VOUS

(Formules spécialement établies par le service médical de la SUDATION SCIENTIFIQUE pour chaque traitement et pour chaque station thermale.)

Le Traitement dépuratif - iodo - sulfo - végétal. Le traitement magnésien - reminéralisateur par la vapeur survaporisée. Préventif et curatif. Le plus puissant et le plus rationnel. — Tous les traitements par les tisanes.

LES PLUS HAUTES ET DÉFINITIVES RÉFÉRENCES DU CORPS MÉDICAL

Méfiez-vous des contrefaçons. Notre appareil est breveté dans le monde entier, y compris les pays à examen préalable : Allemagne, Amérique, Angleterre, etc. (Brevets déposés en mai 1929). — TOUTE CONTREFAÇON SERA POURSUIVIE AUX TERMES DE LA LOI. — Deux contrefacteurs (anciens employés de la « Sudation Scientifique ») sont actuellement poursuivis par le Parquet de la Seine. (Juge d'instruction : M. Saussier.) — Nos brevets sont exposés au public dans nos bureaux.

L'APPAREIL COMPLET, NOUVEAU MODÈLE B 2, AVEC

RÉGULATEUR DE SURVAPORISATION à 4 degrés : 150°, 200°, 300°, 400°
Franco contre 350 francs, chèque, mandat ou remboursement.

Fonctionne indifféremment à l'alcool ou à l'électricité. — L'appareillage électrique interchangeable, à voltage universel, en plus, 50 francs.

APPAREIL TR POUR BAINS TURCO-ROMAINS, DONNANT A VOLONTÉ : 235 fr.
Bain d'air chaud sec - Bain d'air chaud humide - Bain de vapeur - Bain mixte - Prix... 235 fr.

N. B. Tous nos modèles sont livrés avec le nouveau peignoir breveté INSALISSABLE et cylindre protecteur en matière isolante et ignifuge.

LA SUDATION SCIENTIFIQUE, 9, rue du Faubourg-Poissonnière
Téléphone : Provence 51-40 (A côté du Journal « LE MATIN ») Chèque Postal Paris 1407-74

Brochure et tous renseignements gratis et FRANCO sur demande
(Prière de ne pas joindre timbre pour la réponse.)

**CHERCHEZ
VOS CADEAUX
DANS
CE CATALOGUE !**

Le cadeau que vous voulez offrir ou recevoir, vous le trouverez dans le magnifique catalogue "Montres" Sarda, parmi les

400 modèles

de montres de précision qu'il présente à votre choix : montres en tous genres pour Dames et Messieurs, bracelets, savonnettes, chronographes, chronomètres de haute précision avec bulletins d'observatoire, montres 8 jours, créations joaillerie, etc..

Toutes ces fabrications signées par SARDA, spécialiste de l'horlogerie de précision, vous offrent la garantie de l'origine : "Besançon" ; d'une expérience de 40 ans, d'une renommée établie ! Et cela, à

30% moins cher

que dans le commerce !

Pour choisir tranquillement votre cadeau, demandez aujourd'hui le catalogue "Montres" n° 32-65 A aux Etablissements

SARDA
BESANÇON
FABRIQUE D'HORLOGERIE DE PRÉCISION

Consultez également les catalogues
Grosse Horlogerie N° 32-65 B
Bijouterie - Orfèvrerie N° 32-65 C
 Echange de montres anciennes.
 Envois à condition.

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 discréption si vous le désirez, dans tous les ordres et à tous les degrés du savoir, toutes les études que vous jugez 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-Sécrétariats d'État
LA PLUS IMPORTANTE DU MONDE.

L'efficacité des méthodes de l'École 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'École 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° 29.901, concernant les *classes complètes* de l'**Enseignement primaire et primaire supérieur** jusqu'aux Brevet élémentaire et Brevet supérieur inclusivement — concernant, en outre, la préparation rapide au *Certificat d'études primaires*, au *Brevet élémentaire*, au *Brevet d'enseignement primaire supérieur*, 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° 29.906, 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 *bac alaturéats*.

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

BROCHURE N° 29.915, 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° 29.919, concernant la préparation aux concours d'admission dans **toutes les grandes écoles spéciales** : Agriculture, Industrie, Travaux publics, Mines, Commerce, Armée et Marine, Enseignement, Beaux-Arts, Colonies, etc...

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

BROCHURE N° 29.925, 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° 29.931, 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° 29.937, 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** : Électricité, T.S.F., Mécanique, Automobile, Aviation, Mines, Forge, Chauffage central, Chimie, Travaux publics, Architecture, Béton armé, Topographie, etc...

(Enseignement donné par des Professeurs des Grandes Ecoles, Ingénieurs spécialistes, Professeurs de l'Enseignement technique, etc...)

BROCHURE N° 29.945, 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° 29.951, 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° 29.955, concernant la préparation aux métiers de la **Couture, de la Coupe et de la Mode** : Petite-main, Seconde-main, Première-main, Couturière, Vendeuse, Vendeuse-retoucheuse, Modéliste, Modiste, Coupeuse, Coupe pour hommes, Lingère, etc...
(Enseignement donné par des Professeurs officiels et par des Spécialistes hautement réputées.)

BROCHURE N° 29.961, concernant la préparation aux **carrières du Cinéma** : Carrières artistiques, techniques et administratives.
(Enseignement donné par des Techniciens spécialistes.)

BROCHURE N° 29.966, concernant la préparation aux **carrières du Journalisme** : Rédacteur, Secrétaire de Rédaction, Administrateur-Directeur, etc...
(Enseignement donné par des Professeurs spécialistes.)

BROCHURE N° 29.973, concernant l'étude de l'**Orthographe, de la Rédaction, de la Rédaction de lettres, du Calcul, du Calcul mental et extra-rapide, du Dessin usuel, de l'écriture**, etc...
(Enseignement donné par des Professeurs de l'Enseignement primaire et de l'Enseignement secondaire.)

BROCHURE N° 29.978, 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° 29.984, 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° 29.990, 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° 29.995, 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)

n. s. n. 109.522

LABORATOIRE MUNICIPAL DE CHIMIE
Analyse quantitative N° 996

Le Directeur du Laboratoire municipal certifie que l'échantillon déposé sous le n° 441 par Messieurs MERAN Frères, pour analyse "ESSAI d'UN FILTRE" a donné les résultats suivants:

On a effectué chaque essai dans les conditions suivantes:

A 20 litres d'eau distillée, on a ajouté 1^{cc} d'une culture de Bacille Coli âgée un 48 heures, et après agitation, le récipient contenant l'eau contaminée a été relié au filtre, sous une pression égale à environ 2 mètres d'eau. Après 5 heures de fonctionnement, 1/10 du liquide du filtre a été ensemencé en bouillon péptoné stérile pour la recherche du Bacille Coli.

Date des essais	Recherche du Bacille Coli
13 Juillet	Négative
20 Juillet	d*
24 Juillet	d*
3 Août	d*
10 Août	d*
28 Août	d*
9 Septembre	d*
21 Septembre	d*
4 Octobre	d*
11 Octobre	d*
18 Octobre	d*
27 Octobre	d*
3 Novembre	d*

Le débit du filtre qui n'a pas été nettoyé pendant toute la durée des essais était, au début, de 1 litre en heure, et, à la clôture des essais, le 4 Novembre, seulement de 1 litre en 8 heures.

Paris, le 5 Novembre 1915

La Direction du Laboratoire Municipal

Faites preuve d'un sens du **SÉCURITÉ** et de **PROTECTION** en utilisant ce filtre dans votre cuisine.

FILTRE PASTEURISATEUR MALLIÉ

1er Prix Montyon
Académie des Sciences

PORCELAINE D'AMIANTE
FILTRES DE MÉNAGE

Comme le prouve l'analyse ci-dessus du Laboratoire municipal de Chimie, aucun appareil de stérilisation ne peut donner de résultats supérieurs.

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

UBLI-ELGY

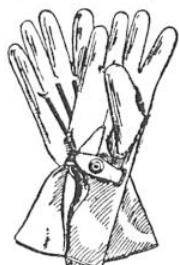
L'ACCUMULATEUR
TUDOR-IRONCLAD

180 à 206, ROUTE d'ARRAS, à LILLE

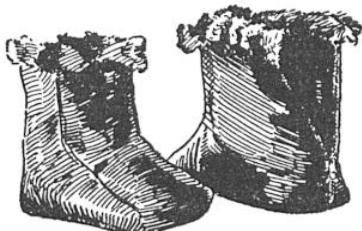
Dans votre intérêt, recommandez-vous toujours de *La Science et la Vie* auprès de ses annonceurs



Appareil de signalisation « Integral » à feux combinés, indiquant à volonté : Arrêt, Stop. Feu orange pour virage à gauche, vert pour virage à droite et rubis pour lanterne AR. Chromé. 195. »



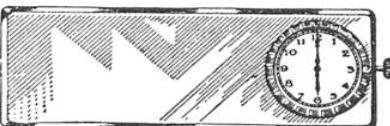
Gants Rochambeau, pour hommes, manchettes souples, de 13 cm. de haut, fourrés laine, la paire . . . 100. » Les mêmes fourrés agneau, la paire. 135. »



Chancelières dessus peau croco, forme botte, intérieur mouton pays, garniture fourrure, fermeture « Eclair ». Nouveau modèle recommandé pour l'auto, la paire. 430. » En magasin, grand choix de chaufferettes, chauffe-pieds, tapis chauffants, etc.



Miroir Panoramic. Champ de vue considérablement augmenté, permettant au conducteur de voir la route par la glace arrière et par celle de côté. Anti-aveuglant la nuit. Pose instantanée 50. »



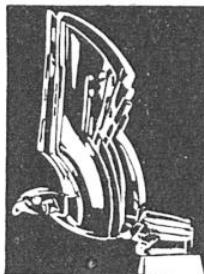
Montre-Rétroviseur, spéciale pour conduite intérieure ; se place en enlevant la glace du rétroviseur existant et en introduisant la nouvelle glace pourvue de la montre 8 jours, cadran noir, chiffres en relief et lunette nickelée unie. 200. »



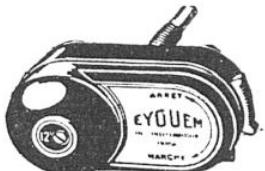
Médaille St-Christophe double, à charnière, pour identité, centre émail sur argent (60 × 21) 65. »



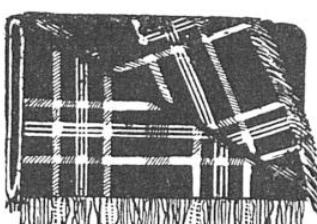
« **Cyclop** », projecteur code fixe pour montage sur roule 100. » Le même, montage sur tube pour Citroën 110. »



Statuette pour bouchon de radiateur « Cristallix » modèle Aigle moderne, hauteur 21 1/2 m 350. » Grand choix de tous autres modèles



Essuie-glace électrique « **Eyquem** » n° 9, nouvel appareil de fabrication française ultra-léger et très silencieux. Modèle simple à un balai 140. » Modèle double à deux balais 175. »



Couverture, plaid écossais, articlé réclame, 140 × 175. 95. » **Autre modèle** en laine souple et douce, bordée galon drap, double face, coloris et dispositions variées 180 × 130. 250. »

MESTRE & BLATGÉ

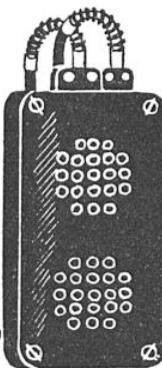
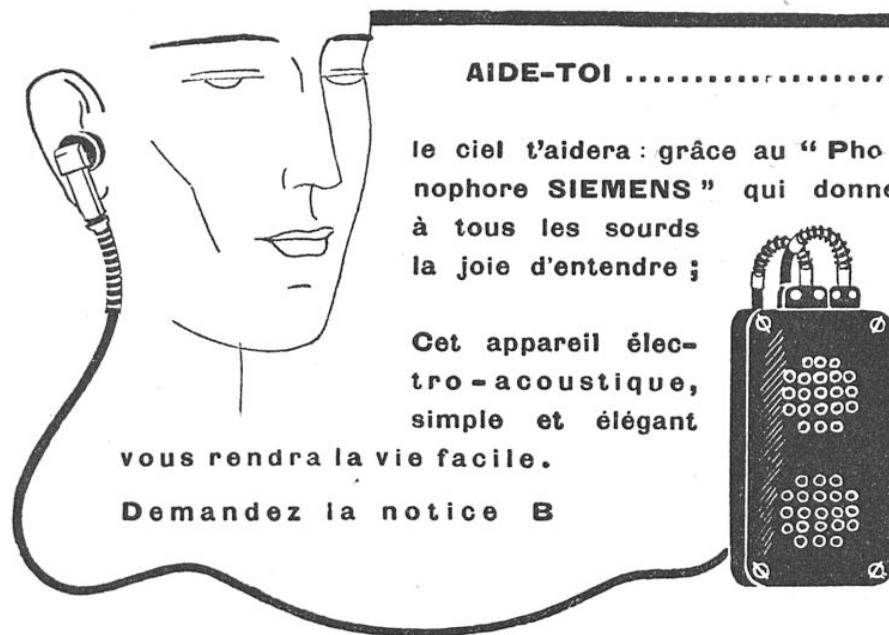
46-48, avenue de la Grande-Armée - PARIS

Société anonyme : Capital 15.000.000

La plus importante Maison du Monde pour Fournitures Automobiles, Vélocipédie, Sports et Jeux
Catalogue Accessoires Autos S. V., 1.200 pages, franco 12 francs

VISITEZ LES NOUVEAUX RAYONS :

Appareils ménagers, Électricité domestique, Matériel pour Villas, Fermes et Jardins, Tous les Sports, Chasse, Pêches, Photographie



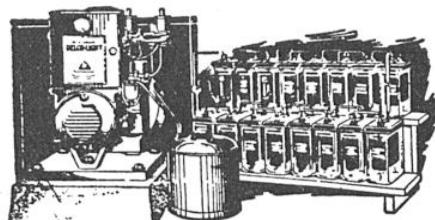
STÉ INDUSTRIELLE D APPAREILS MÉDICAUX
53 Rue Claude-Bernard — PARIS — Gobelins : 53-01

P.L.D

DELCO-LIGHT

L'ÉLECTRICITÉ A LA CAMPAGNE

pour une dépense minime

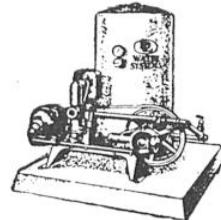


Groupe Electrogène, modèle 8 C 3. Entièrement automatique, monocylindrique à 4 temps, puissance 800 watts, 32 volts. Autres modèles, avec ou sans batteries, 800 ou 1.500 watts.

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'Électricité, 26, rue Baudin
BORDEAUX : Agence Générale Delco-Light, 50, rue Saint-Jean
AGENTS OFFICIELS DEMANDÉS

DESSINEZ !

*Puisque vous Aimez Dessiner —
— pourquoi ne pas adopter de
suite la Bonne Méthode ?*

Yous vous êtes certainement dit ne fût-ce qu'une fois dans votre vie : " Ah ! si je savais dessiner !" Vous avez senti ce jour là toute la joie ou le profit que vous auriez pu retirer du dessin. Pouquoi n'avez-vous pas alors cherché à acquérir ce qui vous apparaissait si agréable et même si utile ? Parce que vous avez cru que le dessin ne pouvait être pratiqué que par des personnes particulièrement douées. C'est là une grave erreur dont vous ne devez pas être la victime.

Oui sans aucun doute, VOUS POUVEZ DESSINER ; pour cela vous devez suivre la seule méthode qui, depuis 12 années déjà, a fait 30.000 adeptes. En ne lui consacrant que quelques instants par jour, sans quitter votre foyer, sans nuire à vos occupations habituelles, vous serez réellement stupéfait de la facilité avec laquelle vous exécuterez, dès la première leçon, des croquis expressifs d'après nature. Puis peu à peu, vous acquerrerez la parfaite maîtrise du crayon, de la plume, du pinceau.



Beaucoup d'autres, avant vous, qui se lamentaient de ne pouvoir esquisser le moindre croquis, ont appris à connaître les joies que procurent les mille et une ressources du dessin. Faites comme eux. Il ne vous coûte rien de connaître cette méthode vraiment unique. Pour cela vous n'avez qu'à remplir et retourner le coupon ci-dessous.

Vous recevrez GRATUIT et FRANCO un MERVEILLEUX ALBUM dans lequel se trouvent clairement exposés les principes mêmes de notre méthode et dont une partie constitue une véritable première leçon de dessin. Cette brochure est illustrée d'une centaine de dessins d'élèves et vous pourrez ainsi vous rendre réellement compte des résultats que vous pouvez atteindre vous-mêmes. Ce sera pour vous une révélation.

★ *L'Exposition annuelle de l'A. B. C. groupera près de 300 œuvres d'élèves et anciens élèves, du 5 au 18 janvier 1932, à la GALERIE REITLINGER, 12, rue La Boétie.*

Ouvert tous les jours (sauf dimanche) de 10 h. à 12 h. et de 14 h. à 18 h.

Des cartes sont délivrées tous les jours à l'Ecole A. B. C. de Dessin, 12, rue Lincoln.

----- Postez de suite ce coupon -----

ÉCOLE A. B. C. DE DESSIN (Studio F 96), 12, Rue Lincoln - PARIS

Veuillez me faire parvenir franco et gratuitement votre album illustré de renseignements. Veuillez également me donner, sans engagement de ma part, toutes précisions utiles concernant mon cas en tenant compte des indications suivantes

Je désire apprendre à dessiner : — comme distraction
— dans un but lucratif ou pour les besoins de ma profession
(laquelle ?.....)

Je désire me spécialiser dans : la publicité, la décoration, la mode, l'illustration, le dessin humoristique, le portrait, le paysage, le croquis, les animaux. Je dispose pour le dessin de heures par semaine.

Nom.....

Profession..... Age (facultatif)

Adresse.....

Ville.....

RAVER LES MENTIONS INUTILES

Revente facile à bon prix...

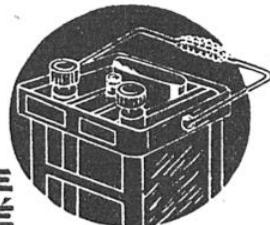
C'est à quoi l'on reconnaît la bonne marque.
La MONET-GOYON se déprécie peu ; même après un long service, elle reste toujours nerveuse et racée.
Son aspect confortable donne confiance, et celui qui rachète une MONET-GOYON est toujours sûr de faire une affaire excellente.

Si vous aimez la moto, prenez une

MONET-GOYON
121, R. DU PAVILLON
MACON

CATALOGUE SUR DEMANDE

Quelles sont les qualités d'un bon accumulateur ?



LA CONSERVATION DE LA CHARGE
L'INSULFATABILITÉ LA PROPRETÉ

L'ACCUMULATEUR ETERN
LES RÉUNIT TOUTES A UN DEGRÉ INÉGALÉ
ET EN PLUS IL EST ENTIÈREMENT DÉMONTABLE
D'UN ENTRETIEN NUL

E T E R N

P. HITIER
74 AVENUE DE LA RÉPUBLIQUE . PARIS
Tel. Rog. 00.39

CONCOURS D'AVRIL - MAI 1932

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 de police 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^e L'indemnité de résidence allouée à tous les fonctionnaires par la loi du 13 juillet 1925 ;
- 2^e L'indemnité pour charges de famille, le cas échéant ;
- 3^e Une indemnité de fonction de 500 à 1.700 francs, le cas échéant ;
- 4^e Une indemnité d'intérim de 50 francs par mois ;
- 5^e 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^e 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'École 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'École spéciale d'Administration, 4, rue Férou, Paris (6^e).

AUTOMOBILISTES !

Une heureuse découverte...

Si vous avez un carburateur SOLEX sur votre voiture

Nous avons trouvé le moyen de vous faire économiser de 15 à 30 % d'essence et d'augmenter la puissance de votre moteur avec l'invention la plus simple qui soit :

LE CHAPEAU DE GICLEUR

RESTRIC

Breveté S. G. D. G.

Prix : 60 francs

C'est en pulvérisant l'essence dès sa sortie du trou du gicleur que ce chapeau, spécialement étudié dans ce but, permet d'obtenir ce résultat. En effet, par suite d'un mélange imparfait entre l'air et l'essence, la plupart des carburateurs expulsent une grande partie d'essence (parfois jusqu'à 40 %) en état de non-combustion, par conséquent non utilisée.

La pulvérisation de l'essence réalisée avec le " RESTRIC " favorisant un mélange d'une homogénéité parfaite et éminemment combustible à toute température, toute perte de carburant est sensiblement diminuée. Dès lors, indépendamment de l'économie réalisée, le moteur

Ne s'encaissera plus,
Fatiguera moins,
Sa mise en marche sera facilitée,
Sa puissance, sa souplesse,
Ses reprises nettement améliorées.

CE SONT DES FAITS

que vous pourrez contrôler vous-même, en demandant un essai gratuit à votre garagiste ou, à défaut, en nous envoyant aujourd'hui même le BON ci-dessous :

ESSAI GRATUIT

Date.....

Etablissements ARMENGaud, ingénieur,
54, rue des Récollets, 54 — TOULOUSE

Je vous prie de m'adresser, gratuitement et sans engagement, pour un essai de quinze jours, votre chapeau de gicleur " RESTRIC ", à l'adresse suivante :

Nom

Adresse

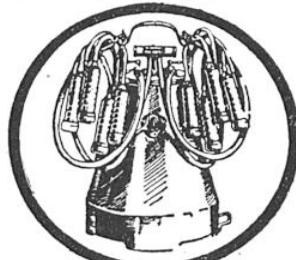
Je désire faire l'essai sur une voiture, camion, tracteur, marque, type

Si je ne suis pas pleinement satisfait dans les quinze jours de sa réception, je vous le retournerai en PORT DU.

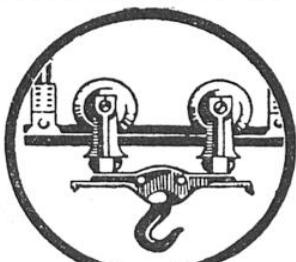
N. B. — Le « Restric » se pose en trois minutes par la personne la moins expérimentée.

Pub. agr. Rabotteau

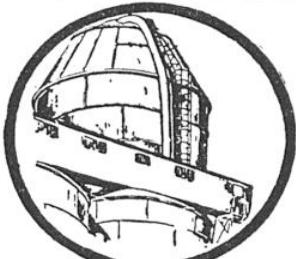
l'installation moderne de la ferme



VACHERIES-PORCHERIES
MACHINES A TRAIRE
abreuvoirs automatiques



MANUTENTION
PAR MONORAIL



Silos à Fourrages
machines à ensiler

Silos à Grains

manutention pneumatique

S.I.M.A.

SOCIETE ANONYME AU CAPITAL DE 20 000 000 DE FRF
1. RUE VOLNEY - PARIS 2^e
TELEPHONE GUTENBERG N° 05 78 ET 49 91

COMPRESSEURS LUCHARD

HAUTE PRESSION
BASSE PRESSION
COMPRESSEURS SPÉCIAUX

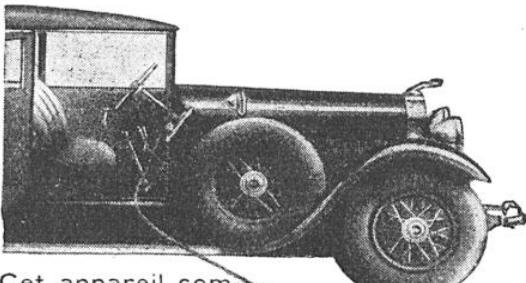
R. C. Seine 227.524 B

Etabl^{ts} LUCHARD

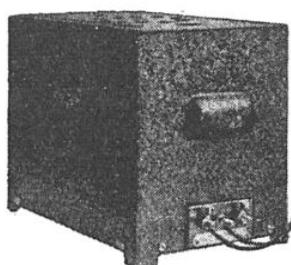
S. A. R. L.
au capital de 1 million de francs
INGÉNIEURS - CONSTRUCTEURS
20, rue Pergolèse - PARIS
Téléph.: Passy 00-12, 00-13, 00-14, 00-15

**Vous
éviterez
les pannes
d'allumage**

**CHARGEUR
"Tungar"**



Cet appareil combiné avec une prise de courant fixée à demeure sur votre voiture, chargera vos accumulateurs sans manipulation sans surveillance.



ALS·THOM

38, AVENUE KLEBER, PARIS (16^e)

**terreur
des frileuses...**

...se coucher par temps froid, se glisser entre des draps glacés. Rien de plus pénible que cette sensation. Et rien de plus malsain ! Bien des maladies trouvent là leur origine. Se coucher doit constituer au contraire une détente. Quelle béatitude alors de trouver un lit bien douillet dont la chaleur vous enveloppe comme une caresse !

Tous ceux qui utilisent la couverture électrique "PERFECTA" connaissent cette joie quotidienne.

Garantie 2 ans
la couverture chauffante
"PERFECTA"

véritable assurance contre la maladie, est en vente au prix de frs 240, dans les bonnes maisons et aux

Etablissements ABKIN,
95 bis, Boul. Soult, Paris 12^e

Perfecta

Gratuitement sur demande
notices ou envoi d'une
couverture à l'essai.



Depuis sa fondation
"LA SCIENCE ET
LA VIE" fait exécuter toutes ses illustrations par les

**Établissements
LAUREYS FRÈRES
17, Rue d'Enghien - Paris-10^e**

Téléphone : PROVENCE
99-37 99-38 99-39



**PHOTOGRAPHIE
GALVANOPLASTIE
CLICHERIE
COMPOSITION
D'ANNONCES
PHOTOS INDUSTRIELLES
DESSINS**

Du document original au résultat demandé

On en transcrit les données sur la carte **Hollerith** 45 ou 80 colonnes au moyen des perforatrices que la société met en service : modèles à main ou électriques, semi-automatiques ou entièrement automatiques.

Les documents originels, servant de base à la perforation, sont utilisés tels qu'ils se présentent partout : bon de travail, bulletin de commande, facture, etc...

Après perforation, les cartes sont placées dans l'ordre suivant lequel on désire les interroger, la trieuse verticale ou horizontale **Hollerith** s'acquitte de cette tâche très rapidement, à la vitesse de 350 à 400 cartes à la minute.

Après avoir été triées, les cartes sont tabulées, et l'on obtient, à volonté, sous une forme imprimée : analyses de ventes, ventilations de main-d'œuvre ou de frais généraux, bordereaux de livraison, feuille de paie, contrôle matières, comptes fournisseurs et clients.



RENSEIGNEMENTS ET ÉTUDES D'APPLICATIONS GRATUITES :

Société Internationale de Machines Commerciales

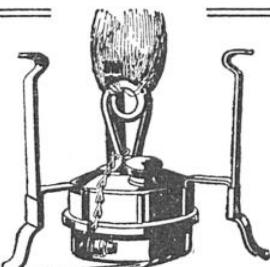
(MACHINES HOLLERITH)

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 200.000 FRANCS

29, boulevard Malesherbes, 29 — PARIS (VIII^e)

Téléphone : ANJOU 14-13

R. C. Seine 147.080



SANS MÈCHE NI POMPE !

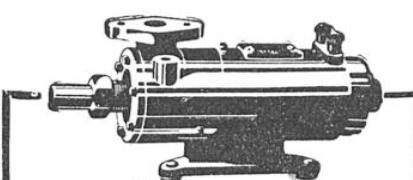
LE PLUS PETIT ET LE PLUS PUISSANT RÉCHAUD DU MONDE

Pour une dépense moindre qu'avec le gaz, il fait bouillir 1 litre d'eau en 10 minutes. Son encombrement fermé, ne dépasse pas 11×8 ; en ordre de marche, on peut aisément placer un récipient de 15 à 20 centimètres de diamètre.

Conditions spéciales aux lecteurs de La Science et la Vie : franco, 27 francs.

Etablissements CHALUMEAU
13, rue d'Armenonville, 13 — NEUILLY-sur-SEINE
INEXPLOSIBLE

30 fr.
en étui en tôle polie



SUCCÈS PRODIGIEUX
(1200 machines vendues en trois mois)

POMPES ÉLECTRIQUES RECORD
(Monobloc, Blindées, Silencieuses)

Fonctionnant sur courant lumière, elles donnent L'EAU SOUS PRESSION à des PRIX IMBATTABLES
Nouveaux types: A, 2000 litres; B, 4500 litres
(Catalogue gratuit en nommant ce journal)

CONSTRUCTIONS DE PRÉCISION **A. GOBIN**
5, Avenue Madeleine, 5
LA VARENNE (Seine)

UN EFFORT SPÉCIAL
a été fait cette année par
BURBERRYS

qui, pour leurs soldes annuels, mettent en vente un grand choix de vêtements à des **PRIX EXCEPTIONNELS**

POUR HOMMES	
Le Burberry.	285. »
Pardessus demi-saison.	350. »
Pardessus hiver.	425. »
Complet sport.	375. »

POUR DAMES	
Le Burberry.	295. »
Manteau de voyage.	395. »
Manteau de ville.	425. »
Costume tailleur.	325. »

POUR ENFANTS	
Le Burberry (2 ans).	125. »

et nombre d'autres vêtements de leur spécialité, vendus avec

UN TRÈS GROS RABAIS

Catalogue n° 7 franco sur demande

Exceptionnellement, la Maison restera ouverte le samedi après-midi

BURBERRYS
8 et 10, boulevard Malesherbes, 8 et 10 — PARIS





UN SEUL

ROBUR SCIENTIFIC

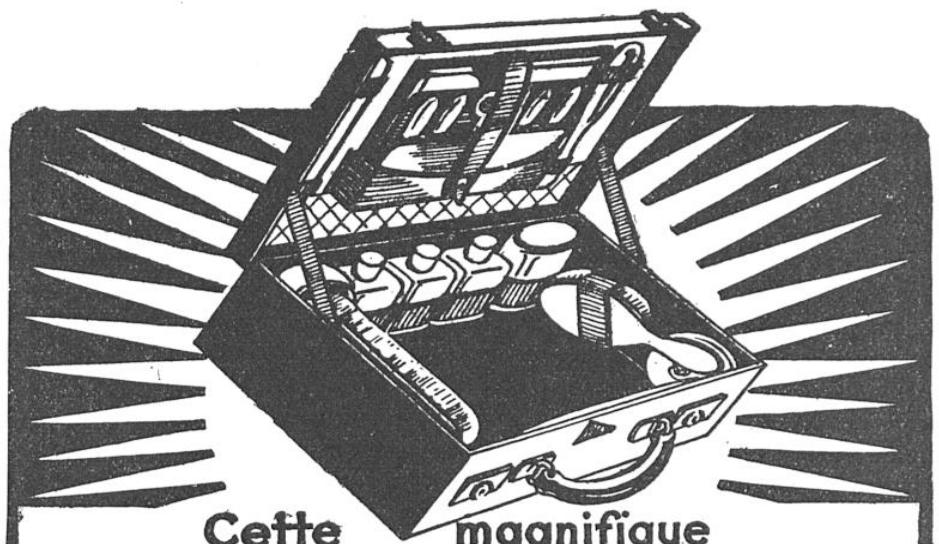
assure

CHAUFFAGE CENTRAL, CUISINE, EAU CHAUDE, de 3 à 10 pièces, grâce à son nouveau procédé de Combustion concentrée, complète et fumivore.

NOTICE FRANCO

CAP-ROBUR, 15-17, rue Godefroy-Cavaignac, PARIS-XI^e

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



Cette magnifique
MALLETTE GARNIE
pour Dame

Cuir Maroquin véritable cousu
main façon Sellier. Très forte
poignée Cuir. 2 Serrures.
Entièrement doublé
moire de Soie.

Dimensions : 40 x 27 x 12 cm.

18 Pièces de Qualité
Brosserie Ivoirine ou Écailline.
Grande glace biseautée. Flaconnage
demi-cristal, côtes plates. Orfèvrerie
métal argenté ou doré. Plateau
manucure très complet.

Garnie des meilleures produits

Brosse à dents modèle Luxe, Grand
Savon dentifrice, Crème de beauté
Poudre de Riz, Savon Coldcream, etc...

195f.

INNOVATION

*ne dites pas =
"c'est impossible"*
Venez la voir 104 Champs-Elysées

Expédition FRANCO dans toute la France avec supplément de 20f.
(18f seulement en vous recommandant de ce Journal.)

Splendide mallette HOMME au même Prix.



SPI

Breveté
en France et à l'Étranger

DISTRIBUTEUR AUTOMATIQUE
DE MOUTARDE

Le seul sans aucune pièce
en caoutchouc, cuir ou liège

INCASSABLE

Toujours propre et prêt à l'emploi

Un tour de bouton...
une goutte de moutarde

2, villa Montcalm - PARIS (18^e)
Agents demandés France-Étranger

TOUTES INSTALLATIONS FRIGORIFIQUES INDUSTRIELLES ET COMMERCIALES

LA MEILLEURE ARMOIRE FRIGORIFIQUE DU MONDE



LE CLASSEUR PRATIQUE “ GAX ”

Supprime le désordre
Dans 60 tiroirs étiquetés, vous classez, dès réception, tous documents

Facilite le travail

Économise la place

Recherches faciles

Grande capacité
Contient plus de 200 kilos
de papiers.

Il n'a pas de rideau 1.900 francs, franco

Construction garantie

5 modèles de 20-40-60 tiroirs

Quel que soit votre cas, il existe un

Etabl's GAX MONTRON (Dordogne)

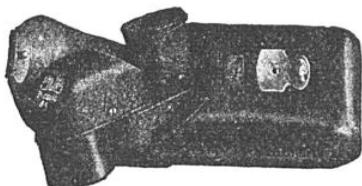
— Recommandez-vous de *La Science et la Vie* —

— Recommandez-vous de *Za Sticht en la Vie* —



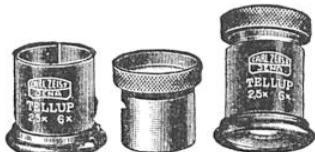
**La LONGUE-VUE DE POCHE
“TURMON”**

ZEISS
Grossissement 8 fois



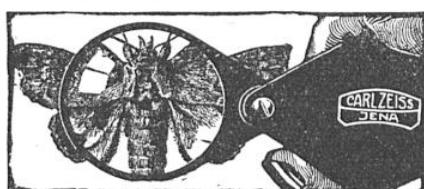
est l'instrument universel, idéal et indispensable à tout amateur curieux d'observer tout ce qui se passe autour de lui. Cette mignonne longue-vue ne mesure que 7 cm. et ne pèse que 93 gr. Elle permet d'observer à toute distance, depuis l'infini jusqu'à 2 m. 50. A cette dernière distance, elle sert de téléscope et, par l'adjonction d'une bonnette + 6 dptr., par exemple, se transforme en une loupe 12 × à grande distance frontale (17 cm.). C'est la loupe rêvée et recherchée des collectionneurs, naturalistes, etc.

La “TELLUP” ZEISS



RÉUNIT EN UN SEUL TROIS INSTRUMENTS :
Une longue-vue 2,5 × ; une téléscope 2,5 × ; une loupe 6 ×.

Les LOUPES PLIANTES ZEISS



de grossissements 2,5 × à 27 × , fermantes, à manche et en monture cylindrique, répondent pratiquement à toutes les exigences.

Demandez l'envoi gratis et franco de la Notice LOUPES 77 à

SOCIÉTÉ OPTICA
18-20, faubourg du Temple - PARIS-XI^e
concessionnaire pour la France de



PELMANISTES !

prévalez-vous de
ce titre auprès
des EMPLOYEURS

« Votre lettre nous a prouvé que, Pelmaniste, vous possédez les qualités fondamentales de nos Collaborateurs et étiez, de ce fait, parfaitement qualifié pour obtenir dans notre Société des résultats probants et fructueux. »

Lettre que vient de recevoir le
PELMANISTE F. C. V. 1.759,
d'une firme universellement réputée

En périodes difficiles surtout, être Pelmaniste sera pour vous une pressante recommandation. Les Chefs reconnaissent qu'un Pelmaniste possède les plus efficaces méthodes de travail, une activité et un rendement supérieurs, de l'enthousiasme et du zèle pour sa tâche.

En choisissant un Pelmaniste, les Chefs savent qu'ils s'adjoignent un homme riche de ces capacités et de cette vaillance qui permettent de dominer les circonstances actuelles et même d'en tirer profit.

Renseignez-vous, dès aujourd'hui, sur le SYSTÈME PELMAN, cette remarquable méthode de perfectionnement mental. La brochure explicative vous sera envoyée contre 1 franc en timbres.

Écrivez ou passez à :

SYSTÈME PELMAN
33, rue Boissy-d'Anglas, 33
PARIS (8^e)

LONDRES DUBLIN STOCKHOLM D E L H I
NEW-YORK DURBAN MELBOURNE CALCUTTA

sous la direction effective de Professeurs de Faculté
et d'Hommes d'affaires éprouvés.

PROTÉGEZ-VOUS CONTRE LE FROID !

avec les

PLINTHES COULISSANTES

pour calfeutrer les bas de portes

Modèle automatique
entièrement métallique

TÉLÉPHONE : FEREIRE 02-31

ENVOI GRATIS
de la notice explicative

WEYDER, 213, r. de Courcelles, PARIS (17^e)

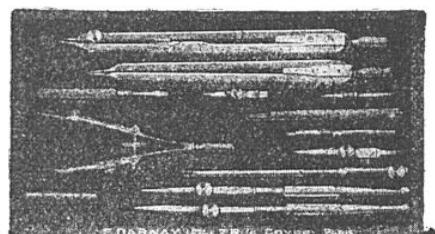
NOUS VOUS OFFRONS !

Contre remboursement

Un appareil « Perspect » 285.»



Une pochette de compas de précision 145.»



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

Suivez la route du Progrès

elle vous mènera chez



POSTES - SECTEUR REDRESSEURS AMPLIFICATEURS

construits par des spécialistes
réputés, précurseurs de l'alimentation totale sur le secteur

RÉGULATEURS automatiques de tension

Résistances Platinioniques
AUTOPOLARISEURS
à liquide immobilisé

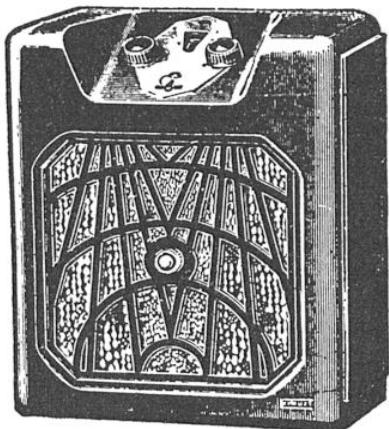
ÉLECTRO-CONSTRUCTIONS S. A. 3, rue Schertz - STRASBOURG-MEINAU

SUCCURSALES :
PARIS, 26, rue de la Pépinière
STRASBOURG, 4, rue des Francs-Bourgeois
MULHOUSE, 24, rue des Maréchaux
Catalogue et renseignements sur demande



DEMANDEZ LES ÉCHANTILLONS GRATUITS A VOTRE FOURNISSEUR

pour 1.375 francs
UN MONOBLOC SECTEUR
 à 3 lampes, 1 valve
 diffuseur intérieur
 coffret moulé, très bel aspect

**CARACTÉRISTIQUES :**

Montage détectrice à réaction. 2 BF dont une de puissance alimentée à 160 volts. Réglage par tambour lumineux. Prises de secteur 110, 120, 130, ou 220, 230, 250 v.

RÉSULTATS :

Reçoit, sur antenne extérieure ou sur fil du secteur les principales stations européennes dans un rayon de 1.500 km pour les P. O. et 800 km pour les G. O. **Sur antenne intérieure**, reçoit parfaitement les stations locales ou proches et les postes étrangers les plus puissants en P. O.

GARANTIES : Remboursement en cas de non satisfaction après un essai de 10 jours. Réparation gratuite pendant un an

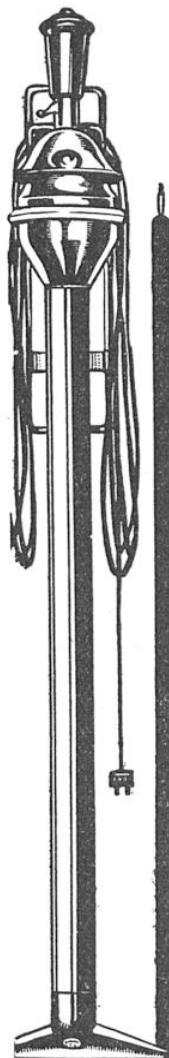
En vente chez nos 700 Agents

DÉMONSTRATIONS : le mercredi, de 20 à 23 heures, et, chaque jour, aux heures d'émission.

Envoy franco de la Notice MS 50

LEMOUZY
 121, boul. Saint-Michel, PARIS (5^e)

Pub. A. GIORGI



**supposez que
 votre balai...**

votre vieux balai des familles, si peu encombrant dans son petit coin, supposez qu'un beau jour, il se soit mis à absorber, voracement, la poussière que jusqu'alors il se contentait de déplacer... Vous l'auriez trouvé "épatant"...



**or, voilà qui
 est fait...**

L'Electro-balai ERA, aussi peu encombrant, sans coffre, sans "équipage", sans accessoires compliqués, toujours prêt, passe partout, avale tout, et hop ! rend tout, d'un coup.

**et c'est ERA
 qui le fait...**

ERA, le constructeur des fameux moteurs.
 ERA, spécialiste incontesté.
 Faut-il en dire davantage !

**Vous aurez
 votre**
ELECTRO-BALAI
995 frs
ERA

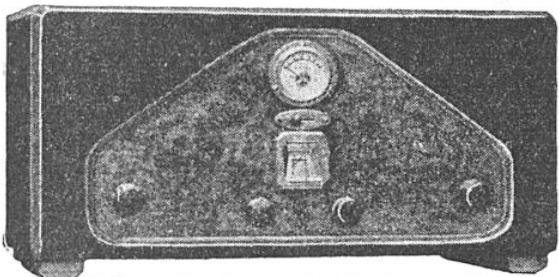


En vente chez
 tous les Electriciens

GROS : Ets RAGONOT - PARIS
 15, Rue de Milan — Tél. Louvre 41-96



Tous les Concerts Européens à votre disposition



avec les appareils

"L'ALTERNAPHONE"

alimentés sur le secteur alternatif

Appareils complets depuis 990 francs

DEMANDER NOTICE A

B. Larinier, Constructeur
13, Passage des Roses, 13, AUBERVILLIERS (Seine)
Tél. : Flandre 00-47

MACHINE À TIRER LES BLEUS À TIRAGE CONTINU



LA VERRERIE SCIENTIFIQUE
12 AV. DU MAINE. PARIS. XV^e CATALOGUE FRANÇAIS SUR DEMANDE



E. ARNAUD S.A.
PARIS

3, Impasse Thoreton, 3, rue de Liège
Belgique : BLETARD, 45, rue Varin, LIÈGE.

ACCU SEC DARY

INSULFATABLE

35, rue Chevallier
LEVALLOIS-PERRET
(Seine)

Téléphone : Persire 03-64

TOUTES APPLICATIONS



FONCTIONNE COUCHÉ

SPÉCIAL POUR LAMPES DE POCHE

Dimensions : 60 × 22 × 70
Poids : 210 gr. — 2 volts, 2 A. H.

Prix : 16 francs

10 heures d'éclairage continu
à chaque recharge.

PLUS DE VÊTEMENTS
BRULÉS PAR L'ACIDE

Construisez de beaux modèles animés !

60.000 FRS DE PRIX

C'est un grand plaisir que de construire un beau modèle Meccano, mais ce plaisir est doublé lorsque vous savez que votre modèle peut obtenir un prix à notre Grand Concours. Demandez une formule d'inscription à votre fournisseur de Meccano.

GRATIS !

Ce livre richement illustré contient d'intéressants articles décrivant les plus célèbres chefs-d'œuvre de l'art de l'ingénierie. Vous y trouverez également tout ce qui concerne Meccano et nos plus récents modèles. Envoyez nous votre nom et adresse, ainsi que ceux de trois de vos amis, en indiquant dans votre lettre la référence 40 et vous recevrez le livre par retour du courrier.

TARIF DES BOITES MECCANO BOITES PRINCIPALES

Boîte	Prix Fr.
N° 000. 162 modèles	18
N° 00. 189	24
N° 0. 343	34
N° 1. 573	68
N° 2. 629	112
N° 3. 687	185
N° 4. 733	340
N° 5. 798	410
N° 6*. 844	615
N° 6†. 889	825
N° 7. 889	1040
* Carton	2515.
† Boîte en bois	

FABRICATION FRANÇAISE — EN VENTE PARTOUT

MECCANO

MECCANO (FRANCE). 78-80, RUE RÉBEVAL — PARIS (XIX^e)

BREVETÉ
LUMIÈRE & J. HERCK

Chem'yc

LE CHAUFFAGE

SANS FEU
SANS FLAMME
SANS FUMÉE
SANS SODEUR
SANS GAZ NOCIFS
SANS

SÉCURITÉ
ÉCONOMIE
PROPRETÉ
HYGIÈNE

PAR CATALYSE DE L'ESSENCE

CATALOGUES & NOTICES
FRANCO SUR DEMANDE A
SOCIÉTÉ LYONNAISE
DES
RÉCHAUDS
CATALYTIQUES
2811 ROUTE DES SOLDATS
[YON-Saint-Clair (Rhône) FRANCE

AGENCE ET DÉPÔT POUR PARIS
L. PELLETIER
56 RUE DU CHATEAU D'EAU
PARIS X^e

"LE GRILLON" DE VOTRE FOYER

L'allumoir électrique irréprochable et garanti, fruit de 18 ans d'expérience et de succès; fonctionne directement sur le secteur, sans dépense de courant.

Tous voltages - Une seule qualité - Cinq présentations (de 26 à 35 frs). - E stampille en sus.

Exigez-le de votre électricien ou demandez la notice "Grillon" aux

ETAB^{TS} R. HOCHON
65, rue de Villiers - NEUILLY-SUR-SEINE
avec l'adresse du dépositaire le plus proche



LA CHEVILLE UPAT

La cheville qui tient

TOUS DIAMÈTRES... 4 à 21 mm.
TOUTES LONGUEURS... 16 à 150 mm.
TOUS USAGES ET USAGERS : Electriciens - Plombiers - Chauffage central, etc., etc.

A titre de réclame, une boîte ménagère, contenant 20 chevilles pour vis de 3 à 4 mm., une perforatrice avec son manche et un chasse-mèche, est vendue **10 francs**.

— Voir description, page 83 —

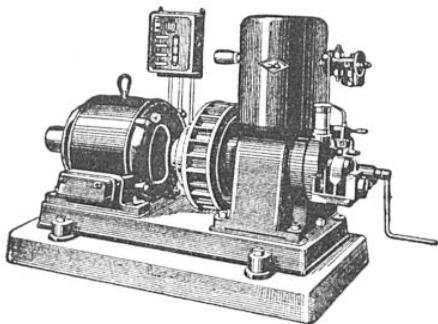
PRIX ET RENSEIGNEMENTS :
24, r. de Saintonge, PARIS (3^e) - Tél.: Arch. 53-30

1 FRANC LE KILOWATT

avec les groupes électrogènes

MONOBLOC

2 CV 1/2 - 1.000 Watts - 25/32/110 Volts
avec poulie pour force motrice



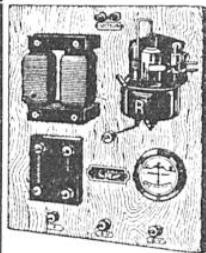
Notice franco en se recommandant de *La Science et la Vie*

Etablissements MONOBLOC
90, avenue Marceau, COURBEVOIE (Seine)
Tél. : Défense 14-77

CHARGER soi-même ses ACCUMULATEURS
sur le Courant Alternatif devient facile

CHARGEUR L. ROSENGART

BREVETÉ 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

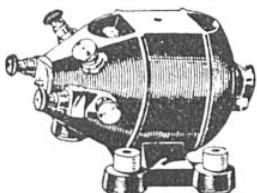
Notice gratuite sur demande
21 Champs-Elysées, PARIS

TÉLÉPHONE : ELYSEES 66 60

8 ANS D'EXPÉRIENCE
25.000 APPAREILS
EN SERVICE

LE MICRODYNE

Le plus petit moteur industriel du monde



MOTEURS UNIVERSELLES
DE FAIBLE PUISSANCE

L. DRAKE, Constructeur
240 bis, Bd Jean-Jaurès
BILLANCOURT
Téléphone : Molitor 12-39

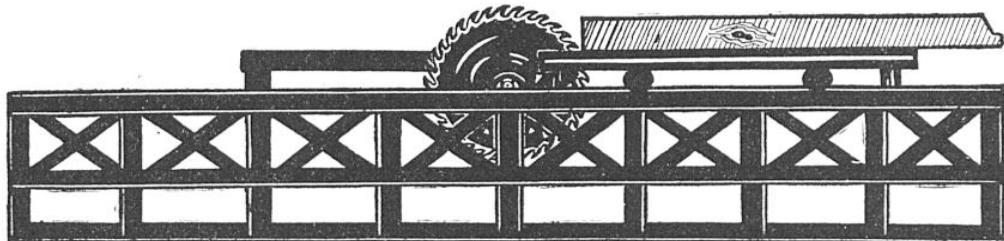
SOURDS
vous pouvez entendre
grâce au

SIMPLIPHONE

Nouvel appareil électromagnétique - Breveté S.G.D.G.
SIMPLE — DISCRET — PUISSANT

Étab. CLARVOX, 12, boul. Magenta, Paris
Démonstration gratuite — Notice franco sur demande

Nos Scies Circulaires AU TRAVAIL



Il se trouve à Malaunay, une commune près de Rouen, une propriété d'assez grande importance. Cette propriété appartient à **M. Berry**, qui fait, entre autres choses, l'élevage des porcs sur une assez grande échelle.

Vendant toujours ses porcs aux marchands de bestiaux et trouvant que cela lui rapportait peu en proportion de son travail, il s'est décidé à tuer ses porcs lui-même et à faire tous les produits de la charcuterie.

Ayant livré à **M. Berry**, il y a quelques mois, une de nos **scies circulaires** — le modèle n° 3 — nous nous sommes permis de lui rendre visite, quelque temps après, pour nous rendre compte de ce qu'il faisait de son installation. C'est à ce moment-là que **M. Berry** nous a expliqué son entreprise et qu'il nous a permis de visiter le petit abattoir où il débite ses produits pour les charcutiers.

Cette visite nous a fort intéressé ; mais ce qui nous a le plus étonné, c'est de voir la quantité de mobilier rustique fait par **M. Berry** lui-même : des tables massives en planches de 6 centimètres d'épaisseur, des casiers, des tabourets de boucher, ainsi que des caisses d'emballage ; le tout fabriqué entièrement avec du bois de son propre domaine, débité — nos lecteurs nous permettront-ils de le dire — au moyen de notre **Scie circulaire n° 3**. Acheté dans le commerce, ce mobilier aurait coûté au moins 3.000 francs. Sa scie lui a coûté 2.000 francs environ ; le bois valait peut-être 500 francs. Evidemment, il faudrait aussi tenir compte du temps de **M. Berry** ; mais puisqu'il a fabriqué ses meubles dans ses moments perdus et qu'il y a trouvé une distraction agréable, il considère l'emploi de son temps comme une récréation profitable... et il n'a pas encore fait la dixième partie de ce qu'il fera éventuellement.

Notre but, en soumettant ces faits à l'attention de nos honorés lecteurs, n'est pas précisément d'établir un compte de bénéfices en faveur de **M. Berry**, mais plutôt d'indiquer les avantages pratiques que l'on peut retirer du **banc de scie** assez rustique, mais **robuste** et **bien conditionné** quand même, que nous produisons uniquement dans l'idée d'employer les chutes provenant de notre fabrication de **bâtiments métalliques**. Ainsi faisant, nous évitons l'ennemi de tout constructeur : le gaspillage inutile.

Notre **Scie circulaire n° 3** a un chemin de roulement de 6 m 50. Le chariot a 2 m 50 de long. L'arbre porte-lame est monté à roulement à billes et il accepte toute lame circulaire jusqu'à 85 centimètres de diamètre. Le coût, sans lame, est de **1.874 francs**. Nous fabriquons d'autres modèles plus grands et plus petits. La notice explicative sera adressée très volontiers à tout lecteur intéressé.

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

1932

A la veille de la Nouvelle Année, nous songeons à ceux de nos honorés Lecteurs qui possèdent une construction métallique fabriquée dans nos Ateliers à Rouen. Nous espérons vivement qu'ils en sont très contents.

Nous vous sommes reconnaissants, Messieurs, de nous avoir accordé votre précieux concours pendant 1931. Nous tenons donc à vous remercier de votre collaboration généreuse et de la patience avec laquelle vous consacrez vos loisirs à l'étude et à l'installation des constructions que nous produisons dans l'idée de vous rendre service.

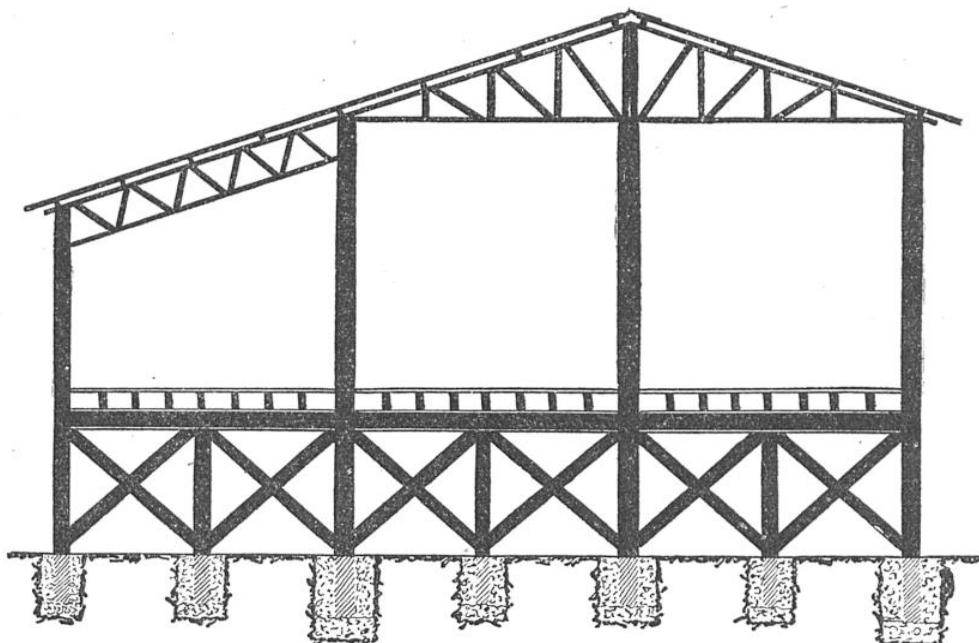
Nous apprécions très sincèrement le privilège d'être vos constructeurs — et bien vous servir est l'idéal de notre Maison. Nous vous exprimons également combien nous sommes touchés de l'honneur que vous nous faites en nous écrivant au sujet de vos problèmes — surtout lorsque nous pensons à notre ignorance profonde sur beaucoup de questions techniques.

Nous souhaitons — non seulement à nos clients présents, mais à nos clients futurs — une nouvelle année heureuse à tous les points de vue, une santé robuste, une énergie toujours fraîche et renaissante, et cette tranquillité de corps et d'esprit que seul donne le travail bien et consciencieusement accompli.

Que l'année suivante soit pour vous aussi agréable que l'année passée l'a été pour nous et que nos bonnes relations continuent pendant de nombreuses années ! Voilà notre vœu le plus sincère.

Etablissements JOHN REID

PAVILLONS SURÉLEVÉS



Le chef-d'œuvre de notre collection de pavillons métalliques est notre série de :

PAVILLONS SURÉLEVÉS

L'étude et la fabrication de ces pavillons nous donnent un vif plaisir. Il est impossible d'expliquer quel fil nous attire vers les coins inconnus des pays d'outre-mer, ces coins à peine habitables où tout manque. Ce que nous savons, c'est que nous éprouvons un vrai contentement lorsque nous mettons sur vapeur un de nos pavillons destiné à être planté dans un coin du désert ou de la forêt, pour devenir l'habitation d'une famille ou d'un groupe de colons courageux qui exploitent les ressources de cette région inconnue.

Rien n'est plus certain que nos **pavillons métalliques** rendent des services — d'ailleurs, il serait bizarre qu'il en soit autrement — car nous les avons étudiés détail par détail, élément par élément, jusqu'à ce qu'il reste à peine quelque chose à perfectionner. Non seulement notre bureau d'études est continuellement à la recherche de diverses améliorations, mais notre courrier journalier nous apporte des suggestions, des idées, des critiques, de nos honorés clients dans tous les pays du monde, que nous nous efforçons de suivre.

Le **pavillon surélevé** diffère du pavillon à étage en ce que le rez-de-chaussée, pour ainsi dire, n'est pas destiné à l'habitation. On y agence quelquefois une cave, mais, généralement, le rez-de-chaussée est entièrement vide et entouré par un grillage en fil de fer servant en même temps comme barrière aux animaux et aux reptiles, sans pour cela nuire à l'aération.

Et le coût? Voici la question pénible ; car, malgré tous nos efforts, il nous a été impossible d'établir ces planchers-plates-formes autrement que d'une manière très sérieuse et très robuste. Or, un **pavillon surélevé** de 2 mètres est tout autre chose qu'une habitation reposant sur le sol, qui forme en même temps le plancher. Il ne suffit pas de relier les montants des fermes entre eux au moyen de quelques poutrelles ; il faut que ces poutrelles reposent sur plusieurs montants intermédiaires et que le tout soit solidement entretoisé et croisillonné pour résister à tous les efforts qui peuvent se présenter. Enfin, nous avons fait la chose bien et aussi économiquement que possible. Il n'y a pas deux manières de faire un plancher surélevé : la meilleure est toujours la moins coûteuse.

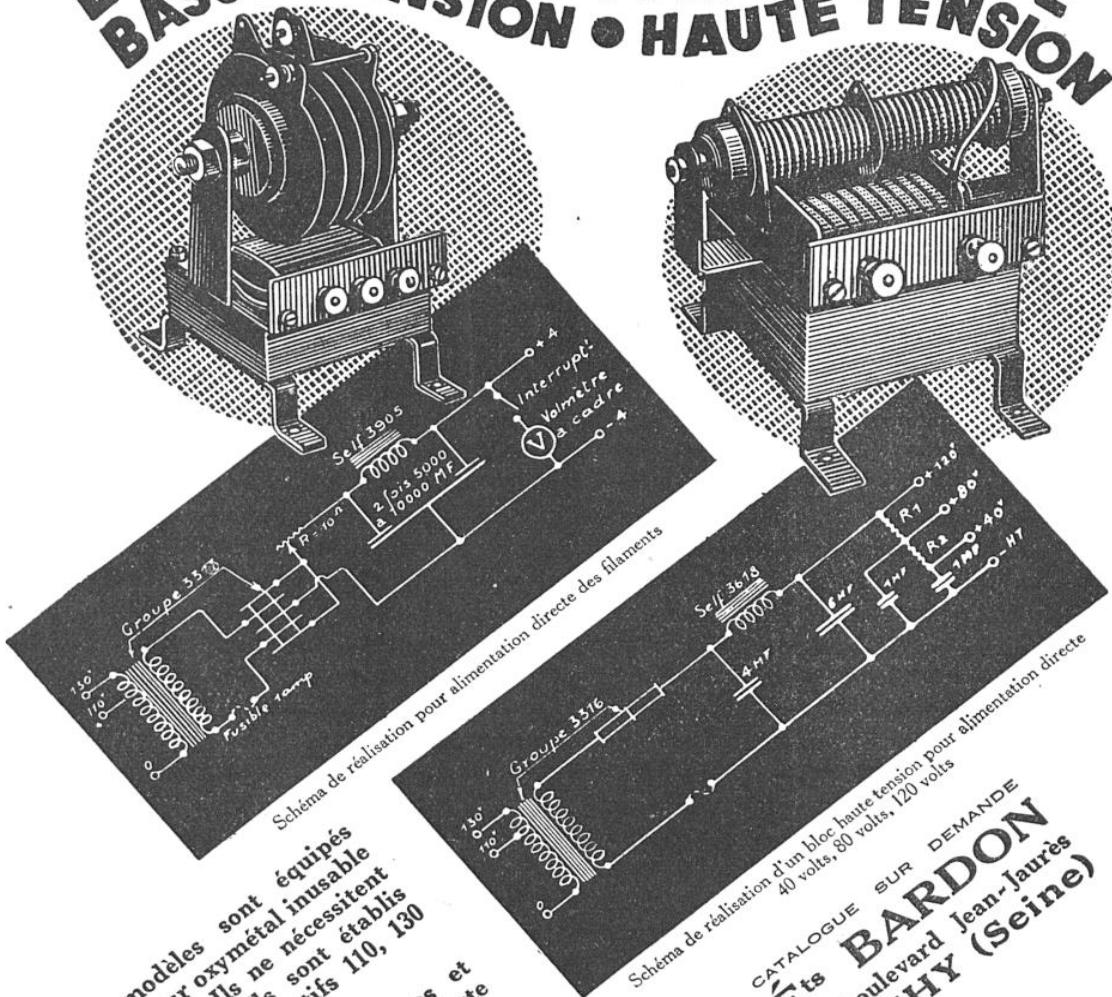
Il y a plancher surélevé pour tous les 28 modèles de la **Série 46**. La nouvelle brochure sera envoyée sur demande adressée aux

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

REDRESSEURS OXYMETAL

LICENCE WESTINGHOUSE

BASSE TENSION • HAUTE TENSION



Tous nos modèles sont équipés avec redresseur oxy métal inusable et indéreglable. Ils ne nécessitent aucun entretien. Ils sont établis pour secteurs alternatifs 110, 130 ou 220 volts.

Matériel, conseils techniques et schémas de réalisation pour toute alimentation secteur et chargeurs d'accumulateurs.

CATALOGUE SUR DEMANDE
Éts BARDON
61, boulevard Jean-Jaurès
CLICHY (Seine)

BARDON

Pub. A. GIORGI

Sur mer, l'avenir est au pétrole.

La flotte des motorships et des navires chauffés au mazout s'accroît sans cesse. L'utilisation du pétrole sur mer pose avec intensité le problème de la prospection des gisements pétrolifères et du ravitaillement.

D'où vient le pétrole ?

Cette question, dont le précédent article démontre toute l'importance, n'est pas encore entièrement élucidée. Il semble bien cependant que l'origine organique du pétrole rallie aujourd'hui les faveurs des géologues et des chimistes.

La naissance, la vie et la mort de l'univers.

Notre connaissance de l'univers progresse au fur et à mesure que les instruments d'optique se perfectionnent. Voici les théories les plus modernes sur l'évolution de l'univers.

La science au service de l'hydrographie.

L'établissement rigoureux des cartes marines est un facteur essentiel de la sécurité de la navigation maritime. Grâce aux ultrasons et à des appareils précis qui les utilisent, on peut aujourd'hui enregistrer automatiquement les résultats des sondages effectués.

Des ordures ménagères aux centrales électriques.

A Paris, annuellement, 800.000 tonnes de déchets sont transformés en énergie électrique dans quatre centrales spécialement aménagées (Issy-les-Moulineaux, Ivry, Romainville, Saint-Ouen).

La vitesse des trains progresse-t-elle ?

Dans le monde entier, on cherche à réaliser des trains de plus en plus rapides. La vitesse moyenne de 100 kilomètres à l'heure est aujourd'hui couramment dépassée et le record atteint même 124 kilomètres à l'heure en Angleterre.

Le barrage crée la houille blanche.

Les progrès dans la technique des barrages ont contribué à l'établissement des grandes centrales hydroélectriques modernes.

Le problème du plus grand Marseille.

Marseille ne doit pas être seulement un grand port maritime, mais aussi un grand port fluvial.

Comment obtenir un bon fonctionnement des accumulateurs électriques.

L'accumulateur moderne est maintenant résistant, régulier, durable, mais encore faut-il savoir l'utiliser.

Les grosses batteries d'accumulateurs sont aujourd'hui les auxiliaires indispensables de l'industrie.

Traction, centrales, sous-marins, signalisation, telles sont les principales applications.

Les « à côté » de la science.

Un avion géant français.

Voici de nouveaux perfectionnements au cinéma à film sans fin.

Chez les éditeurs.

L'évolution de nos connaissances sur la résistance des matériaux modifie constamment la technique de la construction. — Le barrage hydraulique en est un exemple. — Tout d'abord constitué par une simple digue de rochers, il est devenu aujourd'hui un ouvrage d'art imposant, grâce au béton armé. Ainsi le massif barrage-poids — qui ne résiste à la poussée de l'eau que par sa masse même — cède de plus en plus la place au barrage à voûtes multiples en ciment armé de faible épaisseur, tel que le représente la couverture de ce numéro (côté d'amont). A l'aval, de puissants contreforts supportent les formidables efforts de poussée transmis par les voûtes. (Voir l'article sur les barrages modernes à la page 49 de ce numéro.)

C^e H. Pelle des Forges 3

Capitaine de frégate.

L. Houlevigue 12

Professeur à la Faculté des Sciences de Marseille.

C^e Georges Cros 17

Ancien élève de l'École Polytechnique.

André Sinat 25

Robert Chenevier 34

Léon Pondeveaux 43

Jean Marchand 49

Ingénieur I. E. G.

Edmond Delage 58

Maurice Bouchon 67

Ingénieur des Arts et Manufactures.

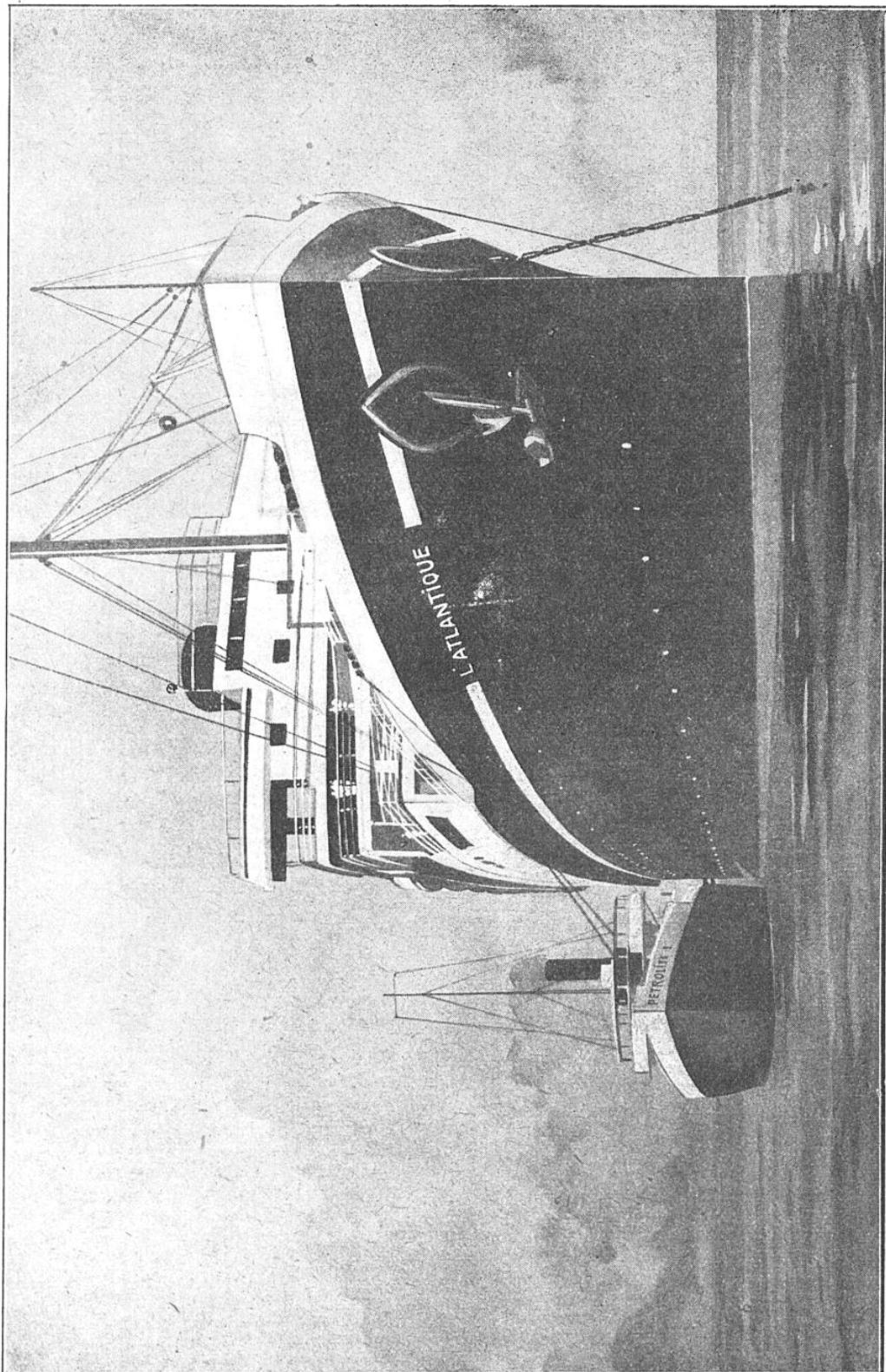
Maurice Bouchon 73

V. Rubor 81

J. M. 86

J. B. 87

J. M. 88



LE PAQUEBOT « ATLANTIQUE », LANCÉ RÉCEMMENT, DE 40.000 TONNES, CHAUFFÉ AU MAZOUT, S'APPROVISIONNE EN HUILES DE PÉTROLE AVANT SON DÉPART POUR L'AMÉRIQUE DU SUD. CETTE OPÉRATION A ÉTÉ BAPTISÉE LE « MAZOUTAGE »

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^e — Téléph. : Provence 15-23

Tous droits de reproduction, de traduction et d'adaptation réservés pour tous pays.
Copyright by La Science et la Vie, Janvier 1932 - R. C. Seine 116.544

Tome XLI

Janvier 1932

Numéro 175

SUR MER, L'AVENIR EST AU PÉTROLE

Par le capitaine de frégate H. PELLE DES FORGES

Plus de 75 % des 2.889.000 tonnes de navires lancés en 1930 utilisent le pétrole, sous la forme d'huiles lourdes combustibles, soit pour actionner directement des moteurs diesels (motorships), soit pour la chauffe des chaudières alimentant des turbines à vapeur (chauffe au mazout). Le dernier croiseur de la marine anglaise chauffé au charbon a été désarmé au cours de cette année. C'est une date ! Ces faits, hautement significatifs, suffisent à démontrer lumineusement la nouvelle tendance de l'évolution de la technique navale. Par l'énergie qu'il renferme (à poids égal, double de celle du charbon), par la facilité de sa manutention et de son embarquement, par la réduction de la main-d'œuvre qu'il autorise, le pétrole est devenu le combustible marin par excellence. Mais le motorship (1), apparu depuis quelques années, est aujourd'hui un concurrent sérieux des navires chauffés au pétrole. La mise au point des moteurs diesels permet, en effet, d'atteindre un rendement de 36 %, double de celui de la turbine à vapeur, d'où un accroissement notable du rayon d'action. À ces avantages il faut ajouter une mise en marche instantanée de l'appareil propulseur du navire, d'où une économie de combustible. Ce développement accéléré de l'utilisation du pétrole pose l'angoissant problème de la prospection des gisements pétrolifères dans le monde, ainsi que ceux — surtout pour la défense nationale — du transport du pétrole et de l'organisation des ports pétroliers dans tout l'univers.

LORSQUE les statistiques de constructions navales, pour l'année 1930, furent récemment publiées, elles révélèrent ceci :

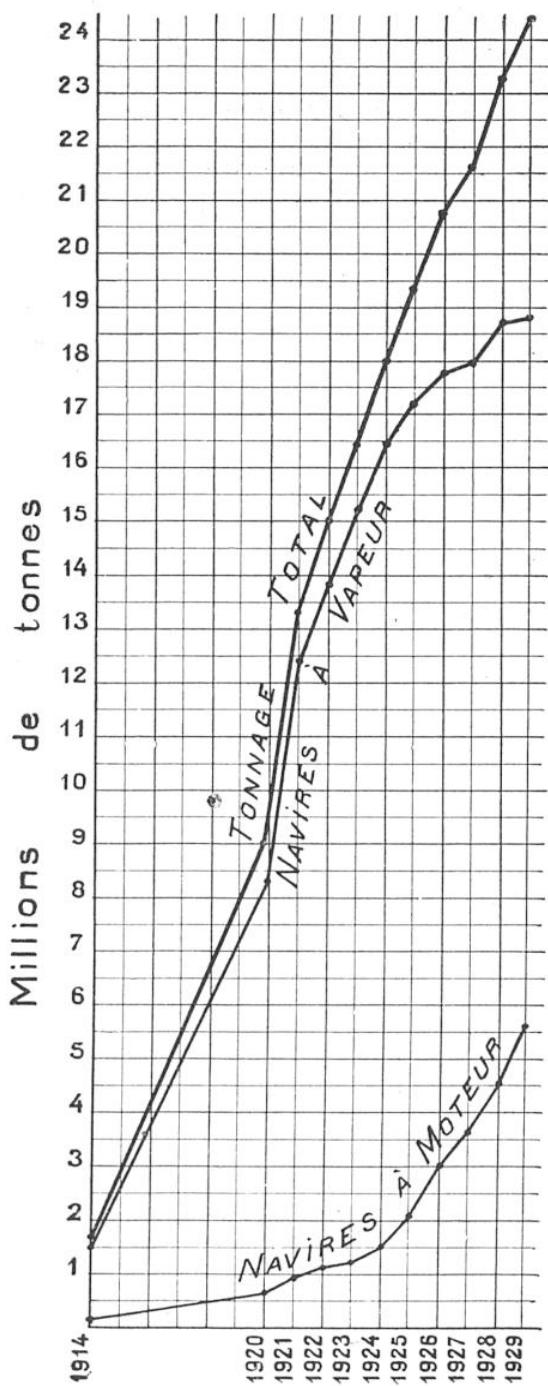
Au cours de l'année 1930, 2.889.000 tonnes de navires neufs ont été lancées; sur ce total, 1.637.000 tonnes représentent des navires à moteurs à combustion interne, et 1 million 252.000 tonnes représentent des navires à vapeur, dont 552.000 tonnes sont prévues pour la chauffe au mazout. Autrement dit, plus de trois quarts des navires neufs de 1930 ont comme combustible le pétrole, moins d'un quart le charbon.

Les constructions navales des années précédentes nous avaient laissé d'ailleurs prévoir ce résultat, mais si l'on veut bien se rappeler qu'en 1914 le tonnage total des navires de la flotte mondiale consommant

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 120, page 519.

du pétrole n'était que de 1.500.000 tonnes, alors que le tonnage total était de 45 millions de tonnes, on voit le progrès accompli, et l'on peut juger de l'essor du combustible liquide à bord.

Dans les derniers jours de mars, le croiseur cuirassé *Tiger*, de la marine britannique, recevait, au large de Gibraltar, liberté de manœuvre pour exécuter les ordres particuliers qu'il avait reçus. Tout peint de neuf, en parfaite apparence, il quittait alors son poste, le dernier de la ligne de bataille, qu'il remontait à toute vitesse, tandis que résonnait à bord des cuirassés *Hearts of Oak*; lorsqu'il eut doublé le *Nelson*, navire amiral en tête de ligne, le *Tiger* mit le cap sur Devonport, qu'il rallia pour que son équipage y fut congédié et qu'il y fût désarmé avant d'être vendu comme vieille ferraille.



CES COURBES MONTRENT LA RAPIDITÉ AVEC LAQUELLE CROIT LE TONNAGE DES NAVIRES CONSOMMANT DU PÉTROLE

On remarquera que la courbe se rapportant aux navires à vapeur (chauffés au mazout) monte moins rapidement pendant les dernières années. Au contraire, celle correspondant aux navires à moteurs Diesel se redresse de plus en plus.

Cette cérémonie traditionnelle prend aujourd'hui une signification plus grave ; le *Tiger*, d'après les accords de Washington et de Londres, aurait pu être conservé en service plus d'un an encore ; mais il était le dernier des navires de la flotte britannique qui chauffait exclusivement au charbon ; aussi bien l'Amirauté l'a-t-elle considéré comme un navire de valeur militaire amoindrie par ce fait même, et en a-t-elle décidé la suppression avant d'y être tenue.

De semblables faits sont trop nets pour ne pas marquer d'une façon définitive la transition d'une période maritime à une autre, et nous obligent à une analyse des causes et des raisons.

Quels sont les combustibles maritimes utilisés ?

L'essence légère, qui est le carburant des hydravions ou des embarcations, les huiles de graissage, sans lesquelles aucune machine ne peut fonctionner, ne viennent que loin après les combustibles plus spécialement utilisés pour la propulsion des navires, le *fuel oil* et le *diesel oil*, que nous comprenons tous deux dans notre terme de *combustible liquide*.

Le *fuel oil* est le combustible brûlé dans les foyers des chaudières à vapeur ; à bord des navires français, c'est exclusivement le *mazout*.

Lorsque l'on extrait le pétrole brut, on obtient un premier produit que l'on distille : on recueille d'abord et directement l'essence, le pétrole lampant et ces premières huiles plus lourdes dites *diesel oil* ; le résidu est utilisé soit comme *mazout* pour la chauffe des chaudières, soit comme nouvelle matière première, dont on extrait les huiles de graissage et les huiles plus lourdes, ou que l'on traite par le procédé de *craquage* (1), ce qui permet encore d'en retirer de l'essence ou du pétrole lampant.

Dans la marine américaine, le *fuel oil* comprend aussi le pétrole brut tel qu'il est extrait de terre, mais il est bien évident que cette méthode d'emploi, qui fait brûler un produit contenant des essences légères alors qu'un simple résidu suffirait, n'est pas à recommander.

Le *diesel oil*, plus léger que le *mazout*, est l'huile que l'on obtient, soit directement par distillation après le pétrole lampant (elle distille dans l'intervalle de température compris entre 260° et 350°), soit, si l'on a arrêté la première distillation immédiatement après l'obtention du pétrole

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

lampant, au début du second traitement.

Le moteur diesel a été conçu pour consommer également le mazout ou même le combustible solide pulvérisé ; pratiquement, pour assurer la marche sans à-coup des moteurs marins, on emploie le *diesel oil*, tel que nous venons de le définir.

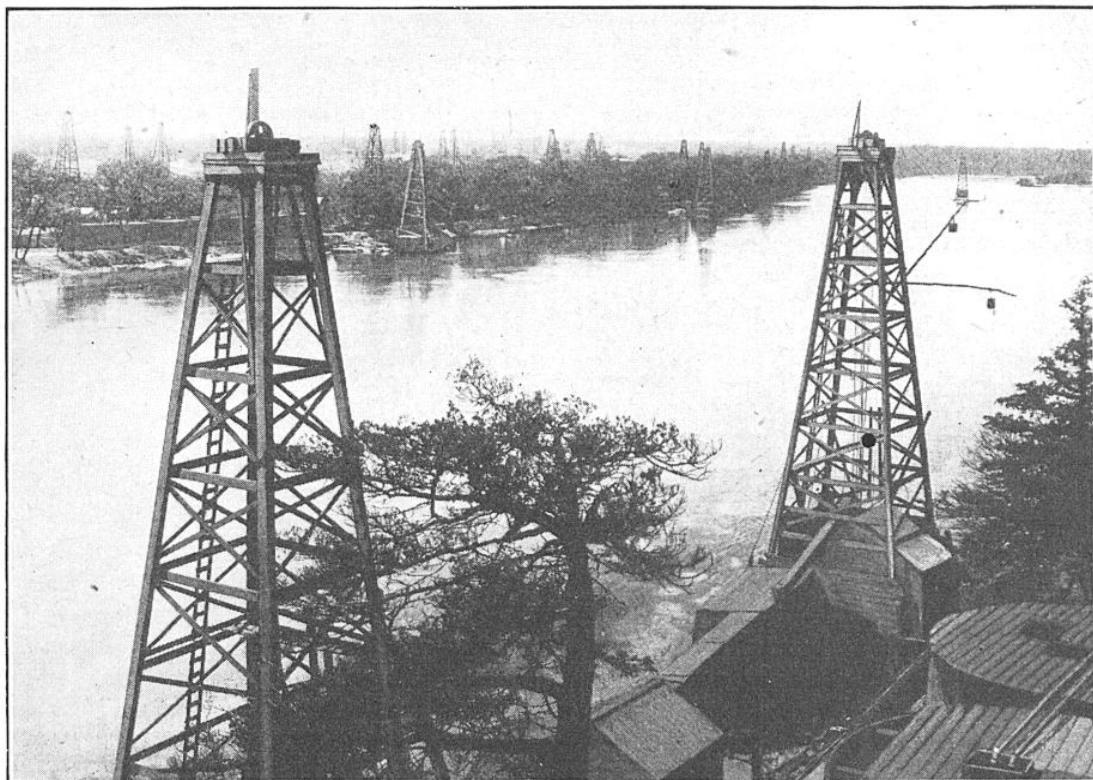
Le pétrole se substitue au charbon dans les navires à vapeur

Le pétrole s'est d'abord substitué au charbon pour la chauffe des chaudières ;

de charbon, de lancer celui-ci à la force des bras dans les foyers ; la chauffe au pétrole se fait en surveillant des thermomètres, des manomètres, en manœuvrant des vannes, sans effort musculaire ; là où, avec le charbon, dix soutiers ou chauffeurs étaient nécessaires, un suffit maintenant.

La chauffe au pétrole permet aussi de tirer parti des chaudières à petits tubes d'eau, dans lesquelles la vaporisation est rapide et intense.

Enfin, l'apparition de la turbine a fait



PUITS DE PÉTROLE EN EXPLOITATION, DANS L'ÉTAT DE OKLAHOMA (ÉTATS-UNIS)

celles-ci ont, bien entendu, subi quelques modifications pour s'adapter au nouveau combustible.

Ce sont les marines de guerre qui ont été les premières à adopter la chauffe au mazout ; il y a à cela plusieurs raisons :

La première est que, à poids égal, le combustible liquide représente une énergie presque double.

Son embarquement à bord est facile ; un navire peut se ravitailler en quelques heures ; le service à bord n'est pas pénible ; il n'est plus nécessaire de casser des tonnes

de charbon, de lancer celui-ci à la force des bras dans les foyers ; la chauffe au pétrole se fait en surveillant des thermomètres, des manomètres, en manœuvrant des vannes, sans effort musculaire ; là où, avec le charbon, dix soutiers ou chauffeurs étaient nécessaires, un suffit maintenant.

Pour les mêmes raisons, on a vu la chauffe au pétrole s'installer à bord des navires de commerce rapides, à bord des paquebots. Certains navires ont connu une véritable résurrection en se transformant au nouveau combustible ; le transatlantique *Mauretania*, qui a, pendant vingt années, détenu le « Blue Ribond » de l'Atlantique nord (1), entre Cherbourg et New York, a non seu-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 143, page 389.

Année	Nombre	Tonnage	Puissance des machines en chevaux-vapeur
1923	61	236.000	127.855
1924	87	426.000	268.555
1925	126	690.000	420.820
1926	131	735.000	515.500
1927	137	816.285	595.250
1928	189	1.177.235	796.910
1929	181	1.130.475	914.250
1930	240	1.640.290	1.307.050

NAVIRES A MOTEURS TERMINÉS DEPUIS 1923 (1)

lement repris sa vitesse d'essai, mais l'a même dépassée lorsque ses installations de chauffe au charbon ont été remplacées par des installations de chauffe au mazout.

Ce qu'il faut retenir, c'est qu'aucune flotte de guerre ne construit désormais de navire à chauffe au charbon ; une flotte de guerre est au pétrole ou n'est pas, et la Grande-Bretagne, qui ne possède en tout et pour tout, sur son territoire, qu'un puits de pétrole donnant quelques tonnes par an, alors qu'elle est riche du meilleur charbon de soute du monde, a fait bien ce dogme.

On peut noter cependant que, depuis deux ou trois ans surtout, l'augmentation des navires chauffant au pétrole ne se fait plus au rythme des années 1920 à 1926 ; il faut y voir la preuve, non pas que le pétrole subit une disgrâce, mais qu'un nouveau concurrent est apparu : le *navire à moteur*, dont le combustible est le *diesel oil*.

Le « motorship » exige des moteurs très puissants

Parmi les caractéristiques les plus nettes des constructions navales de ces dix dernières années, nulle n'est peut-être plus manifeste et de plus belle promesse d'avenir que l'accroissement, dans le tonnage neuf, de la proportion de navires à moteur.

Peut-être certains esprits trouveront-ils étrange que, devant le développement du moteur d'automobile et du moteur d'aviation, les marins aient mis si longtemps à venir au moteur à pétrole pour la propulsion de leurs navires.

Je répondrai tout de suite que la question se présente d'une façon toute différente dans les deux cas ; le moteur marin diffère du moteur terrestre, non seulement par les conditions d'installation et d'emploi, mais encore et surtout par la puissance. Un moteur d'automobile de 1.400 ch, tel que celui qui a permis à sir Campbell de battre

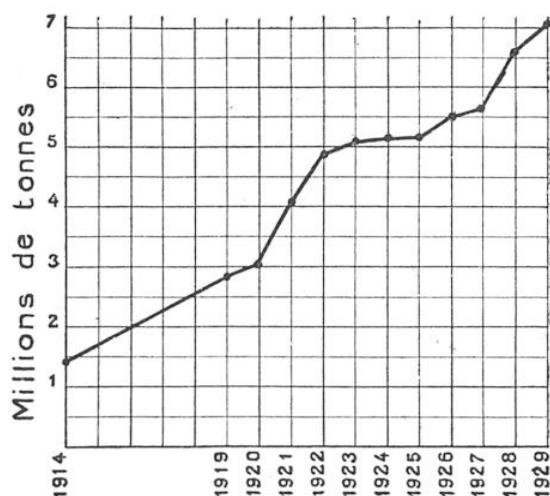
(1) D'après *Motor Ship*, janvier 1931.

le record de vitesse cette année, est faible en comparaison de la puissance de 130.000 ch nécessaire à nos croiseurs de 10.000 tonnes, pour donner leur pleine vitesse de 34 noeuds, puissance à répartir sur un petit nombre d'arbres porte-hélices. Aussi le navire de guerre, qui doit être le plus puissant de tous les navires de guerre munis de moteurs Diesel, le croiseur allemand *Ersatz Preussen*, n'a-t-il encore qu'une puissance de 50.000 ch pour une vitesse de 26 noeuds.

Nous ne sommes pas encore au point où la vapeur aura disparu de tous les navires, mais on s'en rapproche cependant rapidement.

Le développement rapide du navire à moteur

Avant la guerre, le tonnage des navires à moteur était insignifiant : 194.019 tonnes en 1914, alors que le tonnage mondial était de 45.404.000 tonnes, soit 0,4 % environ. Le navire à moteur est donc un navire d'après-guerre ; mais, même dans les premières années qui suivirent l'armistice, la construction croît lentement ; l'augmentation du tonnage des navires à moteur, de 1922 à 1923, n'est que de 70.000 tonnes environ ; dès 1924, l'accélération reprend, et nous voyons cette différence, d'une année à l'autre, atteindre près du million de tonnes en 1926 et en 1928, pour le dépasser en 1929.



COURBE MONTRANT L'AUGMENTATION CONSISTANTE DU TONNAGE DE LA FLOTTE MONDIALE DES TANKERS, ENTRE 1914 ET 1929

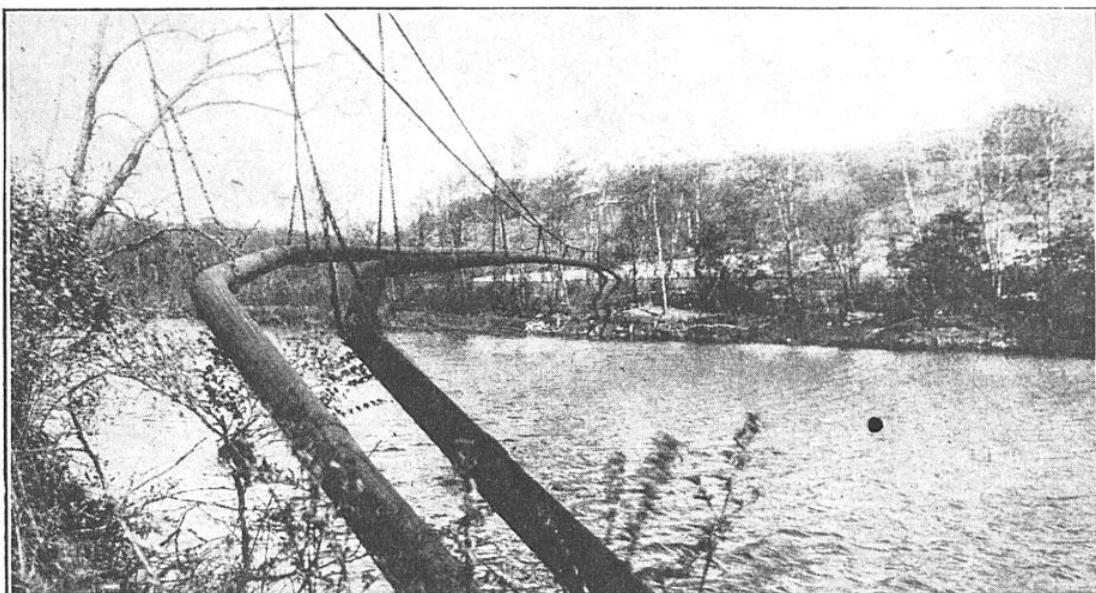
Malgré la crise mondiale, la construction des navires à moteur n'a pas diminué d'importance au cours de l'année 1930 ; bien que les statistiques connues pour cette année ne puissent encore être considérées que comme approchées, leur degré d'exactitude permet cependant d'affirmer que le tonnage de navires à moteur construit dans le monde entier est de 40 % supérieur à celui de l'année précédente, qui était déjà un record.

En même temps, on constate un fait particulièrement intéressant, c'est que ce tonnage

à bord, qu'on put avoir en lui la plus large confiance.

Le premier grand paquebot mixte à moteur fut le *Aorange*, de 17.500 tonnes, affecté, au début de 1925, au service du Pacifique et battant pavillon britannique ; il fut suivi de près par le *Gripsholm*, de 16.500 tonnes, véritable transatlantique, battant pavillon suédois.

Depuis, les paquebots à moteur se sont multipliés ; l'année 1930 en a vu terminer vingt de plus de 9.000 tonnes, représentant



« PIPE-LINES » POUR LE TRANSPORT DU PÉTROLE, FRANCHISSANT UNE RIVIÈRE, SOUTENUS PAR DES CHAINES, AUX ÉTATS-UNIS

de navires à moteur construits en 1930 est supérieur de 20 % à celui des navires à vapeur construits cette même année.

Voici maintenant le paquebot à moteur

Le triomphe du moteur sur la machine à vapeur est marqué par le paquebot à moteur. Le cas de ce navire était particulièrement délicat ; le paquebot doit, avant tout, être un navire rapide et offrir aux passagers un confort inconnu à bord du cargo ; cette double condition à remplir exigeait donc, tout d'abord, des moteurs puissants et, en second lieu, une grande sécurité d'allure ; on ne pouvait, en effet, admettre que les passagers fussent soumis aux aléas d'un fonctionnement défectueux ; il fallait, pour que le moteur Diesel trouvât droit de cité

un total de 290.000 tonnes environ ; en 1929, on avait compté seize paquebots nouveaux, représentant 212.000 tonnes ; deux des nouveaux paquebots appartiennent aux Messageries maritimes : ce sont le *Félix-Roussel*, de 15.000 tonnes et 17 noeuds, qui est affecté à la ligne de Chine et du Japon, et le *Jean-Laborde*, de 9.000 tonnes et 14,5 noeuds, affecté au service de Madagascar.

Le plus grand des paquebots à moteur construit, cette année, est le *Britannic*, de 27.000 tonnes et 17 noeuds, qui assure le service entre Liverpool et New York. Le *La-Fayette*, français, atteint 22.000 tonnes (1).

Le succès du paquebot à moteur est tel qu'au 1^{er} janvier 1931 il y en avait encore dix-huit de fort tonnage en construction.

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

Les « tankers » à moteur se multiplient

Une autre classe de navires, pour laquelle on a adopté aussi le moteur, est celle des tankers. Cela est naturel, si l'on veut bien considérer que ces navires sont chargés de transporter le pétrole sous ses différentes formes et qu'ils sont amenés à relâcher dans les ports pétroliers de façon régulière.

Les statistiques relatives aux années 1930 et 1931 sont particulièrement éloquentes ; au cours de l'année 1930, il a été terminé 600.000 tonnes de tankers à moteur, représentant une portée en lourd de 860.000 tonnes ; au 1^{er} janvier 1931, il y avait en chantier cent trente-cinq tankers à moteur, représentant un tonnage de 960.000 tonnes et une portée en lourd de 1.378.000 tonnes.

Enfin, l'application la plus récente du moteur est celle faite au chalutier ; commencée à titre d'expérience au lendemain de la guerre, elle ne se généralise que depuis deux ou trois ans.

Les raisons de l'essor du navire à moteur

Devant ces résultats, on peut se demander quelles sont les raisons de l'essor du navire à moteur.

Elles sont multiples, et elles ne sont pas exclusivement intrinsèques au type de moteur.

La hausse des salaires, par exemple, a poussé à rechercher le moteur qui exige, pour sa conduite et son entretien, le personnel minimum.

Mais la vraie raison de la faveur dont jouit le moteur reste dans son rendement. Tandis qu'une turbine à vapeur, que l'on peut considérer comme un progrès considérable sur la machine alternative, n'a qu'un rendement de 18 %, le moteur Diesel permet d'atteindre 36 %.

Il découle de cette augmentation du rendement que le navire à moteur a un rayon d'action considérablement plus grand que le navire à vapeur ordinaire ou, si l'on veut, qu'il peut disposer d'une plus grande portée en lourd, ce qui revient au même.

C'est en vain que, ces deux dernières années, les constructeurs de turbines ont cherché, dans la haute pression et les hautes températures, une augmentation du rendement ; leur avance est peu importante, et ils ont rencontré l'inconvénient du danger qu'offrent, à bord, les chaudières timbrées à 75 kilogrammes.

Parmi les avantages du moteur Diesel appliqué à la propulsion du navire, l'un des

plus appréciés est la rapidité de mise en marche — on peut dire qu'elle est instantanée — tandis que les chaudières d'un cargo doivent être allumées vingt-quatre heures avant l'appareillage.

Il s'ensuit aussi une économie de combustible dans les escales de peu de durée, pendant lesquelles le navire à vapeur doit rester les feux allumés.

On a objecté la difficulté de trouver un personnel mécanicien instruit et capable ; ceci était vrai au début de l'introduction du moteur diesel, mais peu à peu les cadres compétents ont augmenté et, de jour en jour, les spécialistes deviennent plus nombreux, grâce, précisément, à la possibilité de les former en service courant.

Les premiers navires à moteur ont été des navires d'expérience pour le personnel ; ils l'ont été aussi pour le matériel, et l'on en a profité pour améliorer le moteur et l'adapter à des puissances de plus en plus grandes ; c'est lorsque le marché du moteur marin s'est trouvé suffisamment élargi que l'on a pu réaliser des installations à prix modérés, et que la machine à vapeur s'est trouvée subitement concurrencée ; c'est le prix d'exploitation du navire à moteur, amortissement compris, qui a été le facteur déterminant dans cette concurrence, et qui fait qu'aujourd'hui les constructions neuves de navires à moteur sont plus nombreuses que celles de navires à vapeur.

En 1930, comme nous l'avons vu, il a été lancé dans le monde 2.889.000 tonnes de navires, représentant 1.252.000 tonnes de navires à vapeur et 1.637.000 tonnes de navires à moteur. Les chiffres rendent évident l'essor du navire à moteur et, suivant l'expression consacrée, se passent de commentaires.

Comment le pétrole est réparti dans le monde

Il ressort de tout ce que nous avons dit que la marine devient une grande consommatrice de pétrole, sous ses deux formes de *fuel oil* et de *diesel oil* ; il s'agit de se procurer la quantité de pétrole nécessaire.

L'étude géologique des terrains pétrolifères a commencé il y a très longtemps ; elle n'a été réellement poussée que dans ces toutes dernières années, lorsque la consommation du pétrole a atteint un chiffre tel qu'il devint nécessaire de s'inquiéter rapidement de ressources nouvelles et de mesurer les réserves existantes.

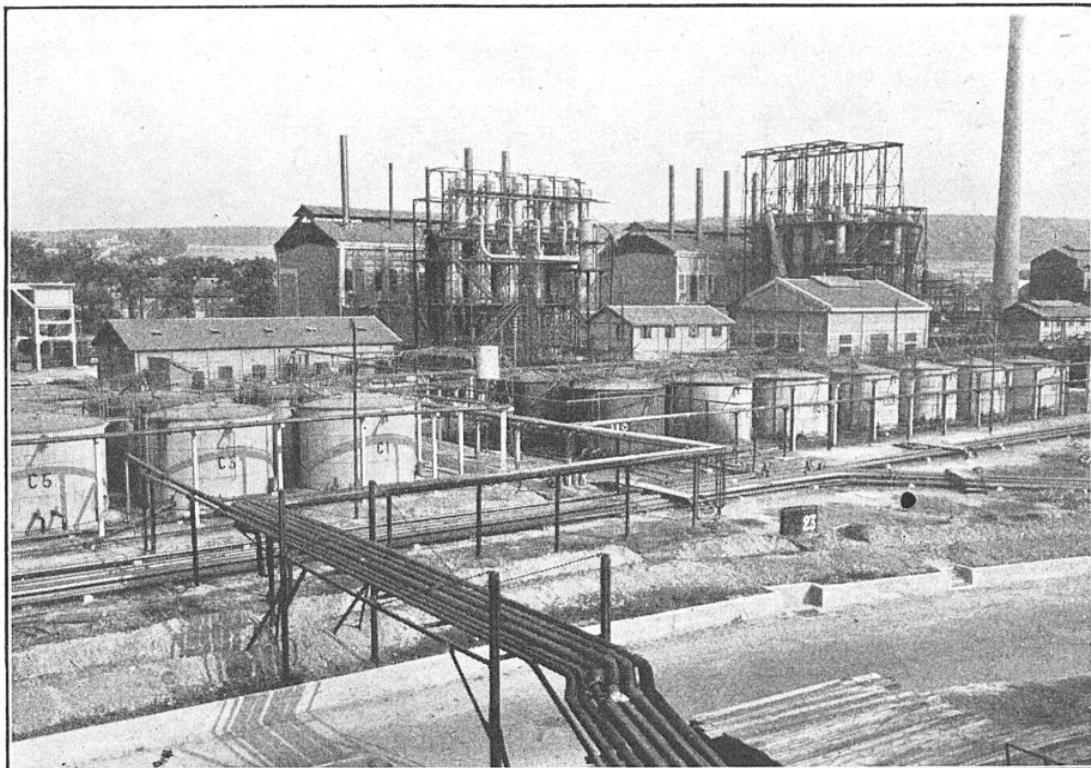
C'est de la situation géologique même d'un pays que dépend l'espoir d'y trouver jamais

des gisements de pétrole et, par conséquent, c'est de cette donnée que nous pouvons conclure à la nécessité permanente pour ce pays d'importer du pétrole, si toute chance d'en extraire de son sol est écartée.

Sans prétendre que l'on soit désormais en possession de méthodes permettant d'être sûr de la détermination de la présence ou de l'absence du pétrole dans un pays, nous sommes obligés de tenir compte des faits

pétrole à la surface du monde; quelques pays, en très petit nombre, sont très grands producteurs, mais beaucoup d'autres n'ont que peu ou point de pétrole; la Grande-Bretagne et la France se rangent parmi ces derniers.

Les grands producteurs sont les Etats-Unis, le Venezuela et la Russie. Au cours de l'histoire du pétrole, les Etats-Unis ont maintenu leur première place, mais la proportion de leur production est tombée de



LA RAFFINERIE DE PÉTROLE DE PETIT-COURONNE, DANS LA SEINE-INFÉRIEURE

actuels, et de noter l'inégale répartition du pétrole dans l'écorce terrestre, fait capital et déterminant du point de vue maritime de la question du pétrole.

La leçon de la géographie du pétrole

Des tableaux que nous reproduisons d'après l'*American Petroleum Institute* et qui fournit la production pétrolière du monde entier depuis les débuts de l'exploitation (année 1857) jusqu'à l'année 1929, des chiffres approximatifs que nous donnons pour l'année 1930, ressortent les caractéristiques de la géographie pétrolifère.

Le point capital de cette géographie est, nous l'avons signalé, l'inégale répartition du

99 % à 41 % (année 1901) pour remonter à 70 %, pourcentage auquel elle se tient assez régulièrement.

Le Venezuela et la Russie ont produit à eux deux, cette année, autant de pétrole que tous les autres Etats réunis, Etats-Unis exceptés, soit 261 millions de barils de 42 gallons de 3.784 litres, soit 41.480 millions de litres.

Viennent ensuite, parmi les premiers des producteurs secondaires, la Perse, la Roumanie, le Mexique, les Indes-Néerlandaises.

L'Amérique du Sud est favorisée, car, en dehors du Venezuela, ce continent comprend encore, comme pays possédant quelques riches gisements pétrolifères, la Colombie,

le Pérou, l'île de la Trinité, la République Argentine.

Il ressort de cet exposé que les champs pétroliers importants se trouvent situés en deux régions, l'Amérique d'une part et, d'autre part, le bassin européen-asiatique, qui s'étend de la Pologne et de la Roumanie aux îles de la Sonde, en englobant les riches districts de Grozny et de Bakou au Caucase, de Mossoul et de la Perse.

On conçoit que la possession de ces champs pétroliers soit disputée et que tous les efforts soient déployés pour obtenir une part de cette précieuse matière première.

Il faut organiser le transport du pétrole...

Les champs pétroliers étant découverts, forés et le pétrole extrait, il faut transporter la production.

Du point de vue maritime, nous assistons alors à un fait nouveau et intéressant : la naissance de la flotte de transport.

Son développement a suivi non seulement celui de l'emploi du pétrole nécessaire à la propulsion des navires, mais encore celui de l'automobile et de l'aviation ; le fret pétrolier le plus important reste encore l'essence, nécessaire aux voitures ou aux avions.

Un type de navire qui n'existe pas, au début de ce siècle, qu'à titre d'exception, souvent ancien cargo, dans lequel les architectes navals arrivaient à loger, tant bien que mal, des réservoirs cylindriques à axes verticaux, a été créé : le pétrolier (1), navire-citerne ou tanker ; ici encore, nous assistons à un essor prodigieux de la technique ; des règles nouvelles, des systèmes nouveaux de constructions navales voient le jour pour satisfaire

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 122, page 89.

aux conditions particulières de la demande.

La courbe que nous donnons page 6, de la statistique des tankers existant au monde de 1914 à 1929, illustre et confirme ces observations.

En 1929, il y avait 1.494 tankers de 500 tonnes et au-dessus, jaugeant 7.139.168 tonnes.

...et les ports pétroliers

Lorsque la marine à vapeur s'est épanouie, des années 1850 à 1880, un système de ports charbonniers a été constitué ;

le navire à vapeur devait, à l'encontre du navire à voile, faire de fréquentes escales pour se ravitailler ; c'était un inconvénient, mais si largement compensé qu'on l'accepta bien volontiers.

La marine au pétrole a suscité pareillement l'élosion d'un système de ports pétroliers, qui se différencie du précédent par ce fait que les navires à pétrole « ont de plus grandes jambes », mais exigent un com-

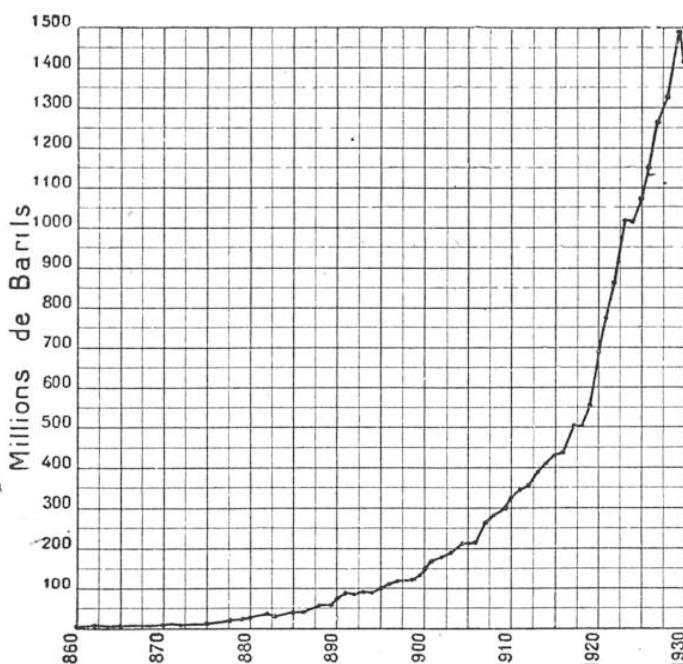
bustible de qualités plus définies ; les navires à moteur ne se contentent pas du mazout, il leur faut du *diesel oil* ; aussi les ports pétroliers doivent-ils posséder les deux combustibles ; il n'en est pas encore ainsi partout ; le mal n'est pas trop grand, car les navires à moteur peuvent tenir la mer longtemps sans se ravitailler.

La carte des ports pétroliers montre cependant que la navigation des navires à pétrole est désormais assurée (1).

Que nous réserve l'avenir ?

Il s'en faut que nous ayons épousé toute la question maritime du pétrole ; nous avons dû nous limiter et choisir.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 122, page 91.

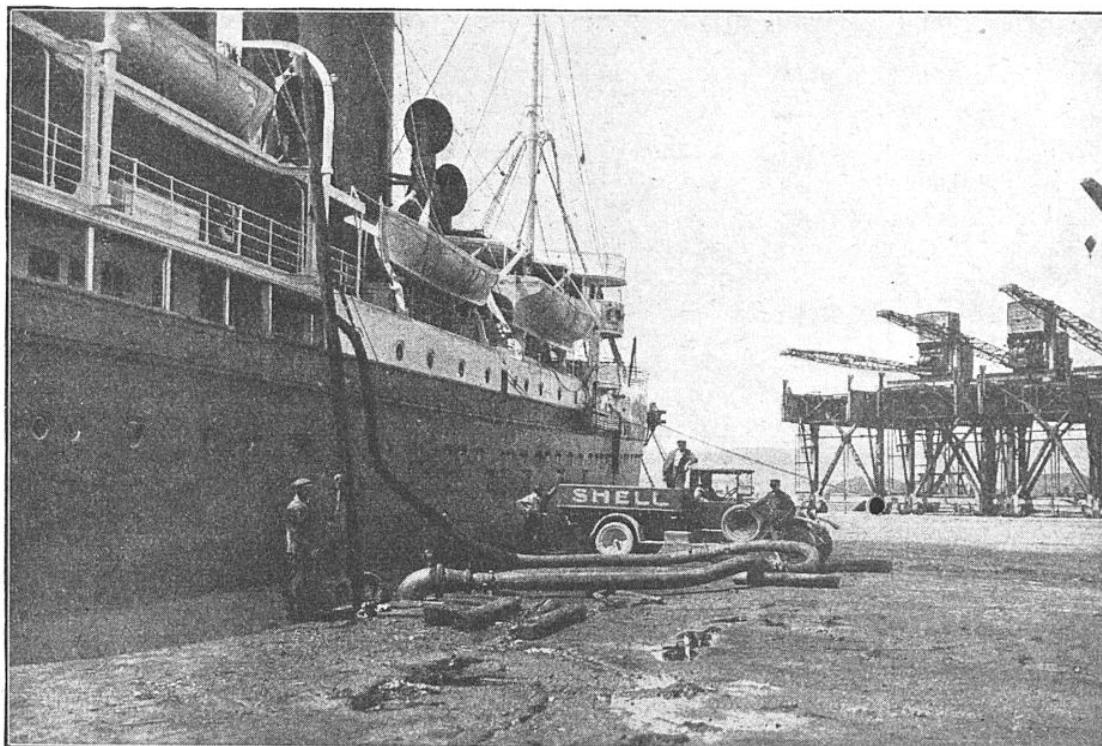


COURBE MONTRANT LES VARIATIONS DE LA PRODUCTION DE PÉTROLE DANS LE MONDE ENTIER, DE 1860 À 1930, ÉVALUÉE EN MILLIONS DE BARILS (LE BARIL VAUT ENVIRON 159 LITRES)

Il est bien établi, désormais, que le charbon cesse d'être le combustible marin, et que ce rôle est joué par le pétrole.

On ne peut manquer de rapprocher de ce fait que le pays qui a connu la grandeur maritime au xixe siècle était l'Angleterre, propriétaire, en même temps, d'un sous-sol riche en houille ; les Etats-Unis, qui ne possédaient, avant la guerre, presque aucun navire de haute mer, ont aujourd'hui une

Oh ! si. Les automobiles, les avions demandent de plus en plus de produits légers, ainsi que le montre la statistique des automobiles enregistrée dans les différents pays ; on a donc cherché à tirer de l'huile brute le plus d'essence ; le procédé dit de craquage, qui consiste à traiter les résidus sous pression et en les chauffant, augmente bien la proportion des essences tirées d'un même poids de pétrole brut, mais au détriment du diesel



LE PAQUEBOT « AMAZONE », CHAUFFÉ AU MAZOUT, EST RAVITAILLÉ EN COMBUSTIBLE DANS LE PORT DE MARSEILLE

flotte seconde seulement à celle de la Grande-Bretagne ; ce sont les grands « pétroliers » du monde.

Que peut-on dire de l'avenir ?

Il n'est pas probable qu'on revienne au charbon, malgré les essais de chauffe au charbon pulvérisé effectués ces dernières années ; par contre, la Grande-Bretagne étudie avec ardeur la possibilité de tirer le pétrole qui lui manque de la houille dont elle a pléthore ; des installations semi-industrielles vont bientôt commencer à débiter ; on est donc sorti de la période du laboratoire.

La navigation au pétrole ne court-elle aucun danger ?

oil et du mazout ; les résidus deviennent, en effet, de plus en plus lourds, et il a fallu, sur les navires chauffant au pétrole, prévoir un réchauffage spécial des soutes, pour que le mazout soit en tout temps suffisamment fluide pour circuler dans les tuyautages.

Le fait le plus grave n'est pourtant pas celui-là.

Il reste que, pour la France, le ravitaillement en tous produits de pétrole se fait par mer, et je conclus que, s'il est vrai qu'il n'y ait plus, désormais, de marine sans pétrole, il n'est pas de pétrole possible sans marine.

H. PELLE DES FORGES,

D'OU VIENT LE PÉTROLE ?

Par L. HOULLEVIGUE

PROFESSEUR A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MARSEILLE

La consommation de pétrole dans le monde croît constamment. Parmi les causes qui ont déterminé cette progression, l'emploi de plus en plus généralisé des produits pétroliers dans la marine de guerre comme dans la marine de commerce n'est pas étranger à ce développement. Nous avons montré dans l'article précédent (1) comment le problème du pétrole était l'un des plus impérieux à résoudre pour la marine militaire. Mais ce problème en soulève un autre : celui de la prospection des gisements pétroliers et de leur exploitation rationnelle. Les opinions divergent en ce qui concerne l'origine des pétroles, et, du point de vue théorique comme du point de vue pratique, ce sujet présente un intérêt capital. Aussi notre savant collaborateur, le professeur Houllevigue, expose-t-il ici les hypothèses qui s'affrontent : le pétrole est-il d'origine minérale ou organique ?

La science et le pétrole

LA découverte, l'exploitation et l'utilisation des huiles minérales ont transformé les conditions de la vie. De cette évolution, la science pure, la science du laboratoire, a eu sa large part : sa première et urgente tâche était de nous fixer sur la composition chimique et sur les propriétés de ces complexes de carbures d'hydrogène que la nature nous livre à l'état brut. Je rappelle ici que ces carbures élémentaires sont très nombreux (on en compte plus de cinq cents) ; ils sont gazeux, liquides ou solides, ces derniers étant dissous dans les seconds ; ces multiples carbures appartiennent à deux séries principales (voir fig. 1 et 2).

Il ne faut pas oublier, d'ailleurs (et nous verrons bientôt l'intérêt de cette constatation), que les huiles naturelles contiennent toujours, en sus de ces carbures et à doses variables, du soufre, de l'iode, de l'oxygène, dont la présence et l'état de combinaison caractérisent chaque nappe pétrolière.

(1) Voir l'article précédent ,page 3.

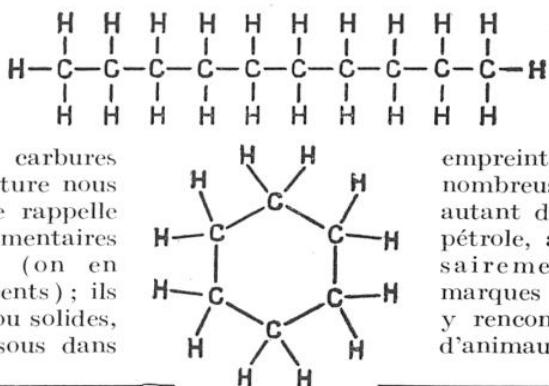


FIG. 1 ET 2. — LE PÉTROLE VARIE SELON LE NOMBRE DES ATOMES DE CARBONE ET D'HYDROGÈNE QUI EN COMPOSENT LA MOLÉCULE ET LA MANIÈRE DONT ILS SONT DISPOSÉS

En haut : Molécule d'un pétrole paraffinique, qui constitue les pétroles de Pensylvanie et une grande partie de ceux de Roumanie et des îles de la Sonde (chaîne ouverte). En bas : un pétrole naphténique (pétroles russes et une partie de pétroles roumains) (chaîne fermée).

Mais la chimie n'a pas, seule, son mot à dire ; la géologie, elle aussi, est grandement intéressée par l'existence, en quantités aussi considérables, de ces produits combustibles, accumulés dans les terrains les plus variés. Et le problème qui se pose à elle est autre-

ment délicat que celui de l'origine de la houille, qu'on trouve en place dans les terrains où elle s'est formée et qui porte des empreintes fossiles si nettes et si nombreuses qu'elles constituent autant de cachets d'origine. Le pétrole, au contraire, est nécessairement dépourvu de ces marques d'identité, bien qu'on y rencontre parfois des débris d'animaux marins, mais ceux-ci

peuvent fort bien avoir été empruntés par l'huile aux terrains qu'elle a traversés dans ses migrations. En effet, la fluidité des pétroles leur a permis de s'éloigner des ter-

rains où ils avaient pris naissance ; sous l'action des fortes pressions causées par l'accumulation des gaz (comprimés parfois à 100 atmosphères) et par le poids des terrains sus-jacents, ils furent et se répandirent dans les roches poreuses ou fendillées ; ils s'y maintiennent si le terrain est lui-même

recouvert par une couche argileuse imperméable; sinon, cherchant toujours les points de moindre résistance, ils remontent jusqu'à la surface du sol, où les parties volatiles s'évaporent, tandis que les éléments plus fixes, oxydés en partie par l'air, forment le bitume, la poix, l'asphalte, l'ozocérite.

La première conséquence de ce vagabondage du pétrole est qu'on le rencontre dans toutes les couches géologiques, depuis les terrains primaires les plus anciens jusqu'aux terrains quaternaires. Et la deuxième conséquence, c'est l'extraordinaire difficulté du problème des origines; on s'en consolerait si ce problème ne présentait qu'un intérêt spéculatif; mais il nous importe de savoir comment les pétroles se sont formés, car cela nous aide à savoir où il faut les chercher et si les causes qui leur ont donné naissance dans le passé continuent encore à agir.

C'est pour cela que le problème de la genèse des pétroles n'a pas cessé d'être agité depuis près de cent ans; aujourd'hui, comme jadis, les tentatives d'explication tournent toujours autour de deux théories: l'une attribue cette genèse à des opérations purement chimiques; l'autre, mettant en cause la vie, fait dériver le pétrole, comme la houille, de la transformation de débris organiques. Les progrès de la science ont permis à chacune de ces théories de développer de nouveaux arguments; elles conservent toutes deux des partisans, bien que l'explication organique paraisse l'emporter nettement.

L'origine des pétroles est-elle minérale?

L'hypothèse d'une origine minérale des pétroles s'est développée surtout dans les laboratoires des chimistes, à la suite des belles synthèses auxquelles s'attachent les noms de MM. Sabatier, Senderens et Mailhe.

Pour s'en représenter l'essentiel, il est nécessaire de rappeler d'abord que, d'après les géologues les plus autorisés, à savoir Suess et Wegener, le globe terrestre comprend trois couches principales superposées (fig. 3).

Au centre, la *baryosphère*, faite de matériaux

pesants, en majeure partie des métaux natifs les plus lourds, or et platine, occupant le centre, puis le cuivre et le fer, enfin les métaux relativement légers, comme le magnésium, le baryum et le calcium; on peut supposer, *bien qu'il n'en existe aucune preuve*, qu'une certaine partie de ces métaux s'est combinée au carbone, en formant des carbures de fer, de calcium, de baryum, qui constituaient la couche superficielle de la *baryosphère*.

Ce noyau central est lui-même enveloppé par une couche, formée de matières moins denses, où dominent les silicates magnésiens (d'où le nom de *sima* que lui avait donné Suess), facilement fusibles, et qui, étant donnée la température élevée qui règne dans cette région, forment une masse, sinon fondu, du moins visqueuse comme l'asphalte; c'est la *pyrosphère*, qu'on désigne aussi sous le nom de *magma*.

Enfin, par-dessus ce *magma*, et flottant sur lui comme un navire sur l'eau, s'étend la dernière couche, qui est la *lithosphère*; c'est proprement l'écorce

solide que nous connaissons, formée en général de silicates alumineux, moins fusibles que le magma; elle constitue l'écume solide du globe; c'est cette écume, appelée par nous «terre ferme», qui borde nos océans, c'est avec elle que sont construites nos montagnes; tous les grands mouvements qui agitent nos continents ne sont, en somme, que des déplacements, lents ou brusques, de la lithosphère flottant sur la masse visqueuse du magma. Or, parmi les roches qui forment cette lithosphère, les plus puissantes assises sont constituées par les granits, qui, d'après les analyses de M. Armand Gautier, contiennent toujours, à l'état d'inclusion, de l'eau, qui s'en dégage lorsqu'on les chauffe au rouge sombre.

Sur ces données, dont beaucoup sont hypothétiques, imaginons ce qui a pu se passer dans les profondeurs du globe et ce qui s'y passe peut-être actuellement: ces trois couches superposées, *baryosphère*, *pyrosphère*, *lithosphère*, ne restent pas en équi-

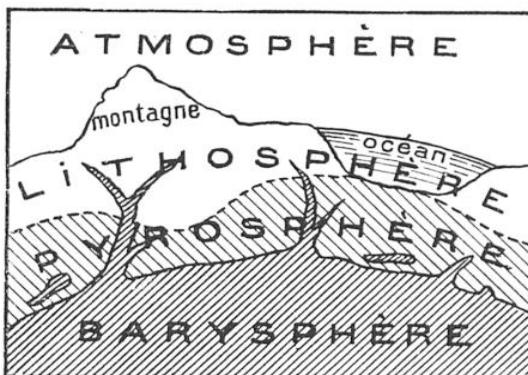


FIG. 3. — COUPE DE LA TERRE, D'APRÈS SUESS ET WEGENER, MONTRANT LES TROIS COUCHES PRINCIPALES QUI CONSTITUENT LE GLOBE TERRESTRE

libre immuable ; des déformations, lentes ou brutales, les agitent et, de temps à autre, font entrer en contact, à travers l'épaisseur du magma, les masses brûlantes des métaux intérieurs, plus ou moins carburés, avec les granits de l'écorce. Sous l'action de la haute température à laquelle ils sont portés, ces granits dégagent leur eau incluse, qui agit à la fois sur les carbures métalliques et sur les métaux natifs ; avec les premiers, elle produit un carbure d'hydrogène, l'acétylène, par une réaction identique à celle qui fournit couramment ce gaz par action de l'eau sur le carbure de calcium. D'autre part, en agissant sur les métaux, comme le fer, à haute température, l'eau décomposée libère de l'hydrogène et, d'ailleurs, nous savons, de science certaine, que ce gaz se dégage en quantités énormes lors des éruptions volcaniques. Une double réaction chimique met donc en contact l'acétylène et l'hydrogène, ces deux gaz étant eux-mêmes en présence de métaux natifs et de divers autres corps qui peuvent remplir l'office de catalyseurs. Ainsi, la nature réaliserait, dans ses vastes laboratoires, l'expérience que MM. Sabatier et Senderens ont effectuée sur plus petite échelle : en faisant passer un mélange d'acétylène et d'hydrogène sur un catalyseur (nickel ou fer pulvérulents), ils ont obtenu, la température étant inférieure à 300 degrés, la série des carbures naphténiques des pétroles russes ; et, d'autre part, ces carbures eux-mêmes, sous l'action de l'hydrogène, de la chaleur et de la pression, peuvent se convertir en carbures parafiniques (pétroles pensylvaniens).

L'origine minérale du pétrole soulève de graves objections

Il nous plairait que les choses se passent ainsi, parce qu'étant donnée la masse importante des matières en réaction, nous ne risquerions pas de voir s'épuiser les gîtes pétrolifères, que, d'ailleurs, les convulsions du globe continueraient à alimenter. Mais il faut bien avouer que cette théorie chimique (et toutes celles qu'on peut forger sur le même modèle) est, d'un bout à l'autre,

une œuvre d'imagination ; chose plus grave encore, elle ne rend pas compte d'un certain nombre de faits, qui trouvent, au contraire, une explication logique et naturelle lorsqu'on suppose que les pétroles ont pris naissance, en milieu marin, par la transformation de la matière organique.

La première et peut-être la plus forte de ces objections provient de l'absence, dans les pétroles préparés par synthèse chimique, d'une propriété optique, caractéristique de la matière d'origine vivante, qui est le *pouvoir rotatoire* ; on sait que cette propriété a pour effet de faire tourner d'un certain angle, à droite ou à gauche, le plan de vibration de la lumière qui traverse les milieux actifs. Les pétroles naturels possèdent cette activité spéciale ; ils la doivent à la présence, dans leur masse, de produits organiques analogues à la cholestérol, qui existe dans la bile et dans nombre de produits vivants.

Un argument presque aussi décisif peut être tiré de la présence de l'iode et du soufre dans les pétroles naturels ; le

premier de ces corps, qui n'existe dans la nature qu'à dose presque infinitésimale, est absorbé par les plantes marines, qui l'accumulent dans leurs tissus ; on sait, en effet, qu'on l'extract couramment des cendres de varechs, et sa présence dans les pétroles est donc l'indice très précis de leur origine. Quant au soufre, son abondance dans certains pétroles paraît s'expliquer par une réduction des sulfates contenus dans l'eau de mer.

Il faut également faire état de l'association, presque constante, des huiles minérales et du sel marin. Dans les poches, ou dans les couches poreuses où le pétrole s'accumule (fig. 4), on trouve presque toujours, sous les carbures, un lit d'eau salée, et il arrive fréquemment que des dômes de sel gemme se rencontrent dans le voisinage des gisements pétrolifères ; d'ailleurs, les géologues constatent, par l'examen des terrains et de leurs fossiles, que ces gisements se trouvent toujours au voisinage de formations alternativement marines et d'eau douce ; ils ont dû, par suite, prendre naiss-

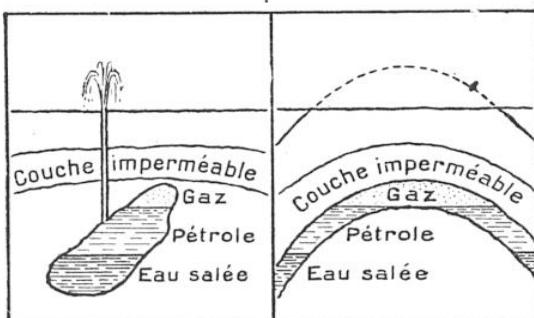


FIG. 4. — LES HUILES MINÉRALES SONT PRESQUE TOUJOURS ASSOCIÉES AU SEL MARIN ET AU VOISINAGE DE FORMATIONS ALTERNATIVEMENT DOUCES ET SALÉES

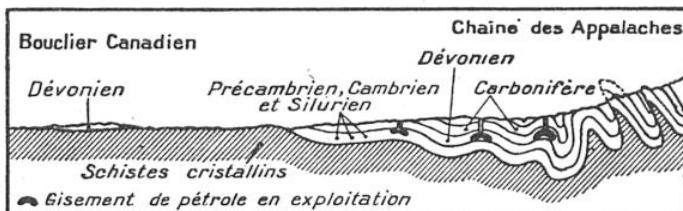


FIG. 5. — COUPE SCHÉMATIQUE DES GISEMENTS PÉTROLIFÈRES DE PENNSYLVANIE (ÉTATS-UNIS)

sance dans des lagunes envahies alternativement par les eaux douces et salées.

La chimie apporte son appui à cette hypothèse, en montrant que les débris organiques, animaux et végétaux, peuvent, dans certaines conditions, se résoudre en carbures d'hydrogène pareils à ceux qu'on rencontre dans les huiles naturelles. Ainsi, Engler et Von Hoefer, en distillant sous pression, à l'autoclave, des matières grasses variées, comme la stéarine, l'huile de palme, l'huile de foie de morue, ont obtenu une huile fluorescente, toute pareille à celle qui sert au graissage des automobiles.

La géologie, enfin, nous donne un enseignement de grande conséquence en nous apprenant dans quelles régions se trouvent les gisements pétrolifères ; car, si le pétrole peut exister dans tous les terrains, il ne se rencontre pas en tous lieux, et nous en savons malheureusement quelque chose en France ; les régions où on a le plus de chances de le trouver sont *les zones de bordure, faiblement ou moyennement plissées, des grandes chaînes de montagnes* : c'est ce que montrent clairement les coupes géologiques des figures 5 et 6, faites dans les terrains pétrolifères de Pensylvanie et du Canada.

Le pétrole est-il d'origine organique ?

Voici, d'après cela, comment on peut se représenter la formation des gisements pétrolifères. Les grands soulèvements montagneux, comme ceux qui ont donné naissance aux Rocheuses et aux Appalaches, dans l'Amérique du Nord, ont résulté d'un long

et insensible balancement de la croûte terrestre, s'affaissant en *A* (fig. 7), se surélevant en *M* ; pendant des milliers de siècles, la zone lagunaire *B*, intermédiaire entre la côte émergée et les eaux profondes, fut le siège d'une vie intense ; comme aujourd'hui dans les mares couvertes de « fleurs d'eau », on y vit pulluler des espèces végétales, le plus souvent microscopiques,

dont la vie brève s'achevait au fond des eaux ; leurs débris, tombant pèle-mêle avec la boue calcaire ou argileuse, formaient, au fond de la lagune, une vase organique, que M. Potonié nomme *sapropel*. A ces produits de la vie lagunaire pouvaient et devaient s'ajouter ceux qui étaient apportés par les courants marins et, dans cer-

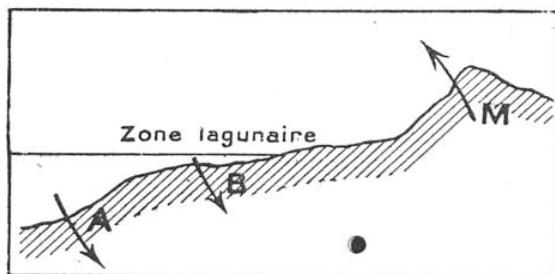


FIG. 7. — LA ZONE LAGUNAIRE *B*, ENTRE LES PARTIES S'ÉLEVANT *M*, OU S'ABAISSENT *A*, A ÉTÉ, AU COURS DES SIÈCLES, LE SIÈGE D'UNE VIE INTENSE QUI A DONNÉ NAISSANCE AUX CARBURES D'HYDROGÈNE

tains cas, les débris des animaux marins nés ou entraînés dans ces parages ; lorsqu'en a présentes à l'esprit l'extraordinaire fécondité du monde de la mer et l'immensité des temps géologiques, on arrive à comprendre la puissance des dépôts organiques ainsi constitués ; d'ailleurs, à mesure que le fond de la lagune s'enfonçait, de nouvelles couches sapropéliques venaient le combler, alternant avec des couches stériles, c'est-à-dire dépourvues d'éléments organiques, entraînées par les déluges et par les tempêtes.

Ainsi, au long des siècles, ces couches alternées s'accumulaient sur le fond de la lagune, et leur épaisseur finissait par atteindre des centaines et parfois un millier de mètres ; en même temps, la pression des terres en éliminait l'eau incluse, et la boue se

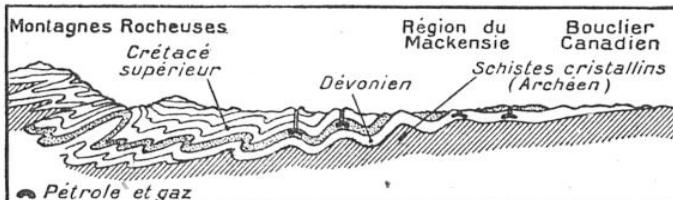


FIG. 6. — COUPE SCHÉMATIQUE DES GISEMENTS PÉTROLIFÈRES DANS LA PARTIE OUEST DU CANADA

transformait peu à peu en une roche dure et noire, remplie de débris organiques.

Alors, à l'abri de l'air, et peut-être sous l'action de microbes anaérobies, comme ceux qui produisent le gaz des marais, la matière organique subissait une transformation très différente de celle qui se produit à la surface du sol ; dans ce dernier cas, on sait que l'oxygène atmosphérique transforme presque intégralement cette matière organique en gaz carbonique et en eau ; autrement dit, la *combustion à froid* s'accomplice intégralement. Au contraire, le sapropel

et gazeux ; les parties du sapropel où s'effectue cette lente transformation, constituent donc la *roche mère du pétrole*.

Le temps continue son œuvre de longue haleine ; à son tour, la lagune s'est soulevée et incorporée à la terre ferme ; la montagne a continué à s'exhausser ; la poussée qu'elle exerce sur les terrains voisins a plissé leurs couches superposées, et ces plis, qu'on nomme *anticlinaux*, sont, comme le montrent les figures 5 et 6, d'autant plus accentués qu'ils sont plus rapprochés de la chaîne montagneuse. Sous l'action de ces lentes

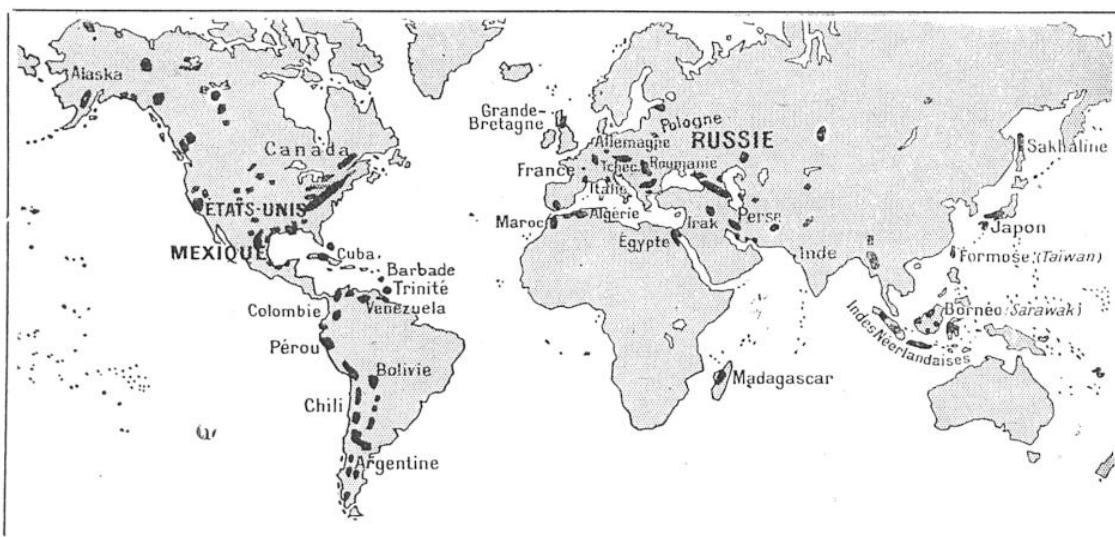


FIG. 8. — PLANISPHERE MONTRANT LA REPARTITION DES PRINCIPAUX GISEMENTS PETRIFERES DANS LE MONDE

enterré dans les profondeurs du sol peut y subir les deux espèces de transformations suivantes :

Ses parties ligneuses (c'est-à-dire celles qui sont formées de cellulose) se transforment par *incarbonisation*, c'est-à-dire que l'hydrogène et l'oxygène de la matière végétale s'unissent pour former de l'eau, en laissant à l'état libre du carbone à peu près pur : c'est de cette façon qu'auraient pris naissance certaines variétés de charbon minéral, qu'on désigne sous les noms de cannel-coal et de boghead.

Au contraire, les matières grasses et résineuses éliminent simplement l'oxygène (1), et le carbone reste uni à l'hydrogène, sous forme de carbures variés, liquides, solides

(1) Ceci n'est qu'un aperçu très sommaire, et les transformations réelles sont infiniment plus compliquées.

déformations, les produits fluides contenus dans la roche mère ont émigré, tendant toujours vers le haut ; dans les plis les plus rapprochés de la montagne, la pression plus grande les a poussés jusqu'à la surface, où ils se sont évaporés ; dans les plis moyens, lorsqu'ils ont rencontré une couche imperméable, ils se sont accumulés vers la crête, dans l'ordre de leurs densités, les gaz au-dessus, les carbures liquides au-dessous et, à la base, les résidus d'eau salée provenant du sapropel.

Telle serait, dans le cas le plus ordinaire, la genèse des pétroles naturels. Assurément, cette théorie n'explique pas tout, mais elle s'accorde avec les faits connus, et il n'en est aucun qui la contredise nettement ; elle représente, sur cet énigmatique problème, le point de vue des savants autorisés.

L. HOULEVIGUE.

LA NAISSANCE, LA VIE ET LA MORT DE L'UNIVERS

Par le colonel Georges CROS

ANCIEN ÉLÈVE DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE

« Posez un timbre-poste sur une pièce d'un sou et placez-les sur le sommet de l'obélisque de Paris : la hauteur du monolithe nous représente le temps depuis lequel la Terre existe ; l'épaisseur du sou ajoutée à celle du timbre figure le temps écoulé depuis l'apparition de la race humaine sur la Terre ; l'épaisseur du timbre, le temps qui nous sépare du début de l'astronomie et de la civilisation ; empilons ainsi des timbres jusqu'à parvenir à la hauteur du mont Blanc, et nous ne serons pas encore arrivés à représenter la durée future de la vie humaine... » Telle est l'image saisissante par laquelle sir James Jeans, le savant astronome anglais, termine son ouvrage récent : l'Univers (1), mise au point lumineuse des connaissances et hypothèses actuelles sur l'état et la répartition de la matière dans le monde des infiniment grands comme dans celui des infiniment petits. Le début de l'astronomie date d'un peu plus de trois mille ans, et celui de la science astronomique, basée sur le témoignage de nos sens, de l'observation des phases de la planète Vénus par Galilée, grâce au télescope, au début du XVII^e siècle, il y a trois cents ans. Or, on peut évaluer, avec sir James Jeans, l'âge de la Terre à 2.000 millions d'années, et ce rapprochement nous montre que l'astronomie actuelle n'est encore que le balbutiement d'un nouveau-né. Il est intéressant, pour les lecteurs de LA SCIENCE ET LA VIE — comme suite à l'article récent (2) qui les a mis au courant des espoirs à fonder sur les télescopes en voie de construction — d'apprendre, suivant les grandes lignes tracées par sir James Jeans, les limites jusqu'auxquelles les appareils actuels ont permis de pousser le sondage de l'espace, l'âge que l'on peut attribuer à l'univers, la manière dont se sont formés les corps qui le composent et leur évolution avec le temps.

Le sondage de l'espace

Le premier échelon du sondage de l'espace, dont le début date de l'observation des phases de Vénus par Galilée au commencement du XVII^e siècle, est constitué par l'étude du système solaire et du système galactique (voie lactée).

Tout le monde aujourd'hui connaît l'organisation du système solaire, des neuf planètes et de leurs satellites.

Entre 1738 et 1871, les deux astronomes anglais Herschel s'attachèrent à l'étude du système galactique et, déjà, W. Herschel avait découvert certains nuages brumeux qu'il croyait formés d'une multitude d'étoiles et qu'il appelait des « univers-îles ».

Depuis, des appareils plus perfectionnés (et c'est l'échelon suivant) ont permis d'étudier à loisir ces masses lumineuses qu'on a appelées *nébuleuses*. Il en existe trois catégories :

Les nébuleuses planétaires (ainsi nommées parce qu'elles présentent, comme les planètes, un contour régulier), situées dans

(1) *L'Univers*, Payot, éditeur ; Paris, 1930.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 164, page 12.

les limites du système galactique ; ce sont probablement de simples étoiles, entourées d'une atmosphère lumineuse d'une étendue considérable ;

Les nébuleuses galactiques, qui se trouvent, comme les précédentes, dans les limites du système galactique ; ce sont des traînées lumineuses, sans limites bien définies, de formes très irrégulières ; ces minces nuages gazeux, dans lesquels on voit nettement briller des étoiles, sont d'une ténuité qui défie toute description ;

Les nébuleuses extra-galactiques, dont le nom indique l'emplacement dans l'espace ; totalement différentes des précédentes, elles ont un contour régulier et arrêté ; on les nomme aussi parfois nébuleuses spirales, en raison de la forme de la plupart d'entre elles.

Grâce aux observations des passages de la lune et de divers corps du système solaire (par exemple Vénus ou l'astéroïde Eros) devant le soleil, on a pu mesurer respectivement la distance de notre Terre à son satellite (384.000 kilomètres), celle de la Terre au Soleil (149.450.000 kilomètres) et les diverses distances du système solaire. En 1838, en utilisant le mouvement apparent

d'oscillation qui résulte du déplacement de la Terre sur son orbite, on a mesuré, pour la première fois, la distance d'une étoile à la Terre. Cette méthode ne s'applique d'ailleurs qu'aux étoiles les plus rapprochées de nous ; dès qu'on atteint une centaine d'années-lumière (1), le mouvement apparent de l'étoile est trop petit pour être mesuré, même par les appareils modernes les plus perfectionnés.

Pour se faire, en gros, une idée des distances de ces étoiles, on peut dire qu'elles sont éloignées de nous environ un million de fois plus que les planètes les plus voisines.

Les étoiles variables permettent de mesurer des distances de millions d'années-lumière

L'étape suivante du sondage de l'espace a été franchie grâce à la *photographie céleste*, qui date des dernières années du XIX^e siècle.

En particulier, on a pu découvrir et étudier certaines catégories spéciales d'étoiles dites « variables », dont les variations d'éclat ont permis de mesurer des distances de millions d'années-lumière, avec plus de précision que ne permet de le faire la méthode parallactique pour des distances de l'ordre de centaines d'années-lumière. Parmi ces étoiles, les Céphéides variables constituent une classe particulièrement intéressante au point de vue du sondage de l'espace. Répandues dans toutes les régions du ciel, elles ont des fluctuations lumineuses extrêmement caractéristiques et régulières ; leur éclat s'accroît brusquement, puis diminue lentement et ainsi de suite : tel un feu ou l'on jetterait un fagot à intervalles réguliers. L'amas d'étoiles situé près des limites du système galactique, le petit nuage magellanique, en contient une profusion.

Une astronome américaine a constaté en 1912 que, dans ce nuage (c'est-à-dire pour des étoiles situées à peu près à la même distance et dont, par conséquent, les variations d'éclat ne proviennent que de leur éclat intrinsèque), l'éclat des Céphéides les plus brillantes varie plus lentement que celui des plus faibles ; autrement dit, la période de variation d'éclat dépend du pouvoir éclairant. Si, dans deux régions différentes du ciel, nous observons deux Céphéides ayant des variations de même période, nous concluons que leur éclat intrin-

(1) L'année-lumière est une unité de longueur commode pour évaluer les gigantesques distances astronomiques. C'est la distance parcourue en un an par la lumière ou par un mobile lancé à la vitesse de 300.000 kilomètres à la seconde. L'année-lumière vaut 9,46 millions de millions de kilomètres.

sèque est le même ; or, si nous constatons que l'une est cent fois plus brillante que l'autre, ceci veut dire que la première est dix fois plus éloignée de nous que la deuxième. Nous pouvons donc calculer ainsi les distances relatives des Céphéides. Comme la méthode de la parallaxe nous permet de mesurer les distances absolues des Céphéides les moins éloignées de nous, nous en déduisons les distances absolues de toutes les autres, c'est-à-dire des régions très éloignées de l'univers. L'intérêt de ce procédé réside dans le fait que, d'abord, on trouve des Céphéides dans toutes les régions de l'espace ; qu'ensuite, ces étoiles sont très brillantes et, par conséquent, la mesure n'ayant de limite qu'à la distance où elles cessent d'être visibles, on peut évaluer des distances colossalement grandes.

Comme étoiles variables, il y a encore les catégories suivantes : les étoiles *variables à longue période* analogues aux Céphéides, mais à période beaucoup plus longue (plusieurs années au lieu de quelques heures) et à éclat intrinsèque plus puissant (par exemple, plus de dix mille fois l'éclat du soleil) ; elles sont visibles à des distances encore plus considérables que les Céphéides et nous permettent, par conséquent, de pousser le sondage plus loin ; les *Novæ* ou étoiles nouvelles, qui, de temps à autre, se mettent à briller d'un éclat extraordinaire, atteignant jusqu'à mille fois l'éclat initial ; l'étude de l'éclat des Novæ les plus proches de nous permet de déterminer la puissance propre de cet éclat maximum, et comme on trouve de ces étoiles dans les nébuleuses extra-galactiques, cela permet de mesurer en gros la distance de ces nébuleuses ; enfin, les *étoiles bleues*, extrêmement lumineuses et d'un éclat intrinsèque à peu près constant. Comme la nature de la lumière émise permet de déterminer l'éclat de l'étoile, on peut mesurer leur distance.

En appliquant la loi de luminosité des Céphéides aux amas d'étoiles, en particulier aux *amas globulaires* dont on connaît une centaine, on a trouvé que l'amas globulaire le plus proche est à 22.000 années-lumière ; ceci veut dire que la lumière qui nous permet de le voir aujourd'hui est partie, à la vitesse de 300.000 kilomètres à la seconde, aux environs de l'époque où les premiers hommes ont apparu sur le globe terrestre. Et nous ne sommes pas encore au bout du sondage de l'espace, car nous atteignons à peine ainsi les confins de la Galaxie.

Les télescopes modernes ont permis de constater que les nébuleuses extra-galac-

tiques sont d'épaisses nuées stellaires. En appliquant aux nombreuses étoiles variables qu'elles comprennent les méthodes de calcul précédentes, on a trouvé, par exemple, que la nébuleuse M 33 est à 850.000 années-lumière, la grande nébuleuse M 31 d'Andromède à 900.000 et la plus éloignée à environ 140 millions d'années-lumière.

Cent quarante millions d'années-lumière Telle est la distance la plus grande que nous avons jusqu'à présent mesurée. Il n'est pas douteux que les perfectionnements ultérieurs des appareils télescopiques permettront d'aller plus loin. Cette progression s'arrêtera-t-elle ? Les savants du XIX^e siècle n'auraient pas hésité à répondre non. Mais, comme on le sait, Einstein a établi que l'espace, de même que la surface de la Terre, bien qu'illimité, a une étendue finie ; il a démontré aussi que le problème de la détermination de l'éten due de l'espace se réduit à déterminer la quantité de ma-

tière qu'il contient : plus il y a de matière, plus l'espace est petit, et l'espace ne serait infini que s'il ne contenait pas de matière du tout. Du poids des nébuleuses l'astronome Hubble a déduit la densité moyenne de la matière dans l'espace : c'est un chiffre infinitiment petit. En admettant que la matière soit distribuée avec cette densité dans tout l'espace, on trouve que le rayon de l'univers serait de 84.000 millions d'années-lumière. Nous voici loin des 140 millions. Mais n'oublions pas que la cosmologie d'Einstein, qu'il ne faut pas confondre avec sa théorie de la relativité, et qui n'en dérive pas directement, est fortement battue en brèche par un autre système cosmologique : celui du

savant hollandais De Sitter. Sans entrer dans le détail de ces différentes thèses, il suffit de dire que le rayon de l'univers peut être évalué à plusieurs centaines de millions d'années-lumière et qu'un rayon lumineux mettrait plusieurs milliers de millions d'années pour en faire le tour.

Car, puisque l'univers est replié sur lui-même, il n'est pas impossible qu'un corps astronomique que nous croyons voir directe-

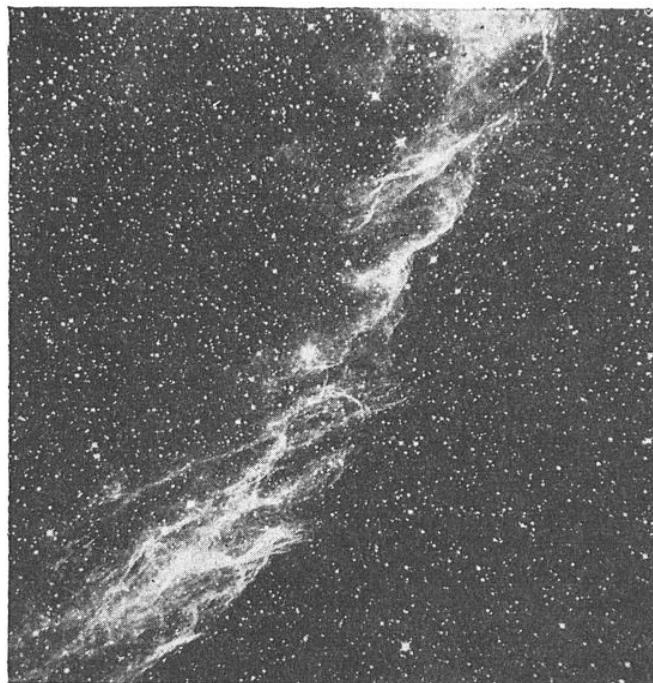
ment ne soit que le verso d'un autre corps dont nous voyons le recto en retournant la lunette en sens inverse. C'est ainsi qu'on s'est posé sérieusement la question de savoir si les deux nébuleuses faibles H 3433 et M 83 ne seraient pas tout simplement l'autre face de deux de nos voisines rapprochées M 33 et M 31.

Comment on peut évaluer l'âge de la Terre et celui des étoiles

Les mesures astronomiques du temps reposent toutes sur le même prin-

cipe : observation d'un phénomène, d'une modification ayant un caractère de continuité, calcul de la vitesse actuelle de cette évolution, d'où l'on déduit sa vitesse probable dans le passé ; partant de cette vitesse, des calculs plus ou moins compliqués permettent d'évaluer le temps depuis lequel le phénomène a commencé. Evidemment, on ne peut pas espérer tirer de cette méthode des chiffres rigoureusement exacts.

Pour les planètes, les modifications de leurs orbites et de celles de leurs satellites sont soumises à des lois connues ; on peut calculer la vitesse de ces changements dans les conditions qui existaient dans le passé et en déduire le temps qui a été nécessaire



NÉBULEUSE GALACTIQUE DANS LA CONSTELLATION DU CYGNE, CONSTITUÉE PAR DES TRAINÉES GAZEUSES LUMINEUSES DE TRÈS GRANDES DIMENSIONS ALLANT D'ÉTOILE A ÉTOILE

pour réaliser les conditions actuelles. De cette manière, par l'observation de l'orbite de la Lune, on a trouvé que la Terre pourrait avoir 4.000 millions d'années d'existence ; l'observation de l'orbite de Mercure montre que cette existence ne saurait dépasser 10.000 millions d'années.

On dispose, d'ailleurs, pour évaluer *l'âge de la Terre*, de deux autres horloges : l'horloge géologique, qui repose sur l'observation des dépôts sédimentaires et qui permet de conclure que notre globe existe depuis plusieurs centaines de millions d'années ; l'horloge physique, basée sur l'observation de la transformation radioactive de l'uranium en plomb, et qui permet de dire que la Terre existe depuis 1.400 millions d'années au moins et 3.400 au plus (1).

Tout ce que nous pouvons déduire de ces diverses observations, c'est que la Terre existe depuis un petit nombre de milliers de millions d'années ; le chiffre de 2.000 millions paraît se trouver dans un domaine d'approximation raisonnable.

Voyons maintenant comment on a pu se faire une idée de *l'âge des étoiles*.

En rapprochant les poids et les vitesses (déduits des lois de la gravitation), on constate que les étoiles de poids différents se meuvent avec des vitesses différentes, les plus lourdes se déplaçant plus lentement et réciproquement ; autrement dit, dans des limites d'approximation assez larges, la loi d'équipartition de l'énergie se trouve vérifiée, c'est-à-dire que l'énergie moyenne de tous les types d'étoiles est à peu près la même. Pour connaître l'âge des étoiles, il suffit de savoir combien il a fallu de temps pour réaliser cet équilibre ; problème compliqué, mais non insoluble, et qui a donné la réponse suivante : il a fallu 5 à 10 trillions d'années pour que ce résultat se soit produit.

Il n'y a rien d'étonnant, *à priori*, à ce qu'il y ait une différence aussi colossale entre l'âge des étoiles et celui de la Terre, car rien n'empêche que les premières aient existé bien avant la seconde.

L'émission des radiations solaires permet aussi de se faire une idée de *l'âge du Soleil* et par suite des étoiles. On a démontré que celles-ci perdent d'autant plus de leur poids, en émettant des radiations, qu'elles sont plus lourdes, c'est-à-dire plus jeunes.

On peut calculer la vitesse à laquelle la moyenne des étoiles d'un poids donné perd de ce poids sous forme de radiations. Si l'on applique ce calcul au Soleil, on voit qu'au début de la formation de la Terre, il y a

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 152, page 125.

quelque deux mille millions d'années, le poids de notre astre était son poids actuel (environ deux mille millions de quintillions de tonnes) multiplié par 1,00013, c'est-à-dire qu'il n'a pas beaucoup diminué ; au fur et à mesure qu'on remonte dans le temps, le diminution de poids est progressivement plus rapide, si bien qu'il y a 7 trillions d'années, il aurait eu un poids quatre fois supérieur à son poids actuel et vers 7,6 trillions un poids cent fois supérieur. Ceci permet de dire que 8 trillions d'années marquent la limite extrême possible de l'existence du Soleil, et, en outre, qu'il lui resterait encore quinze trillions d'années à vivre.

Ce résultat concorde avec le chiffre de 5 à 10 trillions d'années qui a été établi pour l'âge des étoiles et confirme, par conséquent, la théorie de la perte par radiations, quand il s'agit d'étoiles semblables au Soleil. Cette théorie ne s'applique pas aussi bien aux étoiles exceptionnellement brillantes, relativement rares, il est vrai, qui pèsent au moins six fois plus que le Soleil. En effet, celles-ci émettent entre cent mille et trois cent mille fois plus de radiations que le Soleil, et il est impossible que cette déperdition se produise depuis des trillions d'années. Plusieurs raisons peuvent d'admettre que, pendant une bonne part de leur existence, ces étoiles ont échappé à la loi d'émission d'énergie par radiation.

Comment se sont formées les nébuleuses et les étoiles

Si l'on suppose l'existence initiale d'une masse gazeuse gigantesque répandue uniformément à travers un espace de plusieurs trillions de kilomètres dans tous les sens, toute perturbation qui viendra détruire cette uniformité donnera naissance à des condensations de toutes les dimensions imaginables ; comme la destinée d'une condensation ne dépend pas de son intensité, mais de son étendue, comme l'a démontré sir James Jeans, les grosses condensations, pour si faible qu'ait été l'intensité initiale, iront en croissant, les petites disparaîtront et, avec le temps, il ne doit plus en rester que de très grosses.

Si ce chaos primitif a jamais existé, il n'a pas pu se transformer en étoiles, mais en condensations, pesant chacune comme plusieurs millions d'étoiles, toujours d'après les calculs de Jeans. Or, nous connaissons des corps possédant des poids de cet ordre ; ce sont les nébuleuses extra-galactiques : la Grande Nébuleuse d'Andromède par exemple pèse 3.500 millions de fois plus que le Soleil.

Si l'on donne à une masse gazeuse sphérique un léger mouvement de rotation, elle commence à s'aplatir légèrement aux pôles ; si la vitesse augmente, l'équateur s'allonge et s'effile ; à l'échelon de vitesse suivant, la limite possible d'étirage est atteinte, et l'équateur éjecte de la matière qui se répand dans son plan. Ce sont toutes ces formes que l'on retrouve dans les nébuleuses observées.

Dans cette matière éjectée, des perturbations peuvent se produire ; celles-ci vont donner naissance à une série de condensations : les unes, trop peu étendues, disparaîtront ; les autres s'accroîtront jusqu'à ce que tout le gaz du plan équatorial soit absorbé. Et, si l'on fait ici le même calcul que celui dont nous avons parlé pour les condensations pouvant se former dans le chaos hypothétique, nous trouvons des poids comparables à ceux des étoiles. On peut en conclure que le phénomène en question est à coup sûr celui de la naissance des étoiles.

L'observation directe, c'est-à-dire la photographie des nébuleuses, vient d'ailleurs confirmer ces résultats du calcul.

Notre Soleil, qui est une étoile, a dû naître de cette façon.

Voyons maintenant l'échelon qui a pu succéder à la naissance des étoiles.

Les transformations d'une masse gazeuse, indiquées ci-dessus, reposent sur l'hypothèse de la grande compressibilité du milieu, grâce à laquelle le poids du corps se concentre vers la partie centrale. Dans un milieu à peu près incompressible, comme les liquides, les

choses se passent différemment. Au fur et à mesure que la vitesse augmente, la forme légèrement aplatie s'aplatis davantage, mais dans tous les sens ; l'équateur ne s'étire plus ; le corps prend la forme d'un cigare allongé ; ensuite, la masse se concentre progressivement en deux points séparés ; une cassure se forme, se creuse de plus en plus, et la masse se sépare en deux. Ce phénomène est celui

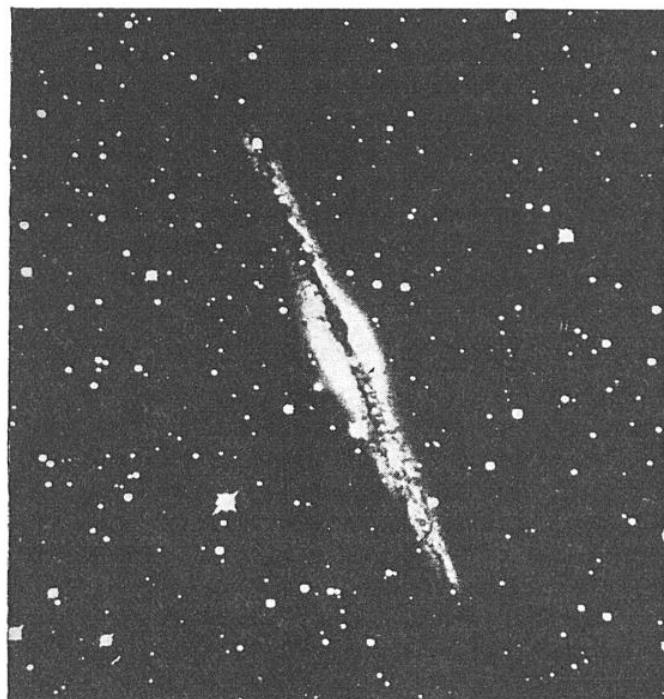
de la création d'une étoile binaire.

L'observation prouve qu'un très grand nombre d'étoiles, sinon toutes, suivent la succession des phénomènes que nous venons de décrire ; on ne peut pas trouver d'autres explications à l'existence des nombreux systèmes binaires que la spectroscopie permet d'observer.

L'observation de ces systèmes binaires donne lieu à des conclusions intéressantes. Une fois les deux astres séparés, ils subissent trois ordres de phénomènes : l'action des marées, la perte de poids, l'ac-

tion d'une autre étoile passant dans leur voisinage.

L'attraction réciproque de ces deux masses voisines l'une sur l'autre produit sur chacune d'elle des marées gigantesques, et l'on a démontré que ces marées ont pour effet d'éloigner progressivement les deux corps l'un de l'autre et d'égaliser peu à peu leurs vitesses ; au bout de plusieurs millions d'années, ils tournent l'un autour de l'autre comme les masses d'une haltère liées par une tige invisible. Bien que le Soleil et une planète, pour bien des raisons et, en particulier, à cause de leur grande différence de masse,



COMMENT SE PRÉSENTE LA NÉBULEUSE N. G. C. 891 D'ANDROMÈDE, QUE NOUS POUVONS OBSERVER PAR LA TRANCHE

Les dimensions de cette nébuleuse spirale sont si considérables que, pour y distinguer une masse de la grosseur de la Terre, il faudrait non seulement agrandir cette photographie jusqu'à lui donner les dimensions de l'Europe, mais encore l'étudier dans cet état avec un puissant microscope.

ne constituent pas un système binaire, nous trouvons dans le système planétaire des exemples frappants de ce phénomène des marées ; alors que Mercure tourne toujours la même de ses faces vers le Soleil, que Vénus fait de même pendant plusieurs semaines, que la Terre et Mars ont des jours d'environ vingt-quatre heures, les planètes les plus éloignées, échappant à l'action des marées, tournent beaucoup plus vite et n'ont plus que des jours de dix heures. Le système Terre-Lune nous en offre un autre exemple ; les marées provenant de l'attraction de la Lune diminuent lentement la vitesse de rotation de la Terre, c'est à-dire la durée du jour. Le docteur Jeffreys a calculé que, dans 50 milliards d'années, notre globe et son satellite tourneront sur eux-mêmes en unisson parfaite et à une vitesse ralentie, en sorte que la Terre tournera toujours la même face vers la Lune. Les habitants d'un des hémisphères ne la verront jamais et les autres toujours ; la longueur du jour sera environ quarante-sept fois plus grande qu'aujourd'hui. Au bout d'un temps encore plus grand, l'action des marées, en raison de la différence de masse des deux corps, aura fait rapprocher la Lune de la Terre et, quand la distance ne sera plus que d'environ 20.000 kilomètres, l'attraction de la Terre disloquera son satellite en fragments et notre globe sera environné d'astéroïdes.

Comme les étoiles émettent des radiations, leur poids diminue ; par exemple, le Soleil perd 250.000 tonnes par minute. Cette perte de poids entraîne une diminution d'attraction, et les deux corps en question s'éloignent lentement l'un de l'autre. Quand il s'agit

d'une étoile binaire, comme les deux éléments diminuent de poids simultanément, leurs orbites conservent la même forme.

En ce qui concerne le groupe Soleil-Terre, la diminution de poids fait que la Terre s'éloigne peu à peu du Soleil (d'environ 1 mètre par siècle).

Il en résulte que son orbite n'est, en réalité, ni un cercle ni une ellipse, mais une courbe spirale, quelque chose comme le ressort détendu d'une montre.

La naissance des systèmes planétaires

Le passage de deux étoiles dans le voisinage l'une de l'autre donne lieu au phénomène des marées. Si le rapprochement s'accentue, les colossales montagnes gazeuses ainsi formées s'étirent en longs filaments gazeux qui finissent par abandonner la masse qui leur a donné naissance.

Ceci va nous permettre d'expliquer la naissance des planètes. Le filament de ma-

tière gazeuse se trouvera peu à peu dans les conditions « d'instabilité de gravitation », c'est-à-dire que des condensations vont s'y former, les petites s'évanouissant, les grosses s'étendant de plus en plus ; enfin, le filament se trouve décomposé en un certain nombre de masses séparées : ce sont nos planètes. Ces nouveau-nés subissent d'abord l'action simultanée des deux étoiles encore voisines et décrivent, par suite, des orbites assez compliquées ; peu à peu, la grosse étoile s'éloignant, ces orbites se rapprochent de la forme elliptique et seraient des ellipses parfaites si les masses se déplaçaient dans le vide ; mais l'immense région du cataclysme est encore toute pleine de débris errants (dont les comètes, les étoiles filantes nous repré-



LA NÉBULEUSE-SPIRALE M. 33, DANS LA CONSTELLATION DU TRIANGLE, APPARAÎT COMME UNE NUÉE D'ÉTOILES

sentent des vestiges), et ce milieu présente quelque résistance au mouvement. C'est pourquoi ces orbites se rapprochent de plus en plus de la circonference.

Il est probable que le long filament extrait par l'action des marées a été très riche en matière en son milieu, cette partie ayant été détachée alors que la grosse étoile se trouvait à la distance minimum. Schématiquement, ce filament a pris la forme d'un cigare et, quand les condensations se sont produites, celles voisines du centre ont été mieux pourvues de matière que celle des bouts. Voilà pourquoi les deux planètes les plus massives, Jupiter et Saturne, occupent le centre dans la succession des planètes.

Ce qui constitue la différence capitale entre un système stellaire binaire et un système planétaire, c'est que, dans le premier, les masses sont du même ordre, tandis que dans le second, il y a une différence de poids considérable entre le Soleil et les planètes ; ce

dernier est environ mille fois plus lourd que la plus massive et plusieurs millions de fois plus que la plus légère. Or, nous retrouvons la même différence de poids dans le système d'une planète et de ses satellites (Saturne pèse seize millions de fois plus que son satellite le plus léger et quatre mille fois plus que le plus lourd ; c'est le système Terre-Lune qui présente la moins grande différence, puisque la Terre ne pèse que quatre-vingt-neuf fois plus que son satellite). Il y a donc de grandes présomptions pour que les planètes aient formé leurs satellites comme le Soleil a formé les planètes, et on l'explique comme suit.

Après leur naissance, les planètes se

refroidissent, les grosses plus lentement, les petites plus vite ; pendant cette période où, nous l'avons vu, leurs orbites sont assez compliquées, elles viennent à passer assez près du Soleil pour que le phénomène des marées entre en jeu ; le Soleil joue le rôle de la grosse étoile de tout à l'heure ; les satellites sont nés. Plus la planète était encore à l'état gazeux quand le phénomène s'est produit et plus le filament a été riche en matière ; c'est pourquoi les planètes les plus grosses, celles du centre, ont plus de satellites et pourquoi

le nombre de ceux-ci diminue au fur et à mesure qu'on approche des extrémités.

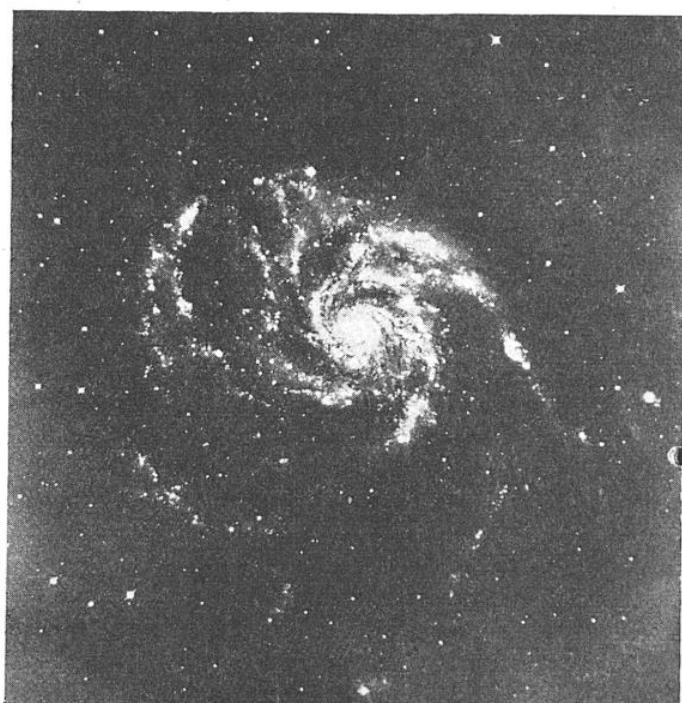
En résumé, d'une manière générale, l'*arbre généalogique* des étoiles peut se représenter ainsi : chaos, nébuleuses, étoiles, système binaire, systèmes multiples. Mais toutes n'ont pas donné naissance aux deux dernières générations ; celles auxquelles il n'est resté qu'une faible vitesse ne se sont pas subdivisées davantage ; c'est ce qui se serait

passé pour le Soleil si, par le plus grand des hasards, il n'était pas passé relativement près d'une autre étoile. Cette intervention étrangère a donné naissance à deux autres générations et à un autre arbre généalogique : chaos, nébuleuses, Soleil, planètes, satellites.

Le commencement et la fin de l'univers

La substance de l'univers matériel se dissout continuellement en radiations immatérielles ; le Soleil perd par jour 360.000 millions de tonnes, la Terre, une quarantaine de kilogrammes.

La première loi de la thermodynamique, c'est-à-dire le principe de la conservation de



LA NÉBULEUSE SPIRALE M. 101 DANS LA CONSTELLATION DE LA GRANDE OURSE

l'énergie, nous indiquerait que la vie de l'univers, due à l'énergie, n'aura pas de fin ; mais il y a une deuxième loi de la thermodynamique, qui nous enseigne que l'énergie change de forme et tend toujours à se transformer en ondes plus longues, jamais plus courtes. Si la transformation *totale* de la lumière en chaleur se produit couramment, l'inverse est impossible ; 1 million d'ergs (1), transformés une fois en calories, ne pourront jamais plus redevenir 1 million d'ergs lumineux. Donc, l'énergie descend la pente et ne peut plus la remonter. Dire que l'univers n'aura jamais de fin parce que la quantité totale d'énergie ne diminue pas, c'est comme si l'on disait que l'horloge ne s'arrêtera pas parce que son poids moteur ne diminue jamais. L'univers aura sa fin quand toute l'énergie aura descendu la pente, c'est-à-dire n'aura plus de capacité de transformation ; l'eau stagnante ne peut plus faire tourner le moulin ; univers il y aura, mais ce sera un univers mort.

Après avoir descendu le cours des temps, remontons-le. Nous avons vu que l'âge des étoiles peut être évalué à 5 ou 10 trillions d'années ; mais les atomes qui les constituent aujourd'hui ont déjà vécu à l'état d'atomes de nébuleuses.

Il y a deux nébuleuses extra-galactiques dont on a pu évaluer le poids d'une manière assez approchée : la Grande Nébuleuse d'Andromède M 31, qui pèse comme 3.500 millions de soleils, et la nébuleuse NGC 4594, comme 2.000 millions. On connaît aussi leur éclat par rapport à celui du Soleil. Ceci permet de calculer que la première a encore devant elle une existence de 80 trillions d'années et la deuxième, 115 trillions. Nous avons là un indice sur la durée probable d'existence de la matière à l'état d'atome de nébuleuse.

Nous concluons que les étoiles existent depuis environ 5 ou 10 trillions d'années et que leurs atomes peuvent avoir existé pendant un temps beaucoup plus long.

Peut-on remonter plus avant ? Non, car on aboutirait à des poids de matière de proportions démesurées, et la destruction de cette matière sous forme de radiations, depuis une quantité aussi formidable de trillions d'années, aurait élevé la température de l'univers dans des proportions inadmissibles. Donc, la matière actuelle qui constitue l'univers ne peut pas avoir existé depuis toujours : elle a eu un commencement,

(1) L'erg est l'unité de travail du système international centimètre-gramme-seconde, et vaut environ un cent-millionième de kilogrammètre.

disons depuis quelque 200 trillions d'années. En tout cas, quel que soit le chiffre, il nous faut admettre, à un certain moment, un événement, un phénomène, une volonté supérieure qui a créé de la matière, et ici nous atteignons les limites de la science astronomique : il faut laisser la parole à d'autres.

De ces hauteurs vertigineuses, descendons maintenant sur notre chétive Terre. Elle est, aujourd'hui, à peu près totalement refroidie et toute sa chaleur lui vient du Soleil. Notre vie dépend de la lumière et de la chaleur solaires. Or, les conditions physiques de cet astre n'ont pas beaucoup varié, au cours de la fraction insignifiante de son existence (2.000 millions d'années), depuis laquelle notre globe tourne autour de lui.

Si, donc, les conditions extérieures ne se modifiaient pas, on pourrait conclure que la vie terrestre a devant elle un temps plus long que celui déjà parcouru. Mais ces conditions se modifient de plusieurs façons.

La perte de poids continue du Soleil fait que la Terre s'éloigne de lui d'environ 1 mètre par siècle ; dans 1 trillion d'années, elle se sera écartée du sixième de sa distance actuelle, ce qui aura fait baisser la température moyenne d'environ 15°. En outre, dans un trillion d'années, la diminution du poids du Soleil (6 % de son poids actuel) aura fait baisser sa capacité d'émission radiante d'environ 20 %, ce qui contribuera à faire baisser la température terrestre encore de 15°. Au total, une diminution de 30° C.

Rien ne dit, d'ailleurs, que, d'ici là, la vie humaine n'aura pas réussi à s'adapter progressivement au bouleversement considérable que cette simple diminution de 20° aura produit sur la Terre. Aussi est-il difficile de prévoir le temps au bout duquel la *perte de poids inévitable du Soleil rendra toute vie impossible sur la Terre*.

Quant aux accidents possibles, dont on parle quelquefois : rencontre d'une étoile, modification de trajectoire, leur probabilité, assez exactement calculée, est tellement minime qu'on peut en écarter l'éventualité.

Ce nombre de *un trillion d'années*, symbole d'un bouleversement complet dans les conditions de la vie humaine, représente cinq cents fois la durée de l'existence déjà écoulée de notre globe et plus de trois millions de fois celle de l'existence de l'humanité.

Comme nous le disions en débutant, il reste encore au genre humain un temps considérable pour se rapprocher de l'idéal et se perfectionner.

COLONEL G. CROS.

LA SCIENCE AU SERVICE DE L'HYDROGRAPHIE

Par André SINAT

Les tragiques accidents qui, trop souvent, résultent du choc d'un bâtiment sur une roche sous-marine, ont imposé aux ingénieurs hydrographes le devoir de dresser avec précision les cartes marines, indiquant en chaque point la hauteur de l'eau au-dessus du fond. Longtemps stationnaire, la technique mise en œuvre pour résoudre ce problème délicat a subi, au cours de ces dernières années, une véritable révolution, grâce à notre connaissance plus complète du domaine des ondes, grâce à l'électricité et à la T. S. F. On ne se contente plus aujourd'hui de « sonder » au moyen de câbles lestés par une masse pesante, on ausculte le fond en écoutant l'écho produit par la réflexion des ondes. On utilise pour cela, soit les ultrasons (1), ondes de même nature physique que le son (c'est-à-dire constituées par des vibrations mécaniques), mais beaucoup plus rapides, que l'on sait produire et déceler au moyen du quartz piézoélectrique (2). Connaissant la vitesse de propagation de ces ondes dans l'eau (1.500 m par seconde), il suffit de mesurer le temps qui s'écoule entre l'émission et la réception, pour en déduire la profondeur du fond. Des appareils précis permettent, d'ailleurs, d'enregistrer automatiquement les profondeurs successives mesurées. Ainsi, trois sondages peuvent être effectués par seconde. Mais la vitesse de propagation trop rapide (pour un fond de 7 m 50, le temps mis par l'écho pour revenir ne dure qu'un centième de seconde) ne permet pas de dresser une carte marine pour des fonds inférieurs à 7 mètres. On utilise alors une méthode purement acoustique et toute une série d'appareils (cloches, sirènes sous-marines, etc.) a été réalisée pour appliquer ce procédé. Le problème ne serait cependant pas encore entièrement résolu sans l'emploi des dragages, dont le but est l'exploration complète des hauts fonds décelés par les sondages ultra-sonores. Ces appareils, des plus modernes, permettent d'effectuer ces recherches avec précision. L'établissement des cartes marines, qui se poursuit activement dans tous les pays du monde, a pour but de donner aux navigateurs, avec une rigueur scientifique, toutes les indications qu'exige leur sécurité.

Les procédés employés pour l'établissement des cartes marines

CONNAITRE en chaque point de la mer la hauteur d'eau, voilà un problème qui, de tout temps, a été de première importance pour la marine. Il est curieux, cependant, de constater que, jusqu'à ces dernières années, aucun progrès n'avait été fait dans cette voie depuis la publication des premières cartes marines.

Cela tient sans doute à deux raisons. La première est que les besoins n'avaient guère changé, puisque le tirant d'eau des bâtiments n'avait pas beaucoup augmenté depuis le XVII^e siècle. Un vaisseau, sous Louis XIV, avait 6 à 7 mètres de tirant d'eau ; de nos jours, un cuirassé en a 9 mètres. La deuxième, c'est que les moyens étaient restés les mêmes ; il fallut le développement de l'électricité et de la T. S. F. pour amener une véritable révolution

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 124, page 305.

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

dans les procédés modernes de sondage.

La science nouvelle vint quand il le fallait, puisque, dans les mêmes années, les sous-marins ont eu besoin de connaître avec précision les hauteurs d'eau jusqu'aux fonds de 100 mètres, et les endroits où le sol sous-marin leur permettait de se poser sur le fond.

Les sondes d'autrefois : La sonde à main

L'idée la plus simple pour mesurer la hauteur d'eau en un point donné, est de laisser tomber un plomb, attaché à une « ligne de sonde », et de lire sur cette ligne la hauteur qui sépare le fond de la surface.

C'est ce procédé qui fut employé par toutes les missions hydrographiques jusqu'à la guerre. Les fonds de 0 à 30 mètres étaient explorés par des embarcations : à la voile, à l'aviron ou à la vapeur, d'après l'état du temps et les moyens dont on disposait. Les fonds supérieurs à 30 mètres, longtemps négligés parce qu'ils ne présentaient pas d'intérêt pour les bâtiments alors en service,

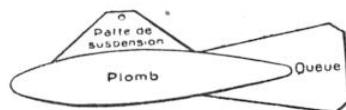


FIG. 1. — PLOMB-POISSON POUR LES SONDAGES HYDROGRAPHIQUES

Pesant une trentaine de kilogrammes, ce plomb est profilé pour offrir à l'eau le moins de résistance possible. Il peut ainsi être remorqué sans que l'inclinaison de la ligne soit susceptible de fausser les sondes.

moyen de propulsion ; de point en point, on lançait sur l'avant, le plus loin possible, le plomb de sonde, de telle manière qu'il arrivât au fond au moment où la ligne de sonde se trouvait être verticale. Ce procédé obligeait à se déplacer très lentement, car il était indispensable que la ligne de sonde fût verticale pour que la mesure fût juste.

Un premier perfectionnement : le plumb-poisson

Un premier perfectionnement fut de profiler le plomb pour qu'il offre à l'avancement aussi peu de résistance que possible. On arriva ainsi au « plumb-poisson », ainsi appelé à cause de sa forme (fig. 1).

Ce plomb est suspendu à un fil d'acier, beaucoup plus fin que l'ancienne ligne de chanvre, gradué de la même manière et enroulé sur un touret à l'arrière de l'embarcation de sonde. Le poids du plomb, environ 30 kilogrammes, la faible résistance à l'avancement du plomb et du fil, permettent de sonder, même en marchant à petite allure. Jusqu'à quatre ou cinq nœuds (1), l'erreur commise dans la mesure du fond, du fait de l'inclinaison de la ligne, est négligeable. Il n'est alors plus nécessaire de remonter la ligne après chaque coup de sonde ; on peut relever le plomb seulement de quelques décimètres et le laisser pendre jusqu'à la prochaine mesure.

Ce perfectionnement présente un autre avantage. Dans l'ancien système, rien ne permettait de savoir ce qu'il y avait sur le fond entre deux sondes. Avec le plumb-poisson

(1) On dit qu'un bâtiment file un nœud quand il parcourt un mille marin (1.852 mètres) en une heure, soit environ 0 m 50 par seconde.

furent par la suite explorés par de petits bâtiments analogues aux chalutiers auxiliaires de pêche.

Embarcations ou chalutiers parcourraient sur la mer des lignes droites ou brisées suivant le

son, maintenu entre les deux sondes à un mètre du fond, on est sûr qu'il n'y a pas de relèvement de fond supérieur à un mètre. Le plumb-poisson réalise, si on veut, le procédé le plus élémentaire de dragage : il drague la ligne de sonde entre chaque sonde (fig. 2).

La sonde au plumb-poisson est encore employée de nos jours par les embarcations pour l'exploration des fonds inférieurs à 30 mètres. Il fut employé pendant quelques années par les bâtiments hydrographes, pour les fonds supérieurs à 30 mètres ; il le serait encore aujourd'hui, sans doute, si l'ultra-son n'était venu le remplacer.

Les sondages acoustiques et piézoélectriques

Tous les sondages, dans les fonds supérieurs à 30 mètres, sont faits aujourd'hui par des moyens mécaniques ou électriques ; cette limite des fonds de 30 mètres est imposée au marin, non par les procédés employés, mais par la dimension des embarcations, trop petites pour recevoir les appareils nécessaires aux sondages à plus grande profondeur.

Nous commencerons par parler du *sondage par ultra-sons*.

La Science et la Vie a déjà exposé la théorie de la piézoélectricité (1) et a rappelé que la découverte en avait été faite, vers 1880, par Pierre et Jacques Curie.

Pendant plus de trente ans, les propriétés du quartz demeurèrent sans emploi pratique. Nous ne nous en sommes servis que pendant la guerre, lorsque nous cherchions à tout mettre en œuvre pour venir à bout de nos adversaires.

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

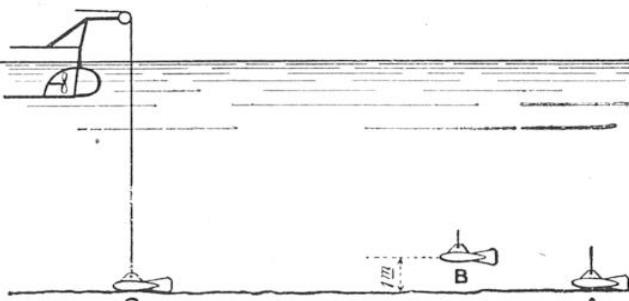


FIG. 2. — COMMENT ON EFFECTUE LES SONDAGES A L'AIDE DU PLOMB-POISSON

Entre deux coups de sondes A et C, le plomb n'est remonté que de un mètre environ au-dessus du fond, ce qui permet de gagner du temps et aussi de s'assurer qu'en B, entre A et C, il n'y a pas d'obstacle s'élevant à plus de un mètre au-dessus des fonds mesurés.

Nous cherchions, en particulier, un procédé susceptible de déceler la présence d'un sous-marin en plongée. Chilowsky eut l'idée de faire émettre par un quartz un ultra-son, c'est-à-dire des ondes de même nature physique que le son, mais de fréquence plus élevée, entre 30.000 et 50.000, donc inaudibles (1), et d'en écouter l'écho sur la coque du sous-marin. M. Painlevé, alors ministre des Inventions, chargea le professeur Langevin de mettre cette idée au point. Comme pour beaucoup d'études entreprises, la fin de la guerre arriva sans que le procédé nouveau fût entré dans la pratique.

C'est alors qu'un ingénieur-hydrographie, M. Marti, eut l'idée de diriger vers le fond de la mer les ondes ultra-sesores, et de faire ainsi du procédé de « détection » cherché un procédé de « sondage ».

Comment varie la vitesse du son dans l'eau

Puisque le nouveau procédé allait être fondé sur un « temps d'écho », il fallait connaître avec précision la vitesse du son dans l'eau.

Très peu de physiciens s'étaient intéressés à ce problème. Une vieille expérience — elle datait de 1827, — avait bien été faite, dans le lac de Genève, par Colladon et Sturm, mais la mesure avait été exécutée dans une eau douce, très froide, et rien ne permettait d'appliquer ses résultats à l'eau de mer, sans vérification.

M. Marti fit, à Cherbourg, dès 1919, les mesures nécessaires. Il trouva que le son se déplaçait à environ 1.500 mètres par seconde, dans l'eau de mer à 15°, contenant 35 grammes de sel par litre.

L'expérience avait été faite pour un trajet du son parallèle à la surface, c'est-à-dire exactement le contraire de ce qu'allait faire les ultra-sons pendant les sondages.

Il aurait

(1) La note la plus élevée que l'oreille puisse percevoir a une fréquence d'environ 30.000.

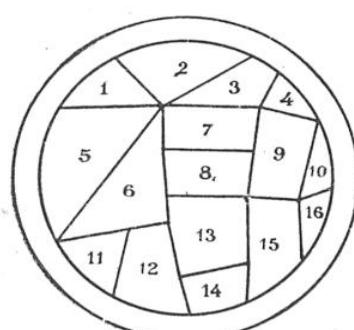


FIG. 3. — LA MOSAIQUE DE CRISTAUX DE QUARTZ D'UN PROJECTEUR D'ULTRA-SONS

Les cristaux sont numérotés pour permettre de replacer les morceaux à leur place respective et de reconnaître la face positive de la mosaïque.

été trop difficile et trop long de mesurer la vitesse du son dans des trajets verticaux ; on se contenta d'établir les lois théoriques des variations de vitesse avec la composition, la pression et la température

de l'eau. On trouva ainsi que, par seconde :

a) La vitesse augmente de 2 m 50, si la température croît de 1° centigrade ;

b) La vitesse augmente de 1 mètre, si la salinité croît de 1 gramme par litre ;

c) La vitesse augmente de 1 m 50, si la pression croît de 10 atmosphères (c'est-à-dire si la profondeur augmente de 100 mètres).

Si l'on fait abstraction du résultat b), en supposant que la salinité est la même pour toutes les molécules d'eau situées sur une même verticale, on voit que, très heureusement, les conditions a) et c) jouant en sens inverse, tendent à rendre constante la vitesse du son. En effet, plus on descend profondément, plus la température baisse, mais plus la pression augmente. Une cause fait diminuer la vitesse du son, l'autre la fait augmenter, et de quantités telles que la vitesse reste sensiblement constante.

Cette loi de la constance de la vitesse du son n'est pas vraie jusqu'aux plus grands fonds, car la température de l'eau tend à se stabiliser à 4° ; rien ne vient alors combattre l'effet de l'augmentation de pression, et la vitesse du son tend à augmenter. Cela ne se produit qu'aux très grandes profondeurs, à celles qui n'intéressent plus le marin, et on a pu adopter, pour les besoins de l'hydrographie et de la navigation, la vitesse de 1.500 mètres par seconde.

Voici comment est constituée une installation de sondage

L'émetteur d'ultra-sons comporte un certain nombre de morceaux de quartz, d'environ 5 millimètres d'épaisseur, et dont la surface dépasse rarement 30 à 40 centimètres carrés. Ils sont convenablement taillés pour donner naissance au phénomène piézoélectrique (1), et assemblés en mosaïque pour former un disque de 20 à 30 centimètres de diamètre (fig. 3). Cette mosaïque est

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

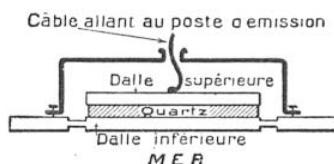


FIG. 4. — LE MONTAGE DU QUARTZ DANS UN PROJECTEUR D'ULTRA-SONS

La dalle inférieure est en contact avec la mer ; l'autre est reliée au poste d'émission par un câble électrique à fort isolant.

ensuite collée entre deux plaques d'acier de 3 centimètres environ d'épaisseur, et forme ainsi un véritable condensateur : cet ensemble porte le nom de *projecteur d'ultra-sons* ou plus simplement de « projecteur » (fig. 4).

Le projecteur est fixé à la coque du bâtiment, de façon que la dalle inférieure soit en contact avec l'eau de mer et que la dalle supérieure soit isolée de la mer et de la coque. C'est la dalle supérieure qui est reliée au *poste d'émission*. Ce poste, construit exactement comme un poste de T. S. F. ordinaire, peut être à étincelles ou à lampes ; il doit seulement être de faible puissance pour ne pas transmettre au quartz une énergie trop forte qui risquerait de le décoller.

Le poste émetteur n'a pas, à proprement parler, de manipulateur, mais un rupteur qui établit périodiquement le fonctionnement du poste et réalise par conséquent le sondage. Ce rupteur est commandé par l'enregistreur (fig. 5, 6 et 7).

L'enregistrement des sondages se fait maintenant automatiquement

L'enregistreur (fig. 8) a été conçu lui aussi par M. Marti, vers 1920. Il se compose essentiellement d'un bras vertical qui tourne à vitesse constante ; sur ce bras, un oscilloscophe est relié aux amplificateurs de réception et porte un style qui passe devant une feuille de papier enfumé. Quand le style arrive devant la feuille de papier, le bras ferme le rupteur ; le poste émetteur provoque les oscillations élastiques du quartz de sondage, et, sous ce choc, le style marque sur le papier un premier crochet : c'est le *départ* des ultra-sons. L'oscilloscophe revient très rapidement au repos, car il est très amorti. Les ultra-sons ayant rencontré le fond de la mer ont été réfléchis et reviennent vers la surface. Quand ils arrivent au quartz, celui-ci se remet à vibrer et produit des

courants de haute fréquence qui sont amplifiés par les appareils de réception. Le style de l'oscilloscophe marque un nouveau crochet : c'est le *retour* des ultra-sons. La vitesse du bras de l'oscilloscophe étant rigoureusement constante, on a pu graduer directement en profondeurs la feuille de papier enfumé où l'on peut lire directement le fond obtenu (fig. 6).

Avantages et inconvénients du sondage par ultra-sons

Le sondage par ultra-sons a provoqué, dans l'hydrographie et dans la navigation, une véritable révolution ; ses avantages sont très nombreux.

Il a supprimé toute l'installation mécanique nécessaire au sondage à la « ligne de sonde », installation qui comprenait, sur les chalutiers, de nombreux treuils et cordages. Avec l'ultrason, il n'y a aucun organe matériel en dehors du bâtiment, qui peut marcher vite, sans

craindre d'incliner sa ligne de sonde et de fausser les mesures. On peut aussi sonder beaucoup plus fréquemment. Un sondage au plomb par des fonds de 100 mètres demande plusieurs minutes ; l'ultra-son, qui se propage à raison de 1.500 mètres par seconde, indique des fonds de 100 mètres en $1/7^{\text{e}}$ de seconde. L'appareil enregistreur qui commande les sondages fait un tour, et, par conséquent, un sondage en trois secondes. Si le bâtiment sondeur file sept nœuds, vitesse normale des chalutiers hydrographiques, on obtient une sonde environ tous les 10 mètres.

Vitesse de route pendant les sondages, fréquence des sondages, voilà déjà deux importantes qualités du procédé de sondage par ultra-son. Mais ce n'est pas tout. En permettant un enregistrement automatique des sondes, on évite les erreurs de lecture toujours à craindre par grands fonds, quand il faut

CATÉGORIES	PROCÉDÉS DE SONDAGE	FONDS LIMITES D'UTILISATION
I) Sondage par détonation ou choc.	I) Marteau commandé mécaniquement ou électriquement. II) Fusil dont la balle vient frapper l'eau. III) Cartouches détonantes, explosant sous l'eau (ont remplacé le canon).	10 m à 200 m. 100 m à 1.000 m. Jusqu'aux plus grands fonds (10.000 m).
II) Sondage par ondes de fréquence audible.	Oscillateur genre sirène électrique (fréquence 1.000).	Jusqu'à 3.000 mètres.
III) Sondage par ondes de fréquence inaudible.	Ultra-sons (fréquence 30.000 à 50.000).	De 10 m à 1.000 mètres.

TABLEAU DES DIFFÉRENTS PROCÉDÉS DE SONDAGE PAR MESURE DES TEMPS D'ÉCHO

compter, pendant qu'elle se déroule, les graduations de la ligne de sonde. Pour l'hydrographe, cet enregistrement automatique donne à la sonde une certitude qui exclut toute discussion ultérieure.

A côté de ces avantages, l'ultra-son présente aussi des inconvénients.

Il demande d'abord une installation électrique soignée et représente une valeur marchande très supérieure à celle des installations qu'il a remplacées.

Les sondages ne peuvent pas se faire à n'importe quel fond. On ne peut guère sonder les fonds qui laissent moins de 5 à 7 mètres d'eau sous le quartz, car, pour 7 m 50, le temps d'écho est de 1/100^e de seconde, et il est difficile de trouver un quartz et un oscilloscophe qui soient revenus au repos dans des temps aussi courts.

La nature du fond, tout comme la hauteur d'eau, est dans certains cas un obstacle aux sondages. De même qu'à terre un écho ne peut être obtenu que sur une paroi de roches, de même un écho sous-marin ne peut se pro-

duire que sur des sols très durs. La roche, le sable, la vase dure donnent d'excellents échos ; la vase molle, au contraire, absorbe l'énergie et ne la renvoie pas. Certaines roches couvertes d'algues cèdent sous la pression des ultra-sons, forment matelas et donnent de mauvais échos. Il faut aussi que le fond ne soit pas trop incliné. Les lois de la réflexion sont les mêmes sur le fond de la mer que dans l'air, et il faut que l'énergie réfléchie vienne frapper le quartz.

Quoiqu'il en soit, la piézoélectricité a permis de mettre au point un excellent moyen de sondage pour les fonds compris entre 7 et 1.000 mètres, donc pour ceux qui sont le plus intéressants pour le marin.

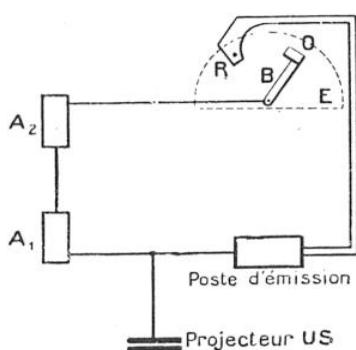


FIG. 5. — SCHÉMA D'UN POSTE DE SONDAGE PAR ULTRA-SONS

Le bras tournant B ferme à chaque passage, devant R, le circuit d'un poste émetteur. Le départ de l'ultra-son est enregistré par l'oscilloscophe O ; au retour de l'ultra-son (après réflexion sur le fond de la mer), l'oscilloscophe enregistre un nouveau crochet ; la distance des deux crochets indique la profondeur ; A₁ et A₂, amplificateurs de courant.

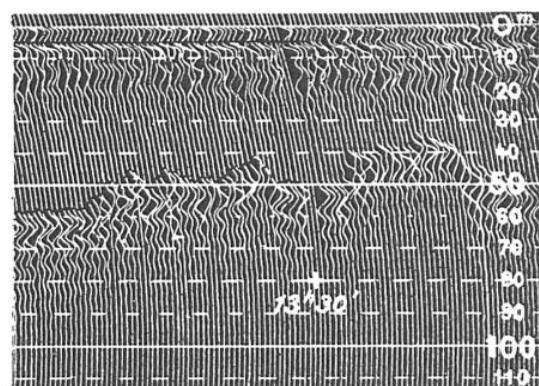


FIG. 6. — GRAPHIQUE DE SONDAGE PAR ULTRA-SONS

La distance verticale qui sépare deux crochets indique la profondeur du fond. L'heure marquée (13 h 30) sert à faire coïncider les sondes avec les positions du bateau sondeur. La distance parcourue par le bâtimen sondeur entre deux tracés successifs de l'oscilloscophe (un millimètre sur le tracé) égale dix mètres environ.

Pour les faibles profondeurs on emploie la méthode acoustique

En vue d'étendre la gamme des sondages des plus petits fonds aux plus grands, on a

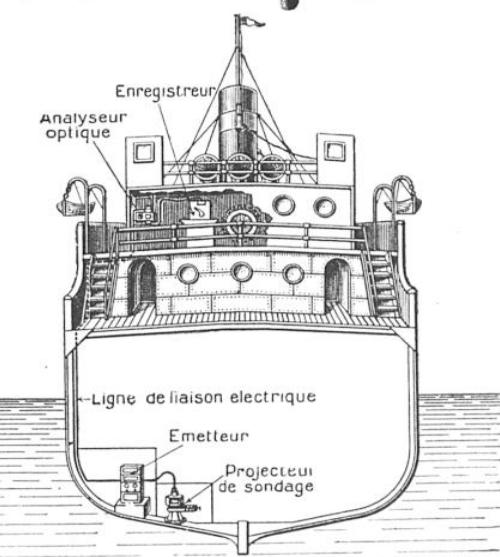


FIG. 7. — INSTALLATION DU SONDAGE PAR ULTRA-SONS A BORD D'UN BATEAU

En cale, sont logés le projecteur d'ultra-sons et l'émetteur. Sur la passerelle (à gauche de la roue qui commande le gouvernail), l'appareil enregistreur de son (type Marti) et l'analyseur optique (type Florisson) qui n'enregistre pas les sondages, mais permet de les lire instantanément.

réalisé d'autres procédés qui, au lieu de mettre en jeu des ultra-sons de fréquence inaudible, utilisent des sons audibles, de véritables « bruits ».

Ces sondages électriques ont le même principe que le sondage piézoélectrique ; le quartz est remplacé par une source de bruit pour l'émission, par un microphone pour la réception ; dans tous les cas,

par un fusil qu'on immergeait de la même manière. Un jour, pendant les sondages, on tira un coup de fusil sur un marsouin qui nageait le long du bord ; on s'aperçut que le choc de la balle sur l'eau donnait lieu à un écho tout comme la déflagration de la poudre. On essaya alors de remplacer le choc de la balle par un *coup de marteau* sur la coque du bâtiment. Le résultat fut satisfaisant.

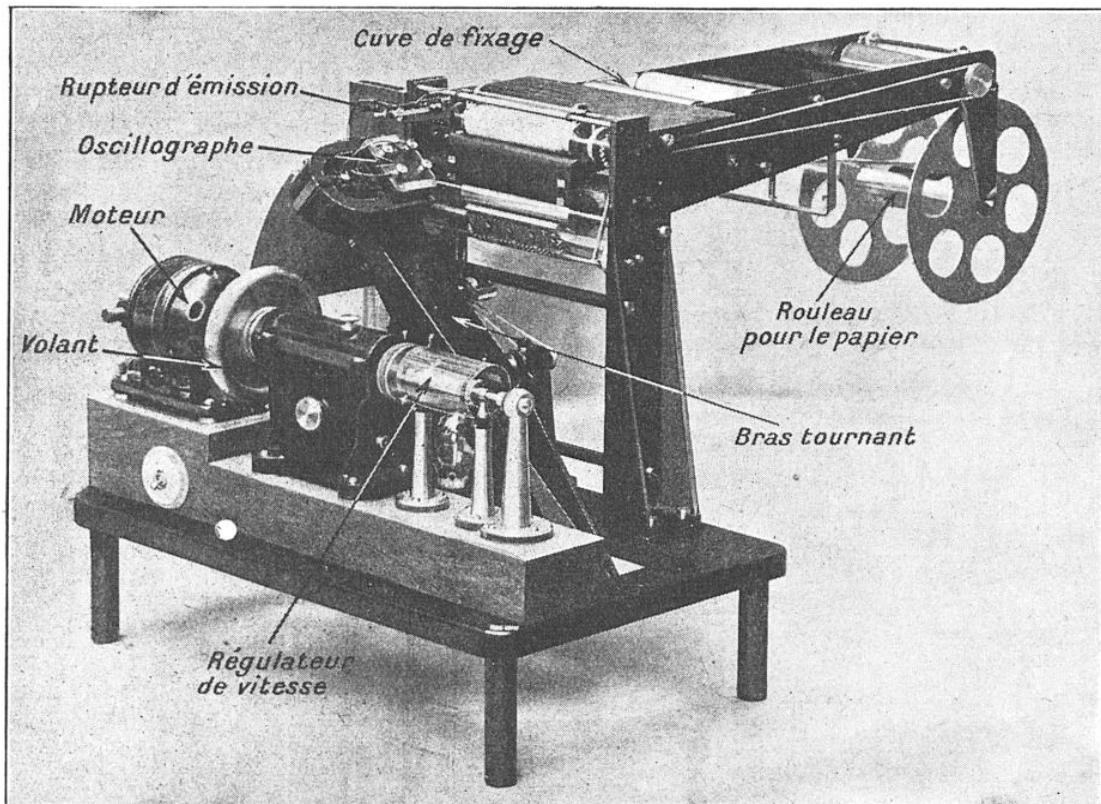


FIG. 8. — ENREGISTREUR « MARTI » POUR SONDAGES PAR ULTRA-SONS

L'oscillographe est fixé à l'extrémité d'un bras tournant, équilibré par un contrepoids. Il fait fonctionner le rupteur avant de s'engager sur la feuille de papier couverte de noir de fumée, où se fait l'enregistrement.

on utilise la mesure des temps d'écho.

Par ordre chronologique, il semble qu'en France la première source de bruit utilisée fut, dès 1922, un petit canon (37 mm) qu'on immergeait avant de faire partir le coup. C'est ainsi que fut étudié, en 1923, entre Marseille et Philippeville, le trajet sur lequel on a posé depuis un câble sous-marin.

Mais ce canon était lourd, gênant à manœuvrer et assez coûteux, puisque, à chaque coup, on brûlait quelques grammes de poudre.

L'année suivante, le canon fut remplacé

Pendant qu'en France on cherchait ainsi des procédés simples, d'autres appareils nous vinrent de l'étranger : des cloches ou sirènes sous-marines, des marteaux électriques, et on possède aujourd'hui toute une série d'appareils susceptibles de réaliser le sondage sous-marin par n'importe quels fonds.

Les limites inférieures des sondages sont fixées par les qualités mécaniques des appareils, amortissement en particulier, puisqu'il faut que les organes qui ont enregistré le départ soient revenus au repos pour enregistrer le retour de l'onde sonore ou ultra-

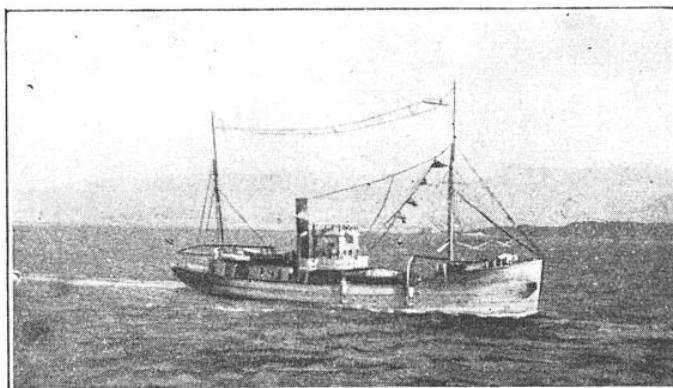


FIG. 9. — CHALUTIER SONDEUR DE 400 TONNES, AU COURS D'UNE MISSION HYDROGRAPHIQUE

Armés d'une trentaine d'hommes, ces bâtiments font les sondes par ultra-son dans les fonds supérieurs à trente mètres. En dessous de cette limite, les sondes sont faites au plomb-poisson par de petites embarcations.

sonore. Les limites supérieures résultent, d'une part, de l'énergie mise en jeu à l'émission (les projecteurs ultra-sonores ne peuvent en particulier supporter que de faibles puissances sans se décoller), d'autre part, de la nature du fond qui absorbe plus ou moins d'énergie dans le phénomène d'écho.

Le tableau, page 28, résume l'état de la question et les conditions d'emploi de chaque appareil.

Les sondages ne suffisent pas à l'établissement d'une carte

En considérant ce tableau, il semblerait que l'hydrographe a tout ce qu'il lui faut, qu'en quelques années ses moyens se sont tellement développés qu'il ne lui reste plus rien à désirer. Mais, hélas ! il faut bien convenir que, malgré tous les procédés de sondage, la perfection n'est pas encore atteinte.

Nous avons dit plus haut que les moyens modernes, l'ultra-son en particulier, avaient permis de rapprocher les sondes sur les lignes de sonde et de les écarter seulement d'une dizaine de mètres. C'est un grand progrès et la certitude à peu près certaine qu'entre deux sondes il ne s'est pas glissé une roche dangereuse ; mais les lignes de sonde que parcouruent sur la mer les bâtiments sondeurs sont espacées d'au moins 100 mètres, souvent davantage, et on ne peut pas savoir si une roche n'est pas restée ignorée entre deux lignes de sonde.

Dès que les sondes sont effectuées, elles sont écrites sur une feuille de papier à la place qu'elles occupent sur le fond. Sur ces sondes,

on trace les courbes de niveau, qui sont les lignes d'égale profondeur et sont tout à fait analogues, par leur nature et par leur forme, aux lignes d'égale hauteur des cartes terrestres et aux lignes d'égale pression des cartes météorologiques.

L'examen de ces lignes de niveau fait apparaître dans le fond de la mer des cuvettes et des bosses. Les cuvettes sont sans grand intérêt parce qu'elles sont sans danger pour le marin. Les relèvements de fond, au contraire, sont l'indice d'une « montagne » sous-marine qui peut être dangereuse ; il faut donc les explorer avec soin ; c'est la « recherche de roches ». Les embarcations de sonde retournent à l'endroit où le dessin des lignes de niveau fait craindre une roche et font à cet endroit des sondes très serrées en s'attachant à trouver la « tête » de la roche. Cette partie de l'hydrographie est une des plus difficiles. Elle demande beaucoup de patience et beaucoup d'adresse, mais elle est pleine d'intérêt, car elle permet à celui qui s'y livre de voir la roche grandir au fur et à mesure que ses travaux se développent. Il n'est pas rare de trouver ainsi des roches dangereuses pour la navigation dans des fonds qui, à première vue, auraient pu inspirer la plus grande confiance.

Les sondages, aussi précis et aussi serrés qu'ils soient, ne donneront pourtant jamais

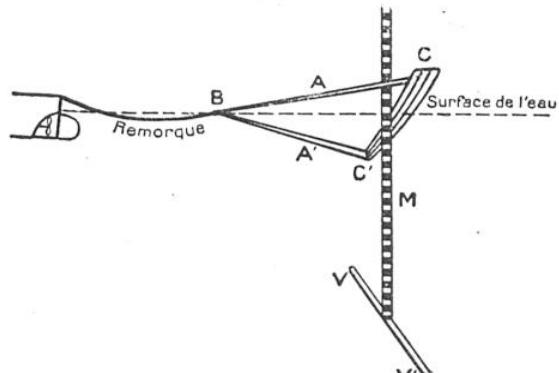


FIG. 10. — DRAGUE FINLANDAISE SERVANT AUX DRAGAGES DE PRÉCISION DANS LES FONDS INFÉRIEURS A DIX MÈTRES

Le mât vertical M règle la profondeur d'immersion de la vergue V V'. Les trois poutres A, A' et C C' forment un triangle rigide attaché en B à la remorque.

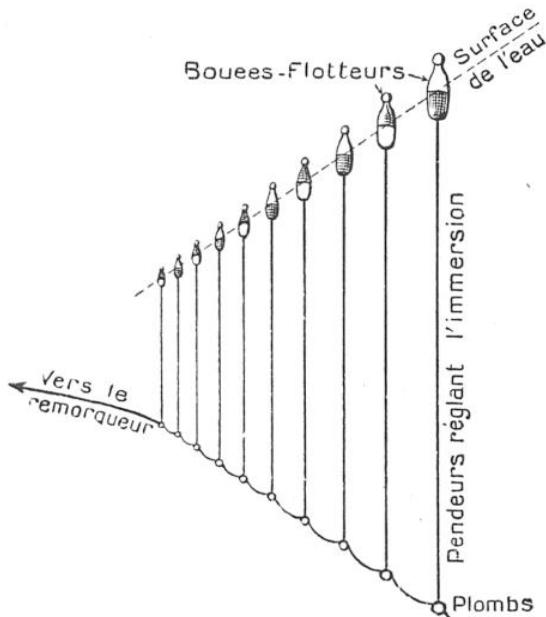


FIG. 11. — SCHÉMA D'UNE DRAGUE AMÉRICAINE, CONSTITUÉE PAR UN FIL D'ACIER IMMERGÉ, REMORQUÉ PAR DEUX BÂTIMENTS

la certitude qu'une roche inconnue n'a pas échappé aux recherches des hydrographes.

Les dragages complètent les sondages pour l'exploration des passages dangereux

On a donc été amené à envisager autre chose que le sondage : c'est le *dragage*.

En travaux publics, draguer, c'est creuser. En hydrographie, draguer, c'est déplacer au-dessus du fond un appareil, une drague, qui, si elle rencontre le fond, le fait savoir, par un moyen ou par un autre, à ceux qui s'en servent.

On a utilisé, en France, plusieurs modèles de dragues hydrographiques.

D'abord, la *drague finlandaise* (fig. 10), absolument rigide, composée de deux poutres de bois AA' formant un angle d'environ 40 degrés. Le triangle est fermé par une poutre CC' sur laquelle se trouve un petit plancher. Ce triangle est traîné à la surface de l'eau par un remorqueur attelé en B . Au milieu de la base CC' de ce triangle, un mât vertical M peut coulisser dans un collier et s'enfoncer ainsi plus ou moins dans l'eau. Ce mât est gradué tous les 20 centimètres, et on peut le régler à la profondeur exacte à laquelle on veut faire le dragage. A l'extrémité inférieure du mât vertical M est attaché un long morceau de bois VV' , parallèle à la base CC' du triangle de surface.

On conçoit donc que, si on remorque cette drague, tout contact de la partie VV' avec le fond sera senti comme un choc par l'observateur placé sur le plancher CC' . Cette drague est théoriquement parfaite ; elle est rigide, ce qui permet d'être sûr de l'immersion du dragage ; elle est très sensible et décèle le moindre contact avec le fond. Elle a pourtant un grave inconvénient : on ne peut lui donner que des dimensions restreintes, sous peine d'obtenir un ensemble impossible à manœuvrer. Pratiquement, la largeur de la vergue VV' ne dépasse pas 25 mètres, ce qui fait une largeur de dragage à peine supérieure à 20 mètres. Elle n'est donc utilisable que pour le dragage d'espaces très restreints qu'on veut explorer avec un grand soin. On l'a utilisée en 1925, en rade de Toulon, pour vérifier qu'aucune pièce métallique n'était restée dangereuse à l'emplacement où, en 1911, avait sauté la *Liberté*.

La *drague américaine* (fig. 11), au contraire, balaie une largeur totale de 3.000 mètres, mais elle est entièrement souple, ce qui lui donne une moins grande précision. Elle est constituée par un fil d'acier, lesté par les plombs, et tenu à l'immersion désirée par des pendeurs métalliques, fixés à des bouées qui assurent la flottabilité de l'ensemble. La distance entre deux plombs consécutifs est d'environ 120 mètres. La largeur de la drague

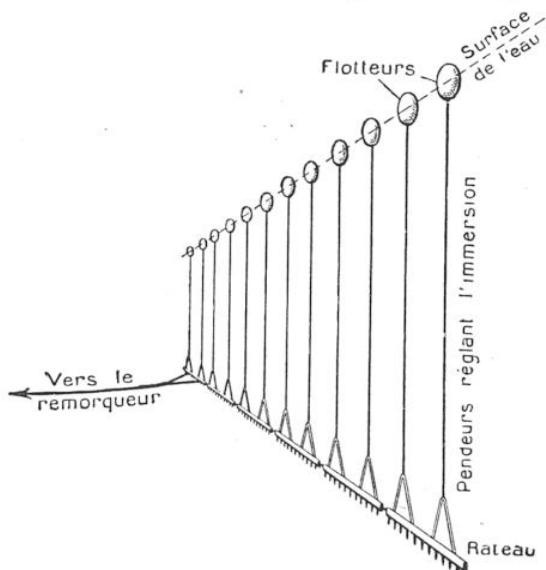


FIG. 12. — SCHÉMA DE LA DRAGUE RATEAU, ANALOGUE À LA DRAGUE AMÉRICAINE, MAIS CONSTITUÉE PAR DES ÉLÉMENS RIGIDES PORTANT DES DENTS

Cette drague est surtout utilisée pour les chenaux d'accès aux ports et les grandes rades.

la rend difficile à manœuvrer, et le fait qu'elle est souple interdit de la remorquer trop rapidement, sous peine de relever le fil inférieur et de fausser l'immersion du dragage.

Si la drague rencontre un obstacle plat, en particulier un fond de sable, les plombs immobilisent l'ensemble, et les bouées qui portent les plombs échoués se couchent et attirent ainsi l'attention du personnel qui surveille la drague. Si la drague rencontre un obstacle vertical (roche ou épave), elle est accrochée et tend à se fermer sur l'obstacle sous la traction des remorqueurs.

Pratiquement, la drague se casse dès qu'elle rencontre un obstacle, et on repère l'endroit de la cassure pour venir y faire des recherches ultérieures.

La drague américaine est employée, en France, sur les côtes de Bretagne, pour explorer de larges étendues où l'on peut craindre des roches dangereuses pour la navigation.

Une troisième drague enfin, française d'origine, la *drague-râteau* (fig. 12) tient le milieu entre la drague finlandaise et la drague américaine. Comme l'indique son nom, c'est un large râteau, de 80 mètres de long, composé de huit éléments de 10 mètres. Chaque élément est constitué par un tube métallique sur lequel on a soudé, tous les 25 centimètres, des dents longues de 10 centimètres. Les éléments sont reliés entre eux par des bouts de chaîne.

Le râteau est immergé à une profondeur déterminée au moyen de fils métalliques reliés à des bouées.

Plus large que la drague finlandaise, plus sûre que la drague américaine, la drague-râteau est un instrument remarquable pour l'exploration sous-marine. Utilisée en 1922 dans la passe ouest de Lorient, et en 1925, en rade de Toulon, elle présente le grand avantage sur la drague américaine d'être solide et de bien s'accrocher sur le fond si elle le rencontre. Sa largeur relativement faible ne permet pas des explorations aussi vastes que celles qu'on peut faire avec la drague américaine, mais plus vastes tout de même

que celles permises par la drague finlandaise.

L'immersion des dragues est fixée par les deux conditions suivantes :

a) Ne pas accrocher la drague sur des roches déjà connues ; ce qui amène, le long des côtes et dans les fonds inférieurs à 20 mètres, à régler la drague à 2 ou 3 mètres au-dessus du fond.

Dans certains cas particuliers, dragages d'une rade, par exemple, où il faut une grande précision, on règle la drague très près du fond, souvent à 50 centimètres au-dessus de lui ;

b) En pleine mer, dans les fonds supérieurs à 20 mètres, mais où on peut pourtant craindre des roches dangereuses pour la navigation, on règle la drague à 15 ou 20 mètres d'immersion, puisque ceci protège les bâtiments ayant les plus grands tirants d'eau.

La drague américaine et la drague-râteau permettent d'effectuer sans difficulté l'immersion d'une vingtaine de mètres ; la drague finlandaise ne permet pas de dépasser une dizaine de mètres.

Vers une sécurité toujours plus grande

En quelques années, les procédés de sondage ont été bouleversés. Un moyen archaïque a été remplacé par de nombreux procédés scientifiques. Aujourd'hui, le marin peut, en un instant, mesurer les plus grandes hauteurs d'eau qu'il est susceptible de rencontrer dans les océans.

En même temps, on a créé des procédés de dragage. S'ils sont plus longs et plus difficiles à appliquer que les procédés de sondage, ils donnent aussi une garantie plus grande et on craint moins d'avoir laissé échapper des roches dangereuses pour la navigation.

Sondages et dragages sont, aujourd'hui, activement employés à améliorer nos cartes marines. On peut déjà espérer que, par des procédés nouveaux, des catastrophes maritimes seront évitées en donnant aux marins des cartes encore plus sûres que celles dont ils disposent actuellement.

ANDRÉ SINAT.

LA SCIENCE ET LA VIE
EST LE SEUL MAGAZINE DE VULGARISATION
SCIENTIFIQUE ET INDUSTRIELLE

DES ORDURES MÉNAGÈRES A LA CENTRALE ÉLECTRIQUE

par R. CHENEVIER

L'utilisation rationnelle des déchets constitue, pour l'industrie moderne, un facteur important de l'amélioration du rendement et, par suite, du prix de revient (1). Les ordures ménagères — on dit les gadoues — dont la composition éminemment hétérogène semblait interdire aux techniciens d'en tirer un parti pratique, n'ont cependant pas échappé à cette récupération. Aujourd'hui, dans la région parisienne seulement, grâce aux fours sécheurs qui rendent les gadoues combustibles, quatre usines (Issy-les-Moulineaux, Ivry, Romainville, Saint-Ouen) transforment annuellement en énergie électrique (80.000 kilowatts) la majeure partie des 800.000 tonnes de déchets de Paris et de sa banlieue. Une part, en effet, est utilisée, après broyage et tamisage, comme engrais. Il n'est pas jusqu'aux mâchesfers, résidus de cette combustion (20.000 tonnes par an) qui ne soient récupérés et transformés en briques de construction. C'est là un exemple remarquable des applications de la science à l'industrie, qui permet ainsi, non seulement de résoudre le problème de l'évacuation des gadoues, mais encore d'en tirer une précieuse énergie et d'en récupérer des sous-produits d'une certaine valeur.

De tous les déchets dont la science appliquée s'efforce à tirer un parti intelligent et rationnel, il n'en est peut-être pas de plus vil et de plus hétéroclite que l'ordure ménagère. Balayures, poussières, cendres, épithichures de légumes, boîtes vides de conserves, os, débris de poissons, carcasses de volailles, etc..., vont, en une masse souvent malodorante, toujours repoussante, se fondre quotidiennement dans les poubelles. Et, quotidiennement aussi, de lourds et ventrus tombereaux opèrent une complète vidange de ces déchets de la vie urbaine.

Où vont ces tombereaux ? Où déversent-ils leur invraisemblable chargement ? Et quelle utilité pratique l'amas de détritus, qu'ils récèlent dans leurs flancs bombés, peut-il présenter ?

Le mythe antique affirmait que le feu est le grand purificateur de toutes choses. La science moderne est en droit d'ajouter qu'il en est aussi le grand valorisateur. D'un conglomérat de produits, sans valeur marchande sous leur forme d'origine, la com-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 165, page 177.

bustion réalisée dans des conditions appropriées, provoque l'éclosion ou d'un produit nouveau rentable à souhait, ou d'énergie susceptible d'applications variées.

Nulle part la très réelle beauté de l'œuvre transformatrice du feu n'éclate avec autant d'intensité que dans le traitement par combustion des ordures ménagères. Viles à tous égards, autant qu'un déchet puisse l'être, celles-ci, après un processus d'opérations d'une parfaite simplicité, mais aussi

d'une évidente perfection technique, donnent naissance à la forme d'énergie la plus noble qui soit : l'énergie électrique. De la poubelle à l'éclatante ampoule, le cycle est peut-être imprévu.

Il n'en est que plus étonnant et sa technique mérite qu'on l'examine.

La nature hétérogène et variable des ordures ménagères

L'ordure ménagère est, par nature, de composition hétérogène. Elle est aussi de composition variable. Et cette variabilité du caractère, et surtout du pourcentage de ses constituants, a été, durant fort longtemps

MATIÈRES	PRINTEMPS	ÉTÉ	AUTOMNE	HIVER
Matières combustibles...	%	%	%	%
Matières incombustibles.	62,09	72,69	62,09	57,49
Métaux, verres, etc.....	28,05	16,93	28,05	35,84
	9,86	10,38	9,86	7,67
	100	100	100	100

COMMENT VARIE LA COMPOSITION DES ORDURES MÉNAGÈRES PARISIENNES AVEC LA SAISON



ARRIVÉE MATINALE DE CAMIONS CHARGÉS D'ORDURES MÉNAGÈRES A L'USINE DE TRAITEMENT
D'ISSY-LES-MOULINEAUX, PRÈS PARIS

une source d'ennuis et de difficultés pour les techniciens.

Considérons l'ordure sèche. Elle comporte des matières combustibles, des matières incombustibles, des métaux, verres, etc.

Dans quelles proportions se trouvent ces différentes matières ? Le tableau (page 34), nous renseigne à ce sujet.

L'analyse est saisonnière. Et cela se conçoit aisément. En été, saison du légume frais, les épluchures de légumes, matière combustible, se trouvent en plus fortes proportions dans les poubelles. Inversement, en hiver. Au cours de la saison froide, les cendres des foyers, matière incombustible, sont en abondance.

D'où une variabilité de nature de cons-

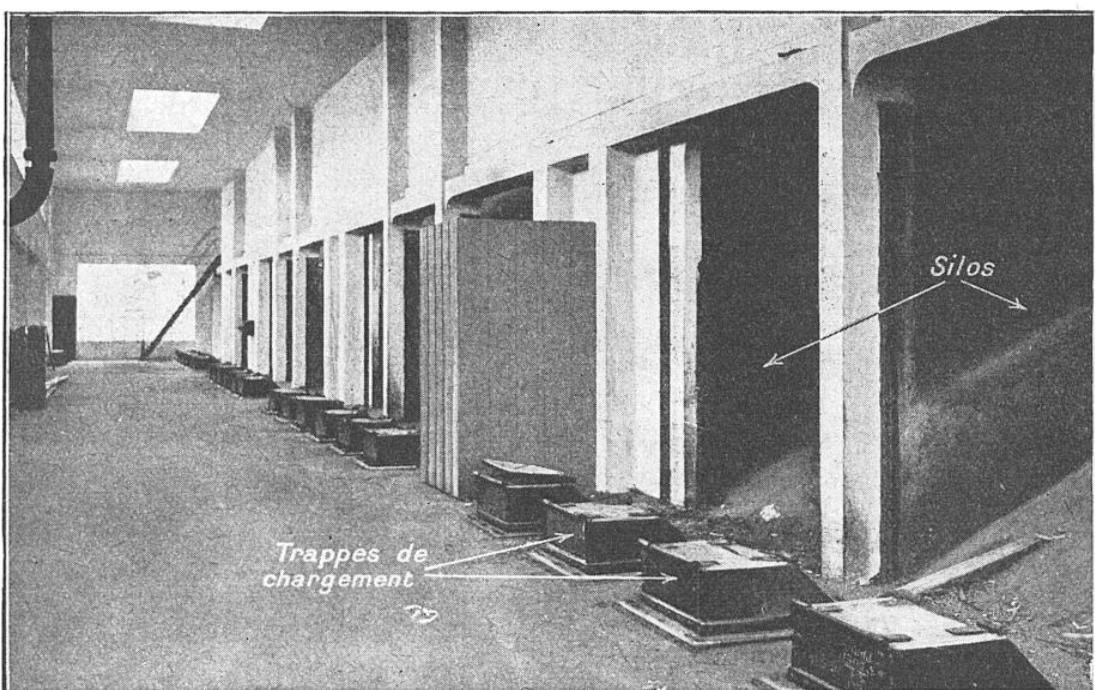
tituants, variabilité qui se retrouve également dans le poids spécifique et dans la valeur calorifique, ainsi qu'en témoigne le tableau ci-après.

Ainsi donc, il est d'ores et déjà permis d'apercuevoir que, pour une quantité constante en poids d'ordures ménagères offertes à l'incinération, les rendements en énergie seront différents et sans rapports déterminants entre eux.

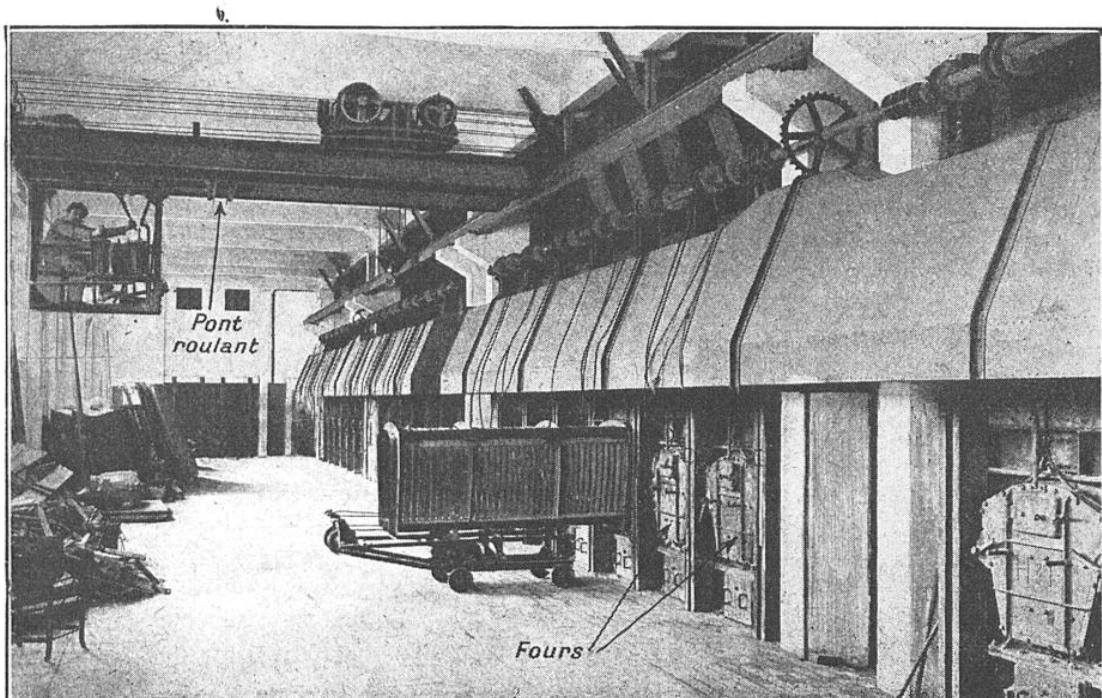
Outre cette hétérogénéité et cette inconsistance de leurs matières composantes, les ordures ménagères, ou, si l'on préfère, les *gadoues*, pour leur donner leur appellation officielle, offrent une autre caractéristique, l'humidité. Jamais les gadoues, telles qu'elles sont enlevées par

	MOYENNE	HIVER	ÉTÉ
Densité apparente (kilo par m ³) au moment du chargement par tombereau.....	335	416	313
Pouvoir calorifique (calories par kg).....	1.860	2.240	1.480
Kilogramme de mâchefer restant après incinération d'un kilogramme de gadoue.....	0,39	0,43	0,34

COMMENT VARIENT LE POIDS DES ORDURES MÉNAGÈRES PARISIENNES ET LEUR VALEUR, AU POINT DE VUE DE LEUR UTILISATION COMME COMBUSTIBLE



LES TRAPPES DE CHARGEMENT ABSORBENT LES GADOUES TOMBANT DES SILOS AU FUR ET A MESURE DES BESOINS DE LA COMBUSTION DANS LES FOIRS



UNE SÉRIE D'ÉLÉMENS DE FOIRS POUR LA COMBUSTION DES GADOUES. LE PONT ROULANT SERT AU TRANSPORT DU MACHEFER AVEC LEQUEL ON FAIRIQUERA DES BRIQUES

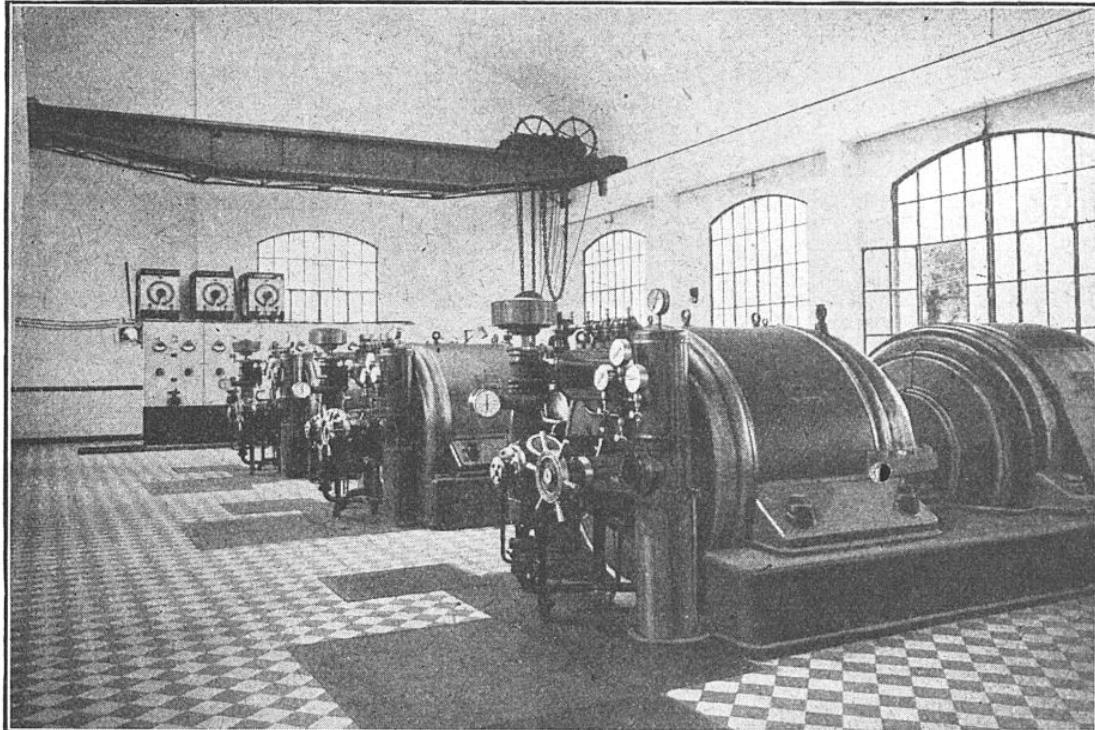
tombereaux, ne se présentent à l'état sec. Et, là encore, leur degré d'humidité, essentiellement variable, dépend de la proportion et de la nature des éléments périssables qu'elles contiennent. C'est ainsi qu'il a été constaté que, les jours de marché, les ordures ménagères étaient infiniment plus humides que les autres jours. Alors, en effet, les épéuchures de légumes frais sont plus nombreuses.

Or, l'eau, non combustible, joue dans un

Mais aussi, problèmes qu'il ne convient pas de passer sous silence, car les ignorer serait mésestimer l'effort et la valeur des hommes qui les ont heureusement traités.

L'évolution du traitement des ordures ménagères

Au cours du siècle dernier, il n'existe pas, à proprement parler, de traitement des gadoues. Les ordures ménagères étaient vendues telles quelles aux maraîchers de



SALLE DES TURBO-ALTERNATEURS DE L'USINE D'ISSY-LES-MOULINEAUX, DERNIÈRE EXPRESSION DE LA TRANSFORMATION DES GADOUES

foyer le rôle d'un agent perturbateur. Elle absorbe de la chaleur jusqu'à concurrence de son évaporation. Si cette absorption est supérieure à la chaleur produite, elle provoque l'extinction du foyer ou nécessite l'intervention d'un combustible étranger. Alors il ne saurait plus être question d'auto-combustion. Si elle est égale, l'opération n'est plus rentable et n'offre plus que le caractère d'une simple incinération.

Ainsi donc, de par sa composition, l'ordure ménagère place le technicien en présence de problèmes pratiques essentiels, problèmes auxquels, hâtons-nous de le dire, il a été apporté des solutions satisfaisantes.

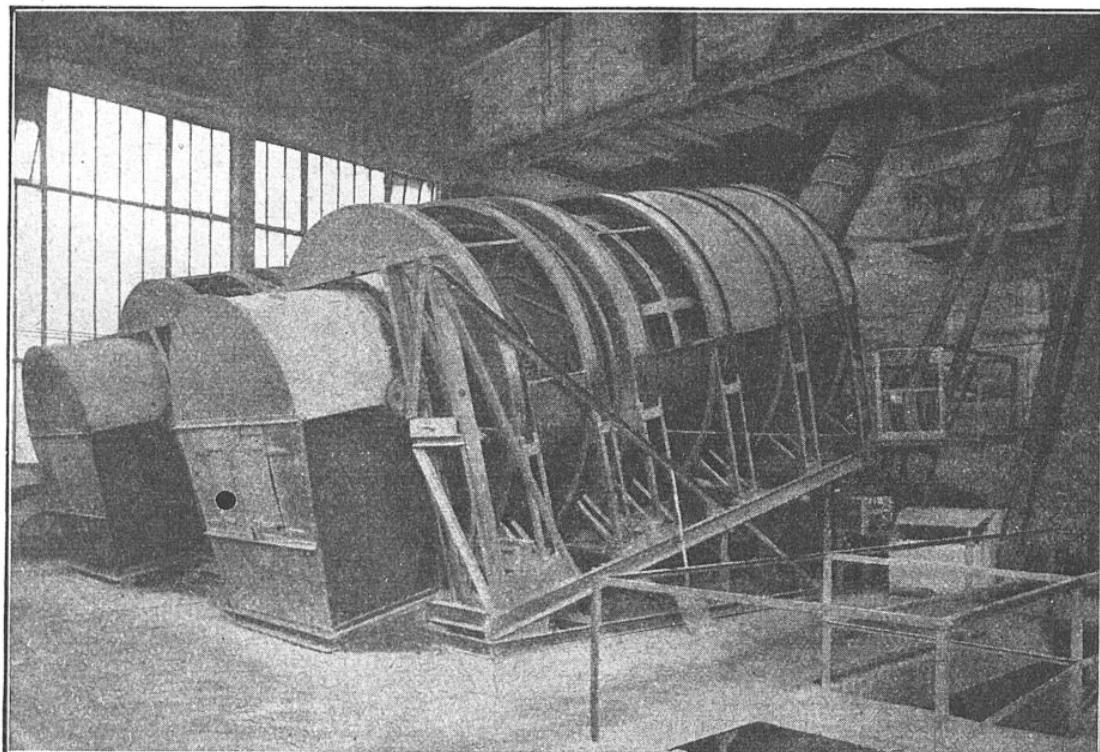
banlieue. Celles qui ne trouvaient pas acquéreur étaient transportées dans des *décharges* où elles se décomposaient sur place.

L'apparition et la vulgarisation des engras mirent fin à ce placement sommaire. Les maraîchers refusèrent d'abord les gadoues brutes, puis les gadoues triées, débarrassées de leurs matières imputrescibles. Force fut donc à l'administration municipale de s'enquérir d'une autre formule, plus apte à l'écoulement de ces déchets.

C'est ainsi qu'en 1897 on songea à broyer les gadoues après triage. Broyage très simple, obtenu par la circulation des gadoues entre deux plateaux munis de dents, un

plateau fixe et un mobile. Aujourd'hui encore, cette formule est employée. Néanmoins, elle a été perfectionnée. Au lieu d'être simplement broyées, les gadoues sont pulvérisées à travers un crible rotatif percé de trous d'un diamètre de 20 millimètres et plus. Le solde de l'opération, appelé «gadoue criblée», est offert gratuitement aux agriculteurs, moyennant l'enlèvement et le transport à leurs frais.

se succédèrent. Enfin, grâce à la mise au point par l'industrie de fours avec sécheurs, l'incinération des gadoues fut, en toute saison, rendue possible. Dès lors, l'accroissement des tonnages ne constituait plus un obstacle difficilement franchissable. Moyennant une prévision suffisante dans l'établissement des usines d'incinération, l'utilisation rationnelle rémunératrice, et aussi complète que possible, relevait de l'ordre des réalités.



CYLINDRES DOUBLES, AUX MOUVEMENTS INVERSÉS, SERVANT A LA TRANSFORMATION, PAR BROYAGE, DES GADOUES EN POUDRETTE

Mais, étant donné l'agrandissement constant de Paris, ce mode d'utilisation devait s'avérer promptement insuffisant. En 1860, la capitale comptait 63.963 immeubles. Aujourd'hui, elle en totalise environ 100.000. Et l'évacuation annuelle de ces 100.000 immeubles représente 800.000 tonnes d'ordures ménagères. A nouveau donc, les techniciens durent se pencher sur le problème, et il semble bien que, cette fois, ils l'aient résolu définitivement.

La recherche dura une trentaine d'années et occupa presque tout le début du siècle. Etudes, essais, tâtonnements inévitables, dus à l'absence de toute technique acquise,

Néanmoins, quelle que soit leur volonté d'appliquer le traitement par incinération à la totalité des gadoues recueillies, les ingénieurs n'y purent prétendre, surtout pour les très grandes cités, et cela en raison de la disproportion entre les masses à incinérer et les moyens d'incinération. C'est ainsi qu'aujourd'hui encore, à Paris, sur 100 kilogrammes de gadoues enlevées, 65 kg 2 seulement sont incinérés ; 17 kg 9 vont à l'agriculture, sous forme de gadoues broyées ou triées ; 16 kg 5 sont vendus en poudre, et le solde, soit 0 kg 4, est déversé dans les décharges.

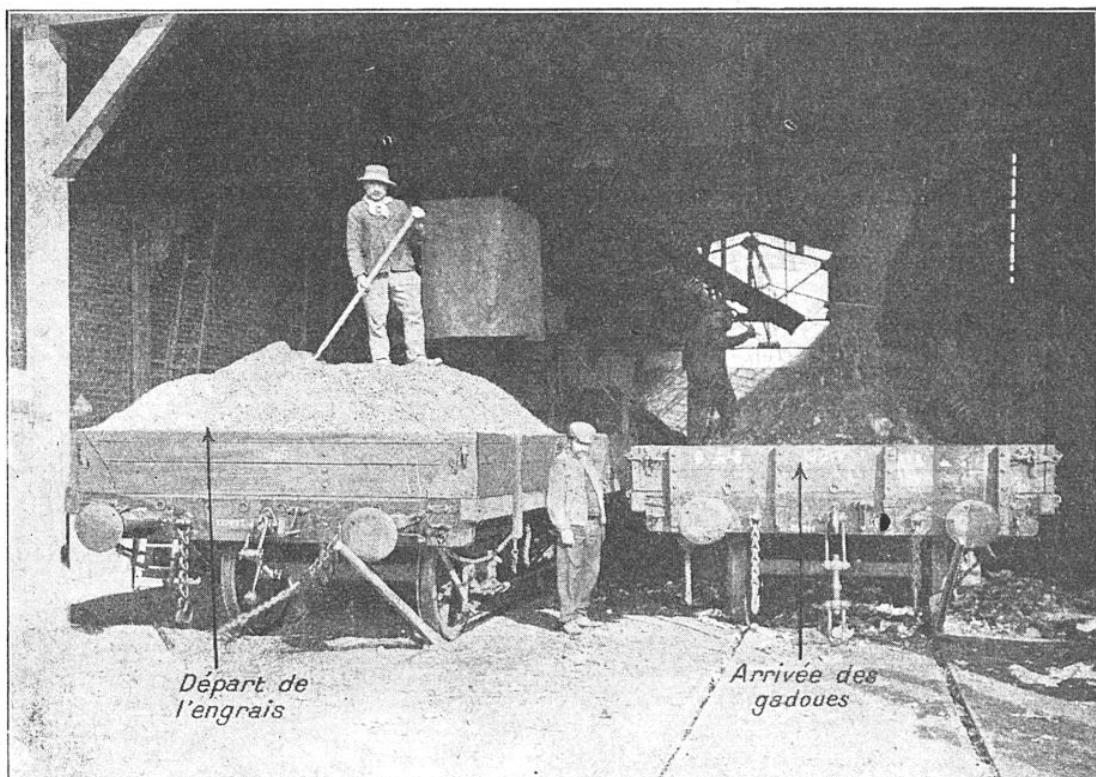
Fort heureusement, tout permet d'espé-

rer que cette situation de fait, légèrement anachronique, sera de courte durée et que, d'ici quelques années, le seul traitement des gadoues sera l'incinération.

Comment s'enlèvent les ordures ménagères

Prenons maintenant l'ordure ménagère, dès l'instant où commence sa collecte, et

rejetées sur les trottoirs, où les chiffonniers les viennent querir pour les replacer dans les immeubles. C'est entre 6 h 30 et 8 h 30 qu'a lieu l'opération de vidange. Chaque auto-tombereau dessert, en moyenne, 130 immeubles, recueillant environ le contenu de 150 poubelles. Les itinéraires sont soigneusement conformes à un plan préétabli, plan visant à obtenir le maximum de régularité



CE CLICHE EST SYMBOLIQUE PAR LE RAPPROCHEMENT QU'IL OFFRE : D'UNE PART, L'ARRIVÉE DE L'ORDURE, TELLE QU'ELLE EST RECUÉILLIE DANS LES POUBELLES ; DE L'AUTRE, LE DÉPART DE L'ENGRAIS, TEL QUE LE LAISSE LE BROYAGE

suivons-la sans désemparer à travers toutes ses pérégrinations et transformations.

Dès le matin, 6 h 30, les ordures ménagères sont évacuées des immeubles par des travailleurs volontaires, les chiffonniers, lesquels reçoivent, en compensation de ces menus services, le droit de crocheter tout à leur aise dans les poubelles en attendant le passage du tombereau. Soigneusement alignées le long du trottoir, les poubelles réglementaires, en exécution de l'arrêté préfectoral du 7 mars 1884 — d'une capacité de 25, 50 ou 75 litres — sont enlevées une à une, vidées dans les tombereaux et

dans la marche des auto-tombereaux et leur permettant de se donner des rendez-vous concentrés, tant au départ pour la collecte qu'à l'arrivée à l'usine de traitement.

Quatre usines reçoivent l'apport total des ordures ménagères de Paris et des vingt communes de banlieue voisines des usines. Celles-ci présentent, à leur entrée, un schéma quasi identique des voies d'accès. Une large esplanade borde l'usine sur une de ses faces, laquelle présente une ou deux fosses larges d'une dizaine de mètres et longues d'une soixantaine. Au bord de cette ou de ces fosses, viennent s'acculer les autos-tombe-

reaux. Ceux-ci déclenchent alors leurs bennes basculantes et projettent dans la fosse leur chargement de gadoues.

Voilà donc les ordures ménagères projetées en « vrac ». Elles s'accumulent par masses variant de 400 à 3.000 mètres cubes, selon les diverses usines, les plus perfectionnées marquant naturellement des capacités maxima.

La première phase d'utilisation

Transport et tri constituent la première phase du traitement d'utilisation des ordures ménagères. Au départ, le transport s'effectue selon deux méthodes, soit qu'il s'agisse d'usines dont les installations sont antérieures à 1922, ou, au contraire, d'usines dont les installations sont postérieures. Dans les premières, un transporteur inférieur happe littéralement les ordures qu'il conduit tout au long de son tapis roulant. A un certain point de sa course, celui-ci est coupé d'un séparateur magnétique qui retire tous les déchets métalliques magnétiques de sa masse véhiculée.

Dans les secondes, la prise des ordures s'effectue par une benne circulant le long d'un transporteur aérien, mode d'évacuation infinité plus pratique en ce qu'il sacrifie moins de superficie et moins de main-d'œuvre.

A l'heure actuelle, les quatre usines de traitement des ordures ménagères pour la

région parisienne disposent de six fosses, avec transporteurs inférieurs, et de douze ponts roulants, avec bennes prenantes, représentant une capacité totale d'évacuation de 770 mètres cubes de gadoue, soit environ 3.607 tonnes.

La séparation magnétique opérée, les gadoues transportées sur tapis roulant sans fin, gagnent, soit les installations de broyage ou de criblage pour celles d'entre elles qui seront transformées en engrais, soit les fours pour celles qui seront incinérées.

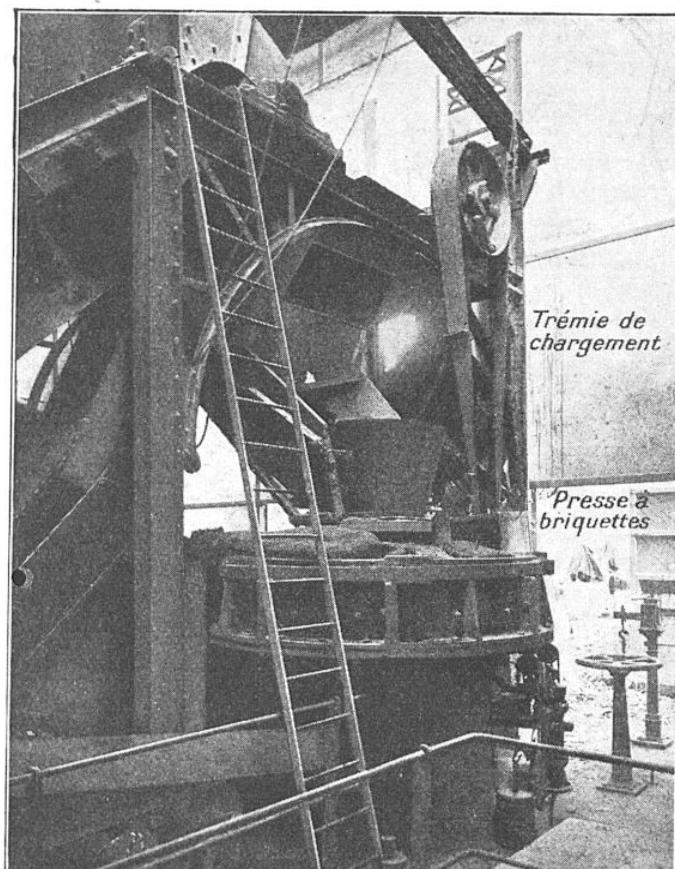
Le criblage et le broyage

Les opérations de criblage et de broyage des ordures ménagères ne mettant en œuvre que des moyens mécaniques et ne comportant à aucun titre de novations techniques appréciables, nous ne nous appesantirons pas sur elles.

Leur ordre de succession est le suivant : broyage, puis passage aux cribles dégrossisseurs et, en-

fin, opérations de finition aux cribles fins, pour l'obtention des gadoues en poudre. Seule, une différence de diamètre au tamis distingue les deux types de cribles.

Les usines de traitement comportent six broyeurs représentant une puissance de production de 120 tonnes de gadoues broyées par heure, et quinze cribles, tant fins que dégrossisseurs, figurant une capacité de production de 410 tonnes à l'heure. Soit de quoi



UNE PRESSE POUR LA FABRICATION DE BRIQUETTES A BATIR AVEC DU MACHEFER, RESIDU DE LA CARBONISATION DES GADOUES

Après broyage et mise en pâte, la presse hydraulique paraît la fabrication de ces briquettes, dont l'industrie de la construction fait une forte consommation.

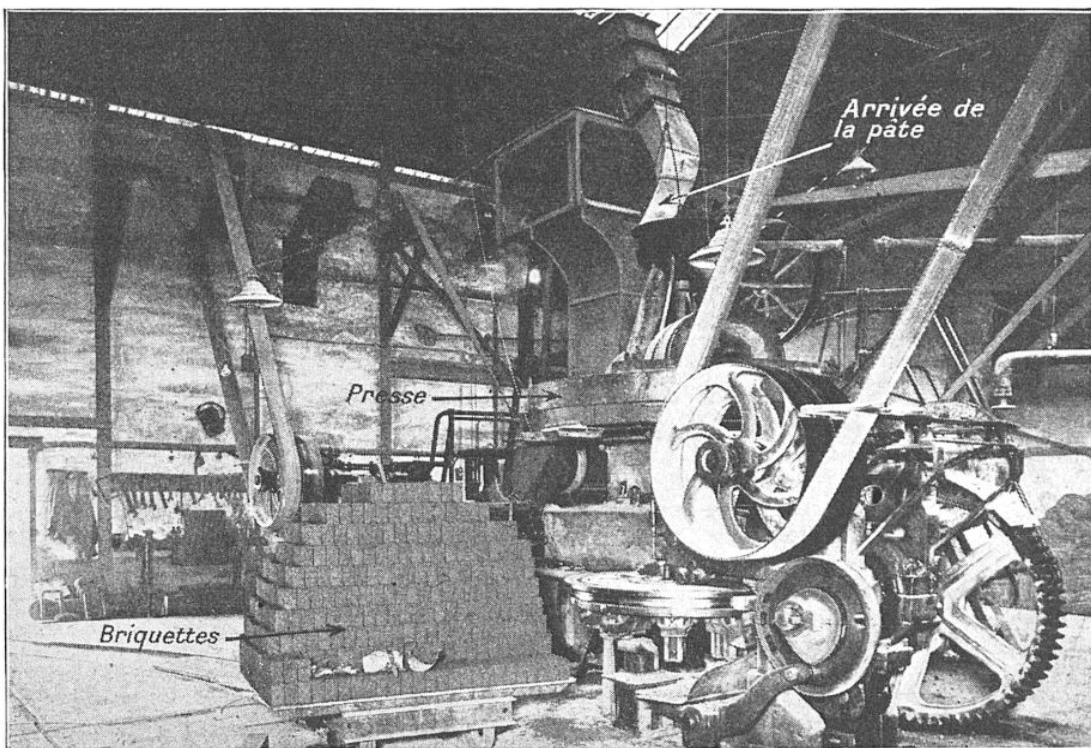
broyer et pulvériser la totalité des gadoues parisiennes.

L'incinération

Circulant sur transporteurs souples, les gadoues destinées à l'incinération parviennent dans une immense salle où les attendent des wagonnets. Ces wagonnets forment une chaîne sans fin, et chacun passant sous une cuvette du transporteur reçoit son charge-

à redouter dans la charge. Celle-ci s'opère en vertu d'un véritable automatisme.

Projetée dans le four, la masse de gadoues n'atteint pas immédiatement la chambre de combustion, mais passe d'abord au sécheur. Celui-ci, alimenté par les fumées et les gaz résiduaires, absorbe l'humidité de la gadoue, sans provoquer de déperdition de chaleur utile. Le séchage opéré, la gadoue atteint ensuite la chambre de combustion,



CETTE PHOTOGRAPHIE D'UNE PRESSE A FABRIQUER LES BRIQUETTES COMPLÈTE LA PRÉCÉDENTE. ELLE SYNTHÉTISE, EN QUELQUE SORTE, LES OPÉRATIONS DE FABRICATION : ARRIVÉE DE LA PATE, PRESSE, AMAS DE BRIQUETTES, QU'IL NE RESTE PLUS QU'A PASSER AU SÉCHOIR

ment de gadoues. Le mouvement, réglé électriquement, ne nécessite que l'intervention d'un mécanicien.

La salle de chargement affectant la forme d'un rectangle, le remplissage du wagonnet se fait sur un des grands côtés du rectangle. Sur l'autre s'opère la charge des fours.

Ceux-ci présentent, à hauteur des wagonnets, un orifice de chargement. A leur passage devant ces orifices, les wagonnets basculent sur l'intervention d'un déclic appropriant les wagonnets à des fours déterminés.

Aucune solution de continuité n'est donc

où elle brûle sans l'intervention d'aucun combustible étranger.

Nous avons dit que, seule, l'apparition des fours avec sécheurs avait permis cette auto-incinération. Ces fours sont de plusieurs types. Avec sagesse et prudence, l'exploitation du traitement des ordures ménagères a successivement mis à l'essai ces types. Finalement, elle en a retenu deux principaux : les fours Brichot et les fours Boussange. Ces fours, divisés en cellules, permettent, pour chaque cellule, l'incinération d'une tonne de gadoue par heure. Actuellement, les installations comptent soixante-dix-huit cel-

lules Boussange et quarante-deux cellules Brichot. Ajoutons encore trente autres cellules de différents modèles.

Produite par la combustion, la vapeur se rend dans des chambres de vapeur, chaudière Nielausse pour la majorité. A Issy-les-Moulineaux, usine la plus moderne, les cent cinquante cellules d'incinération étant susceptibles d'incinérer 128 tonnes de gadoue à l'heure, les différentes chaudières donnent une production de 234.000 kilogrammes de vapeur à l'heure.

A ce point d'évolution, l'opération transformatrice peut être considérée comme virtuellement terminée. Les chaudières desservent directement des turbo-alternateurs et ces 234.000 kilogrammes de vapeur-heure produisent 47.350 kilowatts, vendus aux sociétés électriques de distribution.

L'ordure ménagère, extraite des pou belles à 6 h. 30 du matin, a ainsi fourni, en deux ou trois heures, de l'énergie électrique.

Des mâchefers aux briques à bâtir

Mais il reste aussi des blocs de mâchefer, extraits en grands pains rougeoyants de la guéule des fours.

Chaque kilogramme de gadoue incinérée donne en moyenne 40 grammes de mâchefer. A l'heure présente, sur les proportions indiquées, les quatre usines de traitement incinèrent environ 500.000 tonnes de gadoues, restituant approximativement 20.000 tonnes de mâchefer.

¶ "Ce mâchefer, les usines l'utilisent ou ne peut plus rationnellement. Elles en font des briques de construction.

Au sortir des fours, le mâchefer est enlevé par ponts roulants et conduit à l'extérieur de l'usine pour refroidissement. Celui-ci acquis, le mâchefer est ensuite acheminé vers des broyeurs à mâchoires ou des broyeurs à cames, qui le restituent à l'état granulé. Après quoi, selon la formule classique, il est mué en briques, subissant les passages de l'extincteur, puis de la presse et, enfin, de l'autoclave.

La production de briques atteint, pour les quatre usines de traitement, 32.000 briques à l'heure.

Ainsi donc, la science moderne permet, même vis-à-vis des déchets de la classe la plus basse, une utilisation aussi poussée que possible. A cet égard, le traitement des ordures ménagères peut être considéré comme le traitement type. Entre la fosse de réception des gadoues et la chambre lumineuse et classique des turbo-alternateurs, il n'y a que l'intervention d'un four de

combustion. Entre le mâchefer résiduaire et la brique de construction, il n'y a qu'une gamme d'opérations classiques. Quoi de plus simple et qui prête moins au développement scientifique ! Mais aussi quoi de plus perfectionné, de plus poussé dans la finition !

Pour preuve, nous ne saisissons qu'un dernier détail, proprement symbolique.

Au-dessus de l'usine de traitement d'Issy-les-Moulineaux, la couronnant en quelque sorte, s'élève une grande cheminée. Dans ce coin de banlieue où abondent les usines, usines d'automobiles ou de parfumerie, cette cheminée fait partie du décor.

Mais, par contre, ce qui surprend jusqu'à l'étonnement, c'est la densité et la teinte de la fumée qu'elle rejette. Cette fumée est légère, soyeuse et blanche jusqu'à la pureté. Elle tranche sur les panaches énormes et colorés que vomissent les autres cheminées.

Miracle ? Nullement. Un simple épurateur d'eau au travers duquel la fumée passe avant d'être rejetée, et c'est tout. Mais pour qui songe que cette fumée provient de la combustion du contenu des boîtes à ordures, sa purification revêt une toute particulière valeur.

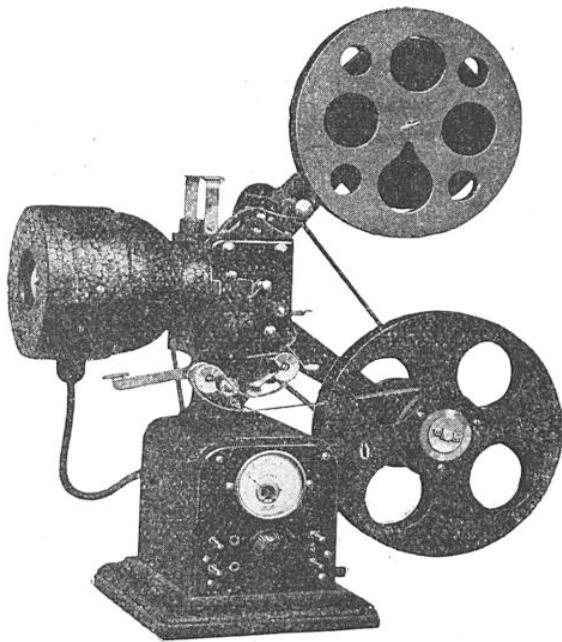
Ici donc, l'effort de la technique est un effort essentiellement pratique et économique au sens littéral du mot. La matière recueillie se transforme par ses propres moyens, sans mettre autre chose en œuvre qu'un outillage mécanique. Dans cette transformation, elle puise un coefficient de valeur nouvelle. Déchet sans signification au départ, elle est, à l'arrivée, force noble. Et elle l'est d'elle-même.

Enfin, ultime considération : là quantité, qui, avant l'inauguration de la technique nouvelle, était un obstacle sérieux à une utilisation rationnelle, devient, du fait de cette technique, une condition élémentaire d'emploi. La rentabilité s'inscrit en fonction du tonnage, et croît en même temps qu'il s'augmente.

Manifestement donc, l'homme tend de plus en plus, dans le domaine de cette science appliquée, qui est aussi celui de la vie, vers une économie de plus en plus saine et sévère. Connaissant la valeur absolue de toutes choses, il en apprécie la valeur relative, en quelque sorte humaine. Parce que rien ne se crée, il se refuse à admettre que quelque chose se perde. Rejoignant la philosophie nietzschienne, il tend vers l'éternel retour, vers le cycle transformateur complet qui unit les pôles les plus opposés, fait sourdre la vie de la mort et jaillir l'énergie active de la masse inerte.

R. CHENEVIER.

LE NOUVEAU CINÉ-PROJECTEUR



Filo

Brevets MAURICE COUADE

Le seul appareil

qui réunisse les qualités suivantes :

Utilisation des deux filmathèques Kodak (film de 16 $\frac{m}{m}$) et Pathé-Baby (film de 9 $\frac{m}{m}$ 5).

Luminosité incomparable, grâce à sa lampe spéciale et à son condensateur de rendement élevé.

Qualité de la projection : fixité parfaite même aux grandes allures. Relief remarquable. Aucun scintillement même à la vitesse réduite de 8 images par seconde.

Arrêt automatique des titres encochés et arrêt du film à volonté sur n'importe quelle image.

Réduction de l'usure du film grâce à un débiteur à adhérence qui diminue l'effort des griffes et à l'emploi d'une griffe double pour le format de 9 $\frac{m}{m}$ 5 et quadruple pour le format de 16 $\frac{m}{m}$.

Orientabilité du projecteur sur son socle, permettant la projection à toute hauteur, même au plafond.

Très grande facilité de maniement. — Mécanique robuste et de longue durée. — Interchangeabilité rigoureuse de toutes les pièces.

PRIX : Appareil complet pour courant de 110 ou 220 volts en ordre de marche, avec écrin mallette et tous accessoires. **1.850 fr.**

DÉMONSTRATION ET DOCUMENTATION

FILO, 19, rue Ybry, NEUILLY-SUR-SEINE
Fabrication des Établissements RESTOR

un cric perfectionné Le "Crabe"

Le cric "Crabe" GERGOVIA supprime la corvée de mise en place des crics.

On le "roule" au jugé sous l'essieu, sans se baisser, grâce à sa longue clé à double manivelle.

Dès le début de la levée, le "Crabe" s'axe de lui-même sur l'essieu et le mord de ses deux chiens basculeurs comme le ferait un étau. Le "Crabe" allie donc la docilité de manœuvre à la sécurité de levage.

Pour tous châssis normaux ou surbaissés des voitures de tourisme.

Breveté S.G.D.G.

Force :

1.500 kgs

Prix :

145 francs



ACCESSOIRES DE QUALITE

GERGOVIA

Etablissements H. PINGEOT - Clermont-Ferrand
Dépôt à PARIS, 31, rue Brunel

LA VITESSE DES TRAINS PROGRESSE-T-ELLE ?

Par Léon PONDEVEAUX

Les moyens de locomotion les plus modernes, tels que l'automobile, l'avion, réalisant des vitesses de plus en plus grandes, il va de soi que la traction ferroviaire doit évoluer dans le même sens, si elle ne veut pas perdre progressivement et rapidement les avantages que lui avait accordés un monopole de fait depuis cinquante ans. Où en sommes-nous donc dans ce domaine des chemins de fer, au point de vue de la vitesse ? Pour répondre à cette question, nous examinerons dans cet article quels sont, comparativement, les résultats obtenus sur les réseaux français et les réseaux étrangers.

Voici les trajets effectués à 90 kilomètres à l'heure

Il s'en faut de beaucoup que l'accélération des trains soit, comme on pourrait s'y attendre, en relation directe avec l'état de développement industriel des divers pays. Il est à noter, par exemple, qu'on ne trouve, sur le réseau allemand, que deux parcours de trains rapides effectués à la vitesse moyenne de 90 kilomètres à l'heure, qui représente la limite inférieure des trains véritablement accélérés ; qu'on n'en compte que quatre sur le réseau italien, en dépit des efforts considérables qui y ont été faits dans ces dernières années ; que les chemins de fer belges n'en ont qu'un, et qu'on n'en trouve aucun sur le réseau suisse, qui a été remarquablement amélioré par l'emploi étendu de la traction électrique. En fait, les parcours de cette catégorie sont presque exclusivement localisés dans quatre pays, qui ont su au mieux résoudre les problèmes complexes de l'exploitation à grande vitesse des réseaux de chemins de fer.

L'Amérique du Nord présente, dans cette compétition, 125 parcours, dont 21 pour le Canada et 104 pour les États-Unis. Le réseau de la Grande-Bretagne, dix fois moindre en étendue que celui des États-Unis, mais remarquable à tous égards, apporte un appont relativement très supérieur avec 95 parcours.

La France vient en tête de toutes les nations avec 110 parcours, dont 11 sont effectués par le réseau d'Alsace et de Lorraine, 23 par l'Est et 58 par le Nord, qui détient ainsi à lui seul 17,2 % des 337 parcours effectués à 90 kilomètres à l'heure sur l'ensemble des réseaux du monde.

A 95 kilomètres à l'heure

Au niveau de 95 kilomètres à l'heure, qui représente une accélération beaucoup plus

marquée, on a 64 parcours pour le continent américain. La Grande-Bretagne en compte, de son côté, 18. La France parvient au chiffre de 27, dont un pour l'Orléans, 5 pour l'Est, 21 pour le Nord. Les chiffres donnent ici la supériorité à l'Amérique, mais il faut noter que sur ses 64 parcours, 43 s'appliquent à des étapes très réduites en étendue, de moins de 50 kilomètres. Si l'on considère l'ensemble des distances parcourues journalièrement dans le monde entier, à la moyenne de 95 kilomètres à l'heure et au delà, on trouve un total de 11.152 km 900, dans lequel les réseaux américains ne comptent que pour 4.058 km 800 et les réseaux britanniques pour 2.063 km 500. Le réseau français du Nord, à lui seul, a 3.794 km 300 ; 34 % de l'ensemble et les réseaux français réunis atteignent 5.030 km 500, 45,1 % de l'ensemble. Ici, de même, leur supériorité est manifeste, et plus encore celle du Nord avec son réseau exigu de 3.800 kilomètres.

Au-dessus de 100 kilomètres à l'heure

A la limite de 100 kilomètres à l'heure, qui correspond à des parcours exceptionnellement rapides, on n'en trouve plus que 12 pour le monde entier, dont 6 pour les Etats-Unis : Absecon-Egg Harbor (17 km 200 en 10 minutes dans les deux sens, soit une moyenne de 103 km 200 à l'heure) pour la Pennsylvania Rail Road ; West Trenton-Jenkintown (35 km 400 en 21 minutes, moyenne 101 km 100 à l'heure), et Atlantic City-Hammonton (45 km 100 en 27 minutes, moyenne 100 km 200 à l'heure) pour le Reading Railway ; Galion-Linndale (118 km 800 en 1 h 11, moyenne 100 km 400 à l'heure) et Syracuse-Utica (85 km en 51 minutes, moyenne 100 km à l'heure) pour les New-York Central Lines.

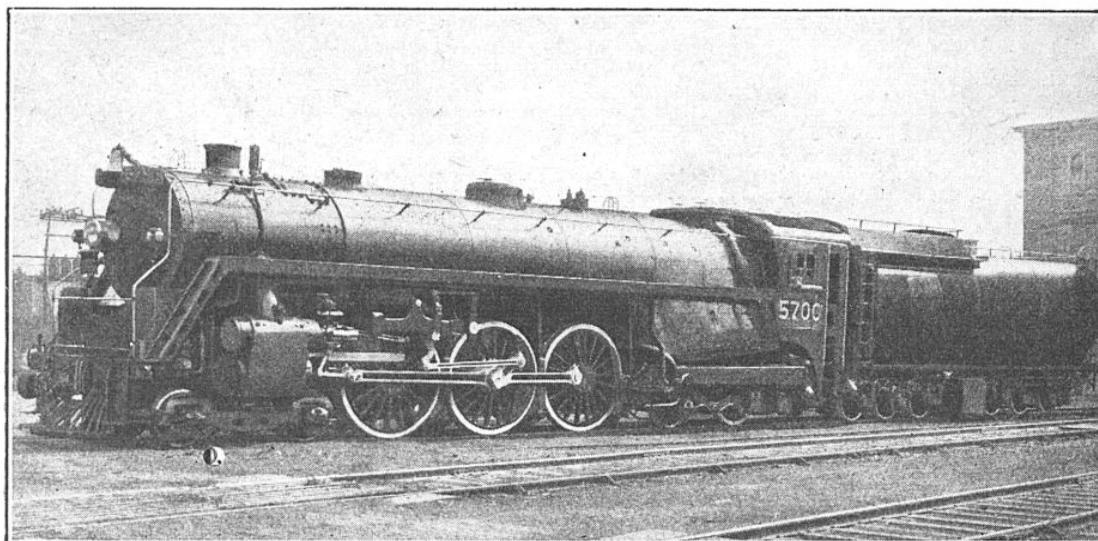
Les quatre premiers parcours sont de trop faible étendue pour prétendre à établir de

véritables records, d'autant que leur courte durée ne peut manquer de rendre particulièrement difficile la stricte observation de l'horaire. Pour les deux autres, la vitesse moyenne n'atteint qu'à peine 100 km à l'heure.

Un septième parcours appartient aux Canadian National Railways. Le train « Inter-City Limited » Chicago-Montréal de ce réseau, couvre en 54 minutes la distance de 93 km 200 qui sépare Brockville de Cornwall, à la moyenne horaire de 103 km 600. Ce

Falls parcourus en 1 h 50. Cette remarquable performance est encore dépassée par celle du « Royal York », qui fait le même parcours en sens inverse, à la moyenne de 110 km 800, qui établissait récemment encore le record mondial. Le tonnage des trains est d'environ 750 tonnes. Ils sont remorqués par des locomotives des séries 2.800 et 3.100.

Pour si rapides qu'elles soient, ces locomotives ne semblent pas pouvoir atteindre les vitesses qui sont réalisables avec les



LOCOMOTIVE AMÉRICAINE DES CANADIAN NATIONAL RAILWAYS (5.700 « HUDSON »)

Cette locomotive, construite pour des voies de 1 m 44, comme les voies françaises et anglaises, a trois essieux moteurs, le diamètre des roues motrices atteignant 2 m 03. La capacité du tender est de 63 mètres cubes en eau et 20 t 3 en combustible. Le tonnage total de la locomotive et de son tender est voisin de 300 tonnes. Cette machine est capable de remorquer un train de 1.000 tonnes, à la vitesse de 128 kilomètres à l'heure.

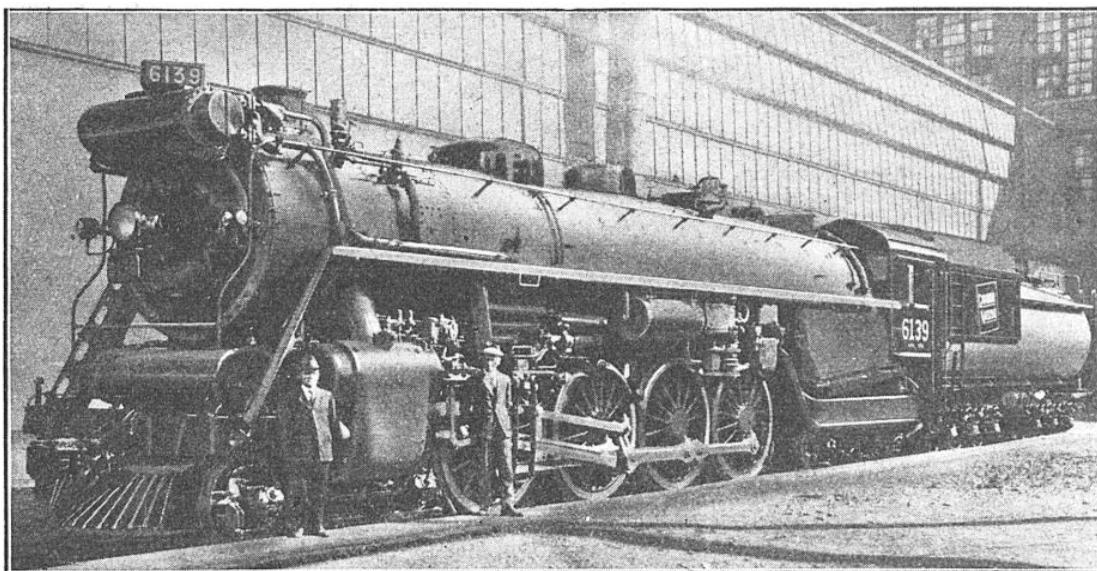
trajet ne comporte aucune courbe exceptionnelle, et les rampes n'y dépassent pas 5 %.

Les trains ont, d'ordinaire, deux fourgons à bagages de 63 t 4, deux voitures organisées pour le trajet de jour de 68 t 8, deux voitures-salons de 66 t 6, un wagon-restaurant de 79 t 3 et cinq voitures-lits de 77 t 9, au total douze véhicules pour un poids de 866 t 4. Ils sont remorqués par deux types de locomotives des séries 5.700 « Hudson » et 6.100 « Northern » (fig. ci-dessus).

Trois autres parcours extra-rapides appartiennent au Canadian Pacific Railway. La distance de 115 km 400, qui sépare Trenton d'Oshawa, est couverte en 1 h 8, à la moyenne de 101 km 800. Sur la même ligne, le train « Canadian » parvient à réaliser la vitesse horaire de 108 km 800 sur les 199 km 500 de l'étape Montréal West-Smith's

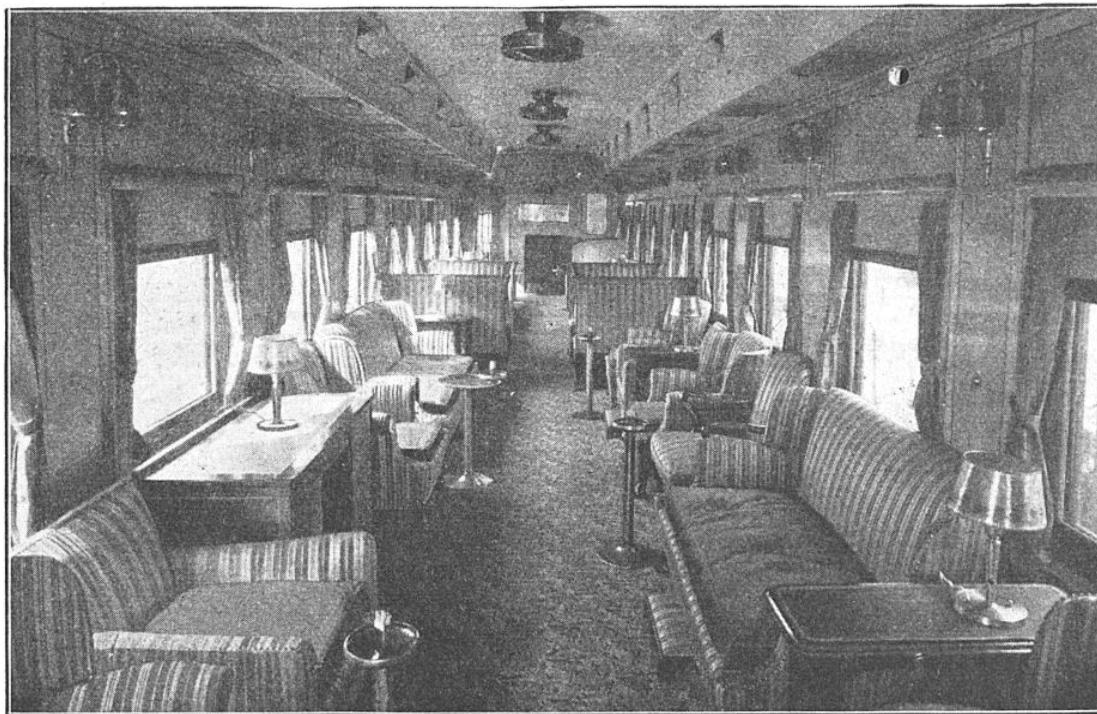
locomotives européennes, anglaises de la série « King », françaises du type « Super-Pacific Nord ». Mais leur puissance de traction et leur effort de démarrage sont assurément très supérieurs et ici l'autorisation donnée aux mécaniciens de prendre l'extrême vitesse possible joue pleinement sur une ligne pratiquement plane et beaucoup moins chargée que les grandes lignes rapides d'Europe. Une partie notable du parcours est effectuée à l'allure de 130 à 135 kilomètres à l'heure, et c'est à ces conditions particulièrement favorables que le Canadian Pacific Railway doit de réaliser des moyennes aussi remarquables.

Les deux autres parcours qui dépassent 100 kilomètres de moyenne sont faits par des trains européens. Le train anglais du Great Western Railway « Cheltenham Flier »



LOCOMOTIVE AMÉRICAINE DES CANADIAN NATIONAL RAILWAYS (6.100 « NORTHERN »)

Le diamètre des roues des quatre essieux moteurs est de 1 m 88. La capacité du tender en eau est de 51 m³ 300 et en combustible de 20 t 3. Le tonnage total de la locomotive et de son tender est de 293 t 5. Cette machine est capable de remorquer un train de 1.000 tonnes, à la vitesse de 145 kilomètres à l'heure.



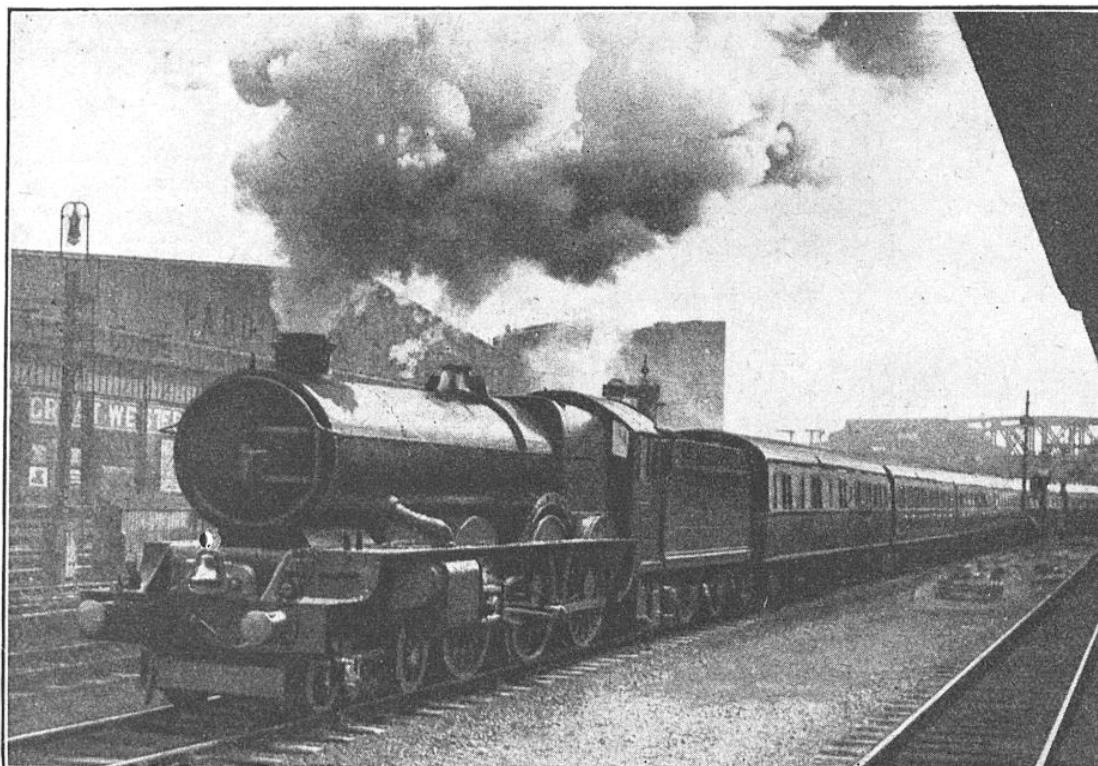
VOITURE-SALON AMÉRICAINE, REMARQUABLEMENT AMÉNAGÉE, DES CANADIAN NATIONAL RAILWAYS, DE 25 M 60 DE LONGUEUR ET PESANT 66 T 6

Le compartiment principal comporte 29 places assises ; il y a, en outre, 10 places dans le fumoir. La voiture contient encore une installation de coiffeur, un gymnase miniature et un bar.

effectue, depuis le 14 septembre 1931, le trajet Swindon-Londres (Paddington), à l'heure de 1 h 7 pour 124 km 375, à la moyenne de 111 km 300 à l'heure. La Grande-Bretagne vient ainsi de reprendre le record mondial détenu, pendant quelques mois par le Canadian Pacific Railway. Le Great Western Railway a, d'ailleurs, en maintes occasions, amélioré ce temps en

réduit, 260 à 280 tonnes. Il est remorqué par la locomotive du type « King », de tous points remarquable comme engin de vitesse (fig. ci-dessous).

Signalons que la Grande-Bretagne détient aussi le record des longs parcours sans arrêt. On y compte 19 étapes de plus de 300 kilomètres, parmi lesquelles Londres-Carlisle (481 km 300) effectuée en 5 h 50, par le train



LA LOCOMOTIVE ANGLAISE CLASSE « KING », DU GREAT WESTERN RAILWAY, QUI REMORQUE LE TRAIN LE PLUS RAPIDE DU MONDE

Le diamètre des roues des trois essieux moteurs atteint 1 m 98. La capacité du tender en eau est de 18 mètres cubes. Le tonnage de la locomotive et de son tender est d'environ 137 tonnes.

service courant et on a même enregistré 59 m 36 secondes, correspondant à près de 125 km 400 de moyenne. A l'heure normale, la vitesse atteint 135 kilomètres sur les 4 km 500 qui séparent Uffington de Challow. La ligne ne comporte aucune courbe nécessitant de ralentissement et n'a, d'autre part, aucune rampe sérieuse. De pareilles marches, sur une section très fréquentée, n'en constituent pas moins un magnifique résultat, dont nos voisins sont justement fiers.

Le tonnage du train, ordinairement composé de six voitures à voyageurs, est très

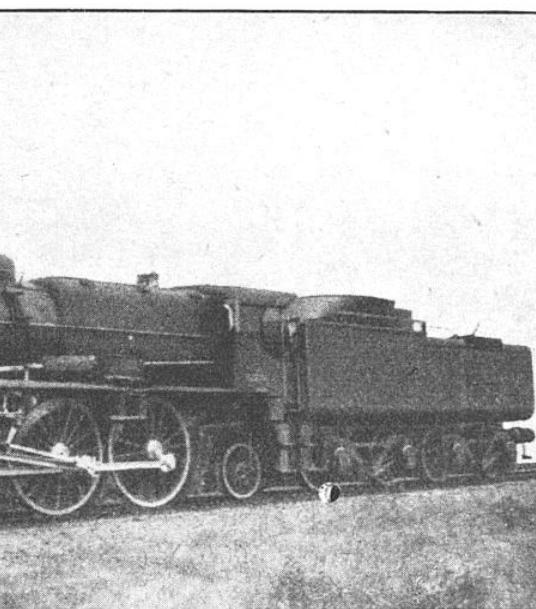
« Royal Scot » du London Midland Scottish Railway, à la moyenne de 82 km 500, et Londres-Edimbourg (631 km 900), effectué en 8 h 15, par le train « Flying Scotsman » du London and North Eastern Railway, avec approvisionnement d'eau par rigoles et changement d'équipe en cours de route, à la moyenne de 76 km 600.

Mais pour les fortes moyennes, sur de très longues distances, là encore le Great Western Railway reprend l'avantage, avec le parcours Londres-Torquay (321 km 300), effectué en 3 h 35, à la moyenne commerciale vraiment remarquable de 87 km 700.

La France n'a rien à envier aux réseaux étrangers

Pour la France, il faut porter au compte du réseau du Nord une accélération massive des trains rapides, qui lui confère de beaucoup le premier rang pour l'ensemble. Un tel réseau se devait d'entreprendre un effort exceptionnel en vue de la conquête du record de l'étape. Il n'y a pas failli. Le train 185 Paris-Berlin, qui comptait depuis long-

temps parmi les trains les plus rapides du monde, a, pour le service d'été 1931, réduit de quatre minutes la durée de son trajet Paris-Saint-Quentin et parvient, avec le temps de 1 h 28 pour 153 km 100, à la moyenne horaire de 104 km 340, sur une section qui est la plus chargée de France en trains de vitesse et comporte plusieurs courbes accentuées, mais bien aménagées, et une rampe de 5 millimètres longue de plus de 16 kilomètres, entre Pierrefitte et Survilliers. Il est à noter que ce temps est encore très loin de représenter le maximum possible. Le 22 mai 1931 notamment, il a été abaissé avec aisance de cinq minutes, à 1 h 23, correspondant à la moyenne de 110 km 600. Le jour où la limitation de la vitesse de marche à 120 kilomètres serait élevée ou



LOCOMOTIVE « SUPERPACIFIC », DU RÉSEAU DU NORD, SÉRIE 3.1251-3.1290

Le diamètre des roues des trois essieux moteurs est de 1 m 90. La capacité du tender en eau est de 37 mètres cubes et de 9 tonnes en combustible. Le tonnage total de la locomotive et de son tender est de 177 tonnes. Elle remorque notamment le train Paris-Saint-Quentin à plus de 104 km à l'heure de moyenne.

solidité exceptionnelle de ses voies, il serait en mesure d'entreprendre avec eux une lutte des plus sévères, qui aurait des chances sérieuses de se terminer à son avantage. Notons, dès maintenant, que le tonnage de son train 185 s'élève à 400 tonnes, quand celui du « Cheltenham Flier » ne dépasse pas 280.

Le train 185 est remorqué par une locomotive du type « Superpacific » ci-dessus. Le réseau du Nord est d'étendue trop restreinte pour pouvoir participer à la lutte pour les grands parcours. Il a, néanmoins, 26 étapes de plus de 200 kilomètres sans arrêt, et ses trains en pénétrant en Belgique, font Paris-Bruxelles (309 km 400) sans relais, à la moyenne horaire de 88 km 400, et faisaient, l'an dernier, Paris-Liège

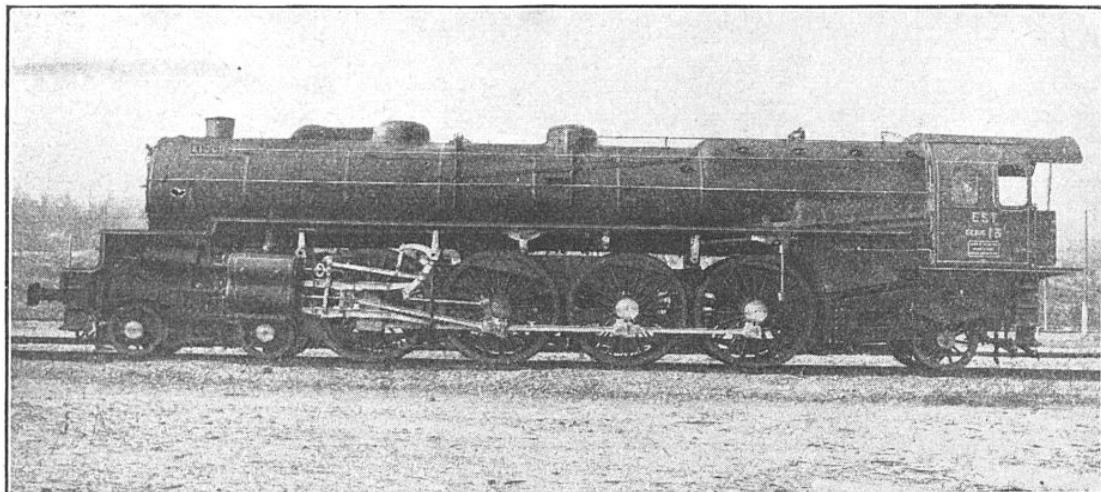
Le train 185 est remorqué par une locomotive du type « Superpacific » ci-dessus.

Le réseau du Nord est d'étendue trop restreinte pour pouvoir participer à la lutte pour les grands parcours. Il a, néanmoins, 26 étapes de plus de 200 kilomètres sans arrêt, et ses trains en pénétrant en Belgique, font Paris-Bruxelles (309 km 400) sans relais, à la moyenne horaire de 88 km 400, et faisaient, l'an dernier, Paris-Liège

(366 km 300), à la moyenne de 91 kilomètres, à l'occasion de l'Exposition. La plus longue étape intérieure est Paris-Calais (297 km 300).

Mais un autre réseau français, l'Est, a marché à pas de géant depuis quelques années dans la voie du progrès technique, et parvient à détenir de beaucoup le record du monde de la vitesse sur les longs par-

4 h 40, y compris un arrêt de cinq minutes à Troyes, à la vitesse horaire de 94 km 900, qui laisse loin derrière elle toutes les performances de cet ordre des réseaux anglais et américains. Pour donner la mesure des moyens dont dispose ce réseau, signalons que ce parcours a pu, récemment, pour rattraper un retard provenant du train suisse correspondant, être effectué en 4 h 8 minutes,



LOCOMOTIVE « 241.001 », DU RÉSEAU DE L'EST, A QUATRE ESSIEUX MOTEURS

Le diamètre des roues motrices est de 1 m 95. La capacité du tender, en eau, est de 35 m³ 600 ci en combustible de 9 tonnes. Le tonnage total de la locomotive et de son tender est de 187 t 6.

cours, compris entre 400 et 500 kilomètres. On faisait pour le service d'été 1931 en 5 h 35 le trajet Paris-Strasbourg de 503 kilomètres, par les voies de l'Est et du réseau d'Alsace et de Lorraine (moyenne horaire 90 km 100), avec un unique arrêt à Nancy. Sur l'Est seul, on fait Nancy-Paris (352 km 600) en 3 h 51 (91 km 600, y compris un arrêt de 6 minutes à Bar-le-Duc). Enfin, Belfort-Paris (442 km 700), qui comporte des rampes nombreuses et assez accusées, est couvert, par le train R4 (400 tonnes environ), en

à l'extraordinaire moyenne de 107 km 100. Voilà un record de marche qu'il ne sera pas aisés de reprendre sur pareille distance. Il est clair que le réseau de l'Est est un concurrent de tout premier ordre dans la lutte pour la vitesse et que sa magnifique organisation nous réserve encore d'autres exploits.

Les résultats obtenus sont dus, pour grande part, à la locomotive 241.001, la plus puissante des locomotives de vitesse françaises représentée ci-dessus.

LÉON PONDEVEAUX.



LE BARRAGE MODERNE CRÉE LA HOUILLE BLANCHE

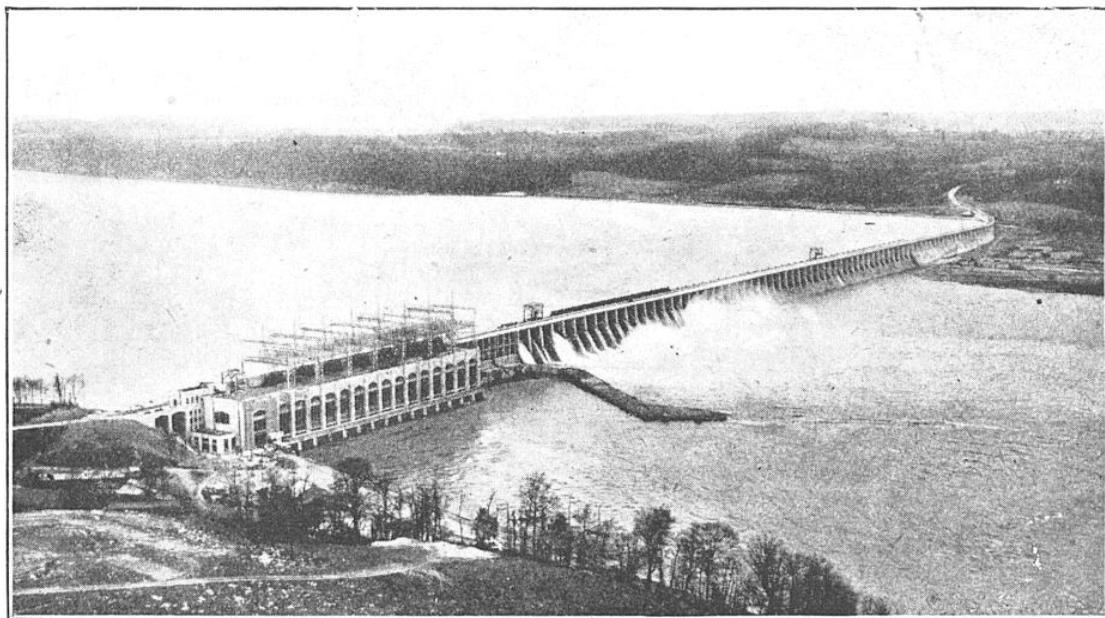
Par Jean MARCHAND

INGÉNIEUR I. E. G.

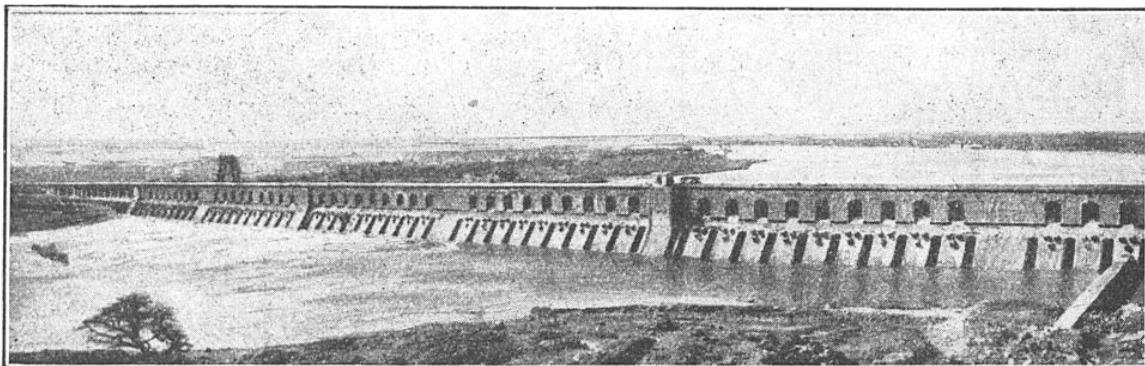
La captation de l'énergie hydraulique suppose toujours, à l'origine de l'installation, la présence d'un barrage. Mais, tandis que celui-ci peut être réduit à un simple mur lorsqu'il s'agit d'utiliser les eaux d'un torrent montagneux à faible débit, il prend, au contraire, une importance considérable quand il est édifié pour créer lui-même la hauteur de chute et la réserve d'eau nécessaires au fonctionnement des turbines. Il doit, dès lors, résister à l'énorme pression de l'eau qui s'accumule derrière lui. Les formes qu'il peut affecter sont multiples et dépendent surtout des conditions imposées par les circonstances de sa construction en se plaçant au point de vue technique et économique. Ainsi, depuis le barrage à enrochements, simple digue de rochers, jusqu'au barrage en voûtes multiples fractionnées, les barrages-poids (simples ou fractionnés), les barrages en voûte unique, ou en voûtes multiples, sont utilisés maintenant dans tous les pays du monde. Ainsi, les applications de la houille blanche ont nécessité une technique spéciale qui fait appel à la dynamique des fluides (turbines, déversoirs), à l'électrotechnique et aux données si complexes de la résistance des matériaux.

DEPUIS l'antique roue de moulin jusqu'à la turbine hydraulique moderne, les appareils qui mettent en œuvre la houille blanche utilisent l'énergie cinétique de l'eau tombant d'une certaine hau-

teur. Mais cette énergie, pour être recueillie, nécessite toujours un certain nombre de travaux, à l'origine desquels se trouve le barrage. Réduit à sa plus simple expression lorsqu'il s'agit de capter l'eau d'un torrent



VUE GÉNÉRALE DU BARRAGE DE CONOWINGO, SUR LE SUSQUEHANNA (ÉTAT DE NEW YORK), QUI MESURE 1.450 MÈTRES DE LONG ET FORME UN LAC ARTIFICIEL DE 23 KILOMÈTRES DE LONG
A gauche, la centrale hydroélectrique de 440.000 kilowatts, qui utilise les eaux du fleuve ainsi retenues.



SUR LE NIL BLEU, A SENNAR (ÉGYPTE), A ÉTÉ ÉTABLI LE PLUS LONG BARRAGE DU
Sa partie centrale, de 606 mètres de long, est constituée par des contreforts entre lesquels sont disposées
formé de deux digues en terre mesurant

montagneux dont on veut profiter de la grande pente (hautes chutes, faible débit), il prend, au contraire, l'aspect le plus imposant quand il a la charge de créer par lui-même la chute d'eau qui alimentera les turbines.

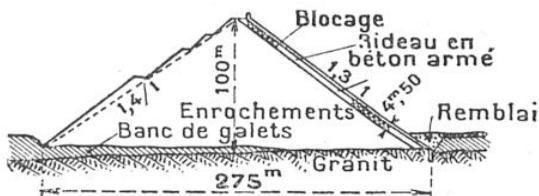
Le barrage ne trouve cependant pas son origine dans l'emploi de la houille blanche comme source d'énergie. Il fut, tout d'abord, destiné, en effet, à retenir les eaux et à former un lac de dimensions variables, susceptible de pourvoir aux besoins en eau potable. Si nous rappelons ici cette origine, c'est parce que cette conception n'est pas encore abandonnée et que l'on établit toujours des barrages dont le seul but est d'assurer soit une réserve d'eau, soit l'irrigation de certaines régions, soit la régularisation du cours d'une rivière ou d'un fleuve. D'ailleurs, le barrage peut à la fois remplir ce rôle en même temps que celui, pour lequel il est généralement construit aujourd'hui, de réserve d'énergie.

Comment est constitué un barrage

Nous n'envisageons ici que les barrages destinés à retenir derrière eux une masse d'eau considérable, quel que soit le rôle qui lui sera dévolu. Un barrage est, en principe, un mur résistant, solidement ancré sur le sol. Il doit cependant permettre à l'eau de s'écouler ; aussi prévoit-on toujours, dans la construction de ces ouvrages d'art, des canaux de décharge ou des déversoirs. Si l'eau passait, en effet, par-dessus la crête du barrage, sa chute sur

le versant aval causerait rapidement la destruction de l'œuvre par les affouillements qui en résulteraient, si des précautions spéciales n'étaient pas prises.

L'assise du barrage, c'est évidemment le rocher de la vallée en travers de laquelle il est construit. Avant tout travail, il faut s'assurer que ce sol n'est pas fissuré, car les pressions verticales venant d'en bas nuiraient considérablement à la solidité. Si des fissures existent, on doit les combler et les rendre étanches. On ne saurait trop insister sur la nécessité d'étudier également minutieusement les fondations. Il faut, en outre, prévoir un système de drainage du barrage lui-même. Tels sont les principes généraux d'établissement de barrages.



TYPE DE BARRAGE A ENROCHEMENTS

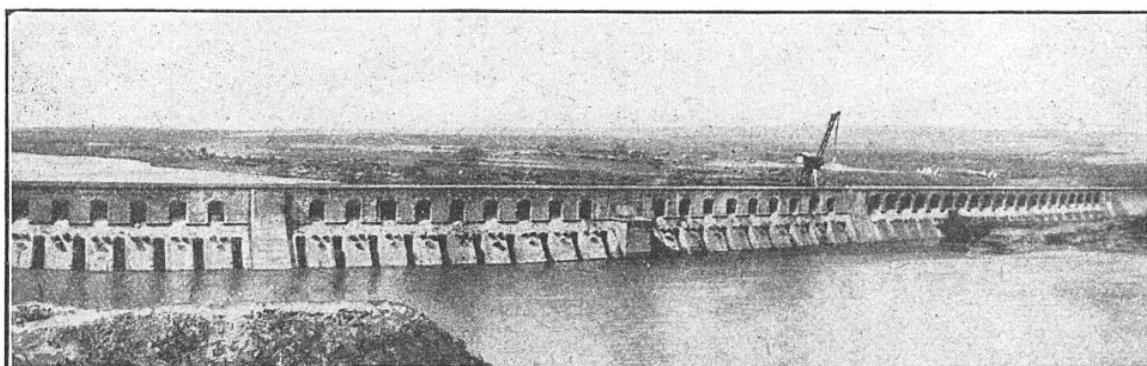
Le barrage, n'ayant aucune étanchéité par lui-même, est recouvert, vers l'amont, d'un rideau étanche en béton armé.

Les barrages affectent des formes diverses

I. Les barrages à enrochements

Elever une digue de terre au milieu du lit de la rivière fut, tout naturellement, la première idée qui présida à l'établissement d'un

barrage. Elle a donné naissance au barrage dit à *enrochements*, constitué par un amoncellement de rochers. Ne présentant par lui-même aucune étanchéité, ce genre de barrage doit être recouvert, vers l'amont, d'un rideau étanche. Un tel exemple de ce mode de construction nous est fourni par le barrage construit à Salt Springs, sur la rivière Mokelumm, en Californie (Etats-Unis). Cet ouvrage, qui mesure 396 mètres



MONDE, QUI ATTEINT 3.025 MÈTRES. IL EST DESTINÉ A RÉGULARISER LE COURS DU NIL
des vannes mobiles permettant de laisser passer les crues du fleuve. Aux deux extrémités, le barrage est
respectivement 585 mètres et 835 mètres.

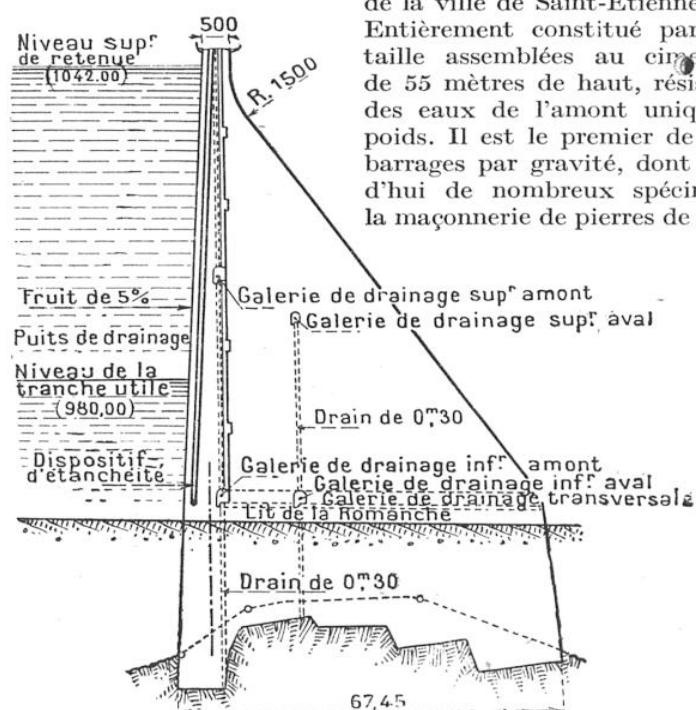
de long sur 100 mètres de haut, destiné à régulariser le débit du cours d'eau, en vue de la production de l'énergie, crée une retenue de 160 millions de mètres cubes d'eau (ce qui représente un cube de près de 550 mètres de côté). Implanté dans un site d'accès difficile, mais où l'extraction sur place d'une roche convenable était aisée, ce barrage n'a pas exigé moins de 2 millions 300.000 mètres cubes de rochers. Sa base mesure, en effet, 275 mètres d'épaisseur. Les rochers furent jetés pèle-mêle, lavés avec soin. Une fois la pente désirée obtenue, on établit, sur la face amont, un rideau articulé en béton armé qui assure l'étanchéité. Ce rideau est constitué par des panneaux de béton coulés sur place et dont les joints sont rendus étanches par des lames de cuivre noyées dans les panneaux et protégées par du car-

ton bitumé. Au pied du barrage, ce rideau s'enfonce à 4 m 50 de profondeur dans le sol pour éviter les affouillements.

II. Les barrages-poids

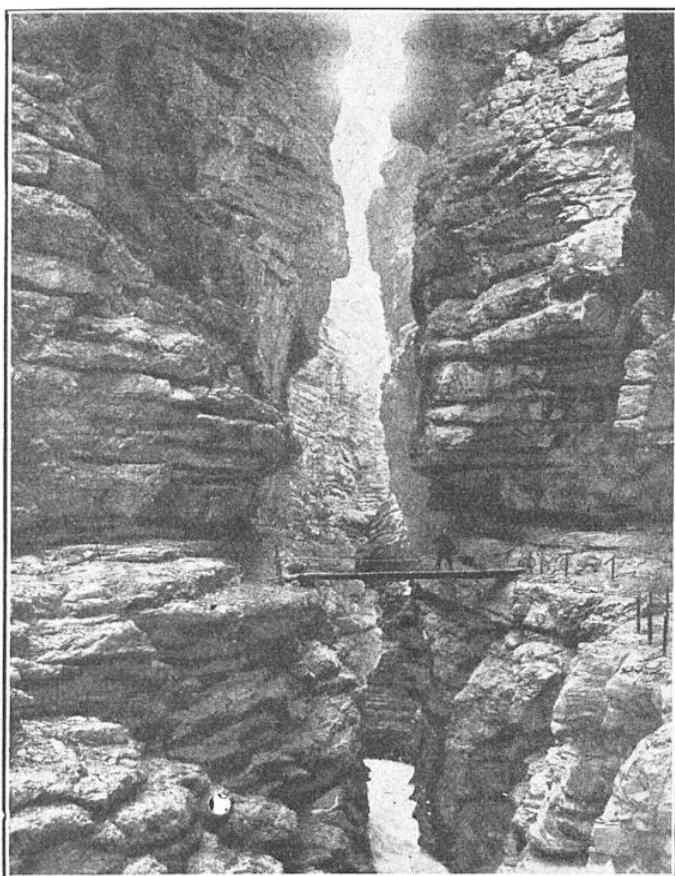
Le premier grand barrage construit en France fut celui du gouffre d'Enfer, établi sur le Furens, en 1855, pour l'alimentation de la ville de Saint-Etienne en eau potable. Entièrement constitué par des pierres de taille assemblées au ciment, ce barrage, de 55 mètres de haut, résiste à la pression des eaux de l'amont uniquement par son poids. Il est le premier de la catégorie des barrages par gravité, dont existent aujourd'hui de nombreux spécimens. Toutefois, la maçonnerie de pierres de taille a été abandonnée, et c'est au béton armé que l'on fait appel maintenant. C'est ainsi que se poursuit, en France, l'établissement du barrage du Sautet (Isère).

Son but est de régulariser le régime hydraulique du Drac et d'augmenter, par suite, le rendement des centrales électriques existant ou à construire à l'aval du barrage. Actuellement, la puis-



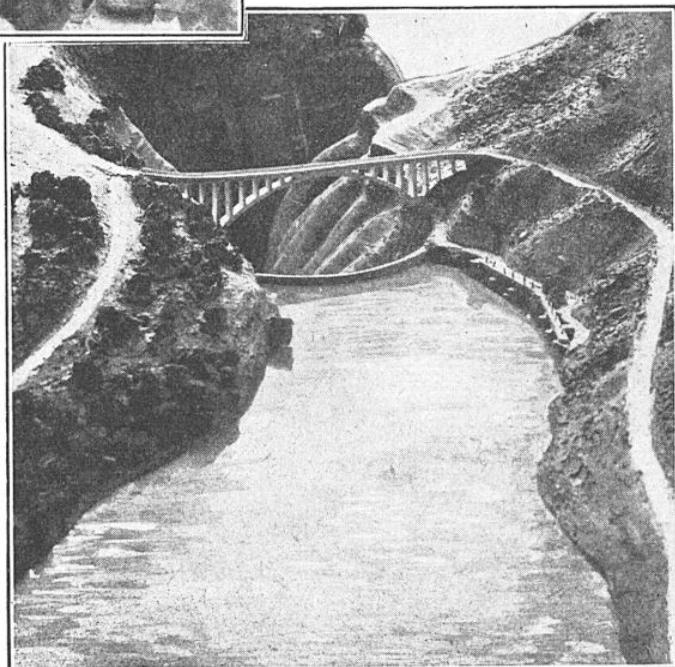
COUPE DU BARRAGE DU CHAMBON, SUR LA ROMANCHE,
TYPE DE BARRAGE-POIDS

On voit, sur cette coupe, les dispositifs de drainage qui ont été prévus pour éviter les pressions internes.



LE CAÑON TRÈS ENCAISSÉ DU SAUTET, SUR LE DRAC (ISÈRE), SE PRÊTE ADMIRABLEMENT A L'ÉTABLISSEMENT D'UN BARRAGE

sance des centrales établies sur la Romanche ou sur le Drac est de 90.000 ch. Mais le débit des cours d'eau de montagnes varie considérablement entre l'étiage d'hiver et la période estivale de la fonte des neiges. Les usines ne peuvent donc utiliser convenablement les eaux des torrents. Ou bien, trop faibles, elles laissent perdre une grande partie de l'eau ; ou bien celles qui sont prévues pour les débits maxima ne travaillent qu'à très faible charge en hiver, donc avec un mauvais rendement. Le barrage du Sautet, en créant une réserve d'eau de 130 millions de mètres cubes, régularisera ce débit. Par ailleurs, le barrage du Chambon sur la Romanche retiendra 50 millions de mètres cubes d'eau.

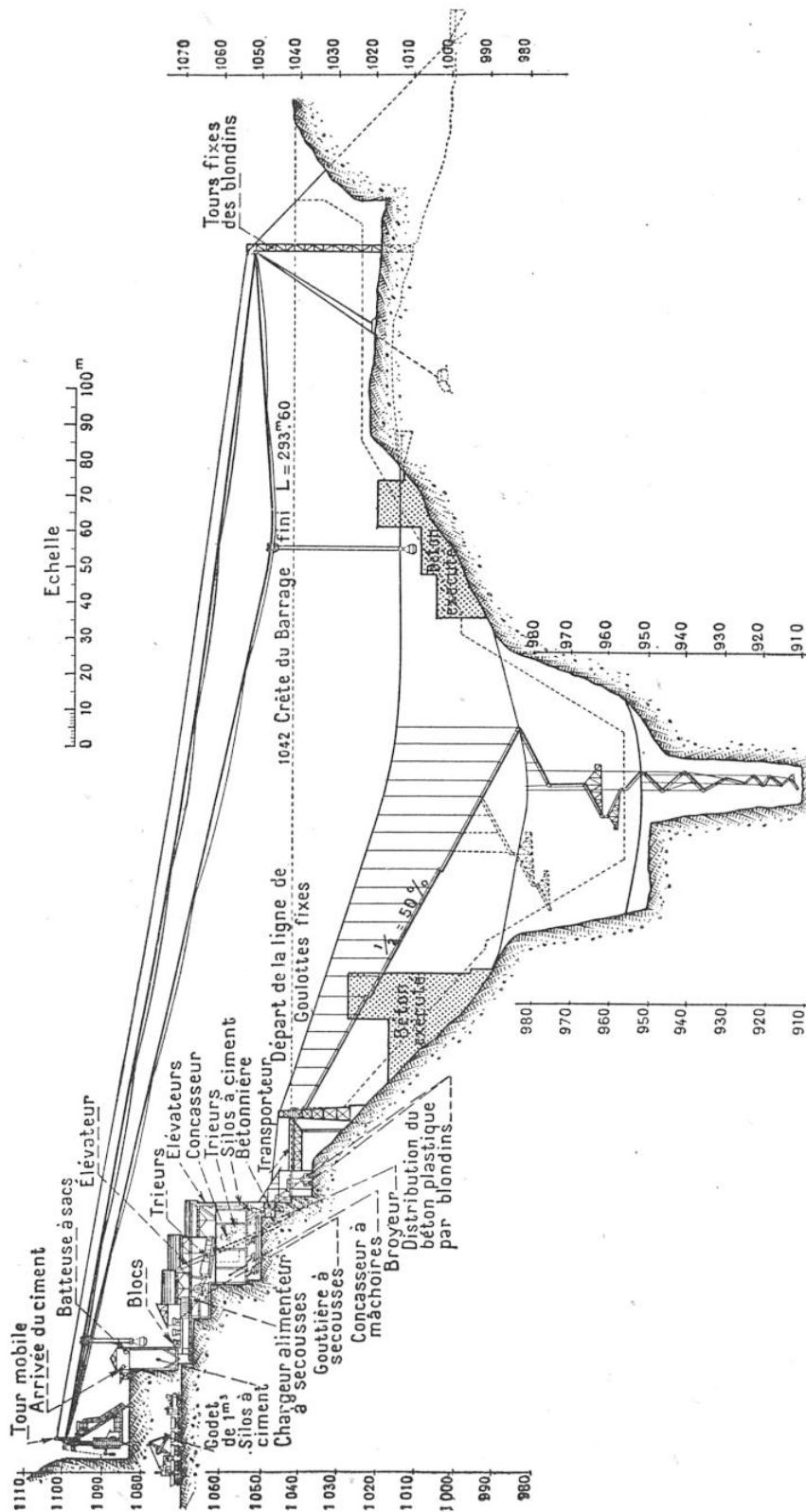


VOICI L'ASPECT QUE PRÉSENTERA LE CAÑON DU SAUTET, APRÈS LA CONSTRUCTION DU BARRAGE

De plus, la région de Grenoble sera mise ainsi à l'abri des inondations.

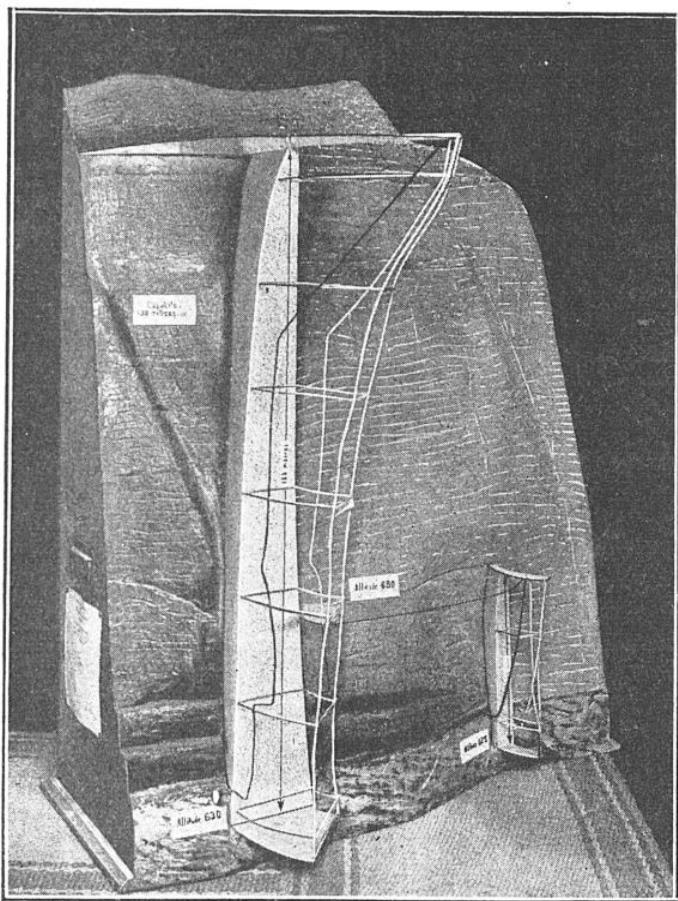
Le cañon du Drac offre, au confluent de la Souloise et du Drac, un emplacement unique pour l'établissement d'un barrage. D'une profondeur moyenne de 250 mètres, il se prête à la construction d'un tel ouvrage, de 125 mètres de haut, qui, à 50 mètres au-dessus du fond, n'aura que 7 mètres de large ; à 100 mètres, mesurera 35 mètres de large, et, enfin, à la crête, 65 mètres de large.

Toutefois, comme un barrage-poids exige une quantité énorme de matériaux pour résister à la pression des eaux, on a cherché à fractionner, en quelque sorte, cette pression par l'établissement de barrages successifs. Ainsi, tandis qu'en amont sera construit, au Sautet, un barrage de 125 mètres de haut, un autre barrage, de 45 mètres de haut, sera établi à l'aval, de sorte que la pression sur le premier sera équilibrée sur ces 45 mètres. Comme il est cependant calculé pour résister à la



ENSEMBLE DE LA DISTRIBUTION DU BÉTON POUR LA CONSTRUCTION DU BARRAGE DU CHAMBON, SUR LA ROMANCHE (ISÈRE)

Le barrage du Chambon, qui est du type « barrage-poids », est destiné à régulariser le cours de la Romanche, qui varie de 1 m³/900 par seconde en hiver à 50 mètres cubes par seconde en été, au moment de la fonte des neiges. La retenue d'eau de 56 millions de mètres cubes permettra aux centrales situées à l'aval de fonctionner sous une charge moins variable. On évalue à 70 millions de kilowatts-heure par an le gain d'énergie produite qui en résultera. Long de 293 m 60 à la crête, ce barrage, en béton de ciment avec incorporation de blocs, haut de 122 mètres, mesurant 68 mètres d'épaisseur à la base et 5 mètres d'épaisseur à la crête, nécessite 60.000 tonnes de ciment. L'impossibilité d'alimenter le chantier par camions, sur la route du Lautaret, sillonnée en été par de nombreux cars, a conduit les ingénieurs à établir un télécabine de Bourg-d'Oisans au Chambon (10 km 450). On voit, sur le dessin ci-dessus, comment le ciment, depuis son arrivée jusqu'à son utilisation sous forme de béton, est mélangé, dans des bétominières, aux blocs de pierre concassées et triées. Le béton est ensuite distribué sur le chantier, soit par bennes, soit par gouttoires qui permettent de parvenir jusqu'au fond de la vallée.



MAQUETTE DU DOUBLE BARRAGE-POIDS DU SAUTET

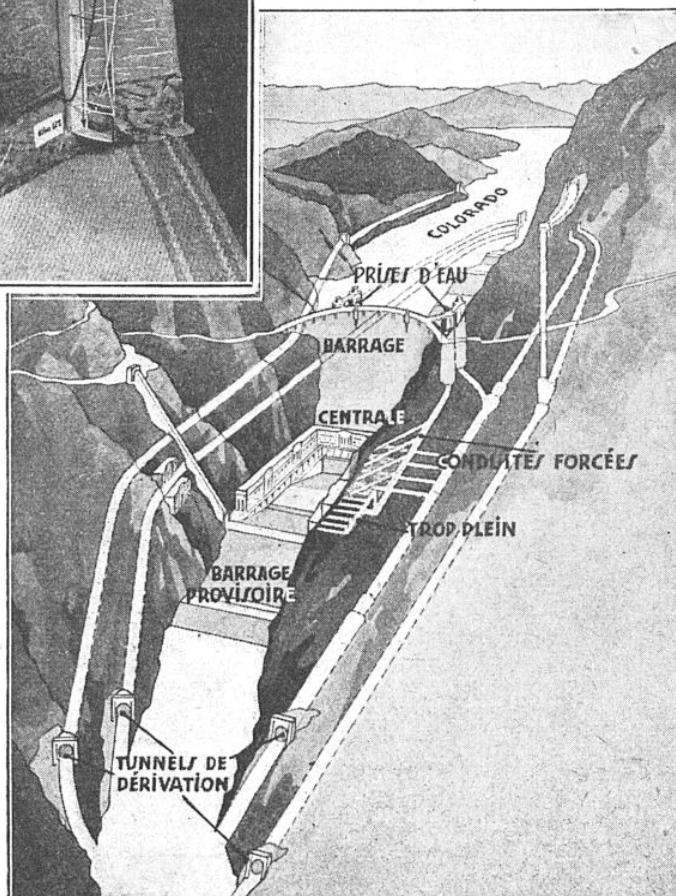
Le barrage du Sautet comportera deux barrages-poids, de façon à diminuer la charge supportée par le barrage amont.

pression totale, on voit que la marge de sécurité est grande.

III. Les barrages en voûtes

Dans le but de construire ces ouvrages importants avec le maximum d'économie, on a cherché à leur donner une forme qui, par elle-même, leur procure une résistance élevée. C'est ainsi que sont nés les barrages en voûtes. Dans ce domaine, il faut distinguer les barrages à *voûte unique*, résistant à la manière d'un cintre, et les barrages à *voûtes multiples*. Dans les premiers, la poussée de l'eau est transmise par la voûte couchée sur les appuis latéraux, de

même que le poids d'un pont est transmis, par ses voûtes, sur ses piles. Les barrages à voûtes multiples sont constitués par une série de cintres s'appuyant sur des contreforts. On peut ainsi arriver à une épaisseur très faible de ciment pour constituer les voûtes. Ainsi, le premier barrage de ce type, édifié en France, en 1919, sur la Sélune, à Ducey (Manche), près du mont Saint-Michel, l'épaisseur des voûtes, à la clef, varie de 0 m 16 à la base à 0 m 12 au sommet. La hauteur du barrage est de 15 mètres. Ces barrages sont très économiques, mais on doit particulièrement redouter l'attaque de l'armature métallique du ciment (mal protégée, à cause de la faible épaisseur) et, par suite, l'éclatement du



LE BARRAGE DU COLORADO (ÉTATS-UNIS) A LA FORME D'UNE VOUTE UNIQUE COUCHÉE SUR LE FLEUVE

ciment sous l'effet du foisonnement de la rouille. De plus, lorsqu'on installe l'usine dans les voûtes mêmes, il faut craindre que les vibrations produites par les machines ne détruisent la liaison des armatures et du ciment.

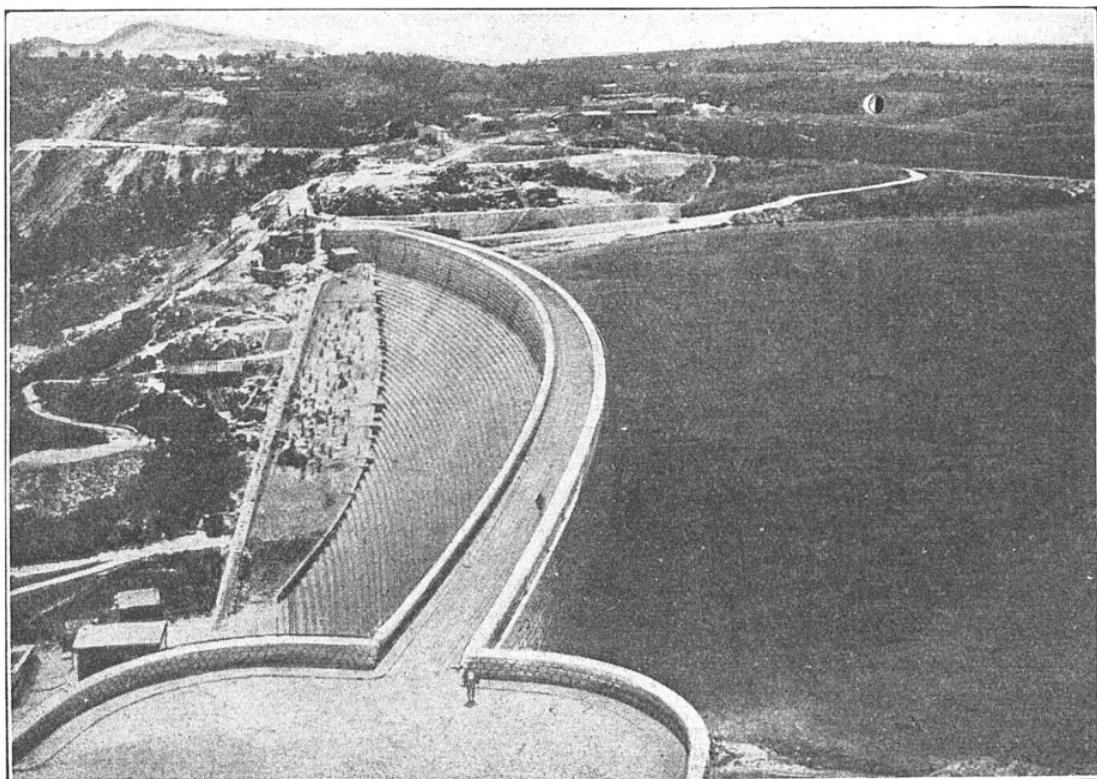
Le barrage Coolidge, situé dans l'Etat d'Arizona (Etats-Unis), est un exemple caractéristique de barrage à voûtes multiples. Sa hauteur au-dessus du lit de la gorge où il est construit est de 67 m 10, et la réserve d'eau qu'il accumule atteint 370 millions de mètres cubes. Sa largeur est de 150 mètres à la base et de 210 mètres au sommet.

Les voûtes sont ici remplacées par des dômes de forme ovoïde supportés par des piédroits. Ce type de barrage semble plus spécialement approprié aux gorges de grande largeur, lorsque la hauteur est supérieure à 60 mètres. Les piédroits étant stables par eux-mêmes, on peut se passer de contreforts ou de murs latéraux.

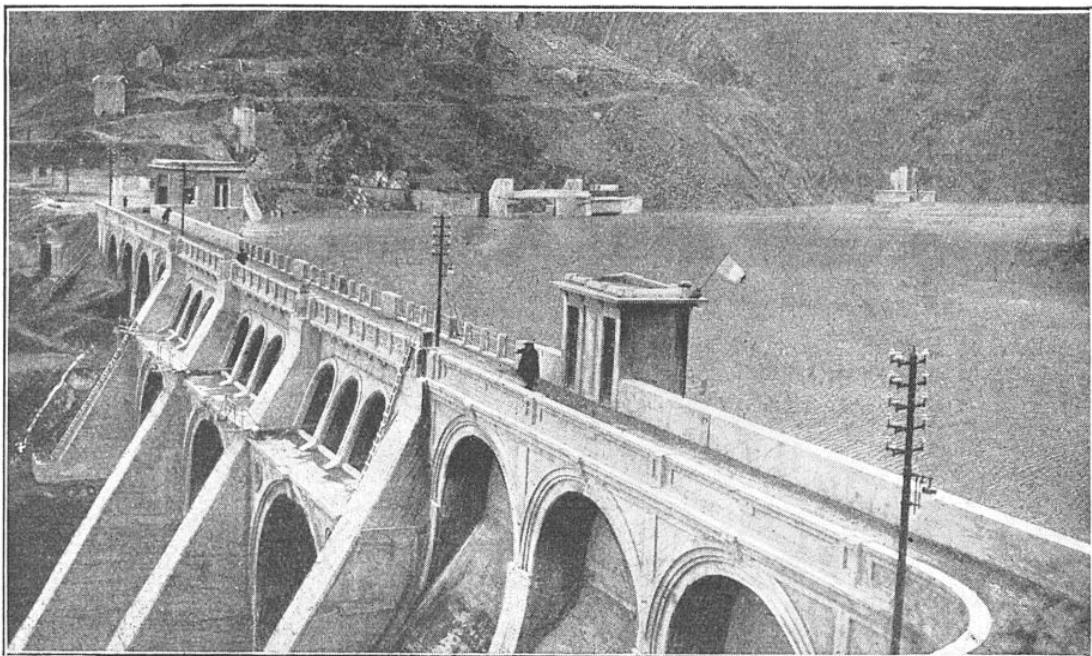
Chacun des trois dômes, de 55 mètres de diamètre sur 76 mètres de hauteur, est armé uniquement pour résister aux variations de

température. Il n'existe pas de joints de dilatation, sauf dans les piédroits. Cependant aucune fissure n'a été constatée. Il faut signaler également que la différence entre le coût du même barrage à voûtes multiples et à dômes multiples est faible (en faveur de ce dernier d'ailleurs), mais que, pour des efforts unitaires égaux, on obtient une structure considérablement plus lourde. En raison de sa plus grande masse, ce barrage permet d'obtenir un béton d'une texture plus uniforme que celle résultant des sections plus minces du type à voûtes multiples.

Enfin, les dômes et les piédroits sont reliés aux fondations par des armatures d'ancrage dans le but d'obtenir un joint aussi parfait que possible. Ces fondations s'étendent sur une profondeur de 7 mètres en contre-bas du rocher du lit de la gorge. En outre, des trous ont été forés dans la roche et des injections de ciment ont été effectuées. Ces barres d'ancrage, qui doivent permettre aux piédroits de résister aux sous-pressions pouvant provenir d'infiltrations, ont un diamètre de 45 millimètres et sont scellées



LE BARRAGE DE MARATHON, DESTINÉ À L'ALIMENTATION EN EAU POTABLE DE LA VILLE D'ATHÈNES (GRÈCE), EST UN BARRAGE À VÔTE UNIQUE, DE 285 MÈTRES DE LONG SUR 54 MÈTRES DE HAUT. IL EST ENTIÈREMENT REVÊTU DE MARBRE



VUE AVAL DU BARRAGE DE PAVANA, EN ITALIE

Sa partie centrale est à voûtes multiples, la partie au premier plan est un barrage-poids, et la partie de la rive droite constitue un viaduc-barrage.

dans des trous de 2 m 40 de profondeur, écartés de 1 m 80.

Voici enfin les barrages en voûtes à charge fractionnée, basés sur le même principe que les barrages-poids à charge fractionnée mentionnés plus haut. Ils présentent l'avantage de permettre des essais en surcharge, puisqu'il suffit de vider le ou les bassins intermédiaires pour augmenter la pression sur les barrages d'amont.

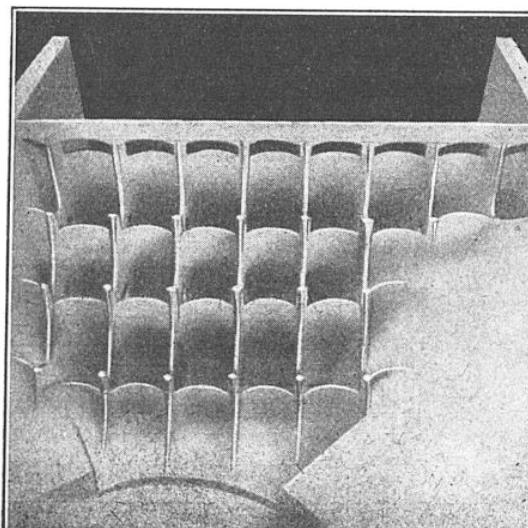
IV. Les barrages mobiles

Il faut signaler enfin les barrages mobiles, constitués par des vannes, que l'on peut remonter aisément. On emploie pour cela soit des vannes verticales, type Stonney, soit des vannes cylindriques. Elles reposent soit sur un radier, placé au

fond du lit de la rivière, soit sur le seuil d'un barrage fixe. Dans le premier cas, elles permettent de supprimer complètement le barrage en temps de crues ; dans le deuxième, elles sont destinées à diminuer la hauteur du barrage pour laisser s'écouler un flot trop abondant. Dans ce dernier cas, il faut évidemment que des dispositions soient prises pour éviter les affouillements pouvant résulter de la chute de l'eau au pied du barrage.

L'établissement des barrages est basé sur l'expérience

Qu'il s'agisse de barrages-poids ou de barrages en voûtes, on ne connaît pas encore de méthode rigoureuse pour en calculer la résistance. Pour ces derniers, on les a considérés, en Amérique, comme un



MAQUETTE D'UN BARRAGE A VOÛTES MULTIPLES FRACTIONNÉES

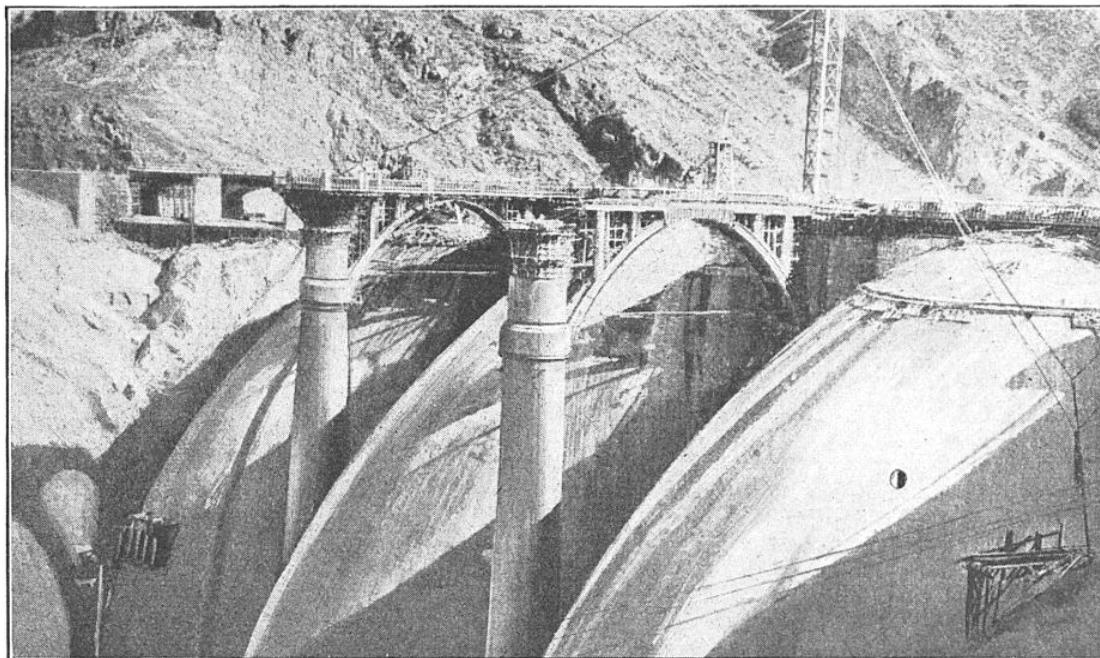
tuyau soumis à une pression extérieure, et il faut bien convenir qu'aucun accident n'est survenu. Il est cependant certain qu'il faudrait tenir compte des points d'appui fixes des voûtes. Les calculs ne sont donc qu'approximatifs.

Pour les barrages-poids, la chose paraît plus aisée, mais la réaction du rocher sur lequel repose l'ouvrage interdit d'appliquer une formule simple. D'ailleurs, la moindre fissure, en créant des sous-pressions, ris-

reusement, une crue vint réduire à néant les travaux qui avaient déjà coûté 100.000 dollars.

Il résulte cependant des mesures qui ont pu être effectuées qu'il est possible de se baser sur l'étude des petits modèles pour établir les projets de barrages envisagés.

Tout doit être mis en œuvre, en effet, pour éviter des catastrophes comme celle qui est survenue à Gleno, en Italie, le 30 décembre 1923, et qui a fait six cents victimes.



LE BARRAGE COOLIDGE, DANS L'ARIZONA (ÉTATS-UNIS), EST CONSTITUÉ PAR TROIS VOUTES OVOIDES. IL MESURE 210 MÈTRES A SA CRÊTE ET A UNE HAUTEUR DE 67 MÈTRES

que de diminuer la stabilité du barrage.

Aussi a-t-on cherché à étudier expérimentalement les barrages. Les essais ont porté, notamment en Amérique, sur des barrages existants, sur des modèles réduits au laboratoire, ou sur des barrages spécialement établis à des dimensions voisines de celles des barrages projetés.

C'est ainsi que fut installé, dans la gorge de Stevenson Creek, aux Etats-Unis, un barrage-voûte de 30 m 50 de hauteur, sur lequel des appareils spéciaux permettaient de mesurer toutes les déformations. Malheu-

ce barrage, constitué par trois voûtes soutenues par des contreforts, avait été, tout d'abord, commencé comme barrage-poids, mais la nature du terrain était défavorable. Il est donc de toute première nécessité de soigner les fondations et, en outre, d'utiliser le ciment dans des conditions de dosage convenable pour la préparation du béton. A ce prix, on sait aujourd'hui établir des barrages capables de résister victorieusement aux pressions formidables auxquelles ils sont soumis.

JEAN MARCHAND.

LE PROBLÈME DU PLUS GRAND MARSEILLE

Port maritime — Port fluvial

Par Edmond DELAGE

Si Marseille veut demeurer le plus grand port de la Méditerranée, il doit non seulement développer son port maritime, mais encore créer un véritable port fluvial permettant de mettre nos pays d'outre-mer en relations avec l'intérieur même de la France et de l'Europe. Pour atteindre ce but, la voie lui est tracée par les grands ports du Nord, tels que Hambourg, Anvers et Rotterdam, qui sont parmi les plus importants du monde. N'oublions pas que Marseille est la principale porte de l'Occident vers l'Orient, et qu'à ce titre il doit maintenir sa suprématie en attirant à lui tout le trafic d'outre-mer. Déjà, des travaux fort importants ont été exécutés pour aménager le port de Marseille au point de vue maritime, par la création de nouveaux bassins fort étendus, de voies ferrées permettant l'écoulement rapide des marchandises, en un mot de tout ce qui constitue l'aménagement rationnel d'un grand port maritime moderne, complété par un outillage mécanique adapté à ses fonctions. Mais ce n'est là qu'une partie du programme que doit réaliser Marseille. En effet, il reste beaucoup à faire dans le domaine du port fluvial qui doit le compléter. Il y a bien, déjà, le souterrain du Rove (1), qui permet aux chalands, même de 2.000 tonnes, de « portée en lourd », d'atteindre le canal de Berre, puis, par le canal maritime de Bouc à Martigues, de pénétrer jusqu'à Port-de-Bouc. Mais, quant à présent, tant que le Rhône navigable ne restera qu'à l'état de projet, ces premiers travaux demeureront stériles. On peut dire sans exagération qu'à l'heure actuelle les bateaux qui passent par le tunnel du Rove sont des raretés. Mais que demain, au contraire, le Rhône, jusqu'ici impraticable tant par la rapidité de son cours que par son irrégularité, devienne un fleuve navigable, alors l'essor de Marseille s'en trouvera décuplé et le trajet de Port-Saïd, sur la mer Rouge, à Strasbourg, sur le Rhin, bénéficiera d'une réduction de parcours atteignant près de 3.000 kilomètres. On voit d'ici le gain de temps et d'argent réalisé par une telle entreprise. Il faut, en effet, voir plus loin. Si Marseille maritime devient également Marseille fluvial, il n'est pas ténuaire d'envisager que le trafic, qui, jusqu'ici, s'effectue par Rotterdam et Anvers, passera désormais, pour gagner l'Europe Centrale, par les bouches du Rhône, aux dépens de Gibraltar, qui n'imposera plus son long et onéreux détour. Alors les produits de notre Afrique du Nord, comme les matières précieuses de l'Orient et de l'Extrême-Orient, viendront revivifier en quelque sorte l'activité de la vieille cité phocéenne, qui deviendra ainsi la reine du commerce de la Méditerranée. Nous avons demandé à notre éminent collaborateur Edmond Delage, spécialiste averti des choses maritimes, de présenter ce problème « du plus grand Marseille » dans son ensemble.

MARSEILLE, c'est la porte française de l'Orient, du Proche et de l'Extrême, la tête de ligne nord-africaine, par où ont afflué, en 1914, les bataillons du XIX^e corps, demain grossis par les contingents congolais et soudanais, amenés par le transsaharien. Ce sera peut-être, si nous le voulons, un grand entrepôt et débouché de l'Europe Centrale, comme le sont, aujourd'hui, dans le Nord, Rotterdam et Hambourg. Rêves immenses, mais parfaitement réalisables par le génie français, qui a créé déjà Suez, projeté Panama, le transsaharien, et à qui les plans audacieux n'ont jamais fait peur.

Le Marseille de la Canebière et du vieux

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 120, page 571.

port restera, sans doute, le cœur vivant et chaud de la vieille cité phocéenne. Mais il est déjà le passé. Le présent, c'est l'immense étendue de quais que le géant, enserré entre la mer et ses collines de pierre blanche, auréolées du soleil de Provence et fouettées par le mistral, étend, comme des antennes gigantesques, sur tout le pourtour de la vaste crique, si admirée du large par le passager, à son retour de Port-Saïd ou d'Alger, et qui s'étire depuis le Pharo jusqu'au tunnel du Rove (1).

L'avenir, très proche, déjà en partie réalisé, c'est le prolongement de Marseille sur l'étang de Berre, sa migration à Martigues et Port-de-Bouc, son emprise, de plus en plus

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 120, page 571.

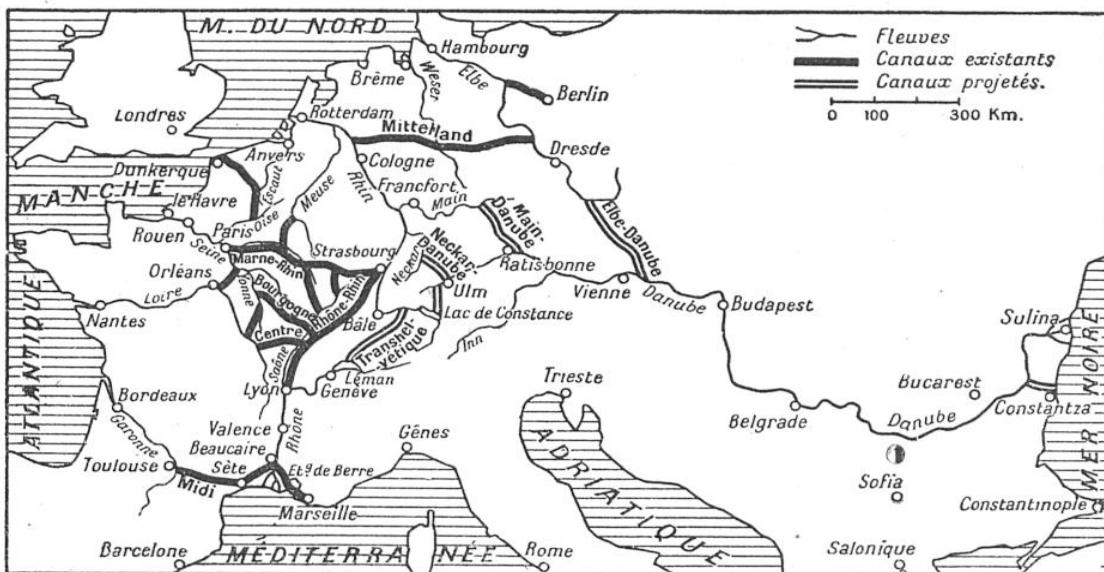
puissante, sur le Rhône canalisé, jusqu'au Léman, jusqu'à Bâle, Strasbourg et jusqu'au Danube.

Le trafic croissant du port de Marseille

Que de progrès réalisés depuis 1850 ! Le port, avec ses 2.000 mètres de quais, assurait pourtant déjà un trafic de près de 2 millions de tonnes de marchandises. De cette époque date la Joliette. Puis vinrent les bassins du Lazaret et d'Arène, de la Gare

guerre, par 21.191.980 tonnes. Il s'éleva, l'an dernier, à plus de 30 millions. Le chiffre des importations atteignit 5.664.961 tonnes, celui des exportations, 3.486.319 tonnes, au total, 9.151.280 tonnes, dont plus de la moitié sous pavillon français. Le grand rival méditerranéen, Gênes, est franchement distancé avec, en 1930, ses 10.550 navires et ses 7.650.000 tonnes, dont seulement 895.000 à la sortie.

C'est surtout par le nombre des passagers que le Marseille actuel l'emporte sur celui



LES GRANDES VOIES NAVIGABLES DU CENTRE EUROPÉEN

La distance de Port-Saïd (canal de Suez) à Strasbourg, considéré comme centre de l'Europe industrielle, est de 6.792 kilomètres, par Gibraltar et Rotterdam, et de 3.838 kilomètres seulement, écluses comprises, par Marseille et le Rhône.

Maritime, National, de la Pinède, du Président-Wilson. Derrière le long rempart de darses et de môle, sont construits le bassin de radoub, avec ses sept formes, le nouveau bassin de remisage des vieux navires, approfondi à plus de 8 mètres.

Tous — c'est la destinée tragique de ce port, entièrement artificiel — ont dû être conquis sur la mer. A l'abri d'une digue de 5 kilomètres de longueur, élevée sur des fonds de 15 à 35 mètres, ils possèdent, dès aujourd'hui, 24 kilomètres et demi de quais, dont 17 et demi sont utilisables pour l'embarquement et le débarquement.

Mais ils ne suffisent plus à un trafic en pleine progression. 16.592 navires ont, en 1929, visité Marseille et ses annexes (Port-de-Bouc, Caronte, Martigues). Le tonnage de jauge nette se chiffrait, à la veille de la

d'avant-guerre. 810.435 voyageurs en 1929 (et, sans doute, davantage encore l'an dernier — année du centenaire de l'Algérie), ont traversé, pour embarquer ou au débarquement, ses rues bruyantes de toutes les langues de la planète ; ils n'étaient encore « que » 586.576 en 1913.

Ce sont là de beaux résultats. Mais le trafic de Marseille est bien loin d'atteindre celui des grands ports nord-européens : Hambourg (22.245.140 tonnes de marchandises en 1929), Anvers (20.191.359 tonnes en 1929), Rotterdam (21.316.853 tonnes en 1929). Ceux-ci sont comme l'issue naturelle d'immenses régions industrielles. Ils sont desservis par de vastes voies d'eau, qui, sur leurs paisibles courants, ramifiés presque à l'infini par des canaux sans cesse allongés, leur apportent les produits de l'activité agricole et usi-

nière de presque toute l'Europe industrielle.

Marseille est, au contraire, plaqué contre le rivage provençal, presque sans *hinterland* industriel, et surtout dépourvu d'une grande artère fluviale domestiquée.

C'est le problème capital que le port de Marseille devra résoudre, s'il veut grandir et tenir le rang, auquel sa situation lui donne droit, de port mondial.

du port est à peine du xx^e siècle. Que de temps et de peine gaspillés, pour débarquer, perpendiculairement à un quai, en un espace trop étroit, viens, céréales et fruits d'Algérie, dans le vieux port de la Joliette !

Voici les grands travaux projetés

C'est par ce bout que Marseille veut, d'abord, se donner du large. Ce bassin de la



(Cliché C^{ie} Aérienne française.)

VUE GÉNÉRALE DES PORTS DE MARSEILLE AVEC, AU PREMIER PLAN, LE PONT TRANSBORDEUR

L'aménagement intérieur du port de Marseille est loin d'être terminé

Son aménagement intérieur est loin d'être terminé. Tel qu'il fonctionne sous nos yeux, Marseille n'est presque pas encore — ayons le courage de le dire — un port moderne. Il suffit de jeter un coup d'œil, du haut du nouveau terre-plein d'embarquement récent, parfaitement organisé, de la Compagnie Générale Transatlantique, sur toute la flotte d'Algérie et de Corse amarrée, l'arrière à quai, pour s'en rendre compte.

Cette flotte elle-même est assez désuète, avec ses navires filant au plus 16 noeuds : l'Algérie réclame des paquebots rapides de 24 noeuds, capables d'effectuer la traversée en une nuit et quelques heures. La structure

Joliette se dilatera bientôt : il ne fera plus qu'un avec celui du Pharo. Du terre-plein du Pharo, devant l'Ecole d'hydrographie, trop peu connu du touriste, et d'où l'on jouit d'un admirable point de vue sur la mer, le vieux port, Notre-Dame de la Garde, la Joliette et la forêt de navires des autres bassins, se distinguent déjà les progrès des premiers travaux.

Une petite digue, normale à la rive, dessine ses enrochements sur des fonds de 11 mètres, ponctués de caissons gros comme des maisons. Bientôt, le môle de la Joliette sera supprimé, les vastes hangars dégagés. On construira un grand môle oblique, capable de recevoir quatre navires à quai, puis un second, un troisième. L'avant-port sera complété par une surface d'eau de 130 hec-

tares, enserrée entre une digue de 450 mètres de longueur, ancrée à la porte du Pharo, et une autre de 2.370 mètres, qui la protégera face au large.

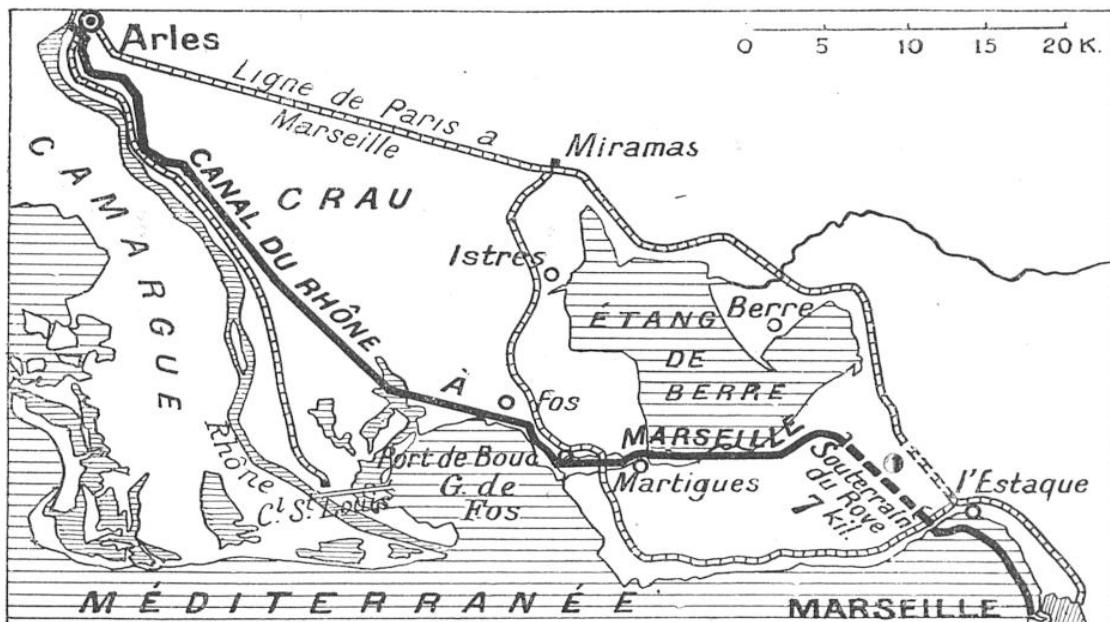
La surface des terre-pleins, ainsi conquis sur la mer, sera de 35 hectares; la longueur des quais, de plus de 4 kilomètres. L'abandon du plan Dawes a contraint d'envisager la réalisation de ces travaux par une loi : elle « pend » toujours devant le Parlement...

Transportons-nous, comme d'un coup d'ailes d'avion, à l'extrême nord du port,

sin Mirabeau : ce sera toute une nouvelle zone, qui doit être occupée, dans l'avenir, par un second centre de réparations des navires.

Le bassin Mirabeau permettra l'entrée ou l'escale, à Marseille, des paquebots de plus fort tonnage. La digue extérieure, qui prolongera la digue actuelle, sera constituée par des blocs de pierre de 2.500 tonnes.

Tout, dans cette partie du nouveau Marseille, sera grand : les môle auront 800 à 900 mètres de longueur, quatre formes de radoub, de 300 à 400 mètres. On y élèvera



TRACÉ DU CANAL DU RHÔNE À MARSEILLE, QUI PERMETTRA À CE PORT, LORSQUE L'AMÉNAGEMENT DU RHÔNE AURA RENDU LE FLEUVE NAVIGABLE, DE DEVENIR UN GRAND PORT FLUVIAL ET DE CONCURRENCER HAMBURG ET ROTTERDAM

au delà du dernier bassin en exploitation : celui du Président-Wilson. C'est là, au bassin Mirabeau et au terre-plein de Mourepiane, que Marseille déploie son dernier effort, d'ailleurs gigantesque, avant de se heurter à l'insurmontable obstacle qui lui interdit toute autre extension : la montagne du Rove (1).

Les travaux projetés sont considérables, puisqu'ils portent sur un ensemble d'ouvrages d'une superficie totale de 300 hectares : 140 de terre-pleins, 160 de surface d'eau, 6 kilomètres de quais.

Les terre-pleins de Mourepiane se verront élargir par la suppression de la digue actuelle du canal de Marseille au Rhône ; ils entrent en contact direct avec les darses du bas-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 105, page 195.

un vaste bassin pétrolier. Une partie de l'outillage du port est déjà arrivée.

Le devis s'élève à la bagatelle de 1.200 millions de francs. Il n'est plus temps de lésiner. Marseille étouffait, de dix ou quinze ans en retard sur ses rivaux, les grands ports du Nord.

L'art de l'ingénieur se déployera magnifiquement dans la modernisation du réseau ferroviaire de Marseille, presque doublé. A 9 mètres au-dessus du sol, une double voie ferrée, soutenue par d'énormes piliers métalliques, courra d'un bout à l'autre des quais.

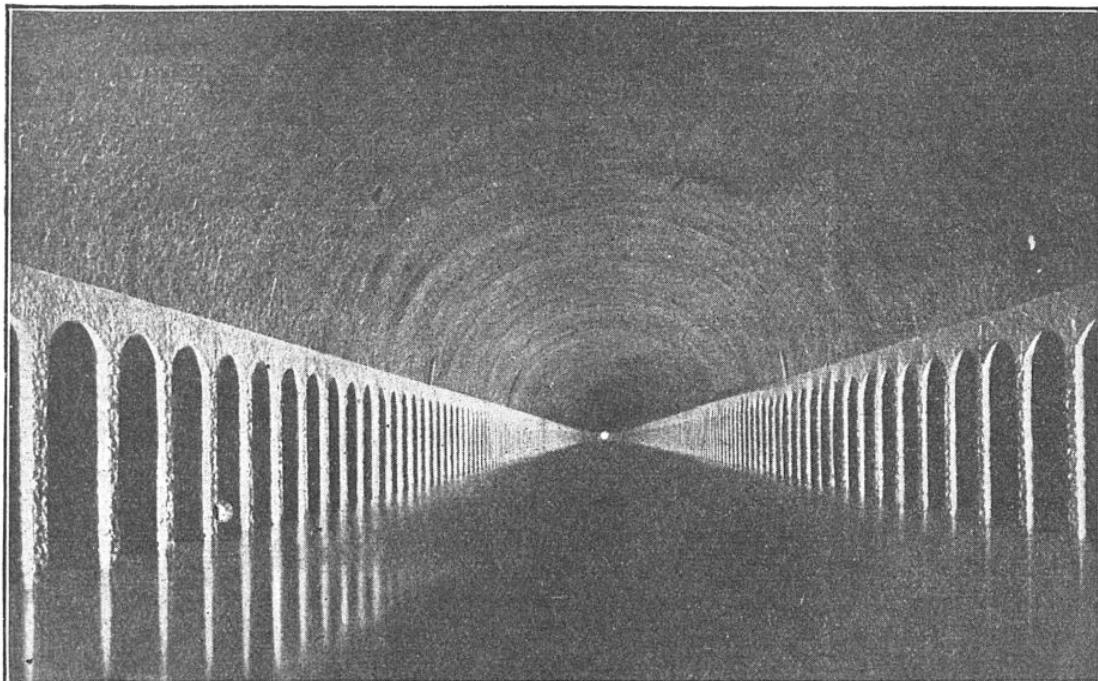
Des antennes, à rampes douces, se ramifieront dans les différents bassins, sur toutes les têtes de môle. Le tout aboutira et se concentrera à une immense gare de triage, à Miramas.

A l'extrémité du futur bassin Mirabeau s'ouvre, aujourd'hui, dans la montagne, dans un encaissement impressionnant par la simplicité de sa masse cyclopéenne, la bouche du canal du Rove. C'est comme la porte de Marseille sur l'avenir.

Même agrandi du Pharo et de Mirabeau, le Marseille actuel, limité par la nature, ne suffira plus à son destin. Marseille possède, à sa porte, une surface d'eau, à fonds naturels

ment normal, tiendrait à l'aise dans le tunnel.

Les déblais — plus de 2 millions et demi de mètres cubes — représentent plus du double des deux souterrains accotés du Simplon. La profondeur d'eau de 4 mètres permet la circulation à flot continu, dans les deux sens, de chalands de 1.800 à 2.000 tonnes de portée en lourd. A la sortie nord, dans la tranchée de Gignac, haute de 36 m,



INTÉRIEUR DU TUNNEL DU ROVE QU'EMPRUNTE LE CANAL DE MARSEILLE AU RHÔNE
La largeur du tunnel est de 22 mètres et sa hauteur de 15 m 40. Le tirant d'eau du canal est de 4 mètres. Le point lumineux central, fin du tunnel, est distant de 7 kilomètres.

de 8 à 10 mètres, préservée contre les vents du large, de 213 hectares, qui représente trente fois la superficie du port actuel : c'est l'étang de Berre.

Le tunnel du Rove, premier élément de liaison de Marseille au Rhône

On y parvient aujourd'hui, en partant de Marseille, par ce chef-d'œuvre de la technique française qui s'appelle le souterrain du Rove (1). Un petit point lumineux est à peine perceptible de l'entrée, au bout d'un immense tunnel de 7.200 mètres de longueur, 15 m 40 de hauteur, et 22 mètres de largeur. S'il était parcouru par un chemin de fer, et non par un canal, six voies ferrées, à écarte-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 105, page 195.

large de 100 mètres, il a encore fallu déblayer près d'un million et demi de mètres cubes, soit un total de déblais d'environ 4 millions de mètres cubes, extraits entre la mer et l'étang de Berre.

Ces quelques chiffres montrent la grandeur de l'œuvre, commencée dès 1911, et que la guerre même n'a pas interrompue.

Une fois le Rove et la tranchée de Gignac franchis, le chaland marseillais suivra l'extrémité ouest de l'étang de Bolmon, qu'une langue de terre — le Jaï — sépare de l'étang de Berre, puis celui-ci même, sur une longueur de 10 kilomètres, et à l'abri d'une digue élevée contre le mistral.

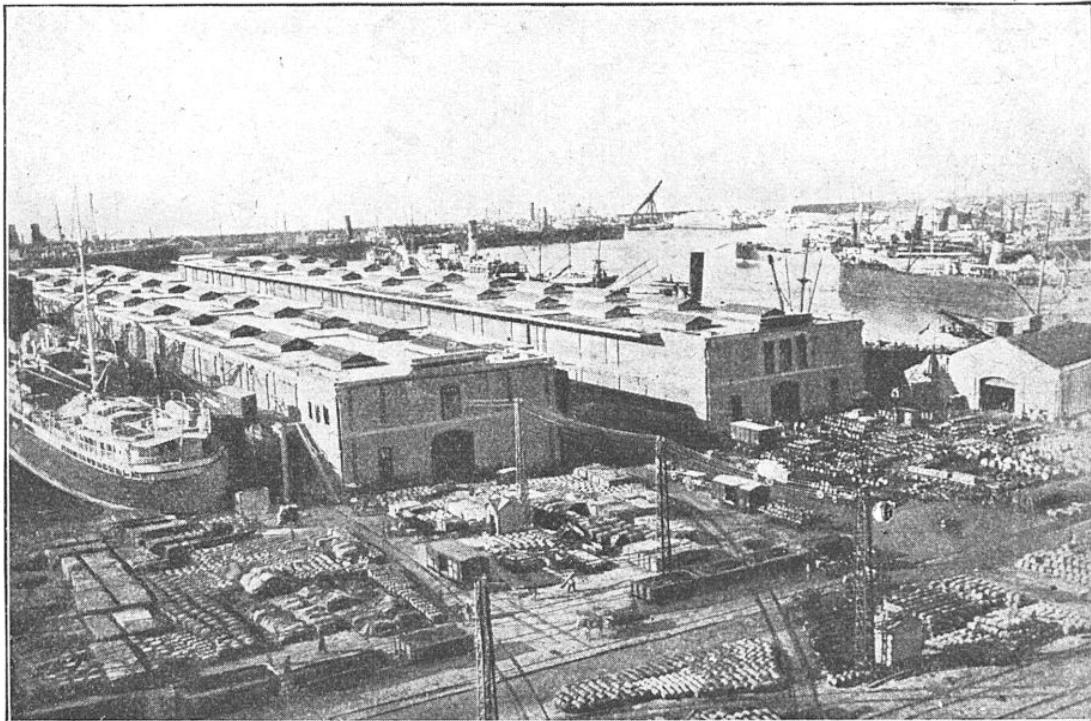
Il traversera alors Martigues, la Venise provençale, encore endormie dans sa lagune,

et que le développement de Marseille va tirer de son rêve séculaire. Il reprendra, sur 6 kilomètres, l'ancien canal maritime de Bouc à Martigues, arrivera à Port-de-Bouc, piquera à travers la Crau, sur Arles.

Il empruntera là le tracé du canal, commencé en 1802 par le Premier Consul « pour établir une communication prompte et sûre entre la Méditerranée et l'intérieur de la France », et qui ne fut terminé... qu'en 1883,

Port-de-Bouc et à Marignane : ce sont des faubourgs du grand Marseille, en pleine prospérité, en développement si rapide même, que les Marseillais se demandent s'ils ne vont pas détrôner Joliette et Cannebière...

Dès aujourd'hui, Port-de-Bouc-Martigues est un grand havre, de mer et fluvial. L'accès à l'étang est réalisé par un canal maritime de 30 mètres de largeur au plafond et de 8 mètres à la cote. Il est élargi à 40 mètres et



LE BASSIN DE LA PINÈDE A MARSEILLE ET, AU PREMIER PLAN, LES HANGARS A ÉTAGES DE LA CHAMBRE DE COMMERCE

les anciennes « Fosses Mariennes » du consul Marius, qui datent de 102 avant le Christ !

Marseille sera ainsi devenu, comme ses grands émules, Hambourg et Rotterdam, un port fluvial. Le chaland descendra du Rhône jusqu'à lui, sans être, comme jadis, obligé de faire, depuis Port-Saint-Louis-du-Rhône, la traversée par mer, difficile par fort mistral.

En principe et techniquement, le problème de la liaison du Rhône à Marseille est donc résolu. Nous allons voir quelles conditions il reste encore à remplir pour que ce canal du Rhône à Marseille devienne une réalité vivante — et payante.

Arrêtons-nous, cependant, quelques instants encore au bord de l'étang de Berre, à

approfondi à 9 mètres entre Port-de-Bouc et le beau viaduc de Caronte.

De celui-ci, on découvre, sur la droite, une longue rangée de quais, qui s'étend déjà, presque sans interruption, jusqu'à Port-de-Bouc. De grandes industries de produits chimiques, de constructions navales, des dépôts de charbon, de mazout, s'y sont installés.

On y prévoit une rapide floraison de techniques locales, qui pourront recevoir, à quai, les matières premières d'outre-mer, et achever aisément leurs produits, par canaux ou chemins de fer, vers l'arrière-pays, les évacuer par le Rove, sur Marseille, où ils seront rechargés sur les vapeurs de haute mer.

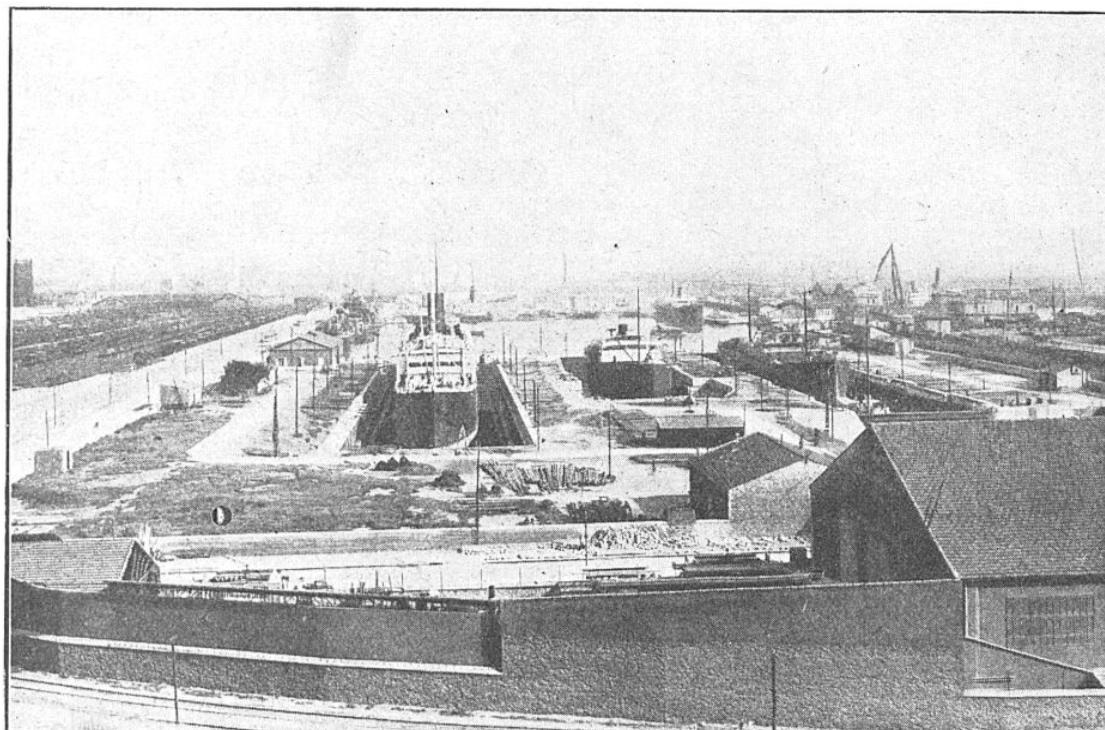
Dès l'an dernier, le mouvement du port se chiffra par 300 navires et 1 million de

tonnes de marchandises. Il n'accusait encore que 48 navires et 300.000 tonnes en 1928. La France possède, elle aussi, ses villes à croissance américaine : mais elle les ignore...

Rien n'empêchera d'assécher, très aisément, les salines de Caronthe, ni de pousser les quais jusqu'à Martigues. Un avenir quasi illimité s'ouvre à cette annexe de Marseille, que notre génération verra peut-être égaler la métropole.

seul inconvénient de l'hydroport reste son éloignement et, plus encore, son manque de communications directes avec Marseille. Une « autostrade » de 25 kilomètres, en droite ligne, s'impose. Elle se fera certainement et rapidement.

Par le Rove, par l'étang de Berre, Marseille disposera donc du débouché gigantesque qui lui permettra de faire face à un trafic infiniment supérieur à son débit actuel.



LES BASSINS DE RADOUR DU PORT DE MARSEILLE AVEC, A GAUCHE, LA GRANDE FORME DE 213 MÈTRES DE LONGUEUR

Quant à Marignane-Berre, il joue déjà, comme centre d'aviation et d'hydraviation, le rôle capital auquel le destinait la situation de son magnifique plan d'eau. Des escadrilles entières d'hydravions géants y évolueront et amériraient à l'aise.

De l'autre côté de l'étang, on aperçoit les hangars gris de l'aviation maritime. C'est le réduit central de la défense aérienne de nos côtes méditerranéennes.

A Marignane même, des splendides hangars, tout neufs, abritent les avions qui s'en volent vers l'Algérie, Naples, la Tunisie, la Syrie. La rade donne l'hospitalité aux hydravions italiens qui font escale, sur la ligne de Gênes, Barcelone, Gibraltar. Le

Localement, il possède, dès maintenant, et demain davantage encore, avec le Pharo, Mirabeau, l'étang de Berre complètement organisé, l'instrument nécessaire à son développement.

Marseille, grand port maritime, peut et doit devenir un grand port fluvial

Nationalement et internationalement, l'outil est pourtant insuffisant. Le Rove, ce chef-d'œuvre coûteux et magnifique, est vide. Il ne s'y engouffre que le mistral. Que manque-t-il donc à Marseille pour rivaliser avec un Hambourg ou un Rotterdam? Un grand fleuve, et, pour tout dire, un Rhône qui soit enfin navigable.

Les dirigeants de la Chambre de commerce et leurs collaborateurs techniques — qui voient loin et grand — ont, depuis plusieurs années, posé la question dans son impressionnante ampleur. Elle les dépasse. Elle implique des dépenses de l'ordre de 3 ou 4 milliards. Elle intéresse toute la collectivité française.

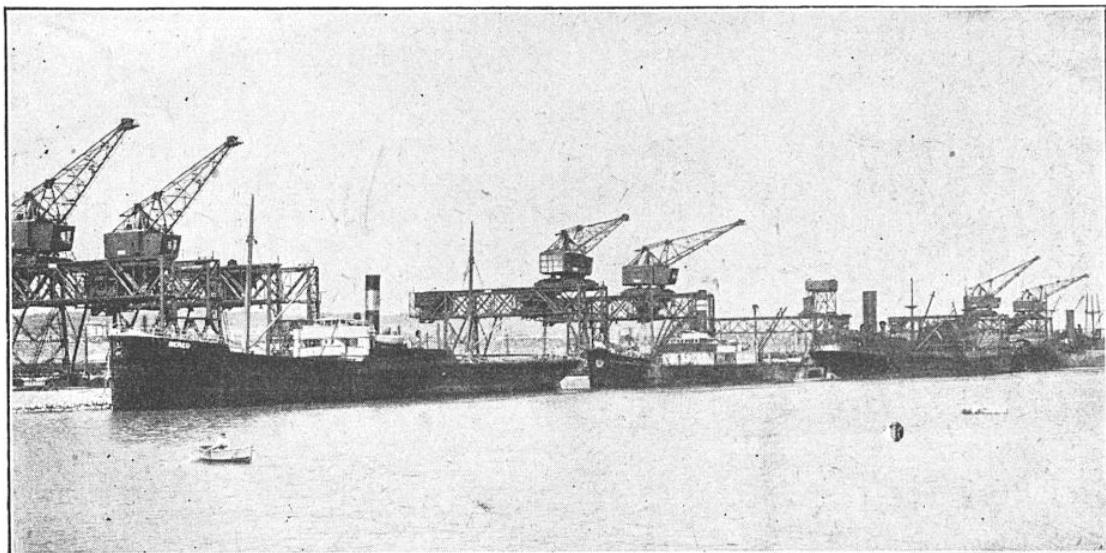
Il ne s'agit, en somme, que de permettre à des trains de péniches de 600 tonnes de descendre d'Ulm, de Bâle, de Lyon, jusqu'aux portes de la Méditerranée ou d'en remonter jusqu'à l'Europe centrale.

lions de francs. Quelles dépenses, mais, pour nous, Français, quelle leçon !

Le problème du plus grand Marseille

Le problème du grand Marseille est dominé par la considération des deux chiffres suivants : Port-Said est séparé de Strasbourg, clé et plaque tournante de l'Europe centrale, par la voie de Gibraltar, Rotterdam, et du Rhin, par 6.792 kilomètres. Par le Rhône aménagé (écluses comprises), il n'en est distant que de 3.838 kilomètres.

Les ports du Nord, Rotterdam, Anvers,



UNE PARTIE DES QUAIS DE L'ÉTABLISSEMENT MARITIME DE CARONTE, ANNEXE DU PORT DE MARSEILLE, ET L'OUTILLAGE MODERNE POUR LE DÉCHARGEMENT DES NAVIRES

Sans entrer ici dans le détail de ces projets, qui pourraient faire l'objet de plusieurs articles spéciaux, rappelons cependant que l'Allemagne, qui n'a jamais lésiné ni pour subventionner somptueusement un opéra comme celui de Berlin, ni pour doter le grand Berlin des derniers perfectionnements de la technique urbaine, est en train de dépenser plus de 3 milliards et demi de francs, pour la création du canal du Danube au Main ; qu'elle a engagé les travaux du Neckar, évalués à plus de 1 milliard ; qu'elle va entreprendre le canal latéral du Haut-Danube, de Ratisbonne à Ulm, qui coûtera de 1.700 à 2.100 millions ; qu'elle a décidé, d'accord avec un petit mais bien entreprenant pays, la Suisse, l'aménagement du Haut-Rhin — à 1.500 millions — enfin, qu'elle prévoit, pour le canal de Constance au Danube, une autre dépense de 525 mil-

Hambourg, resteront-ils éternellement la seule issue et le seul point de pénétration d'Orient en Europe centrale, ou bien Marseille, qui bénéficie d'un raccourci de près de 3.000 kilomètres sur la route d'Extrême-Orient, peut-il prétendre espérer cette mission capitale ? C'est là toute la question.

Le raisonnement des défenseurs du grand Marseille et du Rhône, voie de pénétration jusqu'à l'Europe centrale, par un canal latéral, (vieille idée défendue, dès 1878, à propos du plan Freycinet), en liaison avec le canal transhélvétique et avec le Haut-Rhin, aménagé de Bâle au lac de Constance, fait valoir, justement, croyons-nous, que Marseille occupe géographiquement une position privilégiée, à l'extrême méridionale de l'isthme européen, sur la ceinture du monde, qui joint Suez à Panama (un coup d'œil jeté sur la carte, page 59, nous en convainc, en effet).

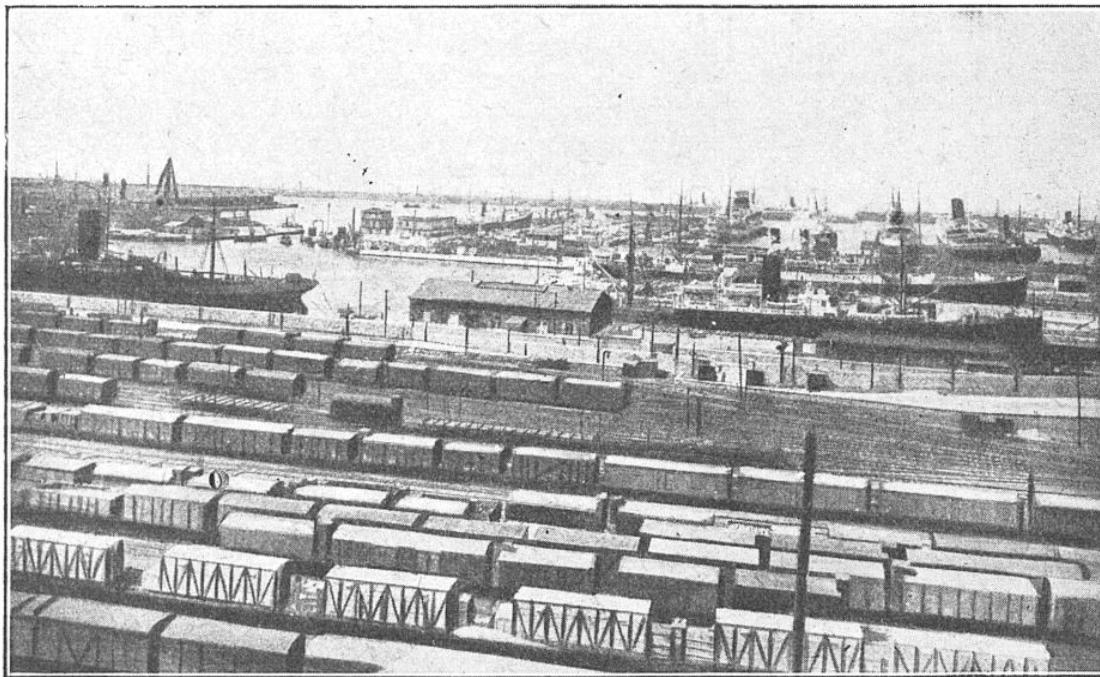
Le sillon du Rhône, aujourd'hui limité à un trafic dérisoire, peut et doit jouer un rôle infiniment plus important qu'aujourd'hui. La construction du canal latéral permettra l'utilisation de ses immenses réserves d'énergie, en même temps que de magnifiques travaux d'irrigation.

Grâce à lui, et par Marseille, pénétreront dans l'Europe centrale, au lieu de passer par Rotterdam ou Anvers, au prix du grand détour de Gibraltar, tous les produits natu-

des charbons de la Sarre et de la Ruhr ?

Rien ne dit que, dans un avenir presque immédiat — puisque nous les voyons, dès aujourd'hui, éloignés sous nos yeux mêmes — ne se développera pas une industrie prospère et surtout une métallurgie méridionale, aux bords de l'étang de Berre, et dans la vallée du Rhône, grâce aux charbons anglais et allemands, et au minerai de fer, tout proche, de notre Afrique du Nord.

Si ces projets, ambitieux mais non point



LE PORT DE MARSEILLE AVEC, AU PREMIER PLAN, LA GARE D'ARENCE ET, AU SECOND PLAN, LES BASSINS DE RADOUB ET LE BASSIN NATIONAL.

rels de notre Afrique du Nord, depuis les vins jusqu'aux phosphates, les céréales de la Russie méridionale (quand la Russie sera redevenue un pays normal), les bois, riz, étais d'Indochine et de Malaisie, enfin et surtout, peut-être, les pétroles de Russie, de Roumanie, de Mésopotamie, d'Amérique.

La grosse objection économique est que tout ce tonnage maritime et fluvial, manquera du fret de retour, qui fait la fortune d'un Rotterdam, que celui-ci doit à la Ruhr et aux charbonnages westphaliens et aux régions industrielles de son hinterland.

Mais la nouvelle voie mondiale ne sera-t-elle pas capable de détourner, à son profit, une bonne part des potasses d'Alsace, de la métallurgie du Centre et de l'Est,

insensés, ne se réalisaient point, les 300 millions de dépenses du Rove auraient été comme jetés à l'eau du Rhône. La mise récente au gabarit de la péniche de 300 tonnes du canal du Rhône au Rhin, n'aurait pas d'autre résultat que de prolonger, au bénéfice des concurrents de notre pays, l'emprise de Rotterdam et d'Anvers jusque sur notre territoire.

Il s'agit, sans doute, d'une dépense de plus de 3 milliards et demi — la même que celle envisagée pour le transsaharien (1), qui doit, lui aussi, se réaliser, et dont le projet est à l'étude. Elle ne dépasse pas les forces d'un pays comme le nôtre.

EDMOND DELAGE.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 69, page 259.

COMMENT OBTENIR UN BON FONCTIONNEMENT DES ACCUMULATEURS ÉLECTRIQUES

Par Maurice BOUCHON
INGÉNIEUR DES ARTS ET MANUFACTURES

Grâce aux progrès accomplis dans leur fabrication, les accumulateurs électriques modernes ont atteint aujourd'hui un haut degré de perfection. Cependant le manque de soin dont ces appareils sont généralement victimes de la part des usagers est la principale cause de tous leurs dérangements. Si l'on veut être assuré d'un fonctionnement régulier, il est donc indispensable de prendre certaines précautions, d'ailleurs fort simples. Pour bien comprendre cette nécessité, il suffit d'examiner en détail comment fonctionne pratiquement un accumulateur. C'est en se plaçant exclusivement à ce point de vue pratique que notre collaborateur déduit de cet examen les règles à observer dans l'entretien des batteries pour en obtenir un bon service et le meilleur rendement. En ce qui concerne les accumulateurs au plomb, l'étude des phénomènes de la charge et de la décharge montre immédiatement les dangers que présentent, pour la vie de l'accumulateur, d'une part, une charge trop rapide et une surcharge exagérée et, d'autre part, une décharge trop poussée ou à trop forte intensité. L'accumulateur alcalin (éléments au fer-nickel ou au cadmium-nickel) est, par contre, moins sensible aux fautes d'exploitation et nécessite moins d'entretien. Malheureusement, son rendement est plus faible et son prix plus élevé que ceux de l'accumulateur au plomb. Le choix entre ces deux types dépend donc uniquement des conditions d'exploitation particulières à chaque installation.

BEAUCOUP de gens considèrent encore l'accumulateur comme un outil mal-faisant dont ils ont peur. Cette lamentable réputation est absolument injustifiée.

On a pris trop souvent l'habitude d'imputer systématiquement à ce précieux auxiliaire les ennuis éprouvés dans toute installation qui en comporte et d'oublier que l'accumulateur n'est jamais seul, qu'il y a avant lui des appareils dont le rôle est de le charger et d'autres, après lui, qui doivent fonctionner quand ils reçoivent du courant. Si l'un ou l'autre de ces appareils fonctionne mal ou pas du tout, pourquoi accuser immédiatement l'accumulateur, qui n'y peut rien?

Si, sur une voiture, la dynamo est grillée ou si le conjoncteur ne s'enclenche pas, qui est responsable lorsqu'au bout d'un certain temps il n'y a plus de courant? Si le moteur est grippé ou le démarreur coincé, pourquoi appuyer indéfiniment sur le bouton et protester *à priori* contre « cette sale batterie »?

Malgré le manque de soins dont ils sont généralement victimes, on peut donc dire, en toute impartialité, que les accumulateurs de démarrage fonctionnent d'une façon satisfaisante; il en est de même dans les autres applications.

Il n'en est pas moins vrai que, pour obtenir un bon service, certaines précautions élémentaires, très simples d'ailleurs, sont nécessaires. Beaucoup les ignorent; d'autres, qui les connaissent, ne les appliquent pas parce qu'ils n'en comprennent pas la nécessité.

En nous plaçant exclusivement au point de vue pratique, laissant de côté toute considération théorique, nous allons essayer d'expliquer, par l'examen du fonctionnement d'un accumulateur, les règles à observer pour en obtenir un bon service.

I. Les accumulateurs au plomb

Un accumulateur au plomb se compose essentiellement de plaques positives et négatives baignant dans un électrolyte constitué par de l'eau additionnée d'acide sulfurique.

Les plaques sont constituées par des supports en plomb revêtus de matières actives, différentes suivant la polarité et variables suivant l'état de la charge ou de la décharge. Lorsque l'accumulateur est chargé, la matière active positive est composée d'oxydes de plomb; la matière active négative est du plomb spongieux.

Les trois signes de fin de charge

Densité de l'électrolyte. — Pendant la décharge, une partie de l'acide contenu dans l'électrolyte passe dans les plaques sous forme de sulfate de plomb ; pendant la charge, l'acide contenu dans les plaques est restitué à l'électrolyte et les plaques reviennent progressivement à leurs compositions primitives.

La densité de l'acide sulfurique étant plus

Intensité de charge. — Lorsque l'on plonge dans de l'eau acidulée deux électrodes inattaquables, deux fils de platine, par exemple, et que l'on fait passer un courant continu, il y a électrolyse de l'eau, mais pas accumulation d'électricité. Un tel ensemble ne constituerait donc pas un accumulateur.

Dans un accumulateur, la matière active déchargée des plaques est légèrement attaquable par l'acide sulfurique et le plomb

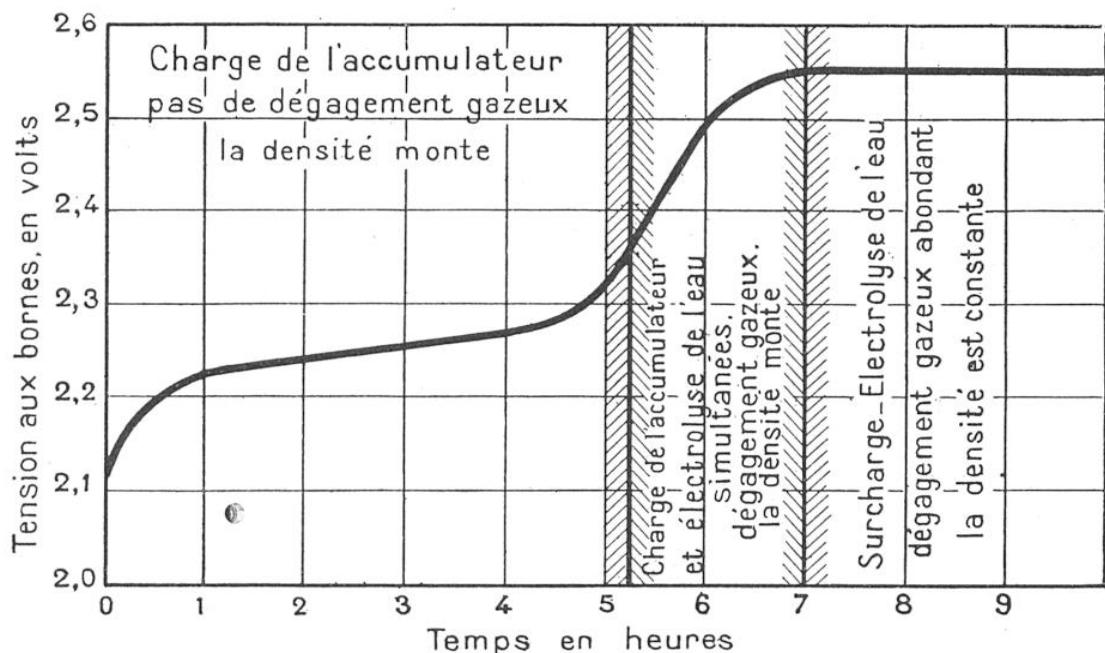


FIG. 1. — COMMENT SE PRÉSENTE LA COURBE DE CHARGE D'UN ÉLÉMENT D'ACCUMULATEUR AU PLOMB (VARIATION DE LA TENSION EN FONCTION DU TEMPS DE CHARGE)

On remarque immédiatement que cette courbe, qui représente les variations de la tension aux bornes de l'élément pendant une charge à intensité constante se réduit, au bout de sept heures, à une droite parallèle à l'axe du temps. On en déduit que la charge était terminée au bout de sept heures. On aurait tiré la même conclusion de l'étude des variations de densité de l'électrolyte, qui garde une valeur constante à la fin de la charge. Enfin, un autre signe de fin de charge est également le dégagement gazeux abondant qui se produit dès que la charge est complète et qui provient de l'électrolyse de l'eau de l'électrolyte. Il importe de ne pas prolonger l'envoi du courant dans l'accumulateur, quand la charge est terminée.

grande que celle de l'eau, la densité de l'électrolyte baisse pendant la décharge et monte pendant la charge.

La charge ne sera terminée que lorsque la densité ne montera plus ; elle ne sera complète que si tout l'acide a été restitué à l'électrolyte, c'est-à-dire si l'électrolyte a repris la densité qu'il avait au moment de la livraison par le constructeur.

Le premier signe de fin de charge est donc le suivant : la densité de l'électrolyte cesse de monter et se fixe à une valeur constante voisine de celle indiquée par le constructeur au moment de la livraison.

qu'elle contient se dissout à faible concentration dans l'électrolyte, qui est donc composé, en réalité, d'eau acidulée et d'une solution de plomb.

C'est l'électrolyse de cette dernière solution qui permet l'accumulation de l'électricité. Il se trouve que, par suite de certains phénomènes, cette électrolyse tend à se produire avant celle de l'eau, ce qui rend la charge possible.

Mais, comme l'on sait, le plomb n'est que très peu soluble dans l'acide sulfurique. La matière active déchargée des plaques ne se dissoudra donc que très lentement et, au fur

et à mesure de sa dissolution, elle sera déposée sur les plaques par électrolyse. La solution de plomb n'est donc capable d'absorber qu'une certaine quantité d'électricité par unité de temps. Si l'on fait passer dans l'accumulateur un courant de charge d'intensité trop élevée, une partie seulement du courant servira à l'électrolyse de la solution de plomb, c'est-à-dire à la charge ; le reste, non seulement sera dépensé en pure perte, mais produira l'électrolyse de l'eau avec un dégagement gazeux qui détériorera les plaques par érosion mécanique, érosion facilitée par l'élévation de température d'autant plus accentuée que l'intensité sera plus élevée.

Donc, pour deux raisons, d'une part l'économie de courant, d'autre part la bonne conservation des plaques, il ne faut pas dépasser le débit capable d'être absorbé par la solution de plomb, c'est-à-dire *ne pas charger à intensité trop élevée*.

Au fur et à mesure de la charge, la matière chargée s'étant déposée à la surface des plaques, l'acide devra pénétrer plus profondément. Le dépôt de plomb sera donc ralenti et, par suite, la quantité d'électricité absorbable par unité de temps diminuera.

C'est pourquoi on doit diminuer l'intensité à la fin de la charge.

Quelles que soient les précautions prises, il arrivera, avant la fin de la charge, un moment où les deux solutions seront électrolysées simultanément ; alors commencera un dégagement gazeux qui ira en augmentant au fur et à mesure que se poursuivra la charge, mais devra toujours rester modéré si la charge est bien conduite.

Quand tout le plomb soluble contenu dans la matière active aura été déposé sur les électrodes, la charge sera terminée et l'électrolyse de l'eau subsistera seule, si l'on continue à faire passer le courant. Cette électrolyse sera accompagnée d'un dégagement gazeux abondant, d'autant plus que l'intensité sera plus forte. Pour éviter l'érosion des plaques dont nous avons parlé plus haut, il importe,

par conséquent, de ne pas prolonger l'envoi du courant dans l'accumulateur quand la charge est terminée.

Nous avons donc un deuxième signe de fin de charge : *dégagement gazeux abondant*.

Force électromotrice pendant la charge. — La force électromotrice (1) d'un accumulateur augmente quand augmente la densité de l'électrolyte qui imprègne la matière active. Elle augmente donc, d'après ce que nous avons vu plus haut, pendant la charge.

En fin de charge, elle prendra une valeur constante, en même temps que la densité. Ceci nous donne un troisième signe de fin de

charge : *la tension entre les bornes de l'élément, mesurée pendant une charge à intensité constante, cesse de croître pour prendre une valeur constante* (fig. 1).

Les trois signes de fin de charge. — Une charge n'est complète que lorsque apparaissent les trois signes énumérés plus haut. De ces trois signes, le plus important, trop souvent ignoré ou négligé, est le premier : *fixation de la densité à une valeur constante*.

Dans une charge trop rapide, on aura, bien avant la fin de celle-ci, un dégagement gazeux et une élévation de tension.

De même, lorsqu'on charge une batterie en mauvais état, dont une partie de la matière active n'entre pas en réaction, la densité du liquide qui imprègne les plaques monte très vite, donc dégagement gazeux et élévation de la tension, mais la densité de l'électrolyte libre ne monte pas et la batterie n'est pas chargée.

La décharge d'un accumulateur

Du commencement à la fin d'une décharge à intensité constante, la tension baisse, d'une part, parce que la force électromotrice diminue, d'autre part, parce que la résistance de l'électrolyte augmente quand la densité diminue.

La chute de tension, d'abord faible, s'accentue brusquement au bout d'un certain

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 151, page 24.

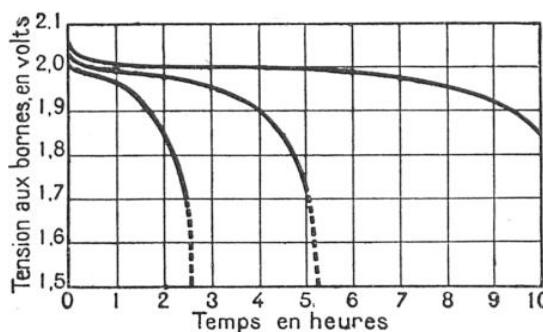


FIG. 2. — COURBES DE DÉCHARGE D'UN ÉLÉMENT D'ACCUMULATEUR AU PLOMB A DIFFÉRENTS RÉGIMES

Ces courbes, représentant les variations de la tension aux bornes de l'élément en fonction du temps de décharge, montrent en premier lieu que, dans tous les cas, la tension aux bornes décroît d'abord lentement, puis brusquement, et, de plus, que sa valeur instantanée et sa valeur moyenne sont d'autant plus faibles que la décharge est plus rapide. Par suite, il n'est possible d'admettre de fortes intensités que pendant des temps très courts.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

temps. A ce moment, on doit arrêter la décharge. Une décharge trop poussée est particulièrement dangereuse quand on utilise des batteries connectées en série; en effet, il y a toujours, dans une batterie, des éléments plus faibles que les autres qui s'inverseront si l'on pousse trop loin la décharge, et les plaques risqueront d'éclater.

La tension instantanée et la tension moyenne sont d'autant plus faibles que le régime de décharge est plus élevé.

Dans les décharges prolongées, il faut évi-

1^o Charge trop rapide et surcharge exagérée. — Nous avons indiqué plus haut pourquoi ces pratiques sont mauvaises;

2^o Décharge prolongée à trop forte intensité et décharge trop poussée;

3^o Abandon prolongé d'une batterie déchargée et charges insuffisantes. — Les plaques d'une batterie déchargée sont attaquées par l'électrolyte. Une batterie au repos se décharge à circuit ouvert; il faut donc lui donner des charges périodiques même si elle ne sert pas. Les plaques d'une batterie qui

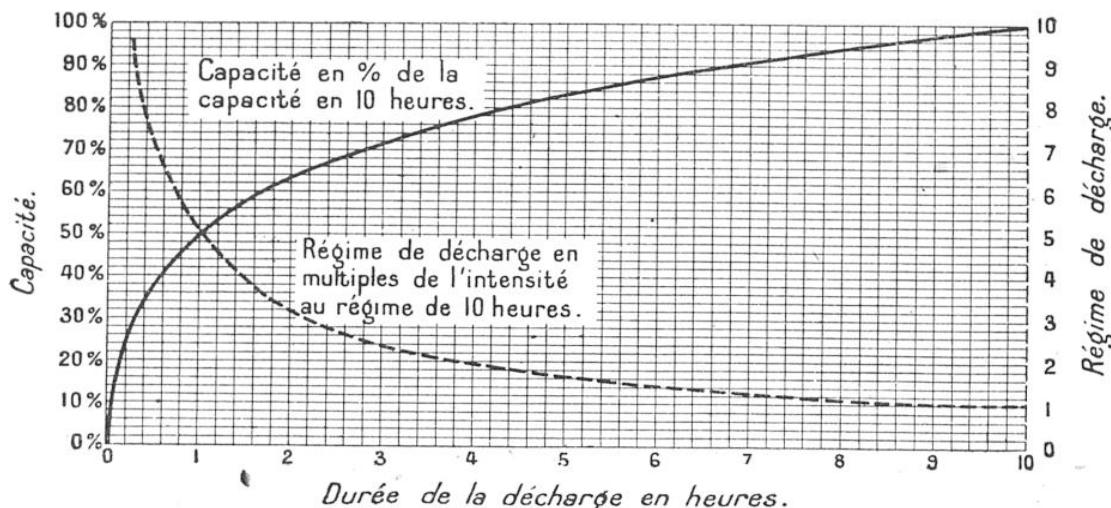


FIG. 3. — COMMENT VARIE LA CAPACITÉ D'UN ÉLÉMENT D'ACCUMULATEUR AU PLOMB EN FONCTION DU RÉGIME DE DÉCHARGE

La courbe en trait plein, représentant les variations de la capacité d'un élément en fonction de la durée de la décharge, confirme les résultats de la figure 2, c'est-à-dire que la capacité est d'autant plus faible que le régime de décharge est plus fort (courbe pointillée). Bien que ces variations ne soient pas toujours les mêmes, quel que soit le type d'accumulateur au plomb employé, on peut admettre que la capacité en cinq heures est de 80 % de la capacité en dix heures. Celle en une heure en est approximativement la moitié.

ter les trop fortes intensités qui provoquent une élévation de température et la dégradation des plaques. Pendant de courts instants, comme cela se passe lors des démarrages d'automobiles, on admet des débits très élevés.

Usure et entretien des accumulateurs au plomb

Les accumulateurs s'usent de deux façons : normalement, par suite de leur fonctionnement, anormalement par suite de détériorations ou de maladies.

Si l'usure normale est inévitable, l'usure anormale, avec les éléments modernes de bonne construction, dépend uniquement de l'usager. Nous allons énumérer ses principales causes et les précautions à prendre pour les éviter :

n'est jamais chargée à fond se sulfatent et la capacité baisse ;

4^o Electrolyte trop concentré. — Un électrolyte trop concentré attaque les plaques. La pratique consistant à ajouter de l'acide pour redonner de l'énergie à une batterie est donc à prohiber absolument.

En particulier, ne jamais ajouter d'eau acidulée pour faire le plein d'une batterie. Nous avons vu que le dégagement gazeux qui provoque la baisse du niveau dans les bâches provient de l'électrolyse de l'eau; l'acide reste dans les éléments. Si donc on ajoute de l'eau acidulée, même très faiblement, on augmente la quantité d'acide contenue dans les éléments;

5^o Electrolyte impur. — De nombreux corps chimiques attaquent les plaques. L'électrolyte ne doit contenir que de l'eau et de l'acide absolument purs.

Se méfier, en particulier, de certains produits soi-disant régénérateurs, répandus dans le commerce, qui contiennent généralement des substances dangereuses.

L'usager ne doit mettre dans sa batterie que de l'eau distillée ou, à défaut, de l'eau de pluie.

6° *Niveau du liquide trop bas.* — Les plaques négatives chargées se sulfatent après exposition à l'air humide. Donc, *maintenir toujours le niveau du liquide au-dessus des plaques par addition périodique d'eau distillée ou de pluie.*

II. Accumulateurs alcalins au fer-nickel et au cadmium-nickel

Fonctionnement. — Le fonctionnement de ces éléments est caractérisé par le fait que l'électrolyte alcalin est inactif : il sert simplement de véhicule aux ions pendant la charge et la décharge, mais n'entre pas en réaction et n'a aucune action chimique sur les électrodes.

Il s'ensuit, d'une part, que l'on n'a à craindre aucun phénomène analogue à la sulfatation ; un accumulateur alcalin peut donc être abandonné à lui-même, chargé ou déchargé pendant un temps très long, sans danger pour son bon fonctionnement : les plaques ne vieillissent que par le travail, c'est-à-dire en fonction du nombre d'ampères-heure reçus et débités et non en fonction du temps.

D'autre part, la densité de l'électrolyte ne varie pas du commencement à la fin de la charge et de la décharge. Il n'y a donc pas de signe précis de fin de charge.

Le mieux, pour charger une batterie, est de placer en série avec elle un compteur dit ampères-heure-mètre (1) et de lui donner un nombre d'ampères-heure dépendant du nombre d'ampères-heure débités, compte tenu du rendement.

Si l'on n'a pas de compteur, on ne pourra

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 151, page 18.

considérer la batterie comme chargée que lorsque, au régime de charge en sept heures ou cinq heures, la tension aux bornes de tous les éléments se sera maintenue pendant une heure environ à 1,75 volt ou au-dessus. Ici, la surcharge n'a pas d'inconvénient en raison de la construction de l'élément.

Alors que pour les éléments au plomb, on impose une intensité maximum de charge, on impose pour les éléments au fer-nickel une intensité minimum. Une certaine densité de courant est, en effet, nécessaire pour obtenir une bonne réduction du fer. En particulier, les biberonnages à forte intensité ne peuvent qu'être favorables aux batteries, telles que les batteries de traction qui fournissent des débits élevés. On peut donner jusqu'à deux fois le régime normal pendant deux heures et cinq fois pendant dix minutes. En fait, l'intensité et la durée de la charge ne sont limitées que par la prescription de ne pas dépasser 50° C. comme température de l'électrolyte.

En décharge, on peut également admettre de fortes intensités, à condition, toutefois, que la température ne s'élève pas trop.

Avec les éléments au cadmium, récemment mis sur le marché, on peut charger soit à fort régime, soit très lentement ; de plus ces éléments conservent très bien la charge, même pendant des repos prolongés,

Si la densité de l'électrolyte ne varie pas du début à la fin de la charge et de la décharge, une partie en est entraînée à chaque charge par le dégagement gazeux. Le niveau est rétabli par addition d'eau distillée. Au bout d'un certain temps de fonctionnement, la densité aura donc baissé et la résistance intérieure de l'élément augmentera.

D'autre part, la solution alcaline a tendance à absorber l'acide carbonique de l'air,

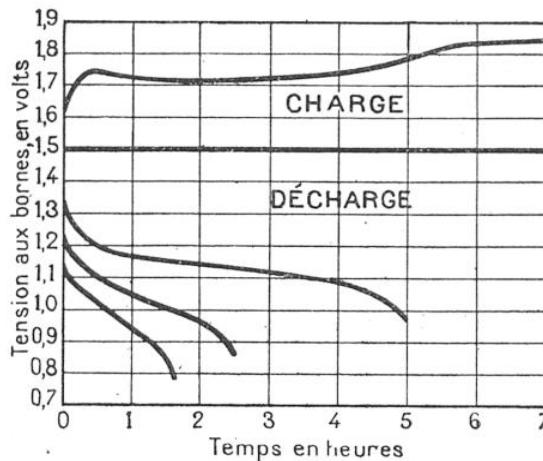


FIG. 4 — COURBES DE CHARGE ET DE DÉCHARGE A DIFFÉRENTS RÉGIMES D'UN ÉLÉMENT D'ACCUMULATEUR AU FER-NICKEL

Avec ce type d'accumulateur, il n'y a pas de signe précis de fin de charge ; de plus, la surcharge n'offre pas d'inconvénient. Cependant la tension moyenne en décharge de l'élément fer-nickel est à peine les six dixièmes de celle de l'élément au plomb, la variation de tension, pendant la décharge, atteignant 30 % au lieu de 15 % avec l'accumulateur au plomb. Par contre, sa capacité diminue moins en fonction de l'intensité.

qui diminuera la conductibilité de l'électrolyte. C'est pourquoi on recommande de toujours laisser fermés les orifices de remplissage. Quelles que soient les précautions prises, on n'évitera jamais, à la longue, une certaine carbonatation.

Aussi est-on obligé de changer périodiquement l'électrolyte, pour avoir toujours une densité comprise entre 18 et 30° B. et une solution pure.

Construction. — Les plaques sont constituées par des cadres en acier, dans lesquels sont serties des pochettes ou des tubes en feuillard d'acier perforé, contenant les matières actives.

Les plaques de même polarité sont assemblées sur un axe en acier, maintenues à l'écartement convenable par des entretoises et serrées par des écrous.

Les deux groupes de plaques, intercalés l'un dans l'autre, forment un bloc rigide, constitué par les plaques, les isolateurs cylindriques en ébonite et les cadres extérieurs également en ébonite.

L'ensemble est introduit dans un bac en acier nickelé, à parois striées, sur le fond duquel il repose par l'intermédiaire de chevilles en ébonite.

Le bac est recouvert d'un couvercle en acier, soudé à l'autogène et muni d'un orifice de remplissage à soupape.

Les éléments ainsi constitués sont placés dans des châssis en bois et isolés les uns des autres.

En France, les éléments fer-nickel et cadmium-nickel sont construits par la même firme ; le choix de l'un ou l'autre type dépend des applications.

III. Comparaison entre les accumulateurs au plomb et alcalins

Si nous nous sommes étendus moins longuement sur les accumulateurs alcalins que sur les accumulateurs au plomb, ce n'est pas que nous les considérons comme inférieurs à leurs concurrents, mais, leur fonctionnement n'imposant pas de précautions spéciales, nous n'avons pas à les expliquer.

En fait, l'un et l'autre type ont chacun leurs avantages et leurs inconvénients.

L'accumulateur alcalin est plus robuste, dure plus longtemps, nécessite moins d'entretien et est moins sensible aux fautes d'exploitation. En revanche, il est d'un prix d'achat plus élevé. Son rendement est plus

faible que celui de l'accumulateur au plomb. La chute de tension, en fonction du régime de décharge, est plus accentuée avec l'élément alcalin qu'avec le plomb. L'accumulateur au plomb est donc plus « nerveux ». A capacité égale, les poids des deux types sont sensiblement les mêmes, mais l'accumulateur au fer-nickel ou au cadmium-nickel est plus encombrant.

Le choix du type d'accumulateur dépendra donc des conditions d'exploitation : si la batterie doit être longtemps abandonnée à elle-même sans surveillance, on aura peut-être intérêt à prendre le fer-nickel ou le cadmium-nickel ; si, au contraire, on doit lui demander de gros débits, eu égard à la capacité, on devra adopter le plomb.

IV. Autres types d'accumulateurs

Il y a trois ans environ, on a fait grand bruit dans la presse au sujet d'un accumulateur aux chlorures et bromures qui aurait dû bouleverser les conditions économiques. Les revues techniques ont mis la question au point et publié les résultats des essais effectués, essais qui ont montré, d'une part, que le nouvel élément n'avait pas une énergie massique et un rendement supérieur aux types employés couramment et, d'autre part, que, sous sa forme actuelle, on ne pouvait l'empêcher de dégager des vapeurs de chlore et de brome, éléments fortement toxiques.

Depuis peu, on parle, en France, d'un nouvel accumulateur étranger Plomb-Zinc. D'après nos renseignements, ce dernier n'aurait pas encore reçu la consécration d'une pratique étendue et prolongée ; il semble donc difficile de se faire actuellement une opinion à son sujet.

Est-ce à dire pour cela que l'accumulateur ait atteint son stade définitif ? Assurément non : il est à prévoir qu'une découverte viendra un jour le transformer et qu'on emmagasinera de l'électricité aussi facilement que de l'essence. Alors, les conditions économiques se trouveront profondément modifiées. Il est bien certain, par exemple, que le moteur à explosions, si barbare par rapport au moteur électrique, ne survivra pas.

Quoiqu'il en soit, l'accumulateur électrique, sous sa forme actuelle, est un auxiliaire précieux, souvent indispensable et qui a de multiples applications.

M. BOUCHON.

LES APPLICATIONS INDUSTRIELLES DES GROSSES BATTERIES D'ACCUMULATEURS SONT DE PLUS EN PLUS NOMBREUSES

Par Maurice BOUCHON
INGÉNIEUR DES ARTS ET MANUFACTURES

Après avoir montré précédemment (1) les principes généraux du fonctionnement des accumulateurs électriques, ainsi que les précautions à prendre pour en obtenir un bon service, LA SCIENCE ET LA VIE présente maintenant une étude complète des applications pratiques des accumulateurs, en se bornant, tout d'abord — tant est vaste le champ de ces applications — aux « grosses batteries », par opposition avec les batteries de démarrage des automobiles, les batteries de T. S. F., etc. Notre collaborateur, passant en revue successivement les batteries dites stationnaires (batteries-tampon, de secours, de commande à distance, de signalisation automatique (2), etc.), les batteries de traction (3), les batteries de marine (4) et, enfin, les batteries pour l'éclairage des trains (5), montre les immenses services que sont capables de rendre les accumulateurs et le rôle de premier plan qui leur est dévolu aujourd'hui dans les installations modernes.

TOIT le monde, à l'heure actuelle, connaît les batteries de démarrage ou les batteries de T. S. F. d'amateurs ; ces batteries, même les plus grosses employées pour ces usages, ne sont que de petites batteries comparées à celles que l'on rencontre dans d'autres applications : une seule plaque dans une grosse batterie stationnaire, qui en contient souvent plusieurs milliers, pèse parfois autant qu'une batterie équipant une 10 chevaux et, alors qu'une batterie de T. S. F. ne pèse que quelques kilogrammes et ne débite que quelques watts, certaines batteries de sous-marins atteignent plusieurs dizaines de tonnes et donnent en plongée des puissances de plusieurs centaines de kilowatts.

Batteries stationnaires

Dans ces applications, pour lesquelles le poids a peu d'importance, on emploie le plus souvent des éléments au plomb, à plaques positives Planté et plaques négatives à oxydes rapportés.

Les plaques Planté, ou à grande surface, sont des plaques dans lesquelles la matière active est obtenue par formation électro-chimique, au dépens du support ; elles sont en plomb doux et, le plus souvent, constituées par une âme, sur laquelle sont venues de fonderie de fines ailettes qui augmentent la surface et, par suite, la capacité. Ces plaques sont plus robustes, mais plus lourdes et plus chères que les plaques dites à « oxydes rapportés », constituées par un support en plomb garni d'une matière rapportée, transformée en matière active par formation.

Pour certaines applications sur lesquelles nous reviendrons, on emploie soit des éléments à plaques positives et négatives à oxydes rapportés, soit des éléments fer-nickel ou cadmium-nickel.

Batteries d'éclairage. — Employées avec un groupe électrogène, pour l'éclairage des habitations dans les régions où la distribution d'électricité n'existe pas ou est insuffisante.

Ce sont, soit des batteries Planté en bacs verre non fermés, soit des batteries alcalines. Elles ont des capacités de 30 à 400 Ah (ampères-heure), des tensions de 25 à 110 volts et contiennent des éléments dits « de réduction », que l'on ajoute dans le circuit quand la tension baisse, au fur et à mesure de la décharge.

Batteries d'appoint des centrales électriques. — On sait que la quantité d'énergie demandée à un réseau de distribution d'électricité varie beaucoup, suivant les heures de la journée ; aux heures creuses, la nuit ou pendant le déjeuner, elle est très faible ; dans le milieu de l'après-midi, au contraire,

(1) Voir, dans ce numéro, l'article page 67.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 107, page 373.

(3) Voir *La Science et la Vie*, n° 79, page 29.

(4) Voir *La Science et la Vie*, n° 83, page 442.

(5) Voir *La Science et la Vie*, n° 32, page 469.

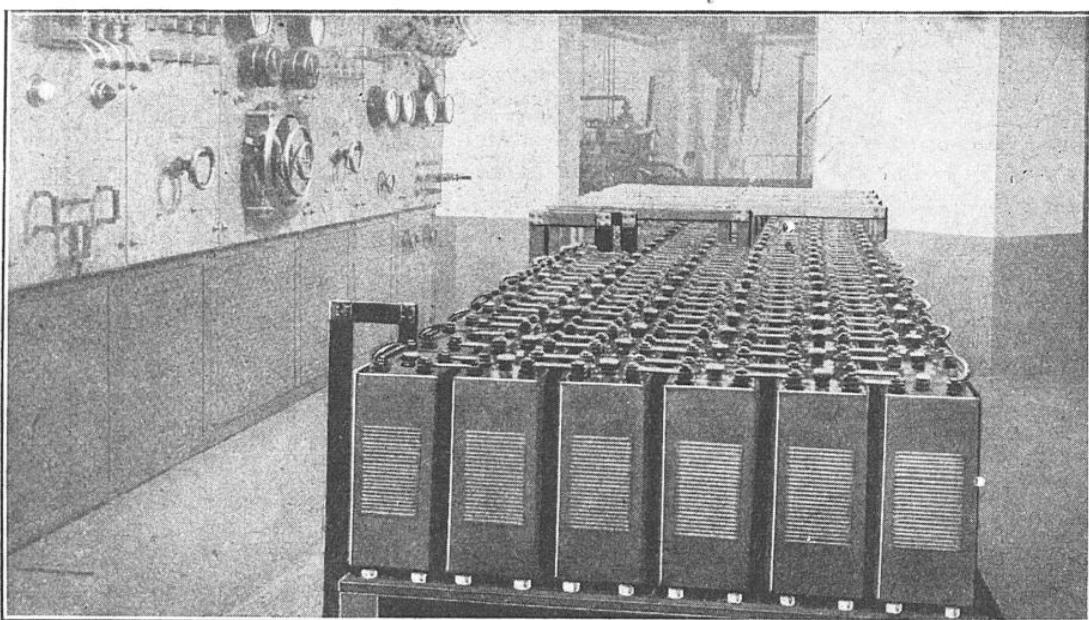


FIG. 1. — BATTERIE D'ACCUMULATEURS DE SECOURS « S. A. F. T. », AU FER-NICKEL, INSTALLÉE À LA BANQUE DE L'INDOCHINE, À PARIS, ET COMPRENNANT 100 ÉLÉMENTS DE 400 AMPÈRES-HEURE

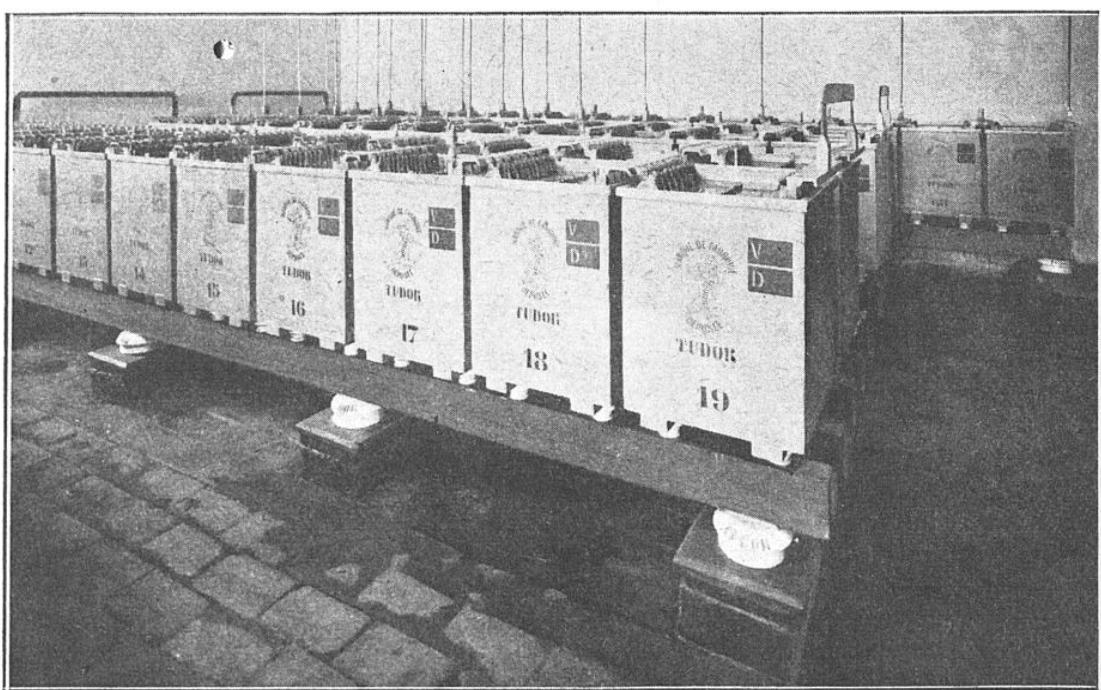


FIG. 2. - BATTERIE D'ACCUMULATEURS « TUDOR », EN SERVICE À LA SUPERCENTRALE DE GENNEVILLIERS, PRÈS PARIS, POUR LA COMMANDE À DISTANCE DE L'APPAREILLAGE ÉLECTRIQUE
Cette batterie, d'une capacité de 840 ampères-heure en dix heures, comporte 69 éléments pesant chacun plus de 200 kilogrammes.

quand tous les établissements industriels sont en marche, et principalement en hiver quand fonctionne en même temps l'éclairage, il se produit une pointe qui peut être considérable ; il en résulte que la puissance installée dans les centrales est trop élevée à certaines heures et parfois insuffisante pour la pointe. Pour y parer, on installe une batterie que l'on charge pendant les heures

continu ; certains même les font débiter sur des groupes convertisseurs ou des commutatrices qui envoient aux abonnés de l'alternatif.

Ces batteries sont des batteries Planté en bacs bois, doublé de plomb. Leur capacité est souvent considérable et peut atteindre plusieurs milliers d'ampères-heure, permettant des débits instantanés de plus de 1.000 ampères sous 250 volts.

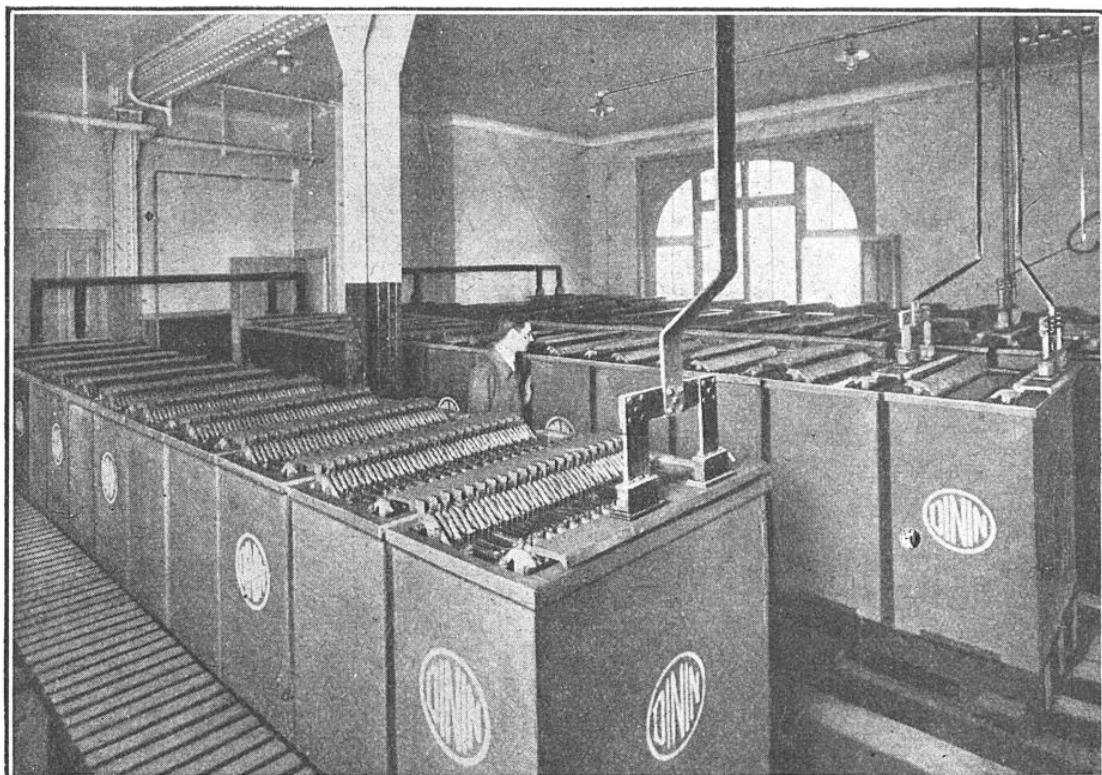


FIG. 3. — BATTERIE D'ACCUMULATEURS « DININ », INSTALLÉE AU CENTRAL TÉLÉPHONIQUE « LITTRÉ » À PARIS

Cette batterie, d'une capacité de 6.300 ampères-heure en dix heures, comprend 25 éléments pesant chacun, en ordre de marche, plus de 1.250 kilogrammes.

creuses et que l'on fait débiter en même temps que les machines pendant la pointe.

Dans certains secteurs où la consommation est faible, on arrête les machines pendant la nuit et on alimente uniquement par la batterie.

Autrefois, lorsque la distribution de l'électricité était locale et en courant continu, ces batteries étaient la règle générale. Malgré la distribution à longue distance et en courant alternatif, aujourd'hui généralisée, beaucoup de secteurs les ont conservées ; ils les emploient pour desservir, pendant la pointe, des zones où ils ont maintenu le

Batteries de secours. — Ces batteries sont destinées à assurer l'éclairage en cas de défaillance du secteur (fig. 1). Leur capacité est extrêmement variable suivant les besoins. On les emploie particulièrement dans les établissements où le manque de lumière peut avoir des conséquences graves : services publics, grandes centrales électriques, banques, hôtels, théâtres, etc...

A Paris, presque tous les théâtres et cinémas importants en sont pourvus : Comédie-Française, Opéra, Odéon, Paramount, Coliséum, etc...

On emploie le plus souvent des éléments

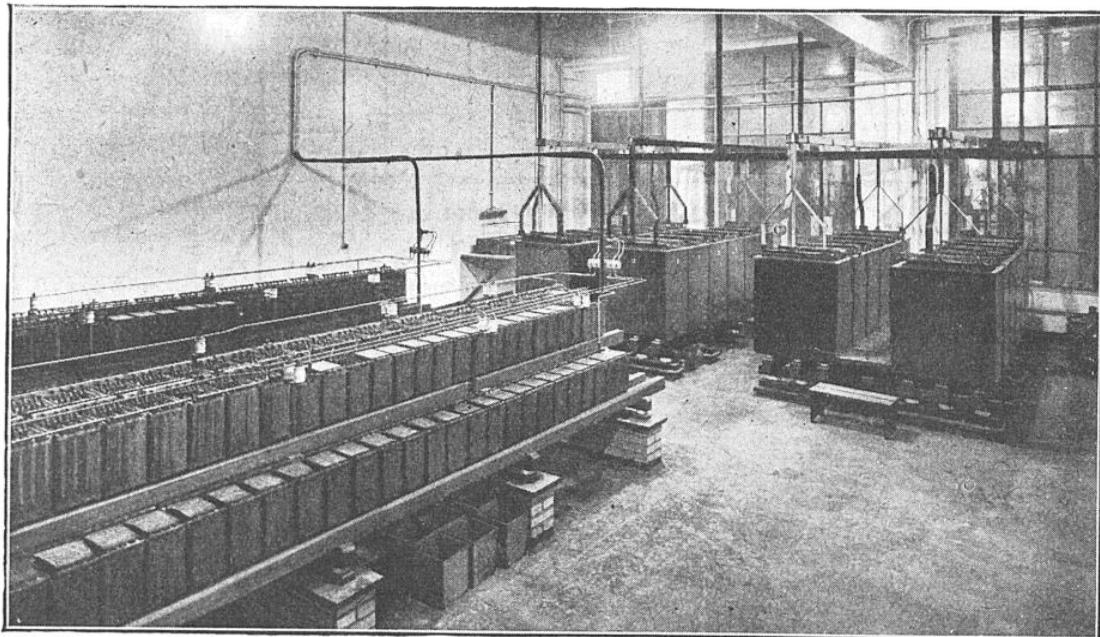


FIG. 4. — BATTERIES D'ACCUMULATEURS « T. E. M. » INSTALLÉES AU BUREAU DES ARCHIVES DES P. T. T. À PARIS

Cet ensemble est disposé au départ des lignes téléphoniques souterraines à grande distance et comprend quatre batteries de chacune 6 éléments, 4.640 ampères-heure, et deux batteries de chacune 66 éléments, 144 ampères-heure.

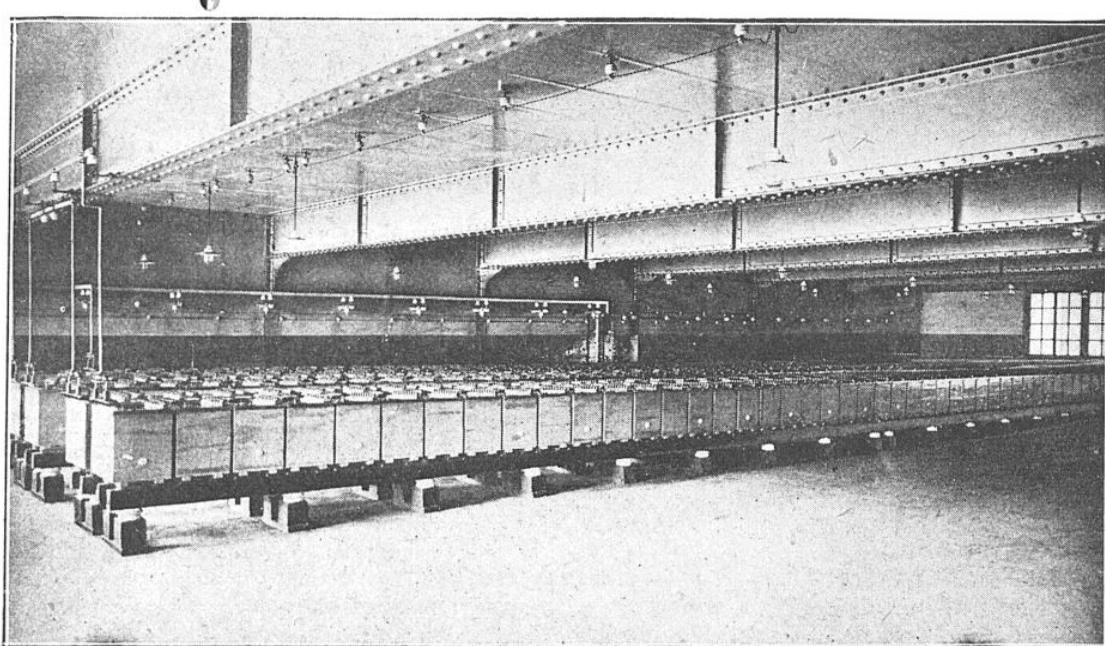


FIG. 5. — BATTERIE TAMPON « TUDOR » INSTALLÉE À LA SOUS-STATION LA VILLETTÉ DU MÉTROPOLITAIN DE PARIS

Cette batterie comporte 295 éléments de 1.100 ampères-heure en dix heures, chaque élément pesant, en ordre de marche, 250 kilogrammes.

Planté en bacs verre. Certains, estimant que ces batteries ne travaillent qu'exceptionnellement, préfèrent limiter leur dépense et prennent des batteries au plomb à oxydes rapportés (Hôtel du New-Golf, à Deauville) ; d'autres, qui préfèrent se libérer de l'entretien et des recharges fréquentes, adoptent les batteries alcalines comme il a été fait pour le Théâtre Pigalle, à Paris.

commande des aiguillages (postes électro-dynamiques).

Batteries de signalisation automatique dans les chemins de fer (1). — L'installation est réalisée pour chaque signal, de la façon suivante : un élément dit élément flottant, est branché en permanence aux bornes d'un redresseur de courant, qui le charge automatiquement à faible régime. Au passage

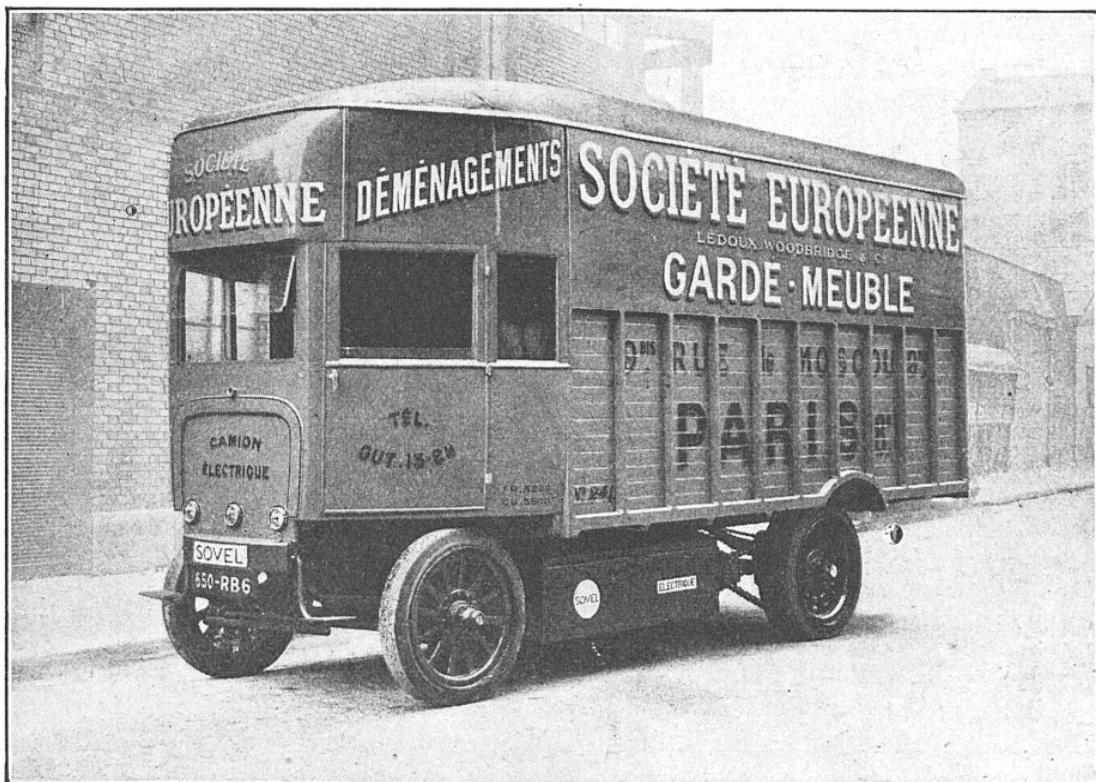


FIG. 6. — SUR LE CAMION ÉLECTRIQUE « SOVEL », LA BATTERIE D'ACCUMULATEURS EST LOGÉE DANS DEUX COFFRES LATÉRAUX DONT L'UN EST VISIBLE SOUS LE CHASSIS

Batteries de commandes à distance. — Ces batteries sont employées notamment dans les centrales électriques, pour commander les interrupteurs et les disjoncteurs. A titre d'exemple, voici les caractéristiques des batteries en service à la supercentrale de Gennevilliers, près Paris (fig. 2) :

Deux batteries pour commande et contrôle, capacité 840 Ah en dix heures, tension 125 volts, poids environ 15 tonnes.

Deux batteries pour éclairage de secours, capacité 1.400 Ah en dix heures, tension 250 volts, poids environ 45 tonnes.

On emploie également des batteries acides ou alcalines dans les chemins de fer, pour la

d'un train, cet élément envoie automatiquement du courant dans un relais, lequel ferme un deuxième circuit contenant une batterie de 6 volts 100 Ah environ, qui alimente alors le signal lumineux. Les batteries employées sont au plomb ou au cadmium-nickel.

Batteries pour le téléphone, le télégraphe, les émissions de T. S. F. — Les accumulateurs ont de multiples applications dans les P. T. T (fig. 3 et 4). On installe, en particulier, des batteries de très grande puissance dans les centraux téléphoniques automatiques ; elles comprennent généralement 12 éléments au plomb, dont la capacité va

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 107, page 373.

jusqu'à 11.000 Ah, chaque élément pesant plus de 2 tonnes.

Batteries tampons. — On emploie des batteries tampons pour égaliser la tension sur les réseaux auxquels on impose d'importantes variations de débit. Ces batteries sont montées en parallèle avec les machines : elles débiteront lorsque l'appel de courant augmente et se rechargent lorsqu'il diminue.

On en monte dans les usines où l'on met

se trouvent des batteries de 295 éléments 1.100 Ah en dix heures. Ces batteries servent de tampon et de secours.

Pendant le jour, elles alimentent l'éclairage de secours et les pompes.

Pendant la nuit, de 1 h. 30 à 4 h. 30 environ, les machines sont arrêtées et les batteries assurent seules l'éclairage des tunnels, le fonctionnement des pompes d'épuisement et la traction des rames de service.

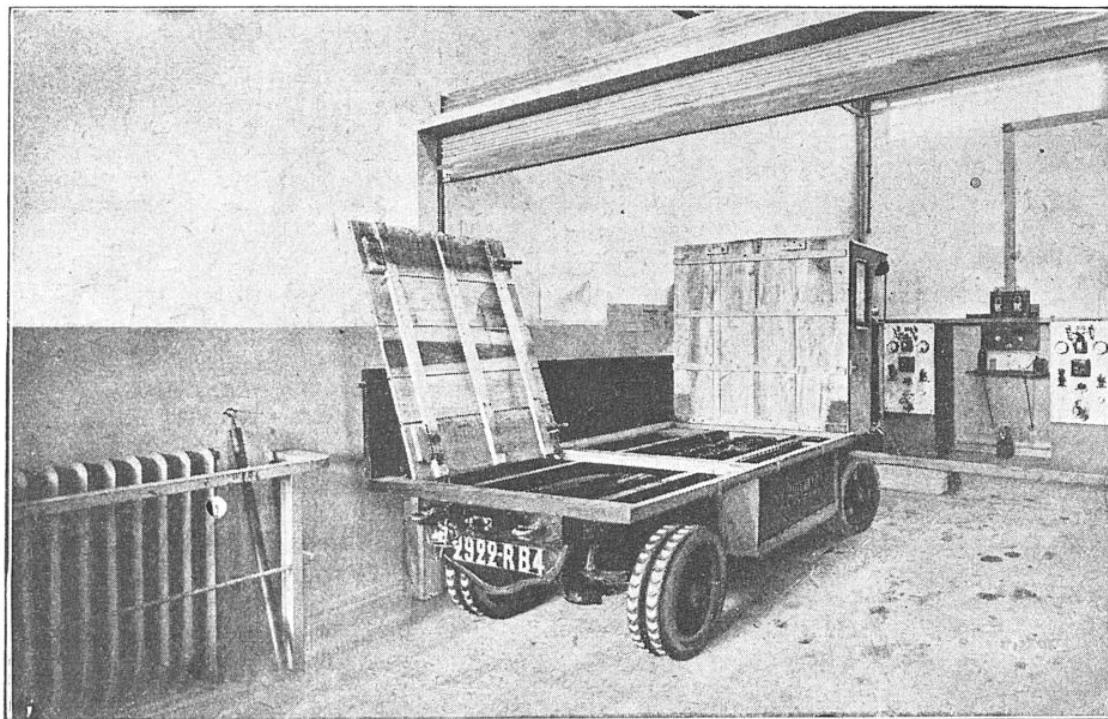


FIG. 7. — UN CHARIOT-CAMIONNETTE ÉLECTRIQUE, APPARTENANT À LA COMPAGNIE PARISIENNE DE DISTRIBUTION D'ÉLECTRICITÉ, DANS LE POSTE SPÉCIALEMENT AMÉNAGÉ POUR LA CHARGE DE SES ACCUMULATEURS

fréquemment en route des machines dont le démarrage nécessite une puissance élevée, sur les réseaux de chemins de fer et de tramways électriques à courant continu. En général, ces batteries servent aussi de secours (fig. 5).

Voici, par exemple, comment est équipé en batteries le réseau du Métropolitain de Paris :

Dans quatre sous-stations : Opéra, Père-Lachaise, Etoile, Bastille, se trouvent de grosses batteries tampons de 295 éléments au plomb, 3.600 Ah en dix heures, donnant 550 volts et pouvant débiter 1.800 ampères pendant une heure.

En une dizaine d'autres points du réseau

Batteries de traction

On assiste actuellement, en France, à un renouveau des véhicules électriques (1) dont le développement avait été entravé, il y a vingt-cinq ans environ, par suite d'erreurs dans leur utilisation. L'étude détaillée de cette question nous entraînerait trop loin ; disons seulement que la traction électrique nous libérerait des importations d'essence et qu'elle est économique si on limite son emploi aux applications qui lui conviennent, c'est-à-dire aux parcours limités, à vitesse modérée, particulièrement en cas d'arrêts fréquents.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 79, page 29.

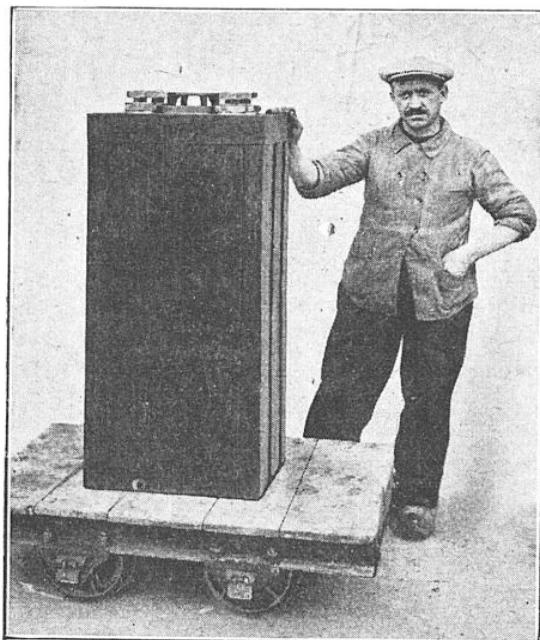


FIG. 8. — ÉLÉMENT D'UNE BATTERIE D'ACCUMULATEURS « T. E. M. » POUR SOUS-MARIN DE PLUS DE UN MÈTRE DE HAUTEUR

Nous pouvons classer les véhicules électriques en trois grandes catégories :

Les chariots : appareils de manutention circulant à l'intérieur des établissements et dont il existe plusieurs types : porteurs, tracteurs élévateurs, chariots-grues (fig. 6) ;

Les camions, camionnettes, autobus, circulant sur la voie publique (fig. 7) ;

Les véhicules sur rails : automotrices à accumulateurs, locomotives de manœuvre à accumulateurs ou mixtes (trolley et accumulateurs), les locomotives de mines, de chantiers ou d'usines à accumulateurs.

Sur les chariots et les camions ou autobus, on emploie des batteries au fer-nickel ou au plomb ; dans ce cas, les éléments sont enfermés dans des bacs en ébonite ou en matière moulée, avec couvercles. Les poids varient entre 300 et 1.800 kilogrammes environ.

Sur les locomotives,

on emploie aussi les éléments Planté, en bacs ébonite, le poids étant souvent un avantage dans cette application ; on arrive ainsi, sur des locomotives d'une cinquantaine de tonnes, à des poids de batterie d'environ 25 tonnes.

Batteries de marine

A bord des sous-marins, la batterie est l'organe vital, le seul qui assure la navigation en plongée (1). La construction est donc tout particulièrement soignée et surveillée.

Les essais de fonctionnement imposés à la réception sont très durs. De plus, on fait subir aux matières entrant dans la fabrication des analyses très sévères, pour éviter les dégagements toxiques ; en particulier, on ne tolère aucune trace d'arsenic, corps souvent mélangé au plomb et à l'antimoine entrant dans la fabrication des plaques et à l'acide sulfurique ; l'arsenic donnerait, en effet, pendant le fonctionnement, de l'hydrogène arsénisé qui serait très dangereux dans le vase clos d'un sous-marin.

A bord, on prend des précautions toutes particulières pour la ventilation et l'isolation des salles d'accumulateurs, en particulier pour éviter la déflagration du mélange d'oxygène et d'hydrogène qui pourrait se produire par suite du fonctionnement.

Etant donné les débits intenses demandés, on n'emploie pour les sous-marins que des batteries au plomb (fig. 9).

Ces batteries sont très puissantes. Certains éléments ont plus d'un mètre de haut (fig. 8). Leur nombre atteint plusieurs centaines, la capacité, sur les types les plus gros, plusieurs milliers d'ampères-heure, et le poids, plusieurs dizaines de tonnes.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 83, page 442.

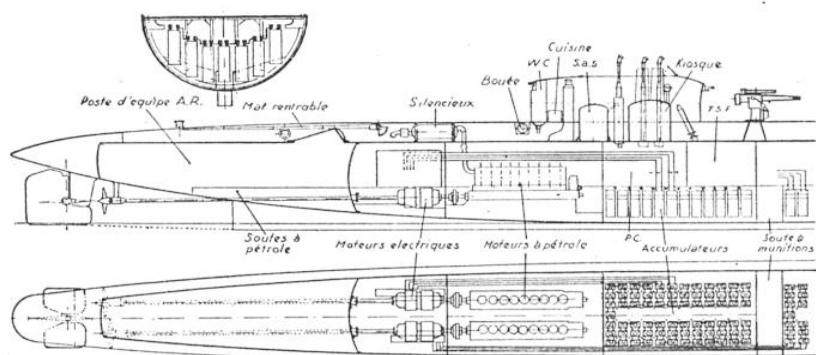


FIG. 9. — COUPE, EN ÉLÉVATION ET EN PLAN, D'UN SOUS-MARIN « LOIRE-SIMONOT », MONTRANT LES EMPLACEMENTS RESPECTIFS DES BATTERIES D'ACCUMULATEURS « TUDOR », DES MOTEURS DIESEL ET DES MOTEURS ÉLECTRIQUES SUR LE BÂTIMENT
En haut et à gauche : coupe transversale d'un compartiment d'accumulateurs.

En dehors des batteries de sous-marins, on trouve à bord des navires de guerre, de commerce ou de plaisance des batteries dont le rôle est le même que celui des batteries stationnaires.

Batteries pour l'éclairage des trains

A la suite d'un accident, compliqué d'incendie, survenu il y a quelques années, l'éclairage au gaz a été interdit sur les voitures des chemins de fer français et l'éclairage électrique généralisé sur tous les réseaux (1). Pour équiper les milliers de voitures circulant en France, il a fallu construire des milliers de batteries.

Il y a plusieurs types d'installation :

Eclairage individuel. — Chaque voiture est éclairée d'une façon indépendante par une dynamo et une batterie.

Eclairage semi-collectif. — Chaque voiture porte une dynamo et une batterie, mais l'ensemble des équipements est bouclé en parallèle, de sorte qu'en cas de défaillance d'un équipement, la voiture qui le porte continue à être éclairée.

Eclairage collectif.

— Par un groupe électrogène, avec ou sans batterie, placé dans un fourgon. Ce dispositif est utilisé sur des trains-blocs.

A l'étranger, certaines voitures n'ont pas de dynamo, mais seulement une batterie chargée au dépôt et échangée, au bout d'un certain temps, contre une nouvelle batterie chargée.

Dans les deux premiers systèmes, les plus répandus, en France, la dynamo est entraînée par un essieu ; elle tourne donc à une vitesse extrêmement variable, suivant la vitesse du train. Pour éviter les inégalités d'éclairage et les surtensions susceptibles de griller les lampes, il a fallu étudier un régulateur de tension, à placer entre la dynamo et la batterie, aux bornes de laquelle est branchée la canalisation de lumière. Plusieurs types de régulateurs sont maintenant bien au point ; la tension en marche est sensiblement constante, quelle que soit l'allure,

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 32, page 469.

et la variation entre l'arrêt et la marche est, elle-même, faible.

Dans ce domaine de l'éclairage des trains, les batteries alcalines, et particulièrement depuis leur apparition, les nouvelles batteries cadmium-nickel, se sont taillées une part importante, en raison du peu d'entretien et de précautions qu'elles demandent. Toutefois, les batteries au plomb équipent aussi de nombreuses voitures.

En général, la tension d'éclairage est de 24 volts, soit 18 éléments alcalins ou 12 éléments au plomb. Certains réseaux utilisent des tensions de 20 volts ou de 48 volts.

Les éléments alcalins se présentent sous leur forme habituelle, groupés en châssis. Les éléments au plomb sont à plaques Planté, ou à oxydes rapportés, en bacs ébonite ou matière moulée, avec couvercles étanches ; ils sont le plus généralement groupés par trois ou quatre, dans des paniers en tôle métallique perforée munis de poignées qui facilitent la manutention (fig. 10).

Les capacités usuelles vont de 110 à 250 Ah, le poids d'une batterie étant de l'ordre de 600 kilogrammes.

* * *

Nous venons de passer en revue quelques-unes des plus importantes applications des grosses batteries. Bien que rapide, cette énumération montre le rôle souvent de premier plan qui est dévolu à l'accumulateur dans les installations modernes : c'est lui qui vient remplacer les machines défaillantes ; c'est sur lui que, dans les chemins de fer, repose maintenant une des organisations les plus importantes pour la sécurité : la signalisation (1) ; c'est lui seul qui permet aux sous-marins de plonger, de naviguer immergés et de remonter à la surface. L'accumulateur est donc bien un auxiliaire précieux, souvent indispensable, et qui, en échange des immenses services qu'il rend, ne demande qu'un peu de soin et quelques précautions.

M. BOUCHON.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 107, page 373.

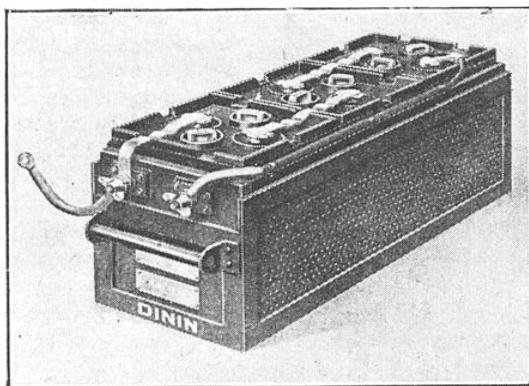


FIG. 10. — GROUPE DE TROIS ÉLÉMENTS D'ACCUMULATEURS « DININ » POUR L'ÉCLAIRAGE DES TRAINS, PLACÉ DANS UN PANIER EN TOLE MÉTALLIQUE PERFORÉE, ET PESANT 112 KILOGRAMMES EN ORDRE DE MARCHE

LES A COTÉ DE LA SCIENCE

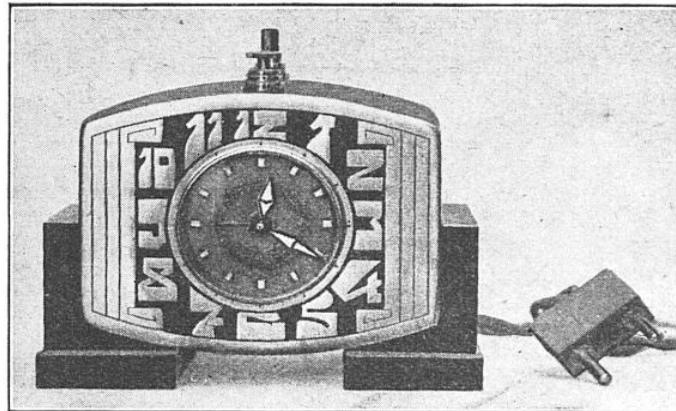
INVENTIONS, DÉCOUVERTES ET CURIOSITÉS

Par V. RUBOR

La pendulette-réveil-lampe électrique peut aussi mettre en marche et arrêter un appareil de T. S. F.

Nous avons récemment signalé à nos lecteurs (1) comment avait été résolu le problème du branchement direct d'appareils d'horlogerie sur le secteur électrique. Nous en avons montré notamment une réalisation intéressante : la pendulette-réveil électrique, qui, sans avoir jamais besoin d'être remontée, donne l'heure avec précision, fait retentir une sonnerie à l'heure voulue. Montée en lampe, elle s'allume, en outre, automatiquement à l'heure du réveil, mais on peut également l'éteindre ou l'allumer comme une lampe ordinaire, au moyen d'un interrupteur installé sur le fil d'aménée du courant. De même, grâce à des boutons parfaitement accessibles, il est aisé d'interrompre à volonté le dispositif de sonnerie et d'empêcher l'allumage automatique de la lampe.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 173, page 436.

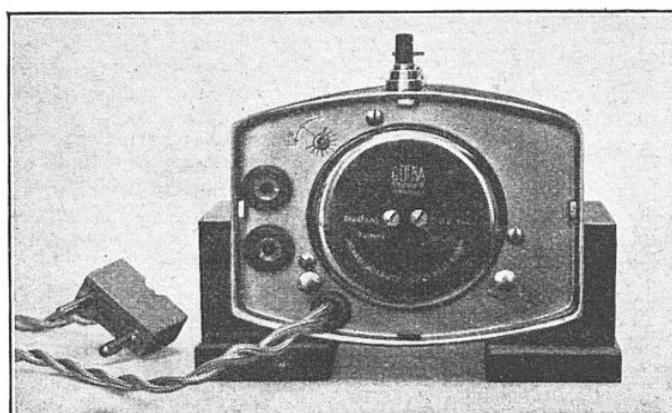


VUE DE FACE DE LA PENDULETTE-RÉVEIL « COTNA »

Il manquait quelque chose encore à ce petit appareil fort ingénieux. C'est la faculté de déclencher automatiquement, à une heure fixée à l'avance, et d'arrêter un appareil de T. S. F. Vous voulez, par exemple, sans être obligé de vous lever, écouter, le matin, une émission qui fait connaître les dernières nouvelles, avant que vous ne soyez en possession de votre journal. Il vous suffit pour cela, après avoir réglé convenablement le poste, d'introduire, dans la prise de courant spéciale dont est munie la pendulette, la prise de courant de votre poste de T. S. F. A l'heure marquée, les lampes de celui-ci s'allumeront toutes seules, et vous n'aurez qu'à écouter. L'arrêt se fait également automatiquement à l'heure que vous aurez fixée.

Ajoutons que ces pendulettes peuvent comporter deux prises de courant distinctes : l'une permettant de déclencher un appareil électrique quelconque à l'heure voulue, l'autre assurant l'arrêt automatique à une autre heure.

Ainsi, le mouvement d'horlogerie, constamment remonté par le secteur électrique (la dépense d'énergie est, d'ailleurs, négligeable : 6 francs par an,) devient un relais précis qui effectue les opérations de télémechanique les plus diverses.



ON VOIT ICI, DERrière LA PENDULETTE, LA PRISE DE COURANT SPÉCIALE POUR LA COMMANDE DU POSTE DE T. S. F.

Les accumulateurs de T. S. F. sont aujourd'hui parfaits

La lutte secteur-accumulateurs est évidemment engagée depuis longtemps, et personne, à l'heure présente, ne peut se prononcer sur l'avenir. Si certains montages sur alternatif sont au point et donnent des résultats satisfaisants (lorsque la question pécuniaire d'achat et d'entretien est alors secondaire), par contre le point de perfectionnement actuel des accumulateurs permet de soutenir la bataille technique.

La question, si à l'ordre du jour, des ondes courtes, est toute en faveur de l'alimentation par accumulateurs, et il est fort heureux que ces appareils aient subi des perfectionnements tels qu'il ne soit plus question de tous les reproches justifiés qu'on leur faisait il y a encore quelque temps.

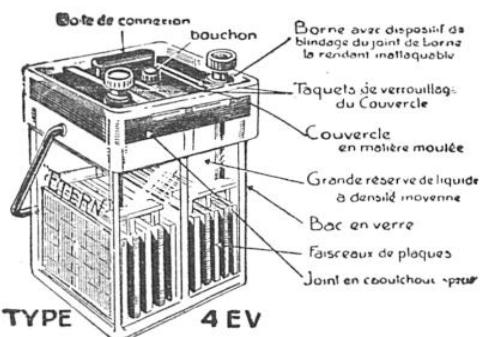
Qu'a-t-on reproché aux accumulateurs de T. S. F.? Des défauts qui étaient dus non pas à leur principe même, mais à leur manque d'adaptation.

Un accumulateur de T. S. F. doit :

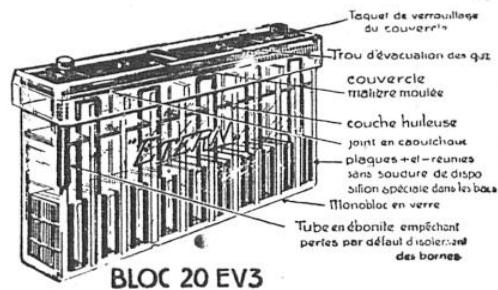
1^o être insulfatable ; 2^o se passer de tout entretien et, comme corollaire, ne pas se détériorer, même abandonné dans n'importe quel état ; 3^o ne pas se décharger lorsqu'il n'est pas utilisé ; 4^o rester toujours propre et ne pas se présenter comme un objet répugnant à manipuler ; 5^o pouvoir être démonté ou être réparé par n'importe qui, sans manipulation onéreuse et longue.

L'accumulateur moderne de basse tension, qui est destiné à un débit relativement faible par rapport à sa capacité, a une constitution interne qui permet de retirer de cette utilisation des avantages énormes ; c'est ainsi qu'on a pu abaisser le degré d'électrolyte à un titrage tel que la conservation des plaques négatives et leur réduction à la charge se font dans des conditions excellentes.

Comme ce titrage nécessite un certain volume pour que la capacité n'en souffre pas, on a réservé au-dessus des plaques, dans le bac, la place pour cette réserve de liquide, d'où découlent deux autres avantages :



BATTERIE D'ACCUMULATEURS « ETERN », 4 VOLTS, POUR LE CHAUFFAGE DES FILAMENTS



BLOC D'ACCUMULATEURS « ETERN » 20 VOLTS,
POUR LA CONSTITUTION DES BATTERIES
HAUTE TENSION

conservation de la charge des plaques négatives, qui sont mieux soustraites à l'action de l'oxygène, qui reste dissout à la partie supérieure du liquide, et réduction de l'entretien, puisqu'il y a grande réserve de liquide.

Par suite de la faiblesse du titrage, la diffusion dans les plaques est, de ce fait, défective et on la rend intentionnellement plus difficile en adoptant des plaques relativement épaisses ; aussi la décharge se trouve limitée, même à des régimes faibles, et il reste suffisamment de matière positive encore oxydée pour que la force électromotrice remonte à circuit ouvert, même après un court-circuit prolongé.

La capacité des négatives étant plus grande que la capacité des positives, ces dernières sont proportionnellement plus déchargées que les autres, et la terrible sulfatation qui anéantit l'appareil ne se produit pas, même à l'usage, car l'accumulateur n'est jamais entièrement déchargé. La perte de capacité à l'usage est diminuée par régénération facile des négatives et leur usure normale est compensée par l'excédent de leur capacité sur les positives.

Les bornes doivent assurer des contacts parfaits sans entretien et ne pas s'attaquer ; or il est évident que les pièces en laiton permettant le contact avec l'extérieur ne doivent pas être exposées à l'attaque directe ou indirecte de l'acide et doivent être efficacement protégées par des revêtements en plomb. La question des bons contacts est très importante pour un fonctionnement normal des postes, et combien de sifflements, de crachements et de mauvais réglages proviennent de leur mauvais état !

Un système pratique permet le démontage rapide et intégral et facilite le remplacement des plaques ou pièces constitutives après usure ou accident, sans toutefois que le dispositif nuise le moins du monde aux qualités d'étanchéité.

Enfin ajoutons que les matières premières sont telles que toute réaction nuisible ne se produise pas. Nous entendons par là : bac en verre, pièces en caoutchouc et matière moulée, sans réaction avec l'appareil et les

produits actifs (plomb, oxyde, électrolyte, produits chimiques, etc.) sont rigoureusement purs et remplissent certaines particularités physiques.

Pour les accumulateurs de haute tension, le débit demandé aux batteries étant encore plus faible que pour les appareils basse tension, la conception des deux sortes de batteries reste à peu près identique. Un autre point a été bien étudié :

La conservation de la charge à circuit ouvert, autrement dit la protection de décharge, par défaut d'isolement.

Etant donné la tension élevée, la décharge à vide prend des proportions énormes s'il y a le moindre défaut d'isolement, et comme la capacité des batteries haute tension est faible, la décharge complète de la batterie, même sans service, se produit.

Les décharges par défaut d'isolement, tant entre éléments voisins qu'entre les points où le potentiel est le plus élevé, sont supprimées, les premières par la présence d'une couche huileuse et l'absence de contacts extérieurs entre les plaques et les récipients, les secondes en coupant le circuit entre bornes par le dispositif spécial ou en disposant les bornes sur un milieu sec, afin d'éviter toute conductibilité. Munies de ce dispositif, il n'est plus rare de voir certaines batteries haute tension conserver leur charge à circuit ouvert près d'une année.

Ajoutons encore que ces dispositifs protecteurs de décharge, partielle ou totale, régularisent le travail de tous les éléments et, de ce fait, empêchent la détérioration prémature de certains d'entre eux.

Au point de vue propreté générale et facilité de transport, l'étanchéité est réalisée par des couvercles verrouillés qui, ainsi que dans les batteries basse tension, permettent le démontage intégral.

Les deux croquis (page 82) donnent une idée de la conception des batteries réellement modernes : l'un représente un accu de 4 volts et l'autre un bloc de 20 volts, constituant les fractions d'une batterie de voltage élevé.

Une cheville qui tient

IL y a peu d'années encore, fixer un piton ou un clou dans un mur était une besogne bien désagréable, car après avoir fait un trou et placé une cheville en bois, pour y fixer une vis ou un piton, on constatait, après un certain temps, que la cheville s'était desséchée, que la vis ou le piton ne tenait plus, et qu'enfin le travail ainsi exécuté avec beaucoup de mal était inefficace. D'autre part, les murs ou les tentures portaient la trace de détériorations plus ou moins importantes.

Aujourd'hui, avec la cheville perfectionnée dont nous allons donner la description, le problème est résolu. Le dessin ci-joint en montre l'aspect et la façon de l'utiliser.

Cette cheville se compose d'une âme double en chanvre imputrescible, enveloppée d'une gaine en fer aluminé.

Elle trouve son utilisation dans tous les matériaux durs ou tendres, tels que : plâtre, brique creuse, brique pleine, ciment, béton, etc... Il suffit de l'introduire dans un trou percé dans le mur avec un petit outil d'un diamètre légèrement supérieur à la cheville et de la longueur de celle-ci, de manière que la petite collarette affleure la paroi du mur.

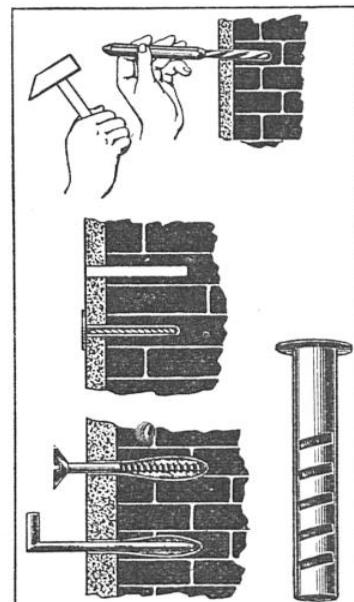
On enfonce ensuite dans la cheville un clou, une vis, ou un piton, et la dilatation en queue-d'aronde, produite par cette opération, assure, entre la cheville et la paroi du trou, une adhérence résistant à tous les efforts qu'on peut normalement lui demander.

La force d'arrachement varie de 150 à 4.000 kilogrammes, suivant le numéro adopté et selon le matériau dans lequel elle est utilisée.

De plus, elle est insensible aux variations de température, sécheresse ou humidité, ainsi qu'aux vibrations. La collarette permet de maintenir la cheville dans son logement dans les cloisons de faible épaisseur ou dans la brique creuse.

Cette cheville, appelée « Upat », se fait en tous diamètres, depuis 4 millimètres jusqu'à 21 millimètres, et en différentes longueurs de 16 à 150 millimètres. Elle est indispensable aussi bien dans l'industrie de l'électricité, plomberie, chauffage central, gaz, etc... que dans les ménages, où elle rend les plus grands services.

Les essais faits à l'Ecole d'apprentissage de la Chambre syndicale des Entrepreneurs de couverture, plomberie, eau, gaz, assainissement et hygiène de la Ville de Paris, du département de la Seine et Seine-et-Oise, ont montré que toute satisfaction a été donnée, tant par la rapidité de la pose que par la solidité de la vis fixée dans un mur. Un simple apprenti de l'école effectua aisément toutes les démonstrations.



COMMENT ON POSE LA CHEVILLE « UPAT »

L'électricité a vaincu la surdité

Nos lecteurs connaissent déjà comment, grâce à l'électricité, on est parvenu aujourd'hui à réaliser des appareils vraiment efficaces contre la surdité.

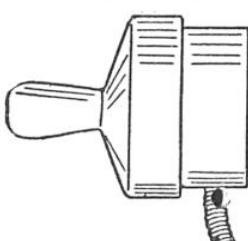
Il s'agit, en somme, pour résoudre ce problème, de donner aux vibrations sonores une amplitude suffisante pour agir sur les organes qui ne réagissent plus à la réception des vibrations sonores ordinaires. Le degré de surdité impose donc le choix de l'appareil le plus convenable. La personne simplement d'oreilles s'accommodeera parfaitement d'un cornet acoustique. Mais dès que la surdité est plus forte, il est indispensable de recourir à un appareil électrique. On le devine, c'est grâce au microphone que le résultat cherché peut être atteint. Alimenté par une simple pile de poche, le microphone transforme en courant électrique modulé les vibrations sonores qu'il reçoit. Reçu dans un écouteur téléphonique, ce courant est transformé à nouveau en vibrations sonores qui viennent frapper directement l'oreille.

On le voit, la technique des appareils est voisine de celle des haut-parleurs. Mais, tandis que personne ne s'insurge contre la dimension d'un haut-parleur, le sourd exige des constructeurs la mise au point d'écouteurs de très faibles poids et peu encombrants. L'écouteur prendra donc la forme d'un tube auditif afin de se loger facilement dans l'oreille et de s'y maintenir sans le secours d'aucun support. Quant au microphone, il sera fixé à la pile de poche et pourra être accroché aisément au vêtement. Signalons qu'un interrupteur peut couper le courant microphonique.

L'écouteur lui-même, représenté ci-dessus, ne pèse que 20 grammes. Grâce à la matière moulée qui le constitue (galalithe), il supprime tout nasissement et toute déformation des sons. Aussi on peut percevoir des vibrations dont la fréquence atteint 5.000, tandis qu'un écouteur métallique ne permet de percevoir que les vibrations dont la fréquence est comprise entre 500 et 1.600.

Il est également très important que l'écouteur prenne la forme du conduit auditif de l'oreille. Cinq types d'embouts ont été créés dans ce but dans l'appareil « Audios ».

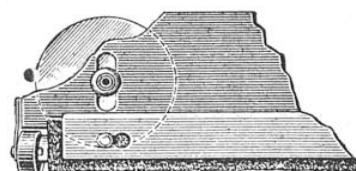
Ainsi, de même que les verres d'optique nous permettent de corriger les défauts de notre vue, de même l'appareil microphonique assure une audition parfaite.



L'ÉCOUTEUR TÉLÉPHONIQUE

Pour calfeutrer le bas des portes

Vous connaissez tous le désagréable courant d'air qui filtre par-dessous les portes et vous avez tous employé le bourrelet pour combler le vide existant entre elles et le plancher. Vous connaissez donc également les



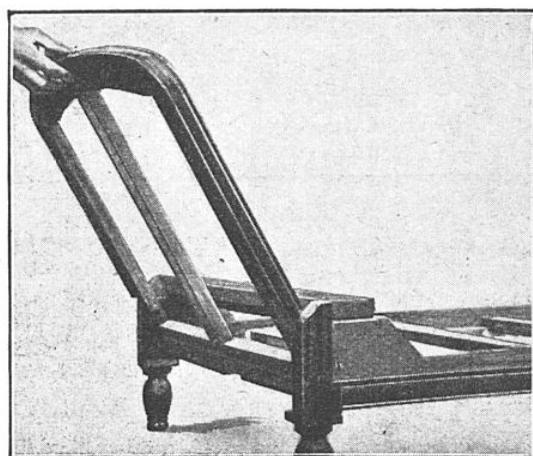
PLINTHE COULISSANTE B MAINTENUE PAR LES VIS V
Au-dessus, détail montrant comment la plinthe coulisse, et la roulette en caoutchouc.

inconvénients de ce système, qui n'épouse pas exactement la forme du plancher, qui devient sale rapidement.

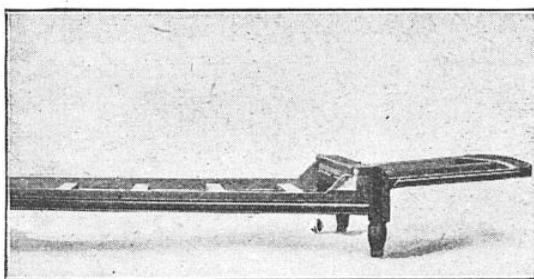
La plinthe coulissante, fixée une fois pour toutes, remédie à tout cela. Elle se compose d'un support vissé à la porte et d'une partie pouvant coulisser dans ce support et portant une bande de feutre comme le montrent les dessins ci-dessus. Ainsi le feutre s'adapte parfaitement au plancher, même s'il est incliné.

Cette bande de feutre est, d'ailleurs, facilement remplaçable, la cornière qui la porte étant montée à baïonnette. Enfin, deux galets caoutchoutés, placés aux extrémités, assurent un fonctionnement doux et silencieux et évitent une usure prématuée du feutre.

Un côté de ce divan prend n'importe quelle inclinaison



LE CÔTÉ DE CE DIVAN S'INCLINE A VOLONTÉ



VOICI LE CÔTÉ DU DIVAN HORIZONTAL

POURETRE confortable, un divan doit être assez long afin de permettre de s'allonger facilement. De plus, la fixité des côtés verticaux exige l'installation de coussins nombreux pour accompagner le corps et éviter toute fatigue. Il est évident que l'on se repose bien mieux dans un fauteuil dont le dossier est incliné que si ce dossier est droit. Le divan, représenté ci-dessus, qui, dans sa position normale, ne semble présenter aucune particularité, possède cependant un côté mobile, pouvant pivoter autour d'un axe horizontal et prendre n'importe quelle inclinaison. Il suffit, pour cela, d'appuyer sur un bouton situé sur le dossier pour débrayer le mécanisme. En lâchant le bouton, le mécanisme est bloqué. Ainsi, un divan de dimensions modestes peut se transformer en un lit confortable.

Distributeur automatique de moutarde

POURECONSERVER toujours la moutarde fraîche et à l'abri de la poussière, il faut utiliser un récipient maintenu constamment ferme et permettant néanmoins de se servir facilement de son contenu.



LE MOUTARDIER AUTOMATIQUE

Le distributeur automatique de moutarde ci-contre, dans la fabrication duquel ne rentre aucune matière (liège ou caoutchouc) attaqué par les acides, est, à cet égard, fort bien conçu. Il se compose d'un corps cylindrique dans lequel se monte une vis de forme spéciale, qui distribue la moutarde au bas de l'appareil et qui permet de ne prendre que la quantité qui doit être normalement utilisée.

Ainsi, non seulement cet appareil évite le lavage fréquent des cuillers métalliques qui s'oxydent dans la moutarde, mais encore il assure une économie.

Fabriqué en matière sans odeur, il est incassable et ses pièces sont interchangeables.

Timbale-infusions

VOICI un objet élégant, en métal blanc, d'une parfaite présentation, qui répond à un double but préparer des infusions ou une tasse de café. Dans la timbale se trouve en effet un petit filtre, analogue aux filtres à café individuels, qui repose par son bourrelet *supérieur* sur le rebord de la tasse. Il suffit d'y placer le thé ou l'élément voulu, après avoir mis l'eau bouillante dans la timbale, pour préparer l'infusion. Le filtre retiré, le liquide est limpide.

Mais, grâce à une rondelette spéciale, on peut placer le filtre de façon qu'il repose sur la timbale elle-même et on peut l'utiliser alors pour le café.

V. RUBOR.



EN HAUT, LE FILTRE À CAFÉ ;
EN BAS, LA TIMBALE À INFUSIONS

Adresses utiles pour les « à côté » de la science

Pendulette-réveil : SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE D'HORLOGERIE ET D'APPAREILS ÉLECTRIQUES, 3, rue Portalis, Paris (8^e).

Accus de T. S. F. : ACCUMULATEURS « ETERN », 74, avenue de la République, Paris (11^e).

Chevile : CHEVILLES ET OUTILS « UPAT », 24, rue de Saintonge, Paris (3^e).

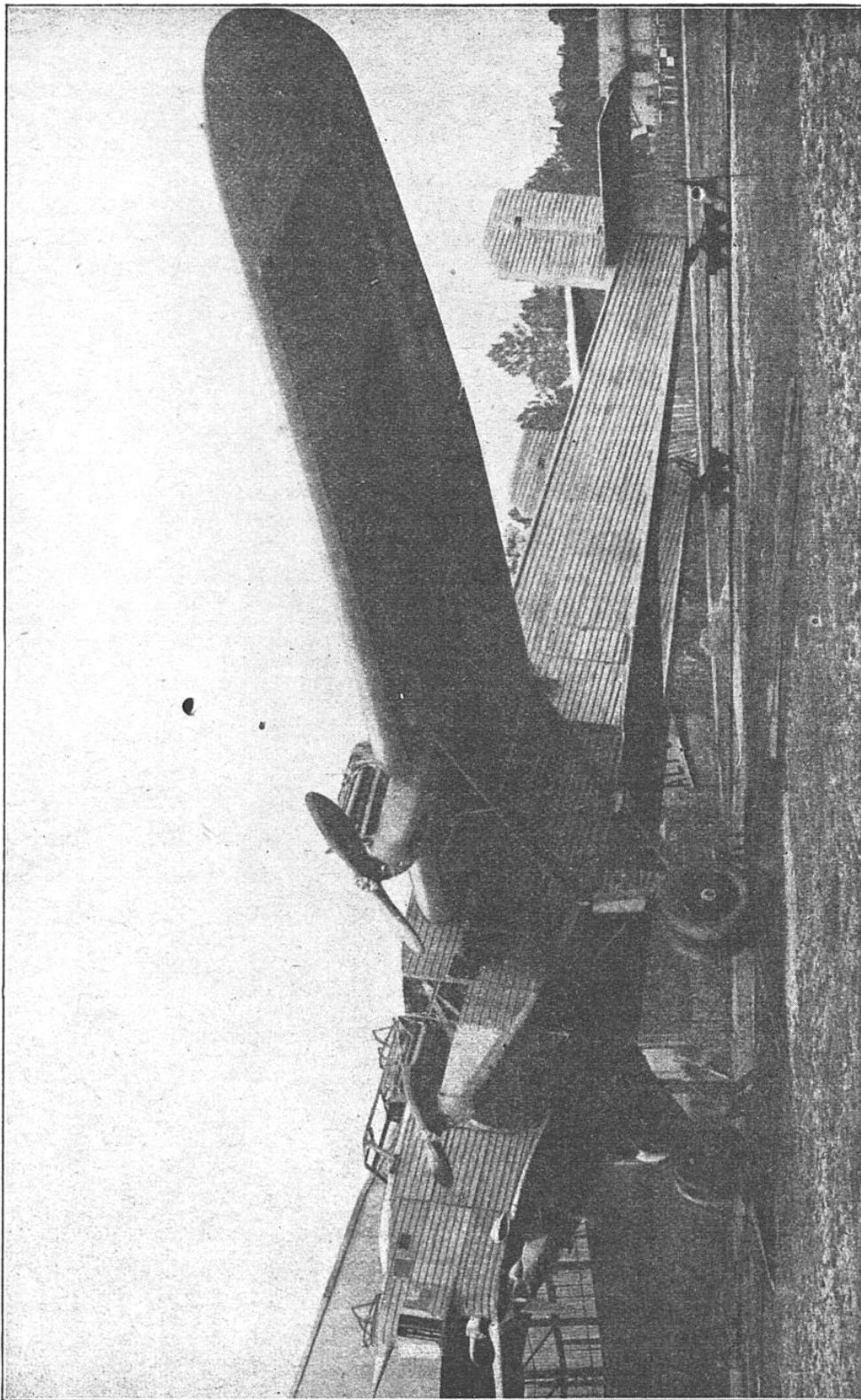
L'électricité et les sourds : M. DESGRAIS, 140, rue du Temple, Paris (3^e).

Plinthe coulissante : WEYDER, 213, rue de Courcelles, Paris (17^e).

Divan : M. PUZENAT, 3, passage Bullourde, 14, rue Keller, Paris (11^e).

Moutardier automatique : ETAB^{IS} HENRY DE BAUDREUIL, 2, villa Montcalm, Paris (18^e).

Timbale-infusions : M. GRENET, 7, rue Bailly, Paris (3^e).



L'AVION GÉANT FRANÇAIS A B 20 EST UN MONOPLAN ENTIÈREMENT MÉTALLIQUE, A DOUBLE FUSELAGE. IL EST ÉQUIPÉ AVEC QUATRE MOTEURS LORRAINE, DONT LA PUISSEANCE UNITAIRE EST DE 600 CH. SON ENVERGURE EST DE 37 MÈTRES; SA LONGUEUR DE 20 MÈTRES; SA HAUTEUR DE 6 MÈTRES. LA SURFACE PORTANTE ATTEINT 206 MÈTRES CARrés; SON POIDS, EN ORDRE DE VOL, EST DE 13.500 KILOGRAMMES

VOICI DE NOUVEAUX PERFECTIONNEMENTS DANS LA TECHNIQUE DES FILMS SANS FIN

Nous avons eu l'occasion récemment (1) de décrire le fonctionnement d'appareils perfectionnés, utilisés pour la projection de films publicitaires sans fin. Nos lecteurs ont pu, d'autre part, en parcourant l'Exposition coloniale, voir dans



La Publicité animée, 41, bd Haussmann, Paris.

TOUT L'ÉQUIPEMENT POUR LA PROJECTION
DES FILMS SONORES PUBLICITAIRES EST RÉUNI
DANS DEUX VALISES FACILEMENT TRANS-
PORTABLES

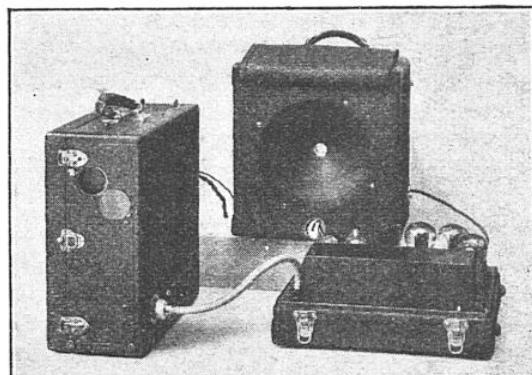
plus de trente stands des appareils de la même fabrication (2), passant des films publicitaires ou documentaires de dimension standard (35 millimètres) ou réduite (16 millimètres).

Le passage répété de la même pellicule à travers un appareil de projection a pour conséquence inévitable une usure du film et,

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 171, page 260.

(2) *La Publicité animée*, 41, boul. Haussmann, Paris.

principalement, de ses perforations. On sait, en effet, que, dans les appareils de projection ordinaires, le film se déroule par saccades, chaque image restant immobile devant l'objectif pendant le temps où l'obturateur démasque le faisceau lumineux, et se déplaçant ensuite rapidement pour laisser la place à l'image suivante. Le dispositif mécanique, communément employé pour obtenir ce résultat, porte le nom de « croix de Malte » ; c'est lui qui provoque, au bout d'un certain nombre de passages (300 dans les appareils



La Publicité animée, 41, bd Haussmann, Paris.

ENSEMBLE DES APPAREILS PORTATIFS POUR
LA PROJECTION DES FILMS SONORES, PRÊTS
A FONCTIONNER

ordinaires, 800 à 1.500 dans les appareils sans fin), le déchirement des perforations de la pellicule. Les réparations, déjà gênantes dans le cas des films muets, sont impraticables avec des films sonores.

Aussi, cette même firme s'est-elle appliquée à la mise au point d'un appareil de projection à *déroulement continu* du film, permettant la suppression de la croix de Malte et représentant, par conséquent, un progrès considérable en cinématographie. Le dispositif mis en œuvre, qui a fait l'objet d'une communication à la Société française de Photographie, le 24 avril 1931, consiste, en principe, en un miroir oscillant qui tourne autour d'un axe en suivant le mouvement continu du film, de telle manière que la projection de chaque image, isolée des photos

adjacentes par une fenêtre mobile, paraisse immobile sur l'écran. Ce procédé est appliqué, dès maintenant, dans de nouveaux appareils de projection continue utilisant des films standards sans fin de 400 ou 600 mètres de long, ce qui correspond à des spectacles durant respectivement vingt et trente minutes. L'usure des films est réduite au minimum, une pellicule pouvant passer plus de 30.000 fois, au lieu de 300 seulement jusqu'ici, sans détérioration appréciable des perforations qui ne servent plus qu'à guider le film. Grâce aux économies qu'il permet de réaliser et à la sécurité de son fonctionnement entièrement automatique, cet appareil est parfaitement adapté aux besoins de la propagande et de la publicité animée, ainsi que pour l'enseignement, où l'entretien des cinémathèques et l'usure des films jouent un rôle capital.

Signalons également que, étendant les recherches et les perfectionnements au domaine du sonore, ces mêmes techniciens ont mis au point de nouveaux appareils portatifs pour la projection et l'audition des films

sonores, dont l'usage se répand de plus en plus pour la publicité et la propagande. Dans deux valises aisément transportables sont réunies les différentes parties qui constituent les puissants appareils habituels : appareil de projection, cellule photoélectrique, amplificateur et haut-parleur. Malgré les dimensions réduites de l'ensemble, la pureté du son est comparable à celle des meilleures salles.

A côté de ce dernier appareil, qui utilise le film standard de 35 millimètres de large, un autre ensemble, également transportable en deux valises, permet d'utiliser le film réduit de 16 millimètres de large et les disques synchronisés qui les accompagnent.

On voit ainsi qu'aujourd'hui, grâce aux progrès de la technique, il n'est plus besoin de camion et de bagages encombrants pour transporter en tous temps et tous lieux les exposés parlants et cinématographiques des représentants de commerce, des agents électoraux, etc. La publicité animée et la propagande par le film ne demandent plus aujourd'hui qu'une prise de courant.

CHEZ LES ÉDITEURS

PHYSIQUE

QU'EST-CE QUE... LE HASARD, LA CHALEUR, LA LUMIÈRE, ETC.?, par Marcel Boll. 1 vol., 152 gr. Prix franco : France, 16 fr. 75 ; étranger : 19 fr. 50.

M. Marcel Boll est à la fois un savant physicien et un vulgarisateur habile, deux qualités

rarement réunies. Nos lecteurs connaissent, du reste, son talent d'exposition et ont apprécié sa lumineuse documentation. Aussi, ceux qui n'auront pas lu les articles qu'il a publiés, ces dernières années, dans *La Science et la Vie*, auront-ils grand plaisir à les trouver rassemblés sous une forme attrayante dans ce volume, écrit pour le grand public.

TARIF DES ABONNEMENTS A « LA SCIENCE ET LA VIE »

FRANCE ET COLONIES

Envoi simplement affranchi.....	{ 1 an..... 45 fr. 6 mois.... 23 —	Envoi recommandé.....	{ 1 an..... 55 fr. 6 mois... 28 —
---------------------------------	---------------------------------------	-----------------------	--------------------------------------

ÉTRANGER

Pour les pays ci-après :

Australie, Bolivie, Chine, Danemark, Etats-Unis, Grande-Bretagne et Colonies, Iles Philippines, Indes Néerlandaises, Irlande, Islande, Italie et Colonies, Japon, Norvège, Nouvelle-Zélande, Palestine, Pérou, Rhodésie, Suède.

Envoi simplement affranchi.....	{ 1 an..... 80 fr. 6 mois.... 41 —	Envoi recommandé.....	{ 1 an.... 100 fr. 6 mois... 50 —
---------------------------------	---------------------------------------	-----------------------	--------------------------------------

Pour les autres pays :

Envoi simplement affranchi.....	{ 1 an..... 70 fr. 6 mois.... 36 —	Envoi recommandé.....	{ 1 an.... 90 fr. 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.

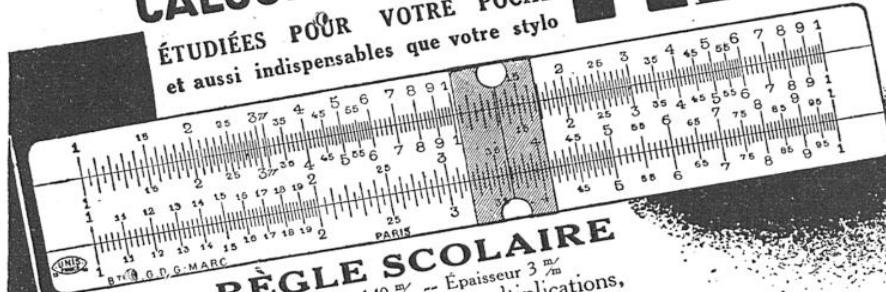
Paris. — Imp. HÉMERY, 18, rue d'Enghien.

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

RÈGLES A CALCULS DE POCHE

ÉTUDIÉES POUR VOTRE POCHE
et aussi indispensables que votre stylo

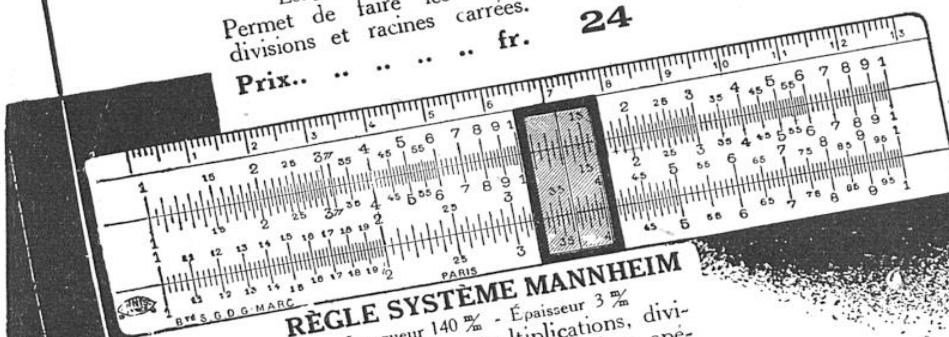
MARC



RÈGLE SCOLAIRE

Longueur 140 mm - Épaisseur 3 mm
Permet de faire les multiplications,
divisions et racines carrées.

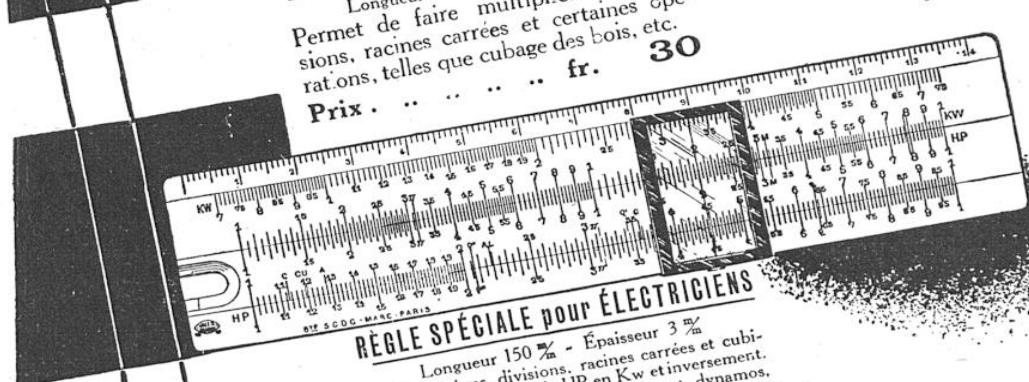
Prix... fr. 24



RÈGLE SYSTEME MANNHEIM

Longueur 140 mm - Épaisseur 3 mm
Permet de faire multiplications, divi-
sions, racines carrées et certaines opé-
rations, telles que cubage des bois, etc.

Prix fr. 30



RÈGLE SPÉCIALE pour ÉLECTRICIENS

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

Prix fr. 36

DÉTAIL : MAISONS D'APPAREILS DE PRÉCISION
PAPETIERS - LIBRAIRES - OPTICIENS

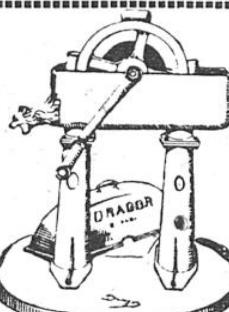
GROS EXCLUSIVEMENT :
CARBONNEL & LEGENDRE
12, Rue Condorcet, PARIS (9e) — Tél.: Trudaine 83-13

Publi. A. GIORGI

SCIÉS CIRCULAIRES À BOIS

Modèle 2. Avec chariot de 160 cm et chemin de roulement de 400 cm. Fr. 1.080. »
 Modèle 3. Avec chariot de 250 cm et chemin de roulement de 650 cm. Fr. 1.874. »
 Modèle 1. Sans chariot. Fr. 646. »

FABRIQUÉS PAR DES INGÉNIEURS POUR DES CONNAISSEURS
 Tous les modèles sont montés avec roulements à billes et toutes les pièces rigoureusement interchangeables.
Ecrivez pour la notice explicative aux
Établissements JOHN REID
 6 BIS, quai du Havre — ROUEN



Voir article, n° 83, page 446.

DRAGOR

Elévateur d'eau à godets pour puits profonds et très profonds
 A la main et au moteur. — Avec ou sans refoulement. — L'eau au premier tour de manivelle. Actionné par un enfant à 100 mètres de profondeur. — Incongelabilité absolue. — Tous roulements à billes. — Pose facile et rapide sans descente dans puits. Donné deux mois à l'essai comme supérieur à tout ce qui existe. — Garanti 5 ans.

Elévateurs DRAGOR
LE MANS (Sarthe)
 Pour la Belgique :
 39, allée Verte - Bruxelles

LE 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.
IÉPARTEMENTS, 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

LE MEILLEUR
 ALIMENT MÉLASSÉ

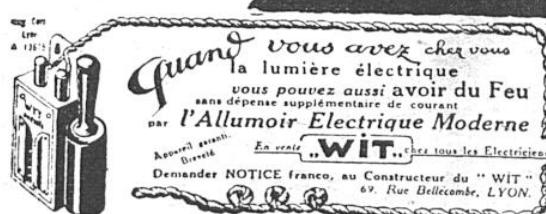
8 GRANDS PRIX
 8 HORS CONCOURS
 MEMBRE DU JURY
 DEPUIS 1910

PAIL'MEL

POUR CHEVAUX
 ET TOUT BÉTAIL

SELLER SUR LES SACS
PAIL'MEL
 M.L.
 TOURY

USINE FONDÉE EN 1901 À TOURY EURE & LOIR,
Reg. Comm. Chartres B.41



Quand vous avez chez vous
 la lumière électrique
 vous pouvez aussi avoir du Feu
 sans dépense supplémentaire de courant
 par l'Allumoir Électrique Moderne

En vente "WIT" chez tous les Électriciens
 Demandez NOTICE franço, au Constructeur du "WIT"
 69, Rue Bellecombe, LYON.



La "RéBo"
Petite Machine à Calculer
FAIT TOUTES OPÉRATIONS
Vite - Sans fatigue - Sans erreurs
INUSABLE - INDÉTRAQUABLE
En étui portefeuille façon cuir..... 50 fr.
En étui portefeuille beau cuir..... 75 fr.
Socle pour le bureau..... 18 fr.
Bloc chimique spécial..... 8 fr.
Modèle en étui cuir, avec socle et bloc (Recommandé)..... 100 fr.
Envoi immédiat, franco contre remb., en France
Etranger : Paiement d'avance, port en sus, 4 fr. par machine ou par socle
S. REYBAUD, 37, rue Sénac, MARSEILLE
(CHÈQUES POSTAUX 90-63)



SOURDS

Les appareils AUDIOS
à écouteur invisible sont les seuls construits SCIENTIFIQUEMENT

Ne faire qu'une chose, mais la faire bien, telle est la formule des Établissements AUDIOS qui ne fabriquent que des appareils contre la surdité

DESGRAIS, Fabricant, 140, rue du Temple, PARIS
Téléphone : Archives 46-17

GROS: LE FIXOL
210^e AV Général Bizot, 210^e
PARIS (18^e)
TÉL: DIDEROT 25-33

DÉTAIL:
DANS TOUTE LE BONNE/
PAPETERIE/
G. MAGASIN/
ETC.../

STYLOFIXOL

PROPRETÉ ÉCONOMIE

APPAREIL DE COLLAGE PRATIQUE QUI / E

RECHARGE DE COLLE ÉCONOMIQUE

la recharge en Fixol coûte moins cher qu'un pot de colle

Flacons de 3 et 6 recharges

CAPSULE HERMETIQUE
OUVERTURE ET
FERMETURE
INSTANTANÉE

TARIF:

stylofixol rouge, vert ou marré: Fc 17

flacon fixol (6 charges) " 12

" (3 charges) " 8.50

J. ACKER & C° PARIS

DUPLICATEURS Plats
CIRCULAIRES, DESSINS, MUSIQUE, ETC. Rotatifs

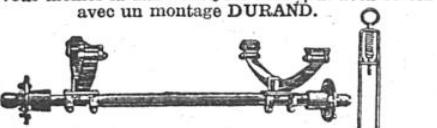
1^{er} PRIX du CONCOURS
GRAND PALAIS

IMITATION PARFAITE sans auréole huileuse de la LETTRE PERSONNELLE

Notices A. B. à
G. DELPY, Const^r, 17, rue d'Arcole, Paris-4^e

**INDUSTRIELS, COMMERCANTS,
AGRICULTEURS, TOURISTES,**

Faites vous-mêmes la REMORQUE dont vous avez besoin avec un montage DURAND.



N ^o 1. — Charge 250 kg.	N ^o 4. — Charge 1.500 kg.
N ^o 2. — Charge 500 kg.	N ^o 5. — Charge 2.500 kg.
N ^o 3. — Charge 800 kg.	N ^o 6. — Charge 3.500 kg.

ÉMILE DURAND
80, Avenue de la Défense, COURBEVOIE (Seine)
Téléphone : Défense 06-03

INDISPENSABLE
chez tous
les Architectes, Ingénieurs,
Industriels et Commerçants

Pour avoir
des tirages immédiats,
impeccables, bon marché

TIRE-PLAN
B. S. G. D. G.
MACHINE A TIRAGE CONTINU

Vitesse de tirage :
40 centimètres par minute
Encombrement :
1 m 60 × 0 m 25, hauteur 0 m 30
Sur prise de courant ordinaire
Prix en ordre de marche :
2.420 fr. pour courant continu
2.750 fr. alternatif 110 ou 220 v.

INVENTEURS
Pour vos
BREVETS
Adr. vous à : WINTHER-HANSEN, Ingénieur-Conseil
(35 Rue de la Lune, PARIS (2)) Brochure gratis!

RÉLIER tout SOI-MÊME
avec la RELIEUSE-MÉREDIEU
est une distraction
à la portée de tous
Outilage et Fournitures générales
Notice illustrée franco contre 1 fr.
V. FOUGERE & LAURENT, à ANGOULEME

S. G. A. S. ingén. const^e 44, rue du Louvre, Paris-1^e
NOS MACHINES ONT ÉTÉ DÉCRITES PAR « LA SCIENCE ET LA VIE »

VOLT-OUTIL (électricité)

UN ATELIER A TOUT FAIRE CHEZ SOI
Une petite machine auxiliaire d'usine.
Forme 20 machines-outils en une seule. Scie,
tourne, perce, meule, poliit, etc..., bois et
métaux pour 0,20 de courant par heure.
LES PLUS HAUTES RÉFÉRENCES

INSTITUT D'ÉTUDES POLYTECHNIQUES

ET ANNEXES :
Ecole Commerciale et Financière
Ecole de Préparation aux examens
16^e ANNÉE

185 bis, rue Ordener | 11, rue de Londres
PARIS (18^e) BRUXELLES

Ingénieur spécialiste	Représentant
Conducteur	Licencié en sciences comm.
Technicien d'études	Ingénieur commercial
Dessinateur	Comptable
Contremaire	Ingénieur architecte
Traceur	Architecte
Agent réceptionnaire	Surveillant de travaux
Secrétaire sténo-dactyl.	Géomètre
Correspond., langues étrang.	Chimiste
Ingénieur colonial	Ingénieur-Chimiste
<i>Études dans les différentes spécialités de la technique commerciale ou industrielle.</i>	

Mécanique générale, Electricité, Génie civil et Travaux publics. Bâtiment, Chauffage et Ventilation, Métallurgie, Mines, Constructions métalliques, Béton armé, Matériel roulant, Appareils de levage, Automobiles, Constructions aéronautiques, Industrie textile, Agriculture, Publicité, Commerce, Finance, etc..

Theorie - Pratique - Documentation

Ouvrages spéciaux, permettant réduction de la durée des études par suppression des cours dictés, Préparation aux examens d'écoles supérieures, des jurys centraux du gouvernement, ainsi que des administrations publiques et privées.

Enseignement sur place de plein exercice et cours par écrit. 6517 B

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 expériences continus. La longue pratique de ses créateurs se révèle dans sa construction simple et indéfragable. Catalogue n°182 et renseignements sur demande.

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

CHIENS DE TOUTES RACES
de garde, de POLICE jeunes et adultes supérieurement dressés. Chiens de luxe miniatures d'appartement. Grands danois. Chiens de chasse, d'arrêt et courants. Terriers de toutes races, etc., etc. — Toutes races, tous âges. Vente avec faculté d'échange, garantie un an contre mortalité. Expédition dans le monde entier.

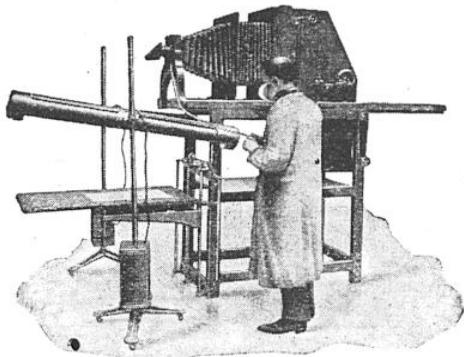
SELECT-KENNEL, à BERCHEM-Bruxelles (Belgique) Tél. : 604-71

AMATEURS DEMANDEZ NOTRE BROCHURE
Moyen infaillible pour obtenir une bonne photographie
100 % RÉUSSITE 100 % 2 fr.
HOUPE, 3, av. Maréchal-Foch, CHERLLES (S.-et-M.). PRIX

INVENTIONS ET RÉALISATIONS FINANCIÈRES
SOCIÉTÉ D'ÉTUDE ET DE VALORISATION EN PARTICIPATION
48, rue de la Chaussée-d'Antin, PARIS (9^e) - Téléphone : Trinité 40-96 et 62-90

Brevets d'invention en France et à l'Étranger. — Toutes opérations relatives à la Propriété industrielle. — Négociation des brevets. — Valorisation des inventions. — Recherche de capitaux. — Constitution de Sociétés industrielles.

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.

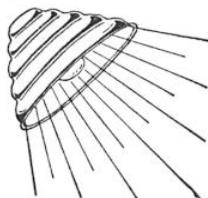
Il réduit ou agrandit automatiquement à l'échelle jusqu'à cinq fois ; photographie le document aussi bien que l'objet en relief ; utilise le papier en bobine aussi bien que la plaque sèche (le papier en bobine se déroule automatiquement devant l'objectif) ; projette les corps opaques aussi bien que les clichés sur verre. Simplicité de fonctionnement. Pas d'apprentissage spécial.

TRAVAUX D'ESSAI

aux firmes intéressées au tarif le plus réduit

DE LONGUEVAL & Cie, constructeurs
17, rue Joubert — PARIS

Nouveauté Sensationnelle !



L'intensité de
Lumière
de toute ampoule
électrique est
triplée
(confirmé par certificat officiel)

en la munissant du "TRIPLEPHARE" en aluminium pur, à surfaces ondulées et polies d'après un procédé nouveau. Eclairage merveilleux, lumière blanche semblable à celle du jour. Économie énorme de courant, donc récupération rapide du prix d'achat. S'adapte instantanément sans montage à toute ampoule électrique et s'emploie partout : dans les appartements, bureaux, vitrines, hôtels, usines, ateliers, etc...

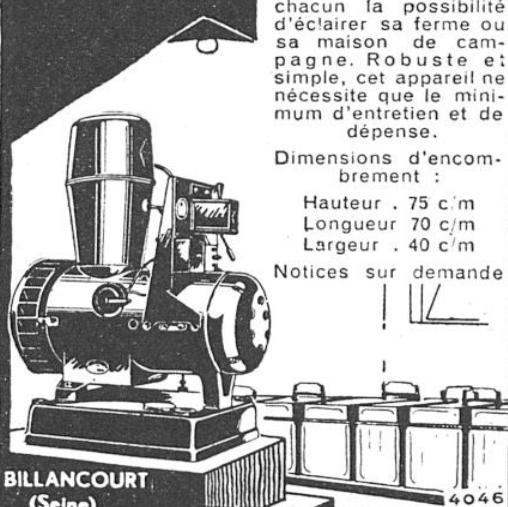
PRIX : 24 FRANCS
Envoi par poste 2 fr. 50 en sus

Les deux 46 FRANCS, franco de tous frais. Tout appareil retourné dans la huitaine est remboursé intégralement. Notice sur demande.

ETABLISSEMENTS "TRIPLEPHARE"
158, Rue Montmartre - PARIS (2^e)

L'ÉLECTRIFÈRE RENAULT

à ESSENCE ou à HUILE LOURDE



met à la portée de chacun la possibilité d'éclairer sa ferme ou sa maison de campagne. Robuste et simple, cet appareil ne nécessite que le minimum d'entretien et de dépense.

Dimensions d'encombrement :

Hauteur . 75 c/m
Longueur 70 c/m
Largeur . 40 c/m

Notices sur demande

BILLANCOURT
(Seine)

4046



COLLIER DE SERRAGE P. C.

PLUS DE LIGATURES EN FIL DE FER SUR VOUS

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

Demandez au Service N échantillon et poinçons franco et GRATIS ←

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^e)

CHEMIN DE FER PARIS-LYON-MÉDITERRANÉE

SUR LA ROUTE D'HIVER DES ALPES EN AUTOCAR P.-L.-M.

Les services automobiles de la Route d'hiver des Alpes fonctionnent entre Aix-les-Bains, Mont-Revard et Nice.

Jusqu'en fin janvier, deux départs par semaine ont lieu dans chaque sens : les *lundi* et *jeudi*, au départ d'Aix; les *lundi* et *vendredi*, au départ de Nice.

Le parcours d'Aix-les-Bains à Nice s'effectue en trois jours.

PREMIÈRE ÉTAPE :

Aix-Grenoble, par Chambéry, Les Echelles, Saint-Laurent-du-Pont, Saint-Pierre-de-Chartreuse (déjeuner), Col de Porte.

DEUXIÈME ÉTAPE :

Grenoble-Digne, par Monestier-de-Clermont, le Col de la Croix-Haute, Lus (déjeuner), Aspres, Sisteron.

TROISIÈME ÉTAPE :

Digne-Nice, par Saint-André-les-Alpes, Annot (déjeuner), Pont-de-Gueldan, Entrevaux, Puget-Théniers, Touet-Beuil.

Pour tous renseignements complémentaires, s'adresser aux gares, bureaux de renseignements, bureaux de ville du réseau P.-L.-M. et aux agences de voyages.

CHEMINS DE FER PARIS-ORLÉANS

HIVER 1931-1932

RELATIONS FRANCE-ALGÉRIE

par Port-Vendres

TRAINS ET PAQUEBOTS RAPIDES

De Paris (Quai d'Orsay) à Port-Vendres - Quai-Maritime par Limoges, Toulouse, Carcassonne, Narbonne.

Voitures directes toutes classes avec couchettes en 1^{re} classe et

TRANSBORDEMENT DIRECT DU TRAIN AU PAQUEBOT

Wagon-lits Paris - Port-Vendres (ville)

TRAVERSÉE LA PLUS COURTE DANS LES EAUX LES MIEUX ABRITÉES

Billets directs de ou pour Alger et Oran via PORT-VENDRES

Il est délivré pour les ports d'Alger et d'Oran, par les gares suivantes du réseau d'Orléans, ou *vice versa* : Paris (Quai d'Orsay), Angers-Saint-Laud, Angoulême, Blois, Bourges, Brive, Châteaudun, Châteauroux, Gannat (via Montauban), La Bourboule, Le Mans, Le Mont-Dore, Limoges-Bénédictins, Montluçon-Ville, Nantes-Orléans, Orléans, Périgueux, Poitiers, Quimper, Royat-Chamalières, Saint-Nazaire, Saumur et Tours, des billets directs toutes classes :

- 1^o Simples valables 15 jours;
- 2^o D'aller et retour valables 30 jours, sans prolongation;
- 3^o D'aller et retour valables 90 jours, sans prolongation.

Ces billets permettent l'enregistrement direct des bagages.

POUR TOUS RENSEIGNEMENTS S'ADRESSER :

A l'Agence P.O.-Midi, 16, boulev. des Capucines ; à l'Agence P.O., 126, boulev. Raspail ; à la Maison du Tourisme, 53, aven. George-V, à Paris ; aux gares mentionnées ci-dessus ; aux principales Agences de Voyages.



Quidit belles dents, dit : Dentol...

Le DENTOL (eau, pâte, poudre, savon) est un dentifrice à la fois souverainement antiseptique et doué du parfum le plus agréable.

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

Le DENTOL se trouve dans toutes les bonnes maisons vendant de la parfumerie et dans toutes les pharmacies.



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, sous enveloppe affranchie à 0fr. 50, son adresse exacte et bien lisible, en y joignant la présente annonce de *La Science et la Vie*.

DIPLOME DE T. S. F. EXPERT

La connaissance de la T. S. F. est aujourd'hui indispensable à tous. Son utilité ne fait aucun doute pour tous les **SANS-FILISTES**, qui peuvent ainsi mieux comprendre une science à laquelle ils doivent tant de joies, et deviennent plus aptes à l'installation et au perfectionnement de leurs postes.

Tous les jeunes gens peuvent, munis des connaissances acquises, espérer faire leur **Service Militaire** comme **Radio de l'Armée**, de la **Marine** ou de **l'Aviation**. En outre, beaucoup y acquerront par la suite des connaissances ou des brevets capables de leur ouvrir les portes des P. T. T., des Services civils de l'Aviation, de la Marine marchande et de l'Industrie, etc... Pour tout cela, il leur suffit de suivre **PAR CORRESPONDANCE**

LE COURS DE T. S. F.

DE L'ÉCOLE DU GÉNIE CIVIL, dont ci-joint le programme, à portée de toutes les intelligences et de toutes les instructions.

PROGRAMME DU COURS

21 leçons (212 pages de texte grand format à étudier)

Théorie de la T. S. F. par ondes amorties : Énergie, Étude des ondes, Charge et décharge d'un condensateur, Production des trains d'oscillations amorties, Étude des systèmes couplés, Réception, Vibration et rayonnement des antennes, Application des antennes, Réglage d'un poste de transmission et réception des ondes amorties.

Théorie de la T. S. F. par ondes entretenues : Lampes à vide, Emploi de la lampe comme détecteur, Alternateur à haute fréquence, Oscillations entretenues par l'arc électrique, Téléphonie sans fil, Télégraphie sans fil dirigée, Appareils à ondes amorties et ondes entretenues, T. S. F. à bord d'avions, Télégraphie par le sol ou T. P. S., Appareils employés en T. P. S., Troubles dans les liaisons par T. P. S., Perturbations, Brouillages des transmissions, Élimination des parasites, Portée, etc...

Prix : 125 francs en 5 mensualités de 25 francs, ou 100 francs comptant

Ce prix comprend la fourniture des Cours sous forme de leçons, celle des séries de devoirs imprimés et la correction de ces devoirs. Enfin il est répondu à toute question restant dans le domaine du Cours.

Cours supérieur permettant aux candidats justifiant de diplômes scientifiques suffisants, d'obtenir le diplôme d'Ingénieur-Radio

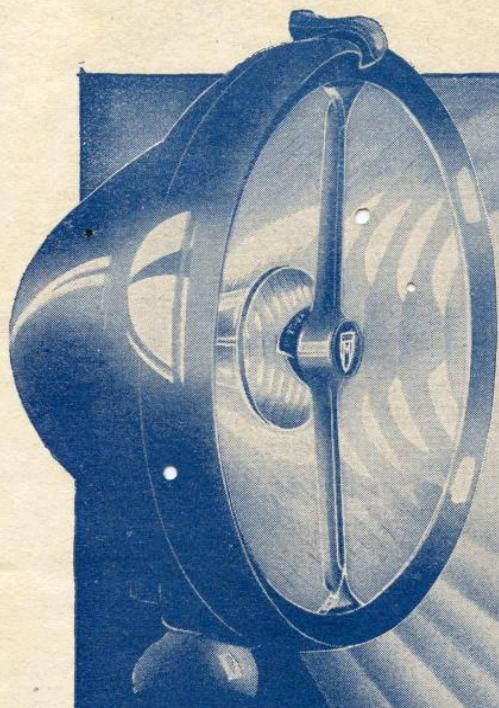
I Cours de 29 Leçons — 296 pages

Prix : 600 francs en 6 mensualités de 100 francs, ou 500 francs comptant

ÉCOLE DU GÉNIE CIVIL

PLACÉE SOUS LE HAUT PATRONAGE DE L'ÉTAT

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



STRILUX

PROJECTEURS DE LUXE
RÉFLECTEUR STRIÉ - GLACE LISSE
LAMPE A 2 FILAMENTS DE ALÉS
RENDEMENT LUMINEUX INTEGRAL

Nos nouveaux Strilux ont encore été perfectionnés par la combinaison d'un nouveau réflecteur à stries progressives avec un diffuseur central également strié.
Ils se font en trois tailles dont un Superohare.



MARCHAL

R. Decossin 83

LA SCIENCE ET LA VIE

