

France et Colonies : 4 fr.

N° 182. - Août 1932

LA SCIENCE ET LA VIE






CHEMINS DE FER D'ALSACE ET DE LORRAINE
ET DE L'EST

**EXCURSIONS COMBINABLES
EN CHEMIN DE FER ET EN AUTOCAR
DANS
les ARDENNES, les VOSGES
etc...**

PENDANT la période du 1^{er} juillet au 15 septembre, les voyageurs utilisant les services automobiles organisés par les réseaux d'Alsace et de Lorraine et de l'Est bénéficient de réductions pouvant atteindre 30 0/0, pour leurs parcours en chemin de fer, à l'aller et au retour, entre Paris (ou les principales gares des réseaux de l'Est et d'Alsace et de Lorraine) et les gares choisies pour l'emprunt des circuits automobiles des Ardennes, des Champs de Bataille, de la Moselle, du Luxembourg et des Vosges sur tout ou partie de ces circuits.

La validité des billets spéciaux d'aller et retour, délivrés sous condition d'un minimum de parcours de 80 kilomètres en autocar, est de 8 jours ou de 30 jours, suivant le circuit automobile effectué par les voyageurs ; elle peut être prolongée à deux reprises, respectivement de 8 ou de 30 jours.

Pour tous renseignements, s'adresser : à la *Gare de Paris-Est* (Bureau des Renseignements, Téléph. : Botzaris 49-90, et Bureau de Tourisme, Téléph. : Botzaris 48-80) ; à l'*Agence des Chemins de fer d'Alsace et de Lorraine*, 2, avenue Portalis, Paris-8^e, Téléph. : Laborde 70-63 ; ainsi qu'à la *Maison de France*, 101, avenue des Champs-Elysées, Paris-8^e, Téléph. : Elysées 78-22.



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

ÉCOLE DU GÉNIE CIVIL **ÉCOLE DE NAVIGATION**

placées sous
le haut patronage de l'État

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

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

DU Cours sur place ou par correspondance

DES SITUATIONS

COMMERCE & INDUSTRIE

Obtention de Diplômes et
accès aux emplois de

**SECRÉTAIRES
DESSINATEURS
CHEFS DE SERVICE
INGÉNIEURS
DIRECTEURS**

Préparation aux Concours

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

Programme gratuit
N° 807

MARINE

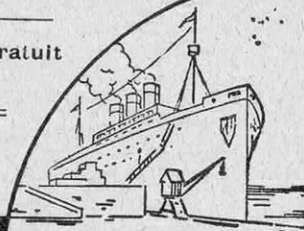
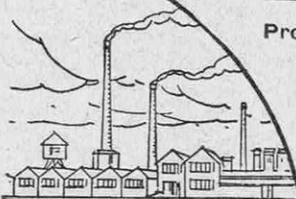
Admission aux
ÉCOLES DE NAVIGATION
des **PORTS**
et de **PARIS**

Préparation des Examens
**ÉLÈVES-OFFICIERS
LIEUTENANTS
CAPITAINES**
Mécaniciens, Radios,
Commissaires

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

Programme gratuit
N° 809

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



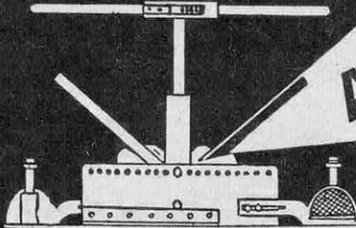
UBI-ELGY

E. Paracini

CINTREUSE MINGORI

A FROID SANS REMPLISSAGE

Syst. Renou-Mingori. B^{te} France S.G.D.G.
et Etranger.



A VIS ET A POMPE

SUR N'IMPORTE QUEL PLAN

C. MINGORI - Const^r. Breveté - 7 & 8, rue Jules VALLÈS - PARIS (XI^e)
TÉL. ROQUETTE 90.68

5 modèles du 12×17 au 102×114 inclus

PLUS DE 15.000 EN SERVICE

Demander la Brochure n° 4

SPORTS
TOURISME
MARINE

SI PRÈS QU'ON CROIT LE TOUCHER

HUËT
PARIS

TOUS INSTRUMENTS D'OPTIQUE
SOCIÉTÉ GÉNÉRALE D'OPTIQUE

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

LA MOTOCAMERA "PATHÉ-BABY"

Appareil cinématographique automatique d'amateur
pour prise de vues sur films de 9 m/m 5

"STANDARD"

avec anastigmat

KRAUSS F : 3,5

1.100 fr.

ou payable
en 12 mensualités de

98 fr.



"LUX"

avec anastigmat

ZEISS-IENA F : 2,7

1.800 fr.

ou payable
en 12 mensualités de

159 fr.

Cet appareil permet à tous les amateurs, sans notions photographiques spéciales, par des moyens simples et pratiques et à peu de frais, de prendre des vues animées et de pouvoir les projeter ensuite au moyen du PATHÉ-BABY, le négatif obtenu étant transformé en positif par inversion de l'image au développement.

Le moteur à ressort permet le déroulement total du film sans avoir besoin de le remonter et fonctionne **automatiquement et silencieusement.**

La MOTOCAMERA est construite en aluminium gainé maroquin et comporte une double griffe assurant un entraînement parfait, un compteur de mètres de film impressionné, un verrouillage du cadre presseur assurant la mise en place correcte du film, un verrou de sûreté empêchant le déclenchement accidentel, un viseur à chambre claire donnant le champ exact de la prise de vues et de nouveaux chargeurs donnant plus d'aisance au film pendant le déroulement.

Les dimensions de cet appareil sont: 125 x 125 x 70 m/m et son poids de 1.400 grammes.

L'objectif n'exige aucune mise au point, tous les objets étant nets de 1 m 50 à l'infini.

L'appareil peut se charger en plein jour avec des bobines de pellicules ininflammables de 9 mètres, permettant d'obtenir 1.000 images.

Chaque appareil étant livré avec une instruction, l'amateur pourra se convaincre que la prise d'une vue cinématographique n'est pas plus difficile que celle d'une vue ordinaire.

DÉSIGNATION DES APPAREILS ET ACCESSOIRES	PRIX
MOTOCAMERA "STANDARD" en métal givré, anastigmat PATHÉ F : 3,5.....	675 fr.
MOTOCAMERA "LUX" avec anastigmat KRAUSS F : 3,5.....	1.100 »
MOTOCAMERA "LUX" avec anastigmat ZEISS-IENA F : 2,7.....	1.800 »
MOTOCAMERA "LUX" avec anastigmat HUGO-MEYER F : 1,5	2.175 »
Supplément pour le modèle avec obturateur à vitesses variables.....	150 »
Pathésolar, viseur à boussole pour la recherche de l'éclairage.....	90 »
Sac cuir pour MOTOCAMERA et 6 chargeurs.....	95 »
Bonnette à portrait ou à verre jaune.....	6 50
Etui de 3 chargeurs film vierge.....	61 »
Etui de 3 films sans chargeur. Négative, inversible ou positive.....	25 »

PHOTO-HALL

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

CATALOGUE GRATUIT ET FRANCO SUR DEMANDE

INSTITUT PELMAN

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

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

LE SYSTÈME PELMAN

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

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

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

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

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

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

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

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

LA PSYCHOLOGIE ET LA VIE

Directeur : P. MASSON-OURSEL, Prof. à la Sorbonne
Revue traitant chaque mois, depuis six
ans, un problème de psychologie pratique

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

ÉDITIONS PELMAN

" PSYCHOLOGIE ET CULTURE GÉNÉRALE "

Tome I. - D. ROUSTAN, Inspecteur Général de l'Instruction Publique

La Culture au cours de la Vie

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

Tome II. - Dr Ch. BAUDOUIN, Privat-Docteur à la Faculté de Genève

Mobilisation de l'Énergie

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

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

LONDRES DUBLIN STOCKHOLM NEW YORK DURBAN MELBOURNE DELHI CALCUTTA

"Pour GAGNER davantage, il faut VALOIR davantage"



TOUT A CRÉDIT

L'INTERMÉDIAIRE

Société Anonyme pour favoriser la vente à crédit
Capital 2.600.000 francs

17, Rue Monsigny - Paris

APPAREILS T. S. F.

APPAREILS
PHOTOGRAPHIQUES

PHONOGRAPHES

MACHINES A ÉCRIRE

ARMES DE CHASSE

VÊTEMENTS DE CUIR

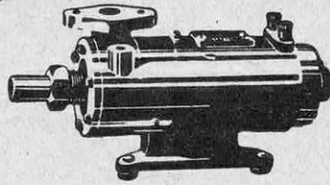
etc...

DES MEILLEURES MARQUES ET SANS MAJORATION DE PRIX



MAISON FONDÉE EN 1894

CATALOGUE FRANCO SUR DEMANDE



N'ALLEZ PAS CHERCHER VOTRE EAU

La POMPE ÉLECTRIQUE "RECORD"

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

PRIX IMBATTABLES

(Brochures gratuites en nommant ce journal)

ÉTABLISSEMENTS A. GOBIN Ing.-Constructeur

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

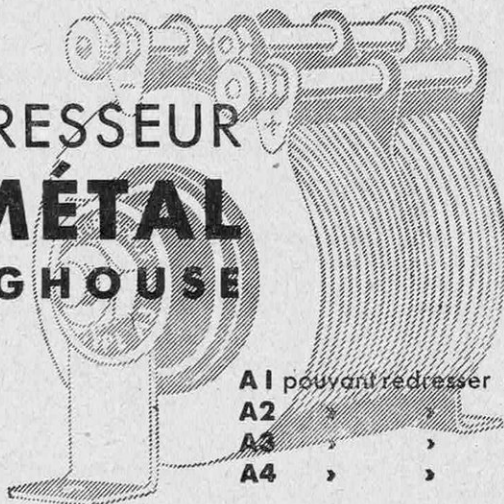
— Téléphone Gravelle 25-37 —

Télegr. MOTOGOBIN



TOUTES APPLICATIONS
DURÉE ILLIMITÉE

LE REDRESSEUR OXYMÉTAL WESTINGHOUSE



A1	pouvant redresser	6 v. 0 amp.	5 Frs	80.
A2	»	»	»	120.
A3	»	»	»	140.
A4	»	»	»	230.

Brochure
sur
demande



23, rue
d'Athènes
Paris

1 VOLT - 100.000 VOLTS
0,001 AMPÈRE - 1.200 AMPÈRES

ÉTUDES CHEZ SOI

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

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

L'ÉCOLE UNIVERSELLE

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

L'efficacité des méthodes de l'Ecole Universelle, méthodes qui sont, depuis 24 ans, l'objet de perfectionnements constants, est prouvée par

LES MILLIERS DE SUCCÈS

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

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

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

BROCHURE N° 39.504, concernant les *classes complètes* de l'**Enseignement primaire et primaire supérieur** jusqu'au Brevet élémentaire et Brevet supérieur inclusivement — concernant, en outre, la préparation rapide au *Certificat d'études primaires*, au *Brevet élémentaire*, au *Brevet supérieur*, pour les jeunes gens et jeunes filles qui ont déjà suivi les cours complets d'une école — concernant enfin la préparation au *Certificat d'aptitude pédagogique*, aux divers *Professorats*, à l'*Inspection primaire*, etc.

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

BROCHURE N° 39.507, concernant toutes les *classes complètes* de l'**Enseignement secondaire** officiel jusqu'au *Baccalauréat* inclusivement — concernant, en outre, pour les jeunes gens et les jeunes filles qui ont déjà suivi les cours d'un lycée ou d'un collège, la préparation rapide aux divers *baccalauréats*.

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

BROCHURE N° 39.516, 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° 39.521, concernant la préparation aux concours d'admission dans **toutes les grandes Ecoles spéciales** : Agriculture, Industrie, Travaux publics, Mines, Commerce, Armée et Marine, Enseignement, Beaux-Arts, Colonies, etc...

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

BROCHURE N° 39.526, concernant la préparation à **toutes les carrières administratives** de la Métropole et des Colonies.

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

BROCHURE N° 39.534, 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° 39.541, concernant la préparation aux carrières d'Ingénieur, Sous-Ingénieur, Dessinateur, Conducteur, Chef de chantier, Contremaître dans toutes les spécialités de l'Industrie et des Travaux publics : Electricité, T. S. F., Mécanique, Automobile, Aviation, Mines, Forges, Chauffage central, Chimie, Travaux publics, Architecture, Béton armé, Topographie, etc...
(Enseignement donné par des Professeurs des Grandes Ecoles, Ingénieurs spécialistes, Professeurs de l'Enseignement technique, etc...)

BROCHURE N° 39.547, 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° 39.549, 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° 39.554, concernant la préparation aux métiers de la Couture, de la Coupe, de la Mode et de la Chemiserie : Petite-main, Seconde-main, Première-main, Couturière, Vendeuse, Vendeuse-retoucheuse, Modéliste, Modiste, Coupeuse, Coupe pour hommes, Coupeur-chemisier, Lingère, etc...
(Enseignement donné par des Professeurs officiels et par des Spécialistes hautement réputées.)

BROCHURE N° 39.564, concernant la préparation aux carrières du Cinéma : Carrières artistiques, techniques et administratives.
(Enseignement donné par des Techniciens spécialistes.)

BROCHURE N° 39.570, concernant la préparation aux carrières du Journalisme : Rédacteur, Secrétaire de Rédaction, Administrateur-Directeur, etc...
(Enseignement donné par des Professeurs spécialistes.)

BROCHURE N° 39.574, concernant l'étude de l'Orthographe, de la Rédaction, de la Rédaction de lettres, de l'Eloquence usuelle, du Calcul, du Calcul mental et extra-rapide, du Dessin usuel, de l'Ecriture, etc.
(Enseignement donné par des Professeurs de l'Enseignement primaire et de l'Enseignement secondaire.)

BROCHURE N° 39.580, 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° 39.584, 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° 39.593, 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° 39.599, 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)

LA MOTOGODILLE

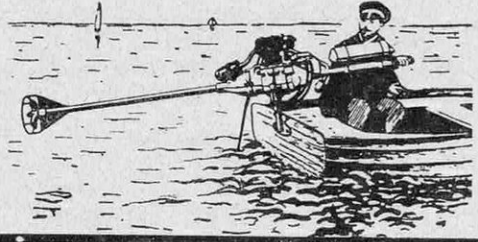
PROPULSEUR amovible (comme un AVIRON) pour tous BATEAUX
(Conception et Construction françaises)

PÊCHES - TRANSPORTS - PLAISANCE
2 CV 1/2 5 CV 8 CV

Véritable instrument de travail
Vingt-cinq années de pratique
Nos colons français l'utilisent de plus en plus

G. TROUCHE, 26, pass. Verdeau, Paris-9^e

CATALOGUE GRATUIT — PRIX RÉDUITS



PRÉSENTE

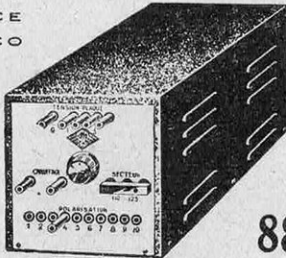
UNE ALIMENTATION TOTALE

des postes sur secteur

Type "CUIVREX" AT 3

Redressement par oxymétal

NOTICE
FRANCO



PRIX :

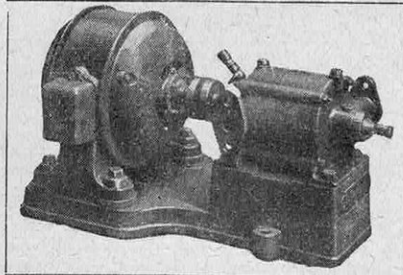
880 frs

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

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

POMPES DAUBRON

57, avenue de la République, PARIS



ÉLECTRO-POMPES DOMESTIQUES

pour villas, fermes, arrosage, incendies

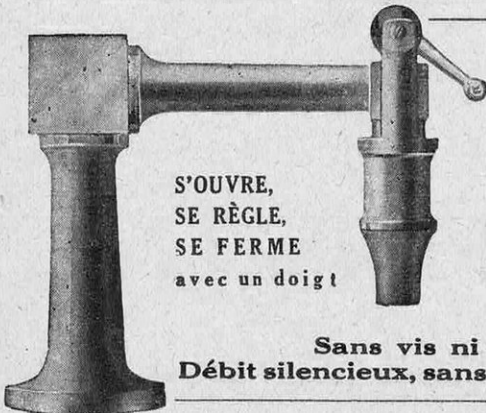
FONCTIONNEMENT AUTOMATIQUE

Distribution d'eau sous pression
par les groupes

DAUBRON

POMPES INDUSTRIELLES

tous débits, toutes pressions, tous usages



S'OUVRE,
SE RÈGLE,
SE FERME
avec un doigt

LE ROBINET CARLONI, S^{té} A^{m^e}

Fabrication Le Bozec et Gautier, à Courbevoie

SIÈGE SOCIAL : 20, b. Beaumarchais PARIS-XI^e MAGASINS : 11, rue Amelot

Téléphone : ROQUETTE 10-86

ROBINETS de puisage, lavabos, baignoire,
W.-C., cuisinière, comptoirs, parfumerie, etc.

— 148.000 pièces vendues en France —

Sans vis ni vissage — Sans presse-étoupe
Débit silencieux, sans éclaboussures — Fermeture hermétique

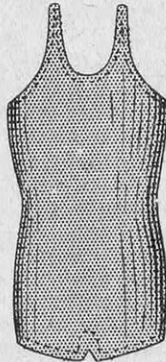
Dans votre intérêt, recommandez-vous toujours de La Science et la Vie auprès de ses annonceurs



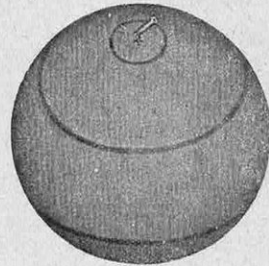
BONNET DE BAINS, uni, avec bandes fantaisie nouvelle forme, très jolis coloris, pour dames. Depuis 8.50



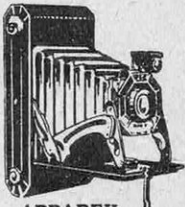
SOULIERS DE BAINS, semelles crêpe, sans talons. Pointures femme 2 à 8, demi-pointures exceptées. La paire 19.50 Les mêmes, p^r hommes. 27. »



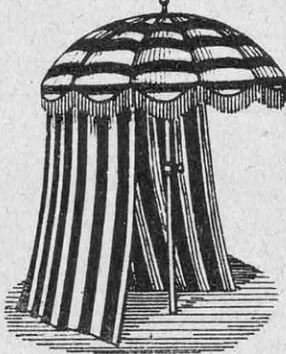
MAILLOTS de BAINS qualité extra. Toutes nuances. — Grand choix en magasin, depuis 70 »



BALLONS DE PLAGE tous coloris. Depuis 16. »



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



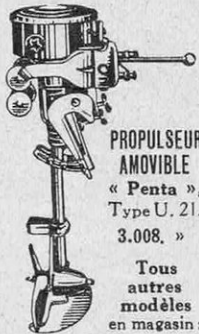
PARASOL coutil croisé avec franges effilées, sans rideau, piquet cuivre avec raccord bronze à vis et pointe acier. Longueur des branches en cent. : 80 90 100 Sans rideau. 115. » 140. » 150. »



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



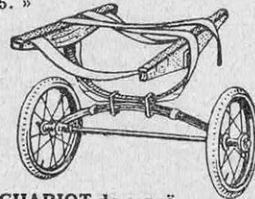
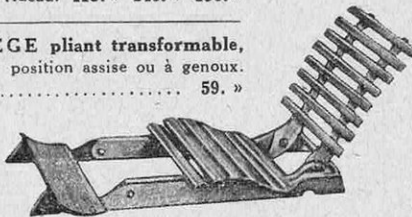
PHONOGRAPHE portatif « Golf », licence Odéon. Éléant, gainé simili-cuir noir. Diaphragme métallique. Prix 250. »



PROPULSEUR AMOVIBLE « Penta », Type U. 21. 3.008. »

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

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



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

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

STABILITÉ
LÉGÈRETÉ



CONFORT
SOLIDITÉ

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

Longueur 4 m. 40 ; largeur 0 m. 72 ; profondeur 0 m. 29.....	1.750 »
— 4 m. 70 ; — 0 m. 78 ; — 0 m. 30.....	1.800 »
— 5 m. 00 ; — 0 m. 85 ; — 0 m. 32.....	1.850 »

MESTRE & BLATGÉ

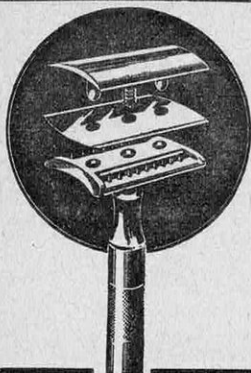
46-48, avenue de la Grande-Armée - PARIS

SOCIÉTÉ ANONYME : CAPITAL 15.000.000

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

VISITEZ LES NOUVEAUX RAYONS :

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



Vous pouvez recevoir gratuitement et franco

Un RASOIR VELOURS SERVUS

Breveté S. G. D. G.

Si vous employez les lames GILLETTE, LERESCHE, KIRBY BEARD, ou tout autre marque connue, d'une valeur de **15 francs** les dix lames, au moins.

Vous n'avez qu'à nous commander **VINGT LAMES** à votre choix, et vous recevrez gratuitement

LE RASOIR VELOURS SERVUS, breveté S. G. D. G.
UNE MERVEILLE DE PRÉCISION ET DE DOUCEUR

BEP, 12, rue Armand-Moisant, PARIS-XV^e - Chèque postal: Paris 140-12

MINICUS

EN
COURANT CONTINU
COMME
COURANT ALTERNATIF

MINICUS
GARANTIT
POUR TOUT

MOTEUR/UNIVERSEL/
PUISSANCE
VITESSE/
RENDEMENT

MOTEUR/
UNIVERSEL
ET
MONOPHASES

A
COLLECTEUR
1/2 2/3 CY.
ET
ALTERNATEUR/
TOUTE
VOLTAGE/
COMMUTATRICE/
JUSQU'À
1 K.W.



CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES MINICUS

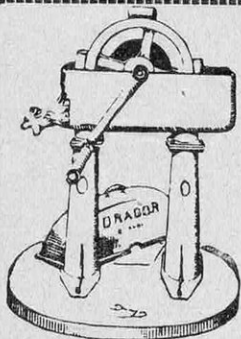
SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 450.000 FR.

39 Rue Maurice Bokanowski - ASNIÈRES - TEL. GREZILLON

07-71



OFFICE TECHNIQUE DE PUBLICITÉ



DRAGOR

Élévateur d'eau à godets pour puits profonds et très profonds. A la main et au moteur. - Avec ou sans refoulement. - L'eau au 1^{er} tour de manivelle. Actionné par un enfant à 100 m. de profondeur. - Incongelabilité absolue. - Tous roulements à billes. - Contrairement aux autres systèmes n'utilise pas de poulie de fond. - Donné 2 mois à l'essai comme supérieur à tout ce qui existe. - **Garanti 5 ans.**

Élévateurs DRAGOR

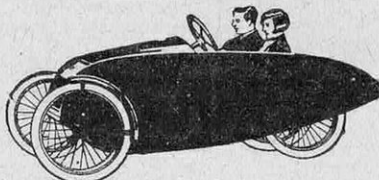
LE MANS (Sarthe)

Pour la Belgique:

39, allée Verte - Bruxelles

Voir article, n° 83, page 446.

UN VÉLO-VOITURE



LE VÉLOCAR

Plus rapide et plus confortable qu'une bicyclette
 2 PERSONNES, 3 VITESSES

Demandez notice détaillée (Envoyez timbre pour réponse)

MOCHET, 68, Rue Roque-de-Fillol, PUTEAUX (Seine)



**ZEISS
IKON**

la marque
du succès

50 %
d'économie
avec les
nouveaux appareils
4,5x6
ZEISS IKON

utilisant les bobines 6x9,
dont le prix est le même
que celui des bobines
4x6,5, mais qui donnent
un nombre double d'ima-
ges ; par suite : un cliché
4,5x6 coûte deux fois
moins qu'un cliché 4x6,5.

BOX-TENGOR et **IKONTA 4,5x6**
dans tous les magasins
d'articles photographi-
ques à partir de **Frs : 95.** »

UTILISEZ LE
FILM ZEISS IKON
LA CLÉ DU SUCCÈS

BON POUR ENVOI GRATUIT

de la brochure illustrée C 77 :

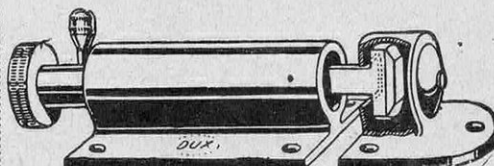
"... avec un **ZEISS IKON**"

à adresser à :

IKONTA, 18-20, Fg du Temple, Paris-XI^e

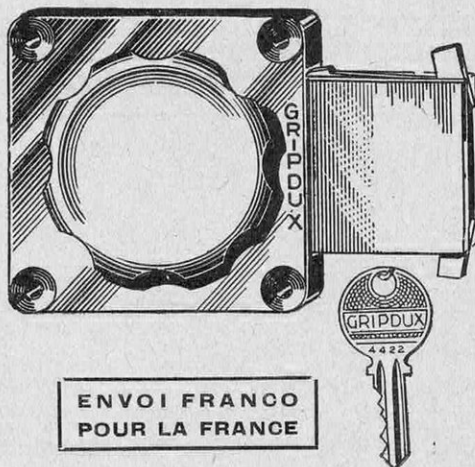
Les seuls **VERROUS** qui
ENCHAINENT la porte :

DUX



Prix.. **28 fr.**
— chromé .. . **32 fr.**

GRIPDUX



**ENVOI FRANCO
POUR LA FRANCE**

Modèle avec clé.. **65 fr.**
— — chromé. **70 fr.**
Modèle sans clé.. **30 fr.**
— — chromé. **35 fr.**

CONFORT ET PROGRÈS
36, rue du Colisée
PARIS

Téléphone : **Elysée 82-98**

**L'HUILE LOURDE
EST SIX FOIS
PLUS ECONOMIQUE
QUE L'ESSENCE OU
L'ELECTRICITE**

DEPART A FROID
INSTANTANE

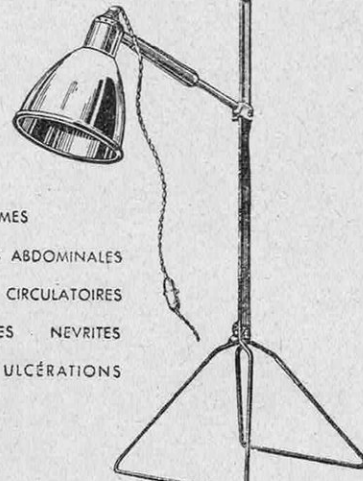


MOTEURS &
TRACTEURS A
HUILE LOURDE

AMADOU

J.H. JOSSET & C^e 98 A. r. de CEINTURE S^t GRATIEN (S&O)

L'INFRA - ROUGE
— A DOMICILE —
PAR LE PROJECTEUR
THERMO-PHOTHERAPIQUE
DU DOCTEUR ROCHU-MERY

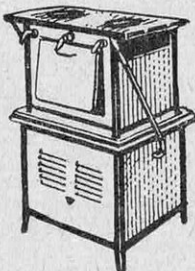


RHUMATISMES
DOULEURS ABDOMINALES
TROUBLES CIRCULATOIRES
NEURALGIES - NEVRITES
PLAIES ULCERATIONS
ETC., ETC.

LA VERRERIE SCIENTIFIQUE
12. AV. du MAINE. PARIS. XV^e T. Litre 91-83
Litre 94-82

Avoir
le gaz... comme a la
ville avec le

**GAZOCONFORT
MIRUS**



Vente au comptant et par mensualités
fonctionnement instantané
sécurité absolue
garantie de douze mois
Notice gratis

S. A. MIRUS, 94, rue St-Lazare, Paris

**La mine
INCASSABLE**
avec le



**CRAYON MÉCANIQUE
USEMINE**

Breveté S. G. D. G. **100%**

QUI UTILISE DES MINES
de **10** c/m
en les rendant

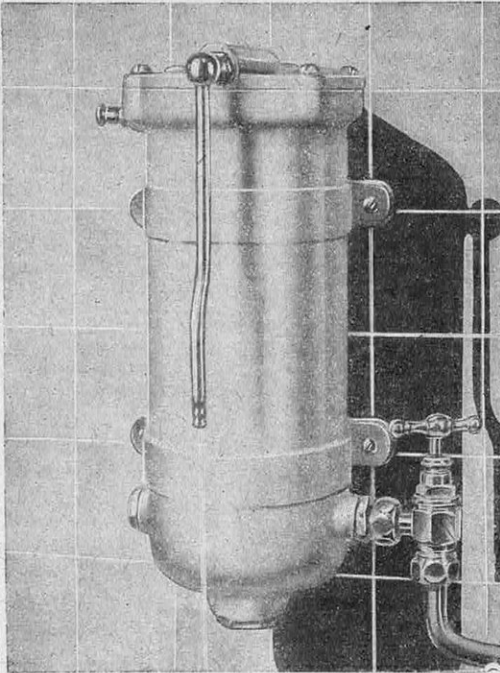
**PRATIQUEMENT
INCASSABLES**

12.50 avec un tube de 10
mines de rechange de
10 ¹/₂ chacune

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

Voulez-vous

de l'eau claire ?
de l'eau douce ?
de l'eau pure ?



Achetez

Clarificateur Canonne
Adoucisseur Canonne
Ultrafiltre Canonne



ANALYSES D'EAU



Renseignements, études et devis gratuits
sur demande au

SERVICE de POTABILITÉ des EAUX

PHARMACIE CANONNE
49, rue Réaumur, Paris
Tél. : Archives 83-03 à 83-07

VOUS POUVEZ RÉUSSIR EN TOUT

...en développant la puissance insoupçonnée qui est en vous et qui, par la **VOLONTÉ**, vous conduira au **SUCCÈS**.

Les forces psychiques ne sont plus maintenant l'apanage exclusif de quelques rares initiés s'en servant, suivant leur instinct, pour le BIEN ou pour le MAL. Aujourd'hui, grâce à une méthode simple, tout le monde peut posséder les sciences du magnétisme, de l'hypnotisme, de la suggestion, aussi bien que de l'influence personnelle, et, grâce à elles, arriver au SUCCÈS.

Si vous voulez RÉUSSIR, VAINCRE, RETIRER DE LA VIE LE PLUS D'AVANTAGES POSSIBLE, L'INSTITUT ORIENTAL DE PSYCHOLOGIE



vous aidera et, pour cela, son service de propagande distribue gratuitement 25.000 exemplaires de son ouvrage : LE DÉVELOPPEMENT DES FACULTÉS MENTALES.

Ce livre, d'un puissant intérêt, illustré de superbes reproductions photographiques, vous montrera comment, en peu de temps, sans rien changer à vos occupations habituelles, vous parviendrez à développer

vos **VOLONTÉ**, votre **MÉMOIRE**, **CORRIGER LES MAUVAISES HABITUDES** que vous pouvez avoir et acquérir le **POUVOIR MAGNÉTIQUE** qui vous permettra d'**IMPOSER VOTRE VOLONTÉ**, même à **DISTANCE**.

Des milliers de personnes, sans distinction de condition sociale, d'âge, de sexe, y sont parvenues ; suivez donc leur exemple et, pour cela, découpez le bulletin suivant et adressez-le immédiatement à l'**INSTITUT ORIENTAL DE PSYCHOLOGIE (Dpt 426), 36 ter, rue de la Tour-d'Auvergne, à PARIS (9^e)**, en ajoutant, si vous le voulez bien, 3 francs en timbres-poste pour couvrir les frais de correspondance et de port.

..... **A DÉCOUPER**

426

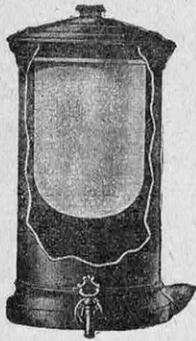
Veuillez m'expédier gratuitement, et sans engagement de ma part, votre ouvrage : Développement des facultés mentales.

Nom Prénom

Rue N°

à Départ

Indiquer si vous êtes Madame, Mademoiselle ou Monsieur



Protégez-vous des Epidémies

FILTRE PASTEURISATEUR MALLIÉ

Premier Prix Montyon
Académie des Sciences

PORCELAINE D'AMIANTE - FILTRES DE MÉNAGE

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

PUBLI-ELGY

Faites venir de Besançon

la plus belle collection de montres de précision :

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

Consultez nos catalogues gratuits des rayons annexes : "GROSSE HORLOGERIE", "BIJOUTERIE-JOAILLERIE-ORFÈVRE"RIE". Envois à conditions Echange de montres anciennes.

SARDA

BESANÇON

FABRIQUE D'HORLOGERIE DE PRÉCISION



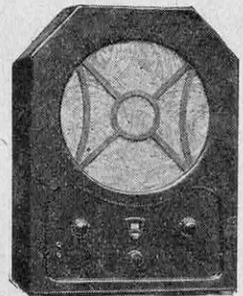
Les 15 années d'expérience acquise à remplacer les piles et les accus sur tous les postes de T.S.F. à l'aide des

FERRIX

nous permettent de vous présenter

LE POSTE SOLOR

le poste classique sur secteur *le plus simple, le plus puissant, le plus sélectif* encore construit suivant les conceptions françaises.



Schémas et tous renseignements dans

SOLOR - REVUE

Etabl^{ts} LEFÉBURE - FERRIX - SOLOR
5, rue Mazet, PARIS (6^e)

PROPULSEURS

ARCHIMÈDES

Moteurs utilitaires à régime lent de 2 1/2 à 14 C.V.

Les plus SIMPLES
Les plus ROBUSTES
Les plus ÉCONOMIQUES

— Garantis un an —

Adoptés par la Marine, les Ponts et Chaussées et les Colonies.

Demandez Notice 23 à

"ARCHIMÈDES"
27, Quai de la Guillotière — LYON

LE **SOURD**
ENTEND avec
le *Sonophone*

HUIT JOURS A L'ESSAI

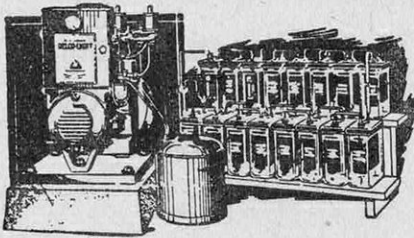
Demandez Notice explicative N° 20

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

DELCO-LIGHT

L'ÉLECTRICITÉ A LA CAMPAGNE

pour une dépense minime

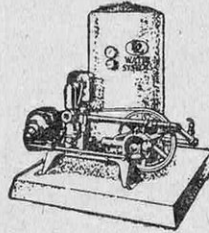


Groupe Electrogène, modèle 8 C 3. Entièrement automatique, monocylindrique à 4 temps, puissance 800 watts, 32 volts. Autres modèles, avec ou sans batteries, 800 ou 1.500 watts.

DELCO

L'EAU SOUS PRESSION A LA CAMPAGNE

pour une dépense minime

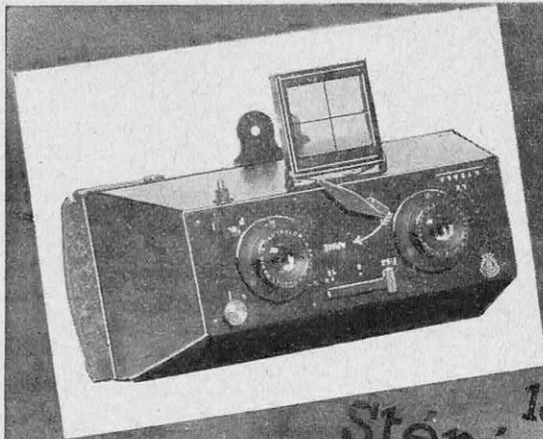


Pompes modèles 200 x et 400 x, à pistons à double effet, graissage par barbotage, moteurs répulsion-induction, forment un ensemble complet. Livrées avec réservoirs de pression 110 litres, manomètre et niveau d'eau. Autres modèles pour puits profonds ou peu profonds.

NOTICES ADRESSÉES SUR DEMANDE

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

AGENTS OFFICIELS DEMANDÉS



Le Stéréa

Un appareil photographique
stéréoscopique Jules Richard

pour **400 fr**

le
Stéréa
est le dernier-né sorti des
vastes ateliers des Eta-
blissements Jules Richard

Format 6x13
monté avec
des objectifs
anastigmat
F: 6,3 de pre-
mière marque

E^m Jules RICHARD

25, Rue Mélingue, Paris — Magasins de vente : 7, Rue Lafayette, Paris

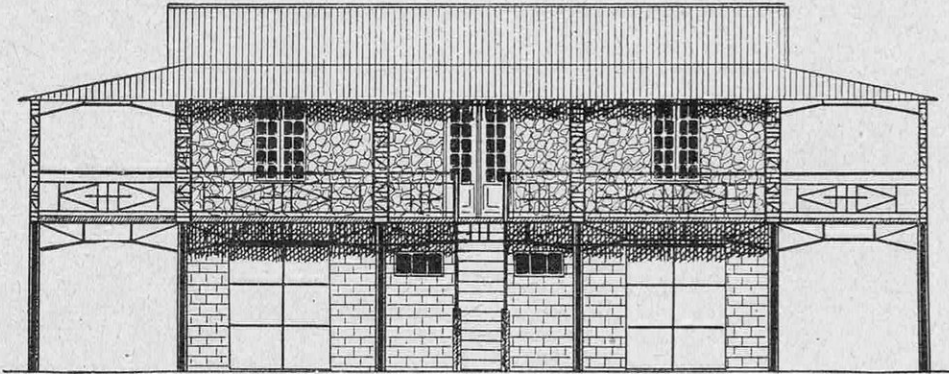
A CÉSAR CE QUI EST A CÉSAR...

R-29

... LA PRÉCISION AUX APPAREILS JULES RICHARD

BON à découper
et à envoyer
pour recevoir franco
le catalogue B

PAVILLONS EN ACIER A ÉTAGE



Nos honorés lecteurs seront peut-être déjà au courant des ossatures des pavillons sans étage que nous fabriquons dans nos ateliers de **Rouen**? Mais le dessin que nous nous permettons de leur soumettre aujourd'hui est quelque chose de nouveau. Il est vrai qu'il ne représente que l'évolution normale de notre travail, car il n'y a pas un saut énorme du pavillon sans étage à celui en comportant un.

Ce qui est énorme est la popularité mondiale de cette idée de faire venir l'ossature métallique de son logement et d'en effectuer soi-même l'agencement des parois et des cloisons, au moyen des matériaux trouvés sur place. Nous vous donnons, pour ainsi dire, la **forme** de votre idée; vous l'embellissez selon votre goût et vos moyens.

Bien entendu, il faudra d'abord choisir son modèle; toutefois, notre dessin représente un modèle bien courant et très apprécié, qui se réalise à un coût assez abordable. Le dessin s'explique facilement: seul, l'emploi du pavillon varie. Chez l'un, le rez-de-chaussée sera le garage, l'étage sera l'appartement. Chez l'autre, ce sera un magasin, une factorerie, des bureaux en bas — et, en haut, les pièces d'agrément, entourées d'une grande véranda.

Quoi qu'il en soit, ce genre de pavillon est d'une popularité énorme, partout, dans ce vaste domaine colonial, où l'on cherche à s'installer convenablement, sans nécessairement dépenser sa fortune. Nous remarquerons bien aussi qu'il n'y a pas seulement qu'aux colonies que l'on apprécie l'habitation à charpente métallique. Il y a des endroits en France où notre nouveau pavillon à étage pourrait se planter aussi avantageusement qu'aux colonies: tout dépend de l'homme et de sa capacité pour se débrouiller sur place.

Ceci étant expliqué, examinons le coût. Prenons comme exemple un pavillon à étage, dont le rez-de-chaussée consistera en quatre ou cinq pièces de 4 mètres sur 5 mètres, entourées d'une arcade de 3 mètres d'envergure, dont les colonnes supportent la véranda d'un étage ayant le même nombre de pièces que le rez-de-chaussée, entouré d'une véranda correspondant à l'arcade. Voici la base de la construction. Evidemment, on peut clore la partie arcade, si on veut, et cloisonner une partie de la véranda — ce qui donnera un grand nombre de pièces en plus. Comme hauteur, on fait de 3 à 4 mètres en bas et un peu moins en haut. La toiture du corps de pavillon a habituellement une pente de 50 centimètres au mètre et se fait en tôle ondulée galvanisée ou en fibro-ciment ondulé, tandis que la toiture de la véranda est très peu inclinée, afin de donner le maximum d'ombrage sans trop obscurcir les pièces intérieures.

Ce qui est intéressant est le fait que le pavillon à étage est relativement moins coûteux que le pavillon à rez-de-chaussée seulement, car la même toiture couvre les deux. Au point de vue charpente, le coût d'un pavillon à étage est **exactement proportionné au coût d'un pavillon sans étage**. Tout ce qu'il s'agit de faire est ceci: choisissez dans notre brochure n° 101 le modèle que vous désirez pour former votre étage, et faites le prix global, selon les divers barèmes. La charpente du rez-de-chaussée étant moitié plus lourde que celle de l'étage coûtera, mètre cube pour mètre cube, **exactement une fois et demie celle de l'étage**.

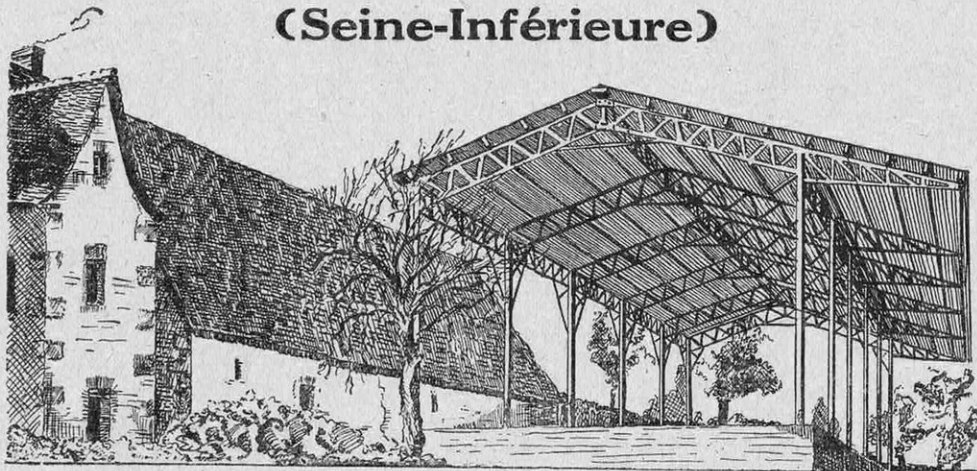
Tout ceci étant dit, nous invitons tous ceux qui s'intéressent à notre travail à se documenter, d'abord au moyen de notre brochure n° 101 et, ensuite, à nous faire part du pavillon qu'ils désirent édifier eux-mêmes — surtout si ce pavillon diffère un peu de nos modèles courants.

Ecrivez aujourd'hui, pour la Brochure n° 101, aux

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

LA SÉRIE 39 A NEUFCHATEL-EN-BRAY

(Seine-Inférieure)



La prochaine fois qu'il vous viendra à l'idée de faire une gentille promenade, rendez-vous à Neuville-Ferrières, près de Neufchâtel-en-Bray, et poussez jusqu'à la grande ferme de **M. Raoul Testu**. Sa ferme est à 5 kilomètres de Neufchâtel, que vous quitterez par la rue presque en face de l'hôtel du Grand-Cerf. Traversez le passage à niveau, laissez sur votre gauche la scierie que vous rencontrerez bientôt et, à 300 mètres plus loin, vous trouverez un calvaire, à l'enfourchement de deux petites ruelles, dont celle de droite vous amènera à la ferme de **M. Testu**. Là, vous verrez un des derniers hangars que nous venons de poser dans la région. Il vaudra la peine de demander à **M. Testu** si vous pouvez le voir de près. Il aura certainement la gentillesse de vous consentir cette autorisation.

Pour ceux qui sont pris par les travaux, ou qui ne pourraient sortir pour l'instant, nous allons détailler les dimensions, ainsi que le coût, de ce magnifique hangar, dont **M. Testu père** vient de faire cadeau à son fils. Voilà ! Il a d'abord 20 mètres de long sur 10 mètres de large. Comme hauteur, il a 5 mètres, du sol jusqu'au haut des poteaux, tandis que la hauteur sous faîtière est de 7 mètres.

La toiture est en tôle ondulée galvanisée, posée sur des pannes en bois. Les deux pignons et le derrière sont bardés, jusqu'en haut, en tôle ondulée également, tandis que la façade reste ouverte, étant abritée par un magnifique auvent de 3 m 50 de portée.

Le **coût** ? Il n'y a pas de secret. Tout compris — fondations et la pose faites par nous-même, notre chef monteur logé et nourri par **M. Testu** (qui lui a fourni également deux domestiqués de ferme pour aider aux travaux) — tout compris, charpente et matériaux rendus chez **M. Testu** par un de nos gros camions de 10 tonnes, le coût était de 17.667 francs, ni un centime de plus, ni de moins. Du bon travail, bien robuste, bien usiné, bien posé et faisant la satisfaction entière de notre honoré client. Ceux qui penseront que vous pouvez avoir un beau hangar, de l'envergure de celui de **M. Testu** à meilleur compte, se prépareront une surprise désagréable. Bien entendu, en faisant la pose vous-même, et en laissant ouverts les pignons et le derrière, vous pouvez couper ce prix en deux. D'ailleurs, tout dépend de ce qu'il vous faut, chaque exploitation presque ayant ses besoins spéciaux. Écrivez, ou venez nous voir, au sujet de vos besoins. Nous pouvons vous rendre des services. Commencez par demander la brochure 144 qui vous sera envoyée par retour du courrier.

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

Des MUSCLES en 30 JOURS! NOUS LE GARANTISSONS

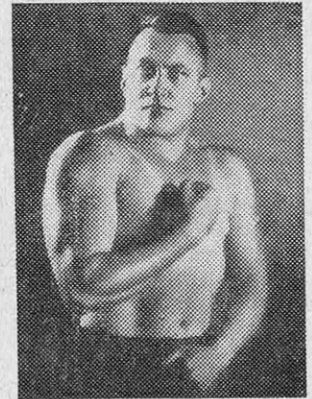
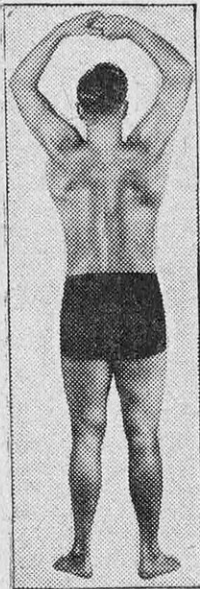
C'est avec juste raison qu'on nous appelle les « Constructeurs de muscles ». En trente jours, nous pouvons transformer votre corps d'une manière que vous n'auriez jamais crue possible. Quelques minutes d'exercice chaque matin suffisent pour augmenter de 2 centimètres les muscles de vos bras et de 5 centimètres votre tour de poitrine. Votre cou se fortifiera, vos épaules s'élargiront. Avant même que vous vous en aperceviez, les gens se retourneront sur votre passage. Vos amis se demanderont ce qui vous est arrivé. Peu importe que vous ayez toujours été faible ou mince : nous ferons de vous un homme fort, et nous savons que nous pouvons le faire. Nous pouvons non seulement développer vos muscles, mais encore élargir votre poitrine et accroître la capacité de vos poumons. A chaque respiration, vous remplirez entièrement vos poumons d'oxygène, et votre vitalité ne sera pas comparable à ce qu'elle était auparavant.

ET EN CENT CINQUANTE JOURS. — Il faut compter cent cinquante jours pour mener à bien et parfaire ce travail ; mais, dès le trentième jour, les progrès sont énormes. Au bout de ce temps, nous vous demandons simplement de vous regarder dans une glace. Vous verrez alors un tout autre homme. Nous ne formons pas un homme à moitié. Vous verrez vos muscles se gonfler sur vos bras, vos jambes, votre poitrine et votre dos. Vous serez fier de vos larges épaules, de votre poitrine arrondie, du superbe développement

obtenu de la tête aux pieds.

NOUS AGISSONS ÉGALEMENT SUR VOS ORGANES INTÉRIEURS.

— Nous vous ferons heureux de vivre ! Vous serez mieux et vous vous sentirez mieux que jamais vous ne l'avez été auparavant. Nous ne nous contentons pas seulement de donner à vos muscles une apparence qui attire l'attention : ce serait du travail à moitié fait. Pendant que nous développons extérieurement vos muscles, nous travaillons aussi ceux qui commandent et contrôlent les organes intérieurs. Nous les reconstituons et nous les vivifions, nous les fortifions et nous les exerçons. Nous vous donnerons une joie merveilleuse : celle de vous sentir pleinement en vie. Une vie nouvelle se développera dans chacune des cellules, dans chacun des organes de votre corps, et ce résultat sera très vite atteint. Nous ne donnons pas seulement à vos muscles la fermeté dont la provenance vous émerveille, mais nous vous donnons encore l'ÉNERGIE, la VIGUEUR, la SANTÉ. Rappelez-vous que nous ne nous contentons pas de promettre : nous garantissons ce que nous avançons. FAITES-VOUS ADRESSER par le DYNAM INSTITUT le livre GRATUIT : **Comment former ses muscles.** Retournez-nous le coupon ci-joint dès aujourd'hui. Ce livre vous fera comprendre l'étonnante possibilité du développement musculaire que vous pouvez obtenir. Vous verrez que la faiblesse actuelle de votre corps est sans importance, puisque vous pouvez rapidement développer votre force musculaire avec certitude. Ce livre est à vous : il suffit de le demander. Il est gratuit, mais nous vous prions de bien vouloir joindre 1 fr. 50 en timbres-poste pour l'expédition. Une demande de renseignements ne vous engage à rien. Postez le bon dès maintenant pour ne pas l'oublier.



BON GRATUIT A DÉCOUPER OU A RECOPIER

DYNAM INSTITUT, Service B 103, rue La Condamine, 14, Paris (17^e)

Veuillez m'adresser gratuitement et sans engagement de ma part votre livre intitulé : « Comment former ses muscles », ainsi que tous les détails concernant votre garantie. Ci-inclus 1 fr. 50 en timbres-poste pour les frais d'expédition.

Nom :

Adresse :

Vapeur et électricité se disputent le rail

La France aura bientôt une station d'essais des locomotives. Les stations d'essais constituent les laboratoires de la traction, qui ont permis d'apporter à la locomotive à vapeur les perfectionnements auxquels elle doit sa puissance et son rendement. . . .

La synthèse chimique a créé une gamme féconde de produits pharmaceutiques.

Les chimistes savent aujourd'hui préparer des produits dont ils peuvent prévoir à l'avance l'action sur l'organisme. . . .

Pour lutter contre le bruit, il faut savoir le mesurer.

La « sonde phonique » permet d'analyser les causes de bruit et d'évaluer les qualités isolantes des divers matériaux. Ainsi, les urbanistes et les architectes peuvent, dans la lutte contre le bruit, étudier rationnellement les meilleures solutions à adopter. . . .

Un nouveau poste d'émissions radiophoniques à grande puissance.

Le nouveau « Poste Parisien » est une synthèse de tous les progrès réalisés en radiophonie. Le système de modulation adopté, dit « par déphasage », permet d'obtenir le rendement maximum. . . .

Que nous apportera l'expédition l'« Année Polaire » 1932-1933 ?

La mission française arrive au Groenland où, pendant douze mois, en liaison avec vingt-quatre autres missions de toutes les nations, elle observera les phénomènes magnétiques, électriques et météorologiques auxquels sont liés de nombreux problèmes de la géophysique. . . .

L'électrolyse du latex transformera-t-elle l'industrie du caoutchouc ?

Le domaine de l'électrochimie s'étend sans cesse. Après la préparation des produits chimiques ou métallurgiques, voici maintenant l'électrolyse du latex, qui permet d'obtenir des caoutchoucs d'excellente qualité avec un appareillage fort simple. . . .

Pour des portes d'écluses géantes, voici la grue flottante géante.

Soulever des portes d'écluses pesant 500 tonnes, tout en ne disposant que de l'espace relativement restreint présenté par les écluses d'un canal, même à grande section, tel est le problème de manutention mécanique résolu par la nouvelle grue flottante en usage sur le canal de Welland (Canada). . . .

L'amélioration de la suspension conditionne le confort et la sécurité en automobile.

C'est un des problèmes les plus complexes de la mécanique automobile, qui n'a, jusqu'ici, reçu aucune solution vraiment pratique. L'auteur expose les difficultés de ce problème et examine critiquement les différentes solutions proposées. . . .

Sur les chemins de fer, la voiture « tout acier » soudée doit se substituer au matériel périmé.

La vitesse toujours croissante des trains exige, pour la sécurité des voyageurs, l'emploi d'un matériel de plus en plus résistant. La voiture « tout acier » soudée offre, à cet égard, le maximum de garantie. . . .

Une industrie renaissante : le raffinage du pétrole en France.

Douze raffineries en construction en France permettront de traiter 6 millions de tonnes de pétrole brut par an. Installées avec l'outillage le plus moderne, d'après l'expérience américaine, ces raffineries nous libéreront partiellement des onéreuses importations de produits raffinés et, par suite, plus coûteux. . . .

Irriguer, c'est fertiliser.

L'Angleterre vient de réaliser aux Indes le plus grand « système » d'irrigation du monde. Un barrage de 1.600 mètres de long, 10.000 kilomètres de canaux vont fertiliser une étendue égale à plusieurs départements français. . . .

Dans le domaine de l'électricité : une innovation en matière d'enseignement. . . .

Les « à côté » de la science

Chez les éditeurs

Pierre Place 93

De l'Office Central d'Etudes du Matériel de chemin de fer.

L. Houlevigue 103

Professeur à la Faculté des Sciences de Marseille.

Charles Brachet 109

Jean Marchand 119

Ingénieur I. E. G.

J. Habert 125

Lieut. de vaisseau. Chef de la Mission française de l'« Année Polaire ».

Paul Bary 134

Paul Lucas 141

Georges Leroux 143

Ancien Elève de l'Ecole Polytechnique.

Pierre Devaux 150

Ancien Elève de l'Ecole Polytechnique.

R. Chenevier 157

André Charmeil 166

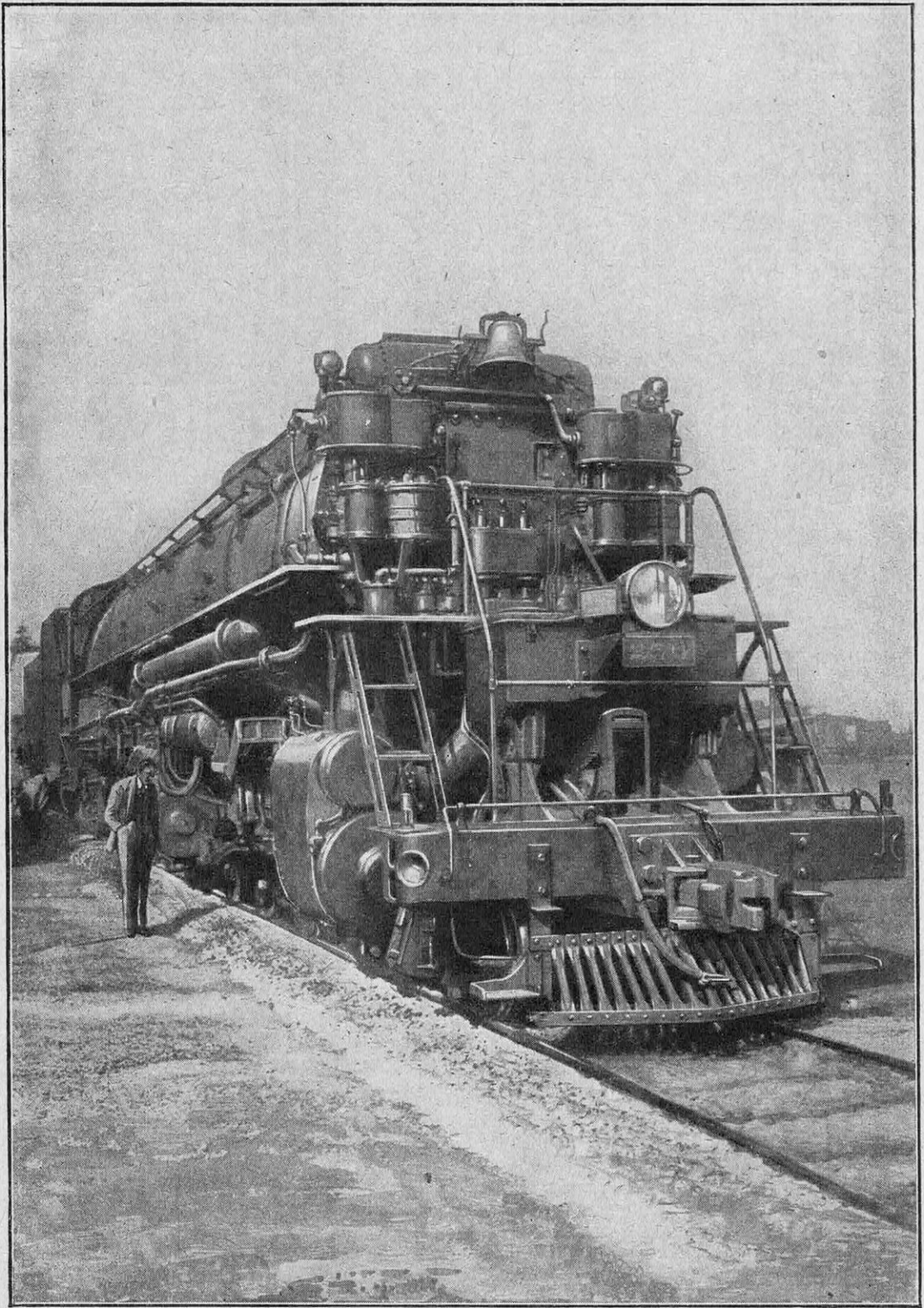
Ancien Elève de l'Ecole Polytechnique.

J. M. 170

V. Rubor 171

J. M. 176

Long de 40 kilomètres, le canal de Welland (Canada), qui fait communiquer le lac Ontario au lac Erié, présente sept écluses, dont l'une, de 406 m 50, est la plus longue du monde. Leurs portes pivotantes à deux battants pèsent chacune 1.000 tonnes (500 tonnes par battant). Aussi, leur remplacement par les portes mises en réserve, en cas de réparation, a-t-il exigé la mise au point d'un puissant et ingénieux outillage mécanique. Sur la couverture de ce numéro figure la grue flottante géante qui peut soulever, sans compromettre son équilibre, un des battants de 500 tonnes pour le mettre en place avec autant de rapidité que d'aisance. (Voir l'article à la page 141 de ce numéro).



LA LOCOMOTIVE DU « WESTERN PACIFIC RAILROAD », UNE DES PLUS PUISSANTES DU MONDE
Grâce aux essais méthodiques, dans des stations spécialement équipées, la locomotive à vapeur perfectionnée reste encore la machine type de la traction ferroviaire.

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 15-21

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

Copyright by La Science et la Vie, Août 1932 - R. C. Seine 116.544

Tome XLII

Août 1932

Numéro 182

VAPEUR ET ÉLECTRICITÉ SE DISPUTENT LE RAIL

**La France aura bientôt une station d'essais des locomotives.
Les stations d'essais
constituent les laboratoires de la traction**

Par Pierre PLACE

ANCIEN ÉLÈVE DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE
INGÉNIEUR PRINCIPAL A L'OFFICE CENTRAL D'ÉTUDES
DU MATÉRIEL DE CHEMINS DE FER

LA SCIENCE ET LA VIE a déjà exposé (1), dans deux articles remarquables, rédigés par les deux plus éminents spécialistes de la traction électrique, les causes du développement de la locomotive électrique et les tendances actuelles dans l'électrification générale des chemins de fer. Pour suivre son enquête sur cette question, capitale au point de vue de l'économie nationale, LA SCIENCE ET LA VIE présente, aujourd'hui, une étude de l'un des ingénieurs les plus autorisés qui se sont préoccupés de l'amélioration du rendement de la locomotive à vapeur. Celle-ci reste encore la machine type de la traction sur rails, dans l'état actuel de nos moyens de transports. C'est, en effet, à des perfectionnements incessants que la locomotive doit les merveilleux résultats aujourd'hui obtenus, aussi bien au point de vue de la vitesse que de la régularité de marche. Mais ces perfectionnements eux-mêmes n'auraient pu être réalisés, si des stations d'essais rationnellement aménagées n'avaient permis d'étudier, dans les principaux pays, dans les conditions mêmes de la marche en service normal, les meilleures solutions du problème de la traction à vapeur. Ces stations d'essais sont, en quelque sorte, les laboratoires du rail. A cet égard, la France sera prochainement dotée, par l'Office Central d'Etudes de Matériel de chemins de fer, organisme commun à tous les réseaux français, d'un banc d'essais vraiment moderne (actuellement en construction à Vitry-sur-Seine, près de Paris), où les techniciens pourront poursuivre avec précision leurs recherches scientifiques pour l'obtention du meilleur rendement.

AUCUNE machine étudiée par un ingénieur, d'après les seuls principes théoriques, ne peut donner des résultats satisfaisants si son étude ne s'appuie sur l'expérimentation de machines analogues. Dans la machine locomotive en particulier, un grand nombre d'éléments ne peuvent être déterminés que par l'expérimentation seule.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 177, page 177, et n° 179, page 353.

La hauteur des boudins des roues, par exemple, est uniquement le résultat de l'expérience, et aucun calcul ne permettrait de déterminer à quelle vitesse maximum pourrait circuler en sécurité une locomotive avec des boudins de dimensions données. Un essieu coudé, analogue au vilebrequin des moteurs à essence ou à explosion, est bien plus difficilement accessible au calcul que ce dernier ; il reçoit, en effet, dans la direction de son axe,

du fait du choc latéral des boudins des roues sur les rails, des efforts considérables et de *grandeur inconnue* ; le jeu, entre ces boudins et le rail, a été fixé par la pratique, et l'on s'aperçoit aujourd'hui seulement qu'il est intéressant de le réduire. La locomotive est la machine dans la construction de laquelle les enseignements de l'expérience ont la plus grande part.

Aucune machine, cependant, n'a été essayée d'une façon aussi peu méthodique et l'on peut, à juste titre, s'étonner de voir que, dans d'aussi mauvaises conditions, la locomotive à vapeur soit arrivée à un état de perfection tel qu'on ne peut plus espérer l'améliorer — et dans de faibles proportions

Les problèmes à résoudre sur la locomotive le sont bien plus difficilement que partout ailleurs. Le poids et l'espace y sont strictement limités ; les chocs violents et les trépidations nécessitent une solidité de tous les appareils bien plus grande que partout ailleurs et telle que l'adaptation à la locomotive d'un appareil qui a fait ses preuves à poste fixe est tout un problème.

Réhabilitons la locomotive à vapeur

Dans ce qui suit, nous ne nous occuperons que de la locomotive à vapeur, qui reste encore la machine type de la traction.

En effet, si le moteur à explosion a pris le développement que l'on connaît, il n'en est

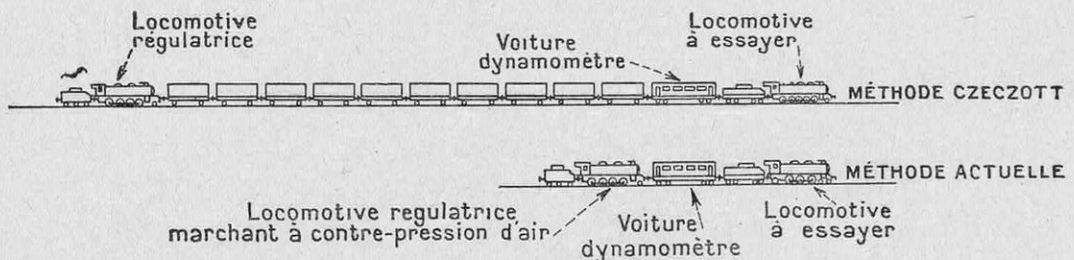


FIG. 1. — COMMENT ON FAIT DES ESSAIS DE LOCOMOTIVE A PUISSANCE INDIQUÉE CONSTANTE

Dans la méthode du professeur Czeczott, la locomotive marche, du début à la fin, dans les mêmes conditions. La charge du train est déterminée pour donner, en palier, une vitesse fixée à l'avance. Une locomotive régulatrice, remorquée en palier comme un wagon ordinaire, ajoute son effort à celui de la locomotive à essayer, dans les côtes, et freîne, dans les descentes, pour maintenir la vitesse constante. Dans la méthode actuellement utilisée sur les réseaux français, la résistance est réalisée uniquement par une locomotive régulatrice à contre-pression d'air.

— que par un changement radical de sa constitution.

Sa chaudière est, en effet, celle qui, à égalité d'allure de combustion, a le plus grand rendement.

Le faible rendement de la locomotive vient de sa marche à échappement libre qui entraîne la perte, par la vapeur d'échappement, d'une grande partie des calories qu'il a fallu dépenser pour transformer l'eau en vapeur : un kilogramme de vapeur, employé dans les cylindres, contient environ 660 calories ; à sa sortie, il en contient encore 630 (30 calories seulement sont susceptibles d'être transformées en travail, 630 sont perdues). On ne pourrait y remédier qu'en condensant la vapeur, mais, jusqu'à présent, par suite du nombre énorme de calories (1) à dissiper dans le condenseur, on n'a pu y parvenir d'une façon pratique.

(1) A pleine puissance, une locomotive brûle environ 2.000 kilogrammes de charbon à l'heure, produisant $2.000 \times 7 = 14.000$ kilogrammes de vapeur ; chaque kilogramme de vapeur emportant 630 calories, il faut absorber $14.000 \times 630 = 8.820.000$ calories à l'heure.

encore, au point de vue traction sur rails, qu'à de bien modestes débuts. D'autre part, la locomotive électrique n'est pas encore prête à détronner son ancêtre à vapeur.

Ceci mérite peut-être quelques développements, car cette idée semble aller à l'encontre de l'opinion courante.

La locomotive à vapeur présente sur la locomotive électrique de multiples avantages dont le principal est que, produisant elle-même l'énergie qui lui est nécessaire, elle est autonome. Partout où elle trouvera du rail, elle passera.

La locomotive à vapeur connaît moins de pannes que la locomotive électrique, et il est plus facile de remédier, en cours de route, à celles qui se produisent ; de plus, le service qu'elle assure ne risque pas d'être désorganisé par la destruction judicieuse d'un point sensible de la ligne ; cela est si vrai que les réseaux du Nord et de l'Est n'envisagent pas du tout leur électrification et que, lors de l'étude des moyens de traction du Transsaharien, la traction électrique a été abandonnée comme trop peu sûre.

Cette question de sécurité mise à part, l'électrification est tellement onéreuse, par les charges d'amortissement des énormes capitaux engagés (1), qu'elle doit être, suivant la conclusion d'une étude récente, « classée parmi les dépenses somptuaires qu'il serait peut-être excusable d'envisager dans des périodes de prospérité exceptionnelle et durable, dans des pays possédant des moyens financiers surabondants. Dans les périodes d'activité normale et, *a fortiori*, dans les périodes de crise, il serait redoutable d'engager des dépenses de cet ordre qui conduiraient fatalement à des embarras financiers dans le présent et hypothéqueraient gravement et définitivement l'avenir ».

En fait, les tarifs de transport suisses, qui étaient, avec la traction à vapeur, exceptionnellement bas, sont aujourd'hui parmi les plus élevés du monde.

Aussi les projets d'électrification, en Angleterre, soulèvent-ils de vives controverses, leurs auteurs n'ayant pu faire état

que d'un bénéfice final, sur le papier, de l'ordre de 2 %, bénéfice réalisable seulement après achèvement intégral du plan, les phases intermédiaires étant déficitaires.

En Afrique du Sud, l'électrification des chemins de fer a donné des résultats financiers désastreux et a dû être abandonnée.

Aux Etats-Unis, enfin, qui ont été les pionniers dans l'électrification des chemins de fer; où les transports à grande distance d'énergie électrique à haute tension ont atteint une ampleur inconnue en Europe; où, enfin, les possibilités financières d'exécution ont été pratiquement illimitées pendant une période de quinze années, l'électrification des chemins de fer a cessé de se développer.

Le *Pennsylvania Railroad*, le réseau le plus électrifié des Etats-Unis, ne comportera, lorsque son programme sera achevé, en 1936, que 1.200 kilomètres de lignes électrifiées, soit 3,7 % de son réseau, et 0,24 % de la longueur totale du réseau des Etats-Unis, alors que les parties électrifiées ou en cours d'électrification représentent, en France, 6 % du réseau à voie normale.

Il est donc nécessaire de persévérer dans

(1) L'électrification revient environ à 1 million de francs le kilomètre.

la recherche du perfectionnement de la locomotive à vapeur par des essais sévères.

Comment on essaye une locomotive Essais en ligne avec train de service courant

Jusqu'à présent, les réseaux qui essaient systématiquement leurs nouveaux types de locomotives leur font remorquer des trains de service sur un parcours donné. On intercale entre la locomotive et le train une *voiture dynamomètre*, dans laquelle on enregistre l'effort de traction, la vitesse, le travail, la puissance, etc., en même temps qu'on mesure le charbon dépensé, la vapeur produite, que l'on note les diverses circonstances de la marche (ouverture du régulateur, cran de marche, etc.), et que l'on relève des diagrammes aux cylindres.

De toutes ces données, on peut déduire la consommation de charbon par kilogramme d'eau vaporisée, ce qui donne le rendement calorifique de la

chaudière; la dépense de vapeur par cheval-heure indiqué (c'est-à-dire rapportée à la puissance déterminée par les diagrammes pris sur les cylindres) ou la dépense de vapeur par cheval-heure au crochet déterminée par le travail au crochet.

Ces essais ainsi effectués présentent de multiples inconvénients provenant des variations de puissance nécessaires pour la remorque du train. Ils ne sont guère valables que pour comparer entre eux deux locomotives essayées dans les mêmes conditions. Leurs indications sont toutes relatives et ne donnent pas des valeurs absolues; leurs résultats ne permettent pas la comparaison entre deux locomotives essayées sur des réseaux différents, et nombreuses sont, d'un réseau à l'autre, les divergences d'opinion sur l'efficacité de tel ou tel dispositif.

Un notable progrès : essais à puissance indiquée constante

On peut améliorer légèrement ces essais par l'emploi de la méthode dite « à puissance indiquée constante ».

Cette méthode, imaginée pour chercher à effectuer en ligne des essais dans des conditions aussi voisines que possible des conditions idéales qui ne peuvent être réalisées

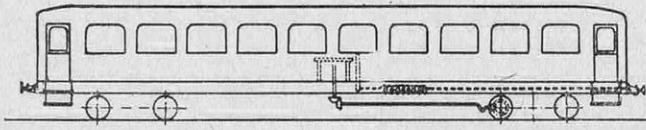


FIG. 2. — SCHÉMA D'UNE VOITURE DYNAMOMÈTRE

Un ressort est fixé au châssis de la voiture. La locomotive est fixée à l'autre extrémité de ce ressort par le crochet de traction avant. Le reste du train est attaché au crochet arrière de la voiture.

que dans un laboratoire d'essais, est utilisée en Pologne et en Allemagne.

Méthode polonaise. — Employé pour la première fois par le professeur Czezott, ce procédé est un perfectionnement de celui utilisé depuis de nombreuses années par les chemins de fer russes.

Dans tous ces essais, la locomotive marche, du commencement à la fin de l'essai, dans les mêmes conditions : même vitesse, même pression à la chaudière, même ouverture du régulateur, même cran d'admission de vapeur aux cylindres. Le mécanicien ne manœuvre aucun organe.

La charge du train est déterminée pour obtenir en palier, dans des conditions fixées, une vitesse également fixée à l'avance. Dans le train est intercalée une locomotive dite régulatrice, qui, en palier, n'exerce aucun effort, ni accélérateur, ni retardateur ; elle est remorquée comme un simple véhicule. Dans les rampes, la locomotive régulatrice ajoute son effort de traction à celui de la locomotive à essayer pour maintenir la vitesse constante. Dans les descentes, on la freine ainsi qu'un certain nombre de wagons.

Cette méthode, qui représente déjà un progrès, est, malheureusement, d'une application assez difficile. Le réglage de la vitesse sur les déclivités est fort délicat à obtenir au moyen du frein à air comprimé de la locomotive et des freins à main des wagons ; de plus, pour les locomotives puissantes à marchandises, elle conduit à des charges considérables pour le train d'essai, ce qui exige un personnel nombreux pour la garde des freins à mains.

Méthode allemande. — La méthode imaginée par les chemins de fer allemands est plus simple que la précédente ; elle supprime la rame d'essai et remplace sa résistance par celle de la locomotive régulatrice marchant à « contre-vapeur », c'est-à-dire en disposant le changement de marche pour la marche arrière, la locomotive continuant à marcher en avant.

Le train d'essai se compose donc uniquement de la locomotive d'essai placée en tête, du wagon dynamomètre et de la locomotive régulatrice. Malheureusement, cette marche à contre-vapeur est très délicate à régler.

C'est pourquoi les Allemands ont imaginé le frein à contre-pression d'air.

Ce frein est d'un fonctionnement très sûr, même pour des vitesses de 80 kilomètres-heure, vitesses auxquelles le frein à contre-vapeur serait probablement peu efficace, si, même, on parvenait à l'amorcer. On peut

ainsi freiner pendant des essais d'une heure et plus (1).

Cette méthode est employée depuis plusieurs années par les réseaux français, notamment par l'Est, le P.-L.-M. et le P.-O.

Comment fonctionne la voiture dynamomètre

Dans tous ces essais, entre la machine à essayer et le train réel ou fictif, se trouve interposée, avons-nous dit, une voiture dynamomètre.

En principe, un ressort (ou autre appareil dynamométrique) est attaché, par une de ses extrémités, au châssis de la voiture. La locomotive est fixée à l'autre extrémité du ressort par le crochet de traction avant. Le reste du train est attaché au crochet arrière de la voiture. En somme, la locomotive tire le train par l'intermédiaire du ressort.

Les allongements de l'appareil dynamométrique, dirigés dans le sens de la voie, s'inscrivent sur un papier qui se déroule dans le sens perpendiculaire, proportionnellement à l'espace parcouru. On obtient ainsi une courbe ayant à certaines échelles : pour abscisses, les chemins parcourus, et pour ordonnées, les efforts de traction. La surface comprise entre la courbe et l'axe des chemins donne le travail développé au crochet.

D'autre part, le travail théorique est *calculé* d'après les diagrammes pris avec des indicateurs sur les cylindres.

Dans les premiers wagons dynamomètres, et il en existe encore, le ressort est un véritable ressort à lames, de flexibilité rigoureusement tarée. On lui préfère actuellement un dispositif dont le principe est exactement celui de la presse hydraulique. On équilibre l'effort de la machine sur le gros piston de la presse par la pression d'un petit ressort sur le petit piston de la presse. Ce petit ressort est très rigoureusement taré ; on mesure (et on enregistre) ses raccourcissements et on en déduit les efforts qu'il exerce sur le petit piston. Connaissant le rapport des sections du petit et du grand piston, on en déduit l'effort exercé par la locomotive sur ce dernier.

Cependant, on ne se contente pas, en général, d'enregistrer l'effort de traction. Par des appareils intégrateurs très simples

(1) Dans le frein à contre-vapeur, les cylindres agissent comme un compresseur, qui absorbe les gaz de la boîte à fumée et les refoule dans la chaudière. Dans le frein à contre-pression d'air, les cylindres absorbent de l'air frais au dehors, le compriment en absorbant du travail, et le renvoient au dehors à travers une soupape chargée.

et très ingénieux, sur lesquels on fait agir en même temps l'espace parcouru et l'effort de traction, on enregistre le travail, ce qui dispense de planimétrer la courbe du *travail* enregistré. A l'aide d'autres appareils, sur lesquels on fait agir l'espace parcouru et le temps, on enregistre la *vitesse*.

Avec d'autres encore, sur lesquels on fait agir le travail et le temps, on enregistre la *puissance instantanée*.

On enregistre enfin, dans la voiture dynamomètre, toutes les grandeurs dont on peut avoir besoin : températures, pressions, dépressions en divers points de la chaudière et des cylindres, composition des gaz chauds de la boîte à fumée, eau dépensée, vapeur produite, etc.

La voiture dynamomètre est donc un véritable laboratoire ambulante. La plupart des réseaux en possède une. Elles sont toutes très anciennes.

Aussi l'Office Central d'Etudes de Matériel de chemins de fer (O. C. E. M.) vient-il de faire construire quatre voitures dynamomètres modernes pour les besoins collectifs des réseaux. Nous aurons peut-être un jour l'occasion d'y revenir.

Les essais à poste fixe donnent des résultats plus précis

Le moindre des inconvénients des essais en ligne est qu'on ne peut espérer une précision dans les consommations supérieure, estime-t-on, à 10 % environ.

L'essai ne peut, en effet, durer que deux heures environ, trajet normal, sans arrêt, d'une locomotive.

Au moment où commence l'essai, la machine est à son état de régime, vitesse fixée, allure du feu correspondant à la puissance requise. On a donc, sur la grille, une certaine quantité *inconnue* de charbon en ignition. A partir de ce moment, on peut compter avec précision tout le charbon qu'on charge dans le foyer. Au moment fixé pour la fin de l'essai, la vitesse étant restée constante, ainsi que toutes les autres circonstances de la marche, on a sur la grille

une quantité de charbon *qui n'est pas forcément celle du départ*. La différence entre ces deux quantités constitue une erreur, inconnue, du reste, qui est relativement d'autant plus grande que l'on aura brûlé moins de charbon pendant l'essai, c'est-à-dire que l'essai aura duré moins longtemps. Il serait donc désirable de pouvoir effectuer des essais de six heures, huit heures ou plus.

De plus, on ne peut, dans les essais en ligne, agir sur les circonstances atmosphériques, sur les ralentissements dus à des réparations de la voie ou à des signaux fermés et, souvent, une fois sur deux ou sur trois en pratique, l'essai complet est à recommencer. C'est une journée perdue.

Toutes ces raisons : temps perdu, faux frais, exactitude des résultats à 10 % près, alors que l'on aurait besoin de déceler des économies de consommation de l'ordre de 5 % produites par certains appareils en essai, ont, depuis longtemps, fait souhaiter pouvoir opérer à poste fixe.

Dans un laboratoire, en effet, on peut, au

cours des essais, ne faire varier qu'une seule des données à la fois et opérer toutes autres circonstances égales. On peut faire durer les essais aussi longtemps qu'on le veut, hiver comme été, de nuit comme de jour. Si une circonstance inattendue vient contrarier un essai, on peut l'arrêter tout de suite. Les opérateurs, étant à leur aise autour de la machine, peuvent relever toutes les indications données par les appareils avec une grande précision. Les circonstances extérieures sont rigoureusement les mêmes pour toutes les locomotives, et l'on pourrait espérer, avec un laboratoire, obtenir des résultats que l'on puisse comparer entre eux sur des locomotives différentes.

Les essais de chaudières à poste fixe

Tant qu'il ne s'agit que de faire des essais de chaudière, il est relativement facile, sans installation coûteuse, d'opérer à poste fixe.

Il ne s'agit, en effet, que de déterminer le rendement de la chaudière, c'est-à-dire la proportion des calories dégagées par le

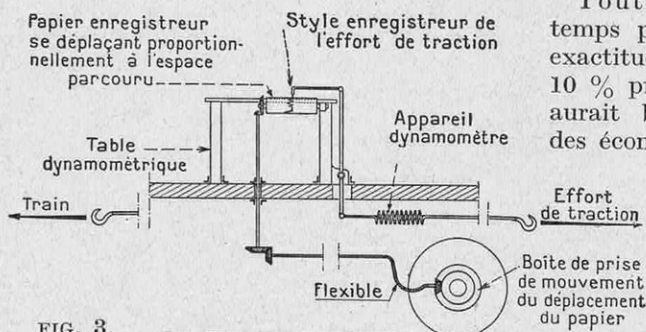


FIG. 3.

COMMENT FONCTIONNE LA VOITURE DYNAMOMÈTRE

Les allongements de l'appareil dynamométrique, c'est-à-dire les efforts de traction, s'inscrivent sur un papier qui se déroule proportionnellement au chemin parcouru, grâce à une prise de mouvement sur une des roues de la voiture.

charbon brûlé, qui est transmise à l'eau de la chaudière pour la transformer en vapeur.

La partie la plus délicate à réaliser est, sans conteste, l'échappement de la vapeur ; sur une locomotive, cet échappement se produit par saccades, quatre fois par tour de roue pour une locomotive à deux cylindres haute pression ou à quatre cylindres, deux haute pression, deux basse pression. L'effet sur le tirage n'est pas du tout le même que celui produit par un échappement continu.

Le tirage créé par l'effet de l'échappement

la marche de la machine, à des vitesses correspondantes. La vapeur produite par la chaudière est détendue et envoyée dans les cylindres. On a ainsi le moyen de reproduire les coups d'échappement et leur rythme.

Cette méthode, employée pendant deux ans d'essais, a donné entière satisfaction. Ce n'est néanmoins qu'un pis aller, puisqu'elle ne peut s'appliquer qu'aux essais concernant la chaudière et non à ceux relatifs à la machine à vapeur ou au véhicule, pour lesquels un banc d'essai est nécessaire.

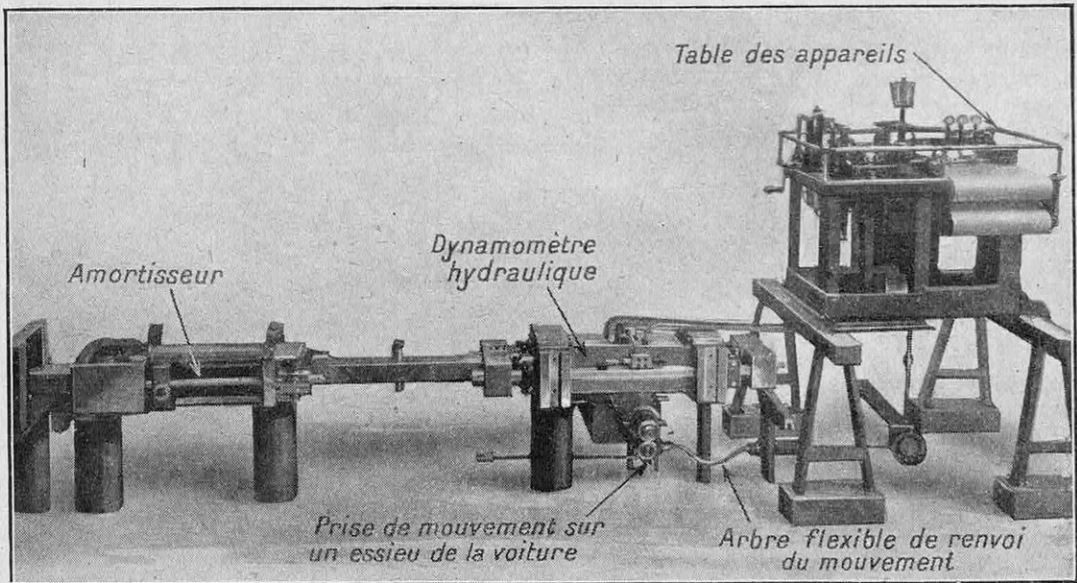


FIG. 4. — ENSEMBLE DES APPAREILS D'UNE VOITURE DYNAMOMÈTRE

Les divers appareils de mesure sont représentés ici avant le montage sur la voiture dynamomètre.

est, peut-être en raison de cette difficulté d'expérimentation, le phénomène le moins bien connu des locomotives.

Pour rendre les conditions d'essai à poste fixe des chaudières aussi voisines que possible des conditions de marche, nous avons imaginé et employé, lors d'essais effectués en 1929-1930, sur une locomotive « Pacific P.-O. », une méthode qui pourrait rendre des services en l'absence de banc d'essais. La locomotive et son tender sont amarrés sur une voie. L'essieu moteur, commandant le mouvement de distribution des cylindres basse pression, est enlevé et remplacé par un faux essieu sans roues, portant les mêmes excentriques qui commandent le mouvement des tiroirs. En faisant tourner, à l'aide d'un moteur électrique, ce faux essieu à des vitesses données, le tiroir du cylindre ouvre les orifices d'échappement le même nombre de fois par seconde qu'il les ouvrirait, dans

Comment est constitué un banc d'essais de locomotives

Imaginons qu'au-dessous de chaque essieu de la locomotive on dispose un essieu à peu près semblable, dont les roues, cependant, ne portent pas de boudins et dont les extrémités de l'axe prolongées sont portées dans des paliers. Nous appellerons ces derniers essieux des « rouleaux ». Les paliers reposent sur deux bancs rigoureusement horizontaux, de telle sorte que les génératrices supérieures des rouleaux soient dans un même plan horizontal. La locomotive est ainsi portée en l'air sur les rouleaux.

Son crochet de traction arrière est relié à un dispositif dynamométrique exactement comme il le serait au crochet d'une voiture dynamométrique.

Si l'on ouvre le régulateur de la locomotive, ses roues motrices, mises en marche, font

tourner les rouleaux, mais la machine ne peut développer aucune puissance ; ses roues tournent de plus en plus vite, atteignant une vitesse exagérée, et elle-même n'exerce aucun effort de traction, puisqu'elle ne trouve pas de résistance pour équilibrer cet effort.

Supposons que, sans toucher au régulateur toujours ouvert, on freine progressi-

et l'effort de traction augmentant, l'adhérence entre roues et rouleaux serait trop faible pour permettre aux roues d'entraîner ces derniers ; il y aurait glissement entre les deux. La locomotive se trouverait en état de patinage, exactement comme cela arrive sur voies et pour la même raison : effort moteur à la jante supérieur à l'adhérence des bandages des roues sur la surface des rails.

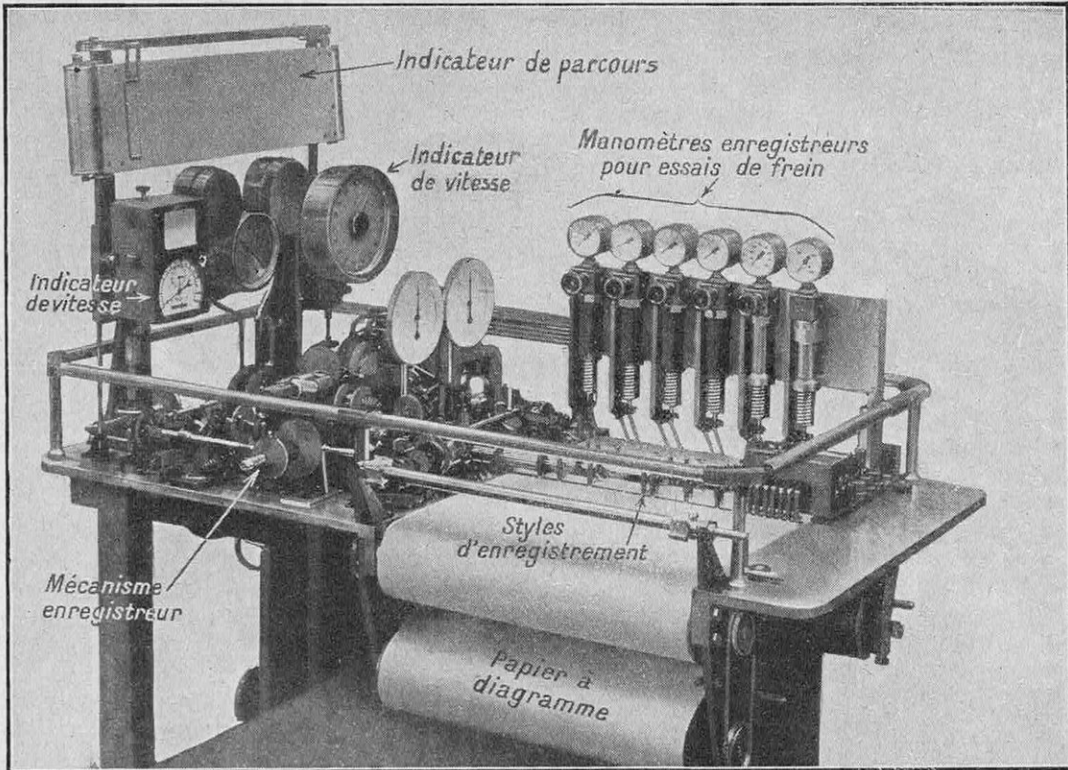


FIG. 5. — TABLE DES APPAREILS D'UNE VOITURE DYNAMOMÈTRE MODERNE

Sur l'indicateur de parcours est tracé le profil de la ligne parcourue par la locomotive, devant lequel se déplace un fil vertical indiquant à chaque instant l'endroit où l'on se trouve. Les manomètres indiquent et enregistrent les pressions dans divers appareils de freinage.

vement, par un moyen quelconque, les rouleaux : le mouvement des roues se ralentit progressivement, parce que l'effort qui s'oppose à leur rotation augmente, et on pourra fixer la vitesse circonférentielle des roues à telle valeur que l'on voudra, correspondant à une certaine vitesse qu'aurait, dans les mêmes conditions, la machine sur rails. En même temps, la machine développera, au crochet de traction, un effort de plus en plus grand que l'on mesurera au dynamomètre.

Si, toujours sans toucher au régulateur, on continuait à freiner les rouleaux, il arriverait un moment où, la vitesse diminuant

Comment on calcule le travail au crochet

Supposons la locomotive remorquant un train par l'intermédiaire de la voiture dynamomètre à la vitesse V mètres à l'heure. La somme des efforts exercés à la jante des roues motrices étant P kilogrammes entre la roue et le rail, le travail à la jante T est, à l'heure : $T = PV$ kilogrammètres. Si l'effort exercé sur le crochet de traction est p kilogrammes, le travail au crochet de traction est, à l'heure : $t = pV$ kilogrammètres. Si, d'autre part, t_1 est le travail dépensé, dans le même temps, dans les boîtes à huile pour

vaincre le frottement des coussinets sur les fusées, il est évident que le travail total T est égal à la somme $t + t_1$. Il en est exactement de même lorsque la locomotive est, dans les mêmes conditions, en marche sur ses rouleaux. On conçoit donc que l'on puisse installer une table dynamométrique exactement semblable à celle d'une voiture dyna-

La mise au point d'un banc d'essais est délicate

Voici cependant quelques-uns des points délicats du banc d'essais : tout d'abord, les génératrices supérieures des rouleaux doivent être rigoureusement dans un plan horizontal, afin de ne pas apporter de pertur-

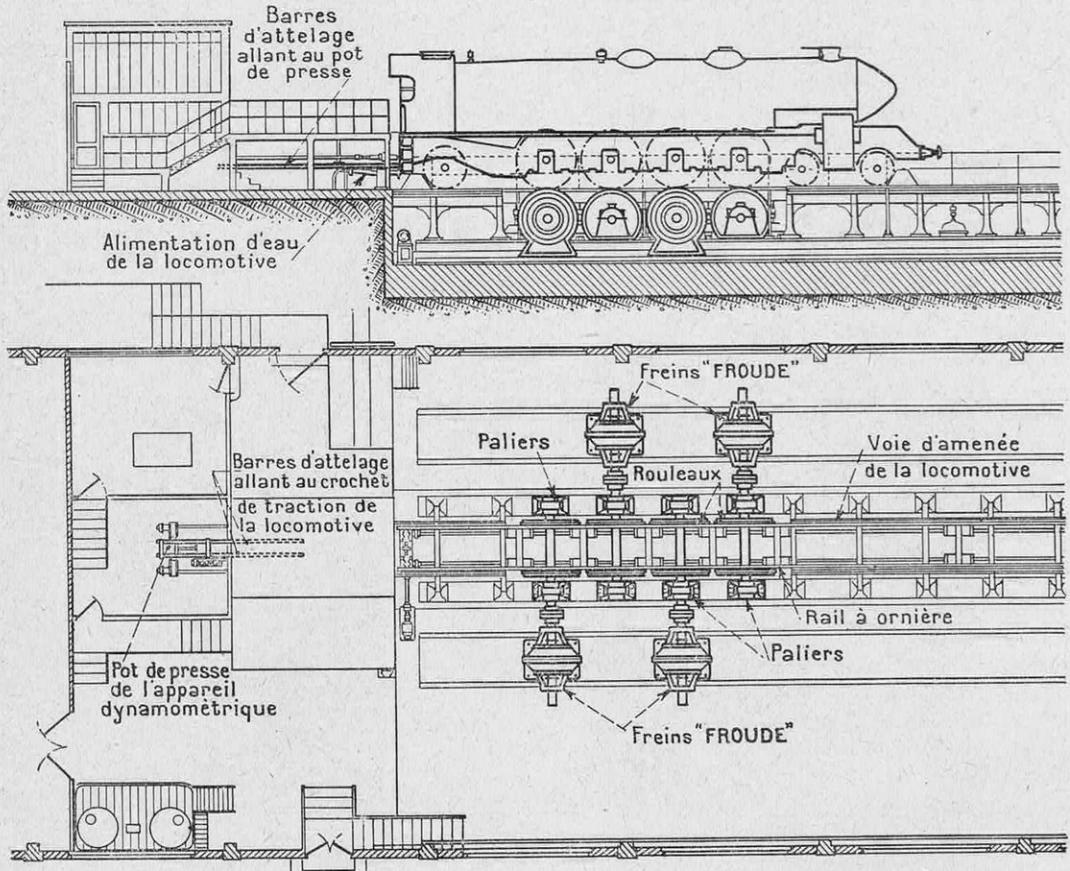


FIG. 6. — SCHEMAS MONTRANT, EN ÉLEVATION ET EN PLAN, LES DIVERS ORGANES QUE COMPORTE UNE STATION MODERNE D'ESSAIS DE LOCOMOTIVES

La locomotive, accrochée à un appareil dynamométrique, est portée par des rouleaux qui sont entraînés par ses roues motrices. Si l'on freîne ces rouleaux, on ralentit la rotation des roues jusqu'à la vitesse désirée ; en même temps, la machine développe au crochet de traction un effort que l'on mesure au dynamomètre. On peut réaliser ainsi toutes les circonstances de marche.

mométrique. Sur cette table, le papier se déroule proportionnellement à la vitesse virtuelle V de la locomotive, grâce à un galet s'appuyant sur la surface de roulement d'une des roues motrices. Le mouvement de ce galet est renvoyé, par pignons et arbres, jusqu'à la table. Sur ce papier s'inscrit l'effort de traction au crochet. On peut donc opérer exactement comme dans une voiture dynamométrique et enregistrer les mêmes grandeurs : vitesse, effort au crochet, travail au crochet, puissance instantanée, etc.

bation dans la répartition de la charge de la locomotive sur ses points d'appui.

De plus, l'axe d'un essieu doit être rigoureusement dans le plan vertical passant par l'axe du rouleau correspondant ; si le premier se trouve en arrière du second par rapport au sens de marche de la machine, cette dernière se trouvera dans les mêmes conditions que si elle avait à gravir une rampe. Une partie du travail est dépensée à faire monter continuellement la machine sur le sommet du rouleau, et l'effort enregistré au crochet est

trop faible. Inversement, si l'axe de l'essieu est en avant de l'axe du rouleau, l'effort enregistré au crochet est trop élevé.

Cette coïncidence des axes doit avoir lieu rigoureusement non seulement lors du montage de la locomotive, mais encore pendant tout le cours de l'essai. Il serait difficile de la réaliser avec des dynamomètres-ressorts à lames, qui permettent au crochet de traction un déplacement trop important. On la réalise plus facilement avec des dynamomètres hydrauliques.

Pour placer la locomotive sur les rouleaux, on dispose d'une plate-forme mobile verticalement composée de deux longrines parallèles aux rails d'aménée de la locomotive, portant chacune une gorge ou ornière et entretoisées entre elles. La plate-forme étant dans sa position haute et située entre les faces internes des roues des rouleaux, on amène la locomotive sans tender et cheminée en arrière. Les boudins de ses roues viennent porter dans le fond de l'ornière.

La surface de roulement des roues quitte progressivement le rail en même temps que la machine monte sur la plate-forme, en roulant sur ses boudins.

Les rouleaux étant, au préalable, disposés à des distances convenables les uns des autres, on descend la plate-forme d'un mouvement de translation de haut en bas jusqu'à ce que les surfaces de roulement des roues viennent porter sur celles des rouleaux et exactement à leur partie supérieure.

Nous avons dit que l'on freinait les rouleaux. Il faut, pour cela, avoir un appareil qui absorbe le travail transmis aux rouleaux par les roues. Il ne peut l'absorber qu'en le transformant en une autre forme d'énergie. On emploie pour cela des freins hydrauliques, dont le plus commode, actuellement, est le frein Froude.

C'est une sorte de turbine hydraulique

conçue de telle façon que le frottement des molécules d'eau les unes contre les autres soit maximum à son intérieur ; cette eau, entrant à la température ambiante, en sort à 80°. Toute l'énergie a été transformée en chaleur.

Les bancs d'essais existant dans le monde

C'est aux Etats-Unis que furent établies les premières installations de ce genre : en 1891, à La Fayette (Etat d'Indiana) ; en 1894, à Kankana (gouvernement de Wisconsin) et, en 1895, à Chicago.

En 1899, on construisit un banc d'essais au laboratoire de l'Université technique *Columbia*, à New York ; puis, en 1904, fut édifiée l'installation de l'Exposition internationale de Saint-Louis (Etat de Missouri), par le réseau de Pennsylvania, installation qui fut transportée à Altoona (Etat de Pennsylvania), après l'Exposition, où, depuis lors, elle est constamment employée.

En 1904 également, un

banc d'essais pour locomotives fut édifié aux Usines Putiloff, à Saint-Petersbourg.

En 1913 fut installé à Urbana (Illinois), à l'Ecole d'ingénieurs des chemins de fer de l'Université de l'Illinois, un banc d'essais qui a été pendant longtemps le plus complet. C'est le premier qui ait employé un dynamomètre hydraulique au lieu du dynamomètre à lames employé jusque-là, en particulier à Altoona. Sur les plans du banc d'essais d'Urbana a été installé, plus récemment encore, un banc d'essais à l'Université de l'Etat de Iowa.

A part le banc d'essais d'Altoona, appartenant à un réseau de chemins de fer, tous les bancs américains ne servent qu'à l'instruction des ingénieurs et n'ont jamais publié de résultats. Ils n'ont pas dû servir à de nombreuses recherches.

En Angleterre, en 1915, fut établi à Swin-

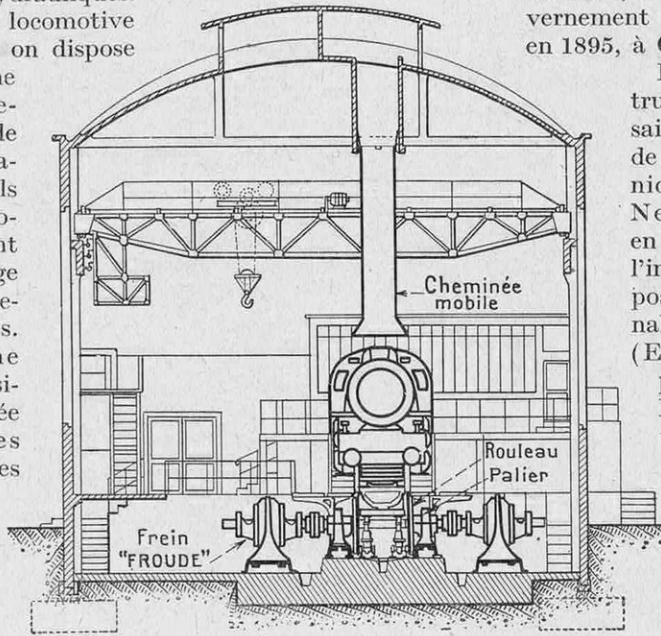


FIG. 7. — VUE, DE FACE, DE LA STATION D'ESSAIS DE LOCOMOTIVES REPRÉSENTÉE, EN ÉLEVATION ET EN COUPE, SUR LES FIGURES PRÉCÉDENTES

dow un banc d'essais. Il ne sert plus que comme appareil de démonstration, et la crise économique arrêta, ces dernières années, les projets d'édification d'un banc d'essais moderne.

Les chemins de fer impériaux du Japon possèdent un banc d'essais antérieur à 1913.

Telle était la situation lors de la création, en 1919, de l'Office Central d'Etudes de Matériel de chemins de fer, bureau d'études commun à tous les grands réseaux français pour le matériel roulant : locomotives, voitures, wagons. Dès 1920, nous proposâmes la création d'un banc d'essais de locomotives. L'autorisation de passer à exécution fut accordée en décembre 1929, sur la présentation d'un projet très poussé.

Le banc est actuellement en cours de montage à Vitry-sur-Seine ; il sera terminé fin 1932. Il est établi sur les principes précédemment exposés. Nous aurons l'occasion de le décrire en détail lorsqu'il sera terminé.

Entre temps, l'usine Krupp, qui avait eu connaissance du dernier projet de l'O. C. E. M., a établi à Grunewald, dans les ateliers de la Reichsbahn, un banc d'essais analogue au nôtre.

Ces usines ont adopté toutefois une disposition que nous avons abandonnée, qui consiste, afin d'avoir des freins hydrauliques plus petits, à interposer, entre chaque rouleau et le frein correspondant, une boîte de changement de vitesses à engrenages. Nous ne connaissons pas le résultat donné par cette disposition, mais nous croyons savoir que ce banc est peu utilisé.

D'autres bancs rudimentaires ont été installés dans certaines usines pour les besoins spéciaux de l'essai de certaines locomotives, en particulier en Suède, par les frères Ljungström, pour leur locomotive à turbines, et à Nuremberg, par la firme M. A. N., pour les essais de locomotives à moteur Diesel.

Ainsi, grâce au banc, les essais seront moins coûteux que sur voies ; ils n'apporteront aucune gêne dans le trafic courant ; ils pourront être poursuivis en toute saison, de jour et de nuit, dans des conditions d'exactitude plus grandes.

Il faut dire pourtant que ces essais ne supprimeront pas complètement les essais en route libre. Il sera toujours nécessaire

d'en faire quelques-uns, soit pour examiner comment les économies d'un dispositif, constatées au laboratoire, se maintiennent en service, soit pour étudier les questions, comme celle du freinage, dans lesquelles intervient la force vive du train ou celle de la stabilité du matériel.

Au laboratoire, on pourra, par contre, exécuter certains essais qu'il est impossible d'entreprendre sur voies, essais concernant les déformations de pièces du mécanisme de la locomotive, sous l'effort qu'elles ont à transmettre ou sous celui provenant de leur inertie. On y arrivera facilement en appliquant la méthode stroboscopique, par exemple avec le Stroborama (1).

Nous espérons, en outre, que les essais pourront être soutenus à des vitesses de 140 à 150 km-heure qu'il est impossible de réaliser et surtout de soutenir sur la ligne.

Une objection faite contre l'établissement du banc d'essais a été le peu de profit qu'ont tiré les Américains de l'emploi de ceux qu'ils possédaient. Les locomotives américaines, en effet, si elles sont beaucoup plus puissantes que les nôtres, parce qu'elles peuvent être de plus grandes dimensions en raison d'un gabarit plus favorable et plus lourdes en raison du poids par essieu permis par la voie américaine, ne valent pas les nôtres au point de vue du rendement, c'est-à-dire, en fin de compte, de l'économie.

Il ne suffit pas d'avoir un laboratoire bien agencé, de bons outils ; il faut savoir s'en servir judicieusement et surtout savoir tirer des conclusions des essais. On peut, pour cela, faire confiance aux ingénieurs des réseaux français qui ont su, avec peu de moyens, des services d'essais d'une importance excessivement faible par rapport à l'importance des réseaux, des laboratoires presque inexistantes, si on les compare à ceux des grandes industries, établir des locomotives dont la perfection ne le cède en rien à celle des pays étrangers. N'oublions pas que la France est le pays où les trains sont les plus rapides dans leur ensemble. Cette constatation prend toute sa valeur lorsqu'on sait que s'il est facile d'établir une locomotive de marchandises, la difficulté commence lorsqu'il s'agit de réaliser une machine de vitesse.

PIERRE PLACE.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 162, page 591.

LA SYNTHÈSE CHIMIQUE A CRÉÉ UNE GAMME FÉCONDE DE PRODUITS PHARMACEUTIQUES

Par L. HOULLEVIGUE

PROFESSEUR A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MARSEILLE

Le prodigieux développement de la chimie organique a mis à la disposition de l'humanité un nombre de produits pharmaceutiques si considérable, aux vertus curatives si variées, que l'on pourrait s'étonner qu'il reste encore des malades à guérir ! Comment ont été révélées les propriétés médicales de ces produits ? Une expérimentation directe aboutirait à des milliards d'essais et d'observations minutieuses, et il n'y aurait ni assez de cobayes, ni assez d'expérimentateurs, ni assez de siècles pour les mener à bien. Aussi, la chimie des médicaments obéit-elle à certaines règles précises — nous allons écrire certaines lois — qui permettent de choisir les directions dans lesquelles il faut agir pour obtenir ou modifier certaines propriétés thérapeutiques. On sait depuis longtemps que, à part quelques exceptions, les corps n'agissent que s'ils sont dissous ; on sait aussi que, pour les sels métalliques, leur solution entraîne une dissociation électrolytique, et que leur action est due précisément aux « ions » ainsi libérés. Quant aux produits organiques, on les classe suivant la série à laquelle ils appartiennent : la série grasse, qui fournit les anesthésiques ; la série benzénique, d'où sont extraits les antiseptiques et médicaments « antifiévreaux » ; les composés azotés, qui produisent la contraction et la rigidité des muscles. Certes, nous ignorons encore l'action exacte des médicaments sur l'organisme. Toutefois, le chimiste ne marche plus à tâtons. Il sait « moduler » la formule d'un corps en y remplaçant tel ou tel élément par d'autres dont l'action biologique est connue. L'exemple des dérivés de la cocaïne est fort curieux à cet égard. Ainsi, la chimie, dont on connaît, hélas ! également les progrès réalisés dans l'art de supprimer la vie, a, par contre, contribué efficacement à guérir le mal et à abolir la souffrance.

Les grandes étapes de la pharmacopée

CHACQUE époque a apporté sa doctrine sur l'art de guérir et sur le choix des médicaments, et ce n'est pas d'aujourd'hui qu'on a pu dire, parlant de certains remèdes : « Hâtez-vous d'en user pendant qu'ils guérissent. » Derrière ces doctrines successives, il y a toujours une conception à priori du mécanisme de la vie et de l'origine des maladies ; et, comme toutes ces idées se sont trouvées chimériques, elles ont laissé la place à l'empirisme scientifique moderne, qui se défend de partir de postulats à priori, mais qui ne peut s'empêcher, malgré tout, de construire des hypothèses.

Aux premiers âges de l'humanité, la maladie était attribuée à des démons ou à des génies malfaisants qu'il fallait chasser ; la guérison était donc demandée à des incantations et à des opérations rituelles. Parvenus à un stade plus avancé, les hommes se prirent à penser que la force vitale était quelque chose d'une essence particulière et qu'il fallait, pour agir sur elle, recourir aux êtres

vivants ; chaque maladie avait son antidote, qu'il convenait de chercher dans les produits en qui s'était exaltée cette force vitale ; les remèdes furent alors la corne de cerf, les dents de serpent et surtout les simples, dont les vertus merveilleuses jugulaient toutes les maladies.

Pendant plus de mille ans, l'humanité à vécu sur cette conception ; elle n'a juré que par Hippocrate et Galien. Le moyen âge devait voir naître, avec une doctrine diamétralement opposée, une évolution correspondante dans l'art de guérir ; ce fut l'œuvre de Paracelse et de son école. En ce temps-là, les alchimistes et les astrologues avaient établi, par des raisonnements qui nous déconcertent aujourd'hui, une corrélation entre les différentes parties du corps humain, les métaux et les planètes : l'or était rattaché au cœur et au Soleil, l'argent à la tête et à la Lune, le vif-argent au foie et à Mercure, l'étain au poumon et à Jupiter, le plomb à la rate et à Saturne, le cuivre aux reins et à Vénus, le fer au fiel et à Mars ; d'où il résultait qu'une maladie de foie devait se soigner par le mer-

cure et que l'étain était indiqué contre les maladies de poitrine. Ainsi, les métaux et leurs sels firent leur entrée dans la pharmacopée, mais ce ne fut pas sans une vive résistance des partisans de la médication par les simples ; c'est ainsi que l'emploi de l'antimoine, lancé sous forme d'émétique par Basile Valentin, fut l'occasion de violentes disputes qui se prolongèrent, jusqu'à la fin du XVII^e siècle, entre les deux écoles opposées.

Le développement de la science, et surtout les progrès de la chimie, ne pouvaient moins faire que de réagir sur la pharmacopée ; ils ont permis d'abord une préparation plus méthodique et plus précise des remèdes anciens, grâce aux procédés de distillation, de cristallisation, qui donnent des produits purs ou tout au moins purifiés. Mais c'est surtout le développement vertigineux de la chimie organique qui, complétant l'œuvre de la nature, a mis à la disposition de l'humanité égotante des millions de produits dont les vertus curatives sont si variées qu'on s'étonne, à lire les prospectus qui les recommandent, qu'il reste encore des malades à

guérir ; en passant du laboratoire de chimie, où ils sont nés, à l'officine pharmaceutique, ils ont pris un nom de guerre sous lequel ils sont généralement connus : l'acide acétylsalicylique s'appelle aspirine et le phényldiméthylpyrazolone a changé son nom savant contre celui, plus aisé à retenir, d'antipyrine.

Devant la multiplicité de ces médicaments et la complexité de leurs formules, on est amené à se poser la question suivante : les propriétés médicales de ces produits ont-elles été révélées par hasard ou bien faut-il admettre que les millions de produits organiques obtenus par synthèse ont été essayés successivement contre les milliers de maladies qui assaillent l'humanité ? Il est évident que, pour effectuer ces milliards d'essais, dont chacun nécessiterait des observations longues et soignées, il n'y aurait ni assez de cobayes, ni assez d'expérimentateurs, ni assez de siècles. Il faut donc admettre que la détermination de ces produits pharmaceutiques obéit à certaines règles ; ces règles existent, en effet, et le principal but de cet article est d'indiquer les principales et les

plus générales ; elles permettent à des expérimentateurs très avertis, non pas de prévoir à l'avance les vertus curatives d'un produit d'après sa formule, mais de choisir les directions dans lesquelles il faut agir pour obtenir ou pour modifier certaines propriétés thérapeutiques ; même conduite par des chimistes rompus aux délicatesses de leur métier, ces recherches peuvent conduire, soit à un insuccès complet, soit à la découverte de propriétés imprévues.

Voici quelques règles utiles

Une première loi, qui régit toute la pharmacopée, n'est que l'application de l'antique adage : *Corpora non agunt nisi soluta* (les corps n'agissent que s'ils sont dissous) ; les

substances insolubles traversent le corps humain sans s'altérer ; on ne peut donc les utiliser pour des fins médicales qu'en les solubilisant. Je n'ai pas besoin de dire que cette loi exige d'être appliquée avec discernement ; certains corps, très peu solubles, sont, par compensation, extraordinairement actifs, et, d'autre part, on sait que la pulvérisation,

la réduction sous forme colloïdale, permettent d'utiliser des corps, apparemment insolubles, comme les métaux.

En ce qui concerne spécialement les sels métalliques, la chimie nous enseigne qu'au contact de l'eau ils éprouvent une « dissociation électrolytique » qui les décompose en deux ions, un cation positif et un anion négatif ; ainsi, le sublimé corrosif, ou bichlorure de mercure, $Hg Cl^2$, agit par son cation Hg (mercure) ; ainsi encore l'action toxique de l'acide cyanhydrique (nommé encore acide prussique), $HC Az$, et celle des cyanures, tiennent à l'anion CAz (cyanogène) ; pourtant, certains sels contiennent ce même radical cyané et sont parfaitement inoffensifs ; c'est le cas du cyanure jaune de potassium où ce radical, associé au fer, se trouve à l'état dissimulé ou « larvé » ; cet exemple nous révèle un fait dont l'importance est considérable en thérapeutique, car il permet d'introduire dans l'organisme, sous forme larvée, tel produit, simple ou composé, qui serait dangereux sous sa forme ordinaire ; c'est par application de cette méthode

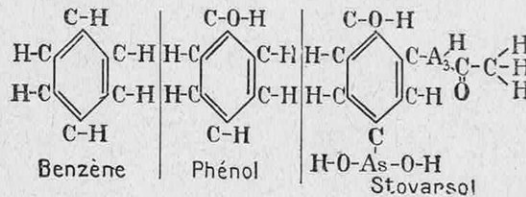


FIG. 1. — A PARTIR DU BENZÈNE, ÉLÉMENT TYPIQUE DE LA SÉRIE BENZÉNIQUE, ON OBTIENT LE PHÉNOL, ET LE STOVARSOL, UTILISÉ CONTRE LES INFECTIONS

Tous les antiseptiques organiques appartiennent à cette série, qui fournit également les antipyrétiques, comme le pyramidon, qui abaissent la température du corps.

générale qu'on a pu faire pénétrer dans l'organisme, pour lutter contre certains microbes, des éléments actifs, mais toxiques, comme le mercure, l'arsenic, l'antimoine, le plomb, le bismuth.

Mais c'est surtout pour les innombrables produits organiques qu'on a besoin d'un fil conducteur. On peut d'abord se laisser

vité s'accroît avec la longueur de la chaîne formée par les molécules associées et qu'on l'exalte encore en y remplaçant le radical hydroxyle *OH* par un atome de chlore, de brome ou d'iode.

La seconde série de composés organiques porte le nom de *benzénique*, parce que la benzène, C^6H^6 , en est l'élément typique ;

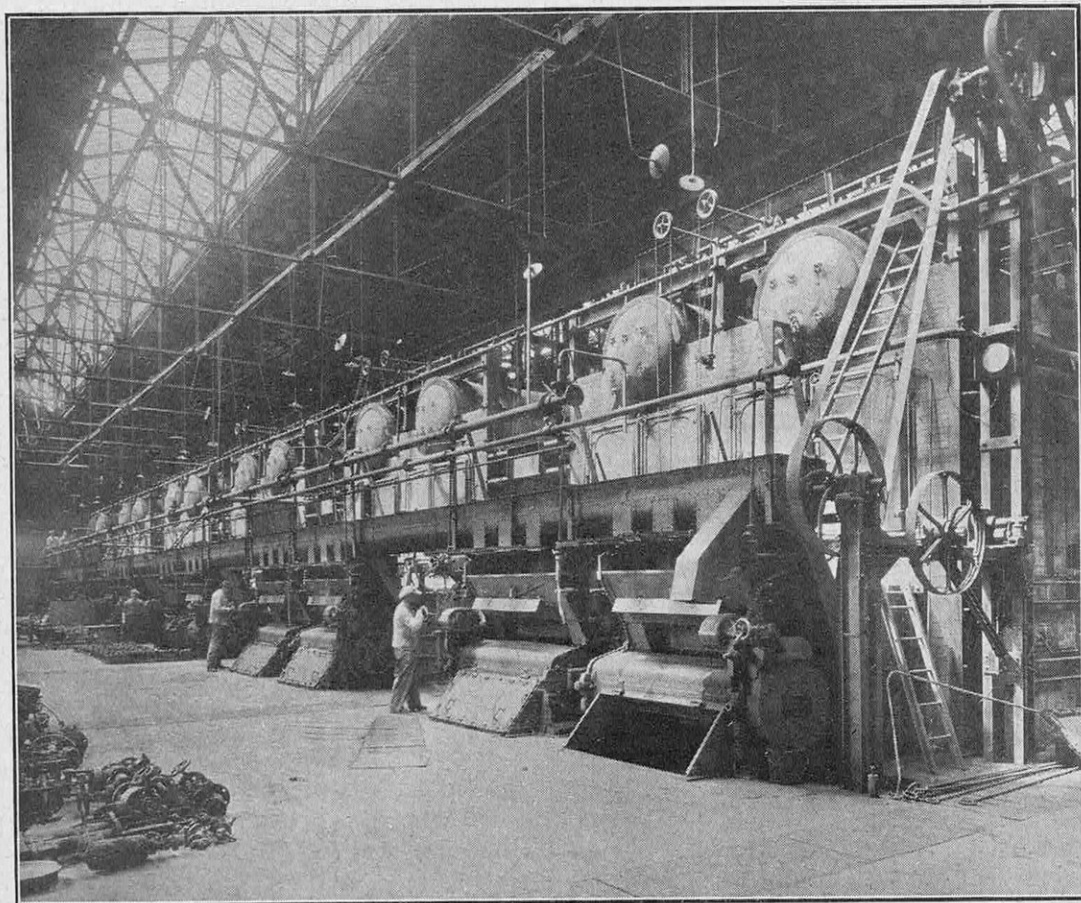


FIG. 2. — LES FABRIQUES DE PRODUITS PHARMACEUTIQUES ONT PRIS, AUJOURD'HUI, L'EXTENSION DE VÉRITABLES USINES. VOICI, PAR EXEMPLE, LA PUISSANTE CHAUFFERIE D'UNE IMPORTANTE USINE DE LA RÉGION LYONNAISE

guider par la grande classification qui répartit ces produits en trois séries. La première, qu'on désigne couramment sous le nom de *série grasse*, se caractérise par son action sédative sur le système nerveux ; c'est pour cette raison qu'Ostwald lui donne le nom de « narcophore » ; c'est elle qui fournit les produits hypnotiques et anesthésiques : chloral, chloralose, sulfonal, véronal, gardénal, neuronal et tant d'autres dont la liste s'allonge chaque jour ; les spécialistes de ces recherches ont remarqué que, pour les composés homologues, l'acti-

ce qui caractérise les produits de cette série, c'est la structure en chaîne fermée, ce collier pouvant lui-même porter des pendentifs variés, réalisant ainsi des constructions atomiques dont le *stovarsol* (fig. 1), utilisé pour guérir les infections à trypanosomes, nous donne un spécimen. Or, on constate que tous les antiseptiques organiques (le phénol, par exemple) appartiennent à cette série ; c'est elle également qui fournit les antipyrétiques, c'est-à-dire les produits, comme le pyramidon, qui abaissent la température.

Viennent ensuite, dans un troisième

groupe, les composés azotés ; en général, ils sont « tétanisants », c'est-à-dire qu'ils produisent la contraction et la rigidité des muscles. Toutes ces indications, et beaucoup d'autres qui ne sauraient trouver place dans cet article, donnent des résultats étonnants entre les mains de certains spécialistes très avertis ; ceux-ci tiennent compte également d'une propriété optique dont Pasteur avait déjà montré l'importance : c'est le *pouvoir rotatoire*, c'est-à-dire la propriété de faire tourner, vers la droite ou vers la gauche, le plan de vibration du rayon lumineux qui traverse certaines substances ; l'existence de cette propriété s'allie généralement avec l'activité biologique, et on remarque que les corps lévogyres (qui font tourner la vibration à gauche) sont, en général, plus actifs que les corps dextrogyres.

Assurément, les raisons profondes de toutes ces propriétés nous échappent ; il faudrait connaître l'action des médicaments sur le corps humain, et nous n'en sommes pas encore là ; mais ces règles empiriques permettent au chimiste de ne plus marcher à tâtons. Sa méthode la plus sûre consiste à partir d'un produit doué de propriétés thérapeutiques connues, à déterminer sa formule chimique complète et à la « moduler » en y remplaçant tel ou tel groupement moléculaire par un groupement nouveau et, de préférence, par un de ceux dont l'action biologique est connue. Le produit ainsi préparé est mis alors en expérience, *in anima vili*, c'est-à-dire sur des souris blanches, des cobayes, des rats, parfois même sur des animaux supérieurs, comme les singes anthropomorphes ; ces victimes obligées du progrès humain, auxquelles on a inoculé nos maladies, sont soumises à l'action du nouveau médicament, dont on détermine l'efficacité, les réactions et le *coefficient thérapeutique*, c'est-à-dire le rapport de la dose toxique à la dose curative ; le médicament est d'autant meilleur que le coefficient est plus élevé ; ainsi le « 309 Fourneau », dont je parlerai tout à l'heure, a le coefficient énorme de 300, c'est-à-dire qu'il ne commence à devenir dangereux que

lorsqu'on multiplie par 300 la dose curative. Si toutes ces études préliminaires ont donné des résultats encourageants, alors, et alors seulement, on tente l'essai sur l'homme, en commençant par des doses minimales. Au bout de cette longue série d'efforts, on trouve trop souvent l'insuccès, mais, d'autres fois (qui suffisent à consoler de tous les échecs), un nouvel agent thérapeutique est mis au service de l'humanité souffrante ; il est bien rare qu'il fasse double emploi avec les autres, car chaque formule chimique comporte une spécificité qui en empêche l'emploi dans des cas déterminés.

Qu'il me soit permis maintenant d'éclairer ces généralités par un exemple.

Les anesthésiques locaux dérivés de la cocaïne

Chacun a éprouvé, ne fût-ce que chez le dentiste, l'action de ces anesthésiques locaux qui insensibilisent momentanément les filets nerveux mis à leur contact ; la plupart de ces produits dérivent de la cocaïne, dont la découverte fut, en réalité, l'effet du hasard. Divers voyageurs, en Amérique du Sud, avaient constaté que les indigènes du Pérou et de la Bolivie avaient coutume de mâcher les feuilles d'un arbuste, l'*Erythroxylon coca*, qui supprimait les tiraillements de la faim par anesthésie des nerfs gastriques. Ces feuilles, rapportées en Europe, furent

analysées par Wöhler, qui en tira un alcaloïde cristallisé, possédant à un très haut degré les propriétés anesthésiantes de la feuille de coca ; ce corps reçut le nom de *cocaïne*, et sa formule brute, aisément établie, est $C^{17}H^{21}O^4Az$.

Mais on aurait une idée bien imparfaite d'une construction en sachant qu'elle est faite avec 17 pierres de taille, 21 briques, 4 poutres de fer et une pièce de bois ; ce qui intéresse le chimiste, ce n'est donc pas la formule brute, mais la formule développée, qui restitue l'aspect de l'édifice moléculaire ; sa connaissance, pour la cocaïne, fut une œuvre de longue haleine à laquelle s'appliquèrent tour à tour plusieurs chimistes ; finalement, ce fut l'Allemand Willstätter qui fit connaître la formule exacte, représentée dans la figure 3. De même que, dans

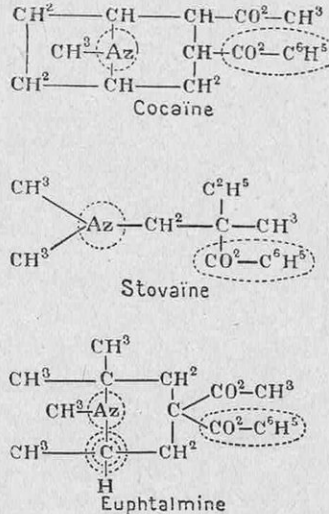


FIG. 3. — LES ANESTHÉSISQUES LOCAUX DÉRIVÉS DE LA COCAÏNE

On retrouve, dans la cocaïne, la stovaine et l'euphtalmine, les mêmes groupements (entourés d'un pointillé). Cependant, l'euphtalmine est sans action sur les nerfs sensitifs, mais dilate la pupille de l'œil.

un édifice, on peut remplacer une pierre par une brique, il est possible, en partant de cette formule, d'en dériver de nombreux produits par substitution, à l'un des groupements, d'un groupement équivalent, c'est-à-dire d'égale valeur. Parmi les produits ainsi obtenus, les uns possédaient encore les propriétés anesthésiques de la cocaïne initiale, d'autres en étaient dépourvus ; c'est en procédant ainsi que les pharmaco-

couramment employé en Allemagne ; que M. Fourneau, le chimiste éminent de l'Institut Pasteur, créa la *stovaine* (fig. 3) où on retrouve les mêmes éléments actifs, mais avec un coefficient thérapeutique supérieur, c'est-à-dire que la *stovaine* est beaucoup moins toxique que la cocaïne, tout en étant presque aussi active ; c'est ainsi encore que Stoltz obtint la *novocaïne*, anesthésique excellent, mais qui a le défaut d'être trop

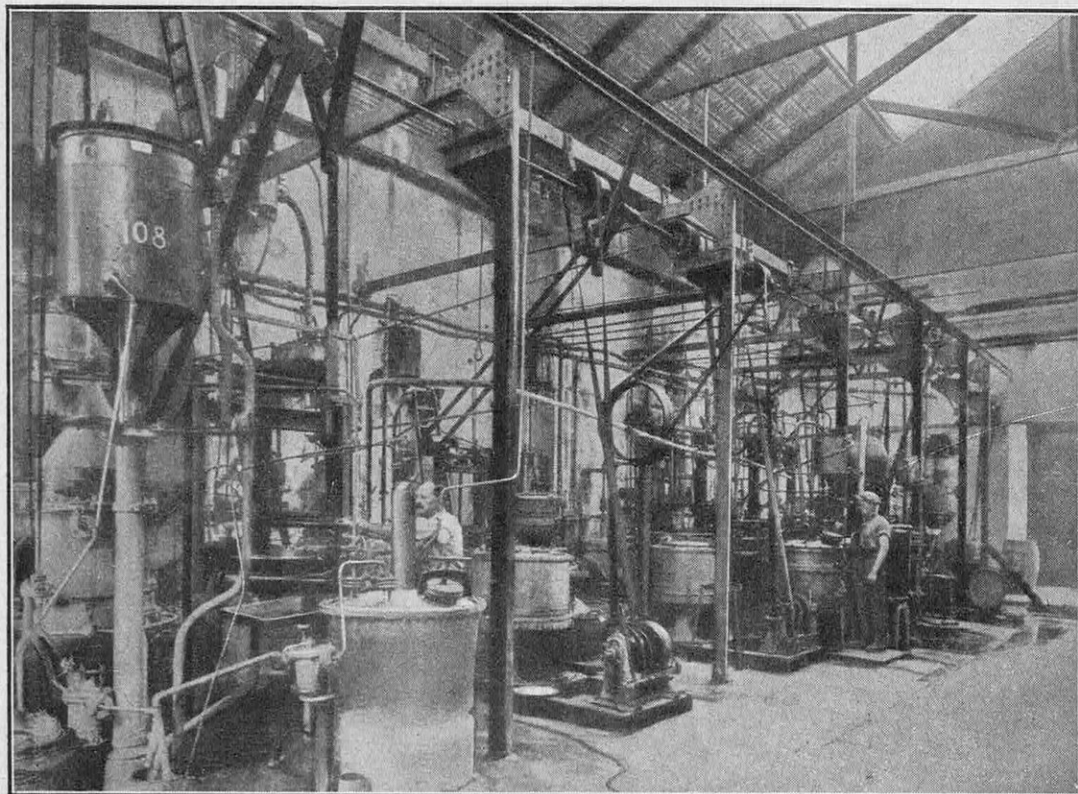


FIG. 4. — UNE DES PHASES DE LA PRÉPARATION DES ANESTHÉSQUES (RHONE-POULENC)

chimistes arrivèrent à conclure que l'activité spécifique de la cocaïne était liée à l'existence des deux groupements que, sur la figure 3, j'ai entourés d'un pointillé ; l'un de ces groupements, au centre, comprend l'atome d'azote relié à des résidus de carbures d'hydrogène, c'est-à-dire, pour parler comme les chimistes, en « fonction aminée » ; le second groupement dérive de l'acide benzoïque, $C^6H^5-CO^2H$; c'est dans cette double constatation que gît le secret de la cocaïne.

Sachant cela, les chimistes ont eu beau jeu à moduler cette formule en y remplaçant un groupement par un autre, à condition que soient respectés les deux éléments actifs que j'ai dit ; c'est ainsi que Vinci et Harries réalisèrent l'*eucaïne*, analgésique puissant,

diffusible, c'est-à-dire de ne pas séjourner assez longtemps au point d'injection.

En se livrant à ces modulations, on trouve parfois (je devrais dire toujours) de l'inattendu : c'est ce qui advint à Vinci et Harries en modifiant leur eucaïne de la manière que représente la figure 3 : on y trouve toujours les groupements actifs, entourés d'un pointillé simple ; mais l'atome de carbone entouré d'un double pointillé a ceci de caractéristique que ses quatre liaisons de valence sont accrochées à des groupements dissemblables, Az , CH^5 , CH^2 et H ; or, on sait, depuis les travaux de Le Bel, que ce carbone « asymétrique » annonce l'existence de la polarisation rotatoire ; le produit nouveau, l'*euphtalmine*, possède, en effet, cette pro-

priété optique, mais on constate qu'il est devenu sans action sur les nerfs sensitifs ; toutefois, cette activité n'a fait que se déplacer sans disparaître, car l'euphtaline agit sur la pupille de l'œil qu'elle dilate, jouant ainsi un rôle analogue à celui de l'atropine, l'alkaloïde de la belladone.

Tous ces résultats nous montrent avec quelle virtuosité les chimistes jouent avec les formules, en réalisant des composés dont

non seulement comme curatif, mais encore comme préventif ; ce corps, qui ne contient pas moins de 45 atomes de carbone, a un poids moléculaire égal à 1448, c'est-à-dire comparable à celui des albumines ; la formule développée occuperait une page entière de cette revue, et chacun des groupements qui entrent dans la composition de ce merveilleux produit a été si habilement choisi que, chaque fois qu'on le remplace par un

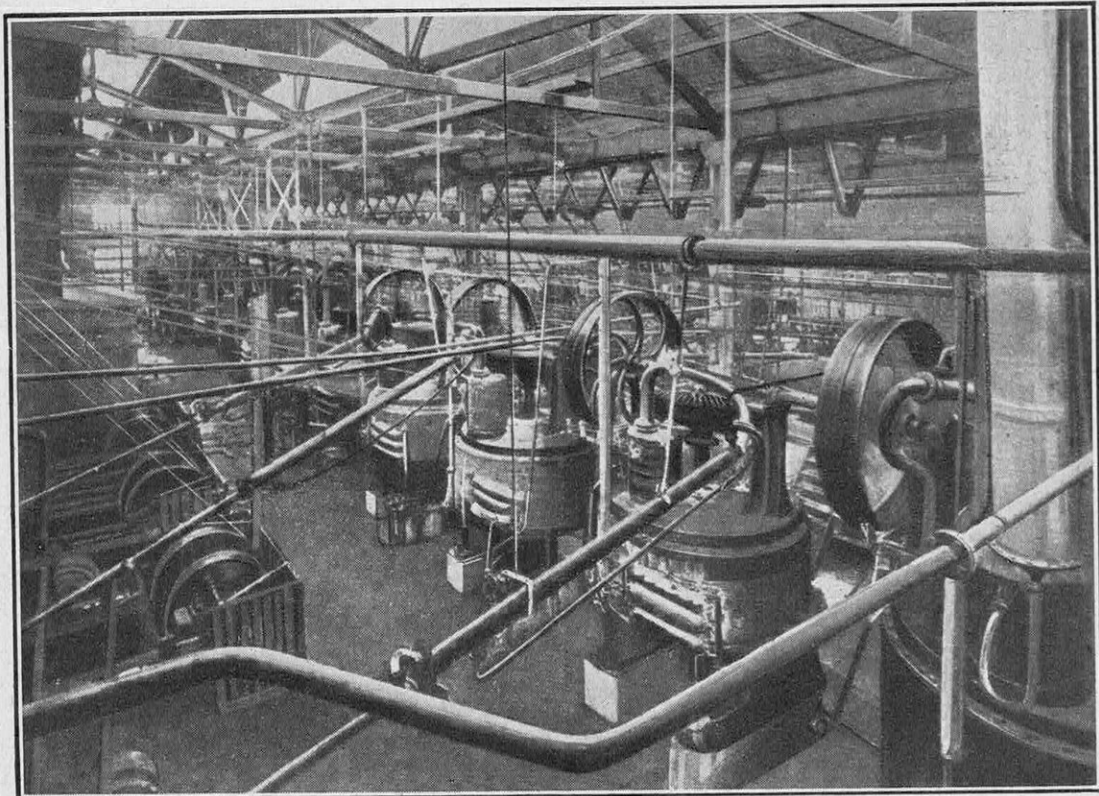


FIG. 5. — SALLE DE PRÉPARATION DE L'ASPIRINE (USINES DU RHONE, A SAINT-FONS)

la complexité nous étonne ; encore n'ai-je cité que les cas les plus simples, mais on peut, presque indéfiniment, accrocher les uns aux autres les groupements et réaliser une « joaillerie atomique » d'une étonnante complexité. L'exemple le plus curieux est fourni par cette fameuse *germanine*, ou « 205 Bayer », que les chimistes de la Badische Anilin avaient réalisée, en 1920, pour la lutte contre la maladie du sommeil et que M. Fourneau a su reconstituer à l'usage de nos médecins coloniaux, qui l'utilisent avec grand succès, sous le nom de « 309 Fourneau »,

autre, on constate un affaiblissement des vertus trypanocides.

Ces résultats, sommairement exposés, nous consolent un peu des méfaits de la chimie meurtrière des explosifs et des gaz asphyxiants, mais ils montrent aussi comment il est plus aisé de tuer que de guérir : les produits meurtriers ont des formules simples et leur fabrication est aisée ; les médicaments ont des formules complexes, et leur préparation est longue et délicate, mais elle représente le vrai triomphe de la chimie.

L. HOULÉVIGUE.

POUR LUTTER CONTRE LE BRUIT, IL FAUT SAVOIR LE MESURER

La « sonde phonique » pour évaluer les qualités isolantes des divers matériaux

Par Charles BRACHET

La civilisation moderne a apporté avec elle de nombreuses sources de bruits qui troublent, avec une intensité sans cesse croissante, notre existence quotidienne. Aussi a-t-on entrepris, dans les principaux pays, de lutter méthodiquement contre le bruit (1). Toutefois, une telle « croisade de silence » ne saurait porter ses fruits que si des méthodes scientifiques permettent de mesurer les bruits. L'évaluation exacte du bruit est, en effet, indispensable à l'étude des propriétés isolantes des divers matériaux employés dans la construction. Elle est aussi nécessaire pour réduire, autant que possible, les bruits inhérents à l'activité d'une grande cité. M. Cellerier, directeur du laboratoire d'essais au Conservatoire des Arts et Métiers de Paris, a mis récemment au point une « sonde phonique » qui, en transformant les bruits en courants électriques variables, grâce à un microphone, lui a permis déjà de mesurer la conductibilité sonore d'un grand nombre de matériaux isolants, d'étudier de nombreuses sources de bruits, d'analyser l'acoustique des salles de travail ou de spectacle, etc. C'est là une technique assez nouvelle qui peut apporter aux ingénieurs urbanistes un moyen d'investigation efficace.

TOUT bruit inutile est l'indice d'un gaspillage. Un moteur qui cogne, une machine-outil qui grince, bref, une usine qui ne fonctionne pas avec le maximum de silence, sont autant d'organismes au rendement défectueux, en sorte que le bruit — comme la fumée — est une des plaies de l'industrie. Mais que dire du bruit, déjà nuisible en soi dans le mécanisme industriel, lorsqu'il vient, du dehors, brouiller le fonctionnement de notre système nerveux? Ce système, il le détraque en troublant notre sommeil et, même, dans le jour, en nous infligeant ses trépидations incessantes. D'autre part, l'effort intellectuel exige le silence, première condition d'un travail attentif.

En octobre 1928, l'Association des médecins britanniques fit, à ce sujet, au ministre de l'Hygiène, un rapport dont les conclusions sont précises : 1° le sens de l'ouïe s'altère rapidement chez qui est constamment exposé aux bruits intenses ; 2° le bruit diminue le rendement du travail intellectuel jusqu'à, parfois, l'annuler ; 3° le bruit impose une tension désastreuse à notre système nerveux ; 4° le développement des bébés et des enfants est déplorablement influencé par le bruit. Tels sont les griefs qui justifient largement la guerre que l'on déclare au bruit, un peu partout, dans le monde.

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

En 1930, la Commission d'hygiène de la ville de New York a entrepris la lutte contre les bruits urbains (1). En 1931, c'est le Touring Club de France qui s'est mis en action. Les physiciens américains, bientôt imités par les Anglais, ont été les premiers à instaurer une « mesure du bruit ». En France, M. Cellerier, directeur du laboratoire d'essais au Conservatoire national des Arts et Métiers, s'est particulièrement attaché, d'abord à perfectionner cette mesure, ensuite, à déterminer quels matériaux sont les meilleurs isolants du bruit.

C'est ce double point de vue que nous allons examiner.

La définition scientifique du bruit

On endort un enfant avec une chanson, mais le moindre bruit le réveille. Cette « expérience » marque toute la différence qui sépare le *bruit* de la *musique* dans leurs effets respectifs sur l'oreille humaine.

Or, c'est l'émerveillement de quiconque apprend la théorie physique de la gamme musicale de constater que l'appréciation du physicien confirme celle du musicien. Dans toute émission sonore dont le musicien affirme : « Ceci n'est pas musical, mais seulement du bruit », l'acousticien, qui sait analyser les sons les plus complexes, peut

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

décélérer, en effet, certains éléments caractéristiques qui, présents dans le bruit, absents dans le son musical, suffisent à distinguer celui-là de celui-ci.

Rappelons brièvement la théorie.

Si on multiplie par 2 la fréquence d'un son pur fourni par un diapason (qui est le type du son élémentaire), on a l'« octave », c'est-à-dire le « premier harmonique » de cette première note qu'on appelle alors *fondamentale*. Si nous prenons ensuite un son dont la fréquence représente *deux fois* la fréquence de ce premier harmonique, on a le « deuxième harmonique » ; la multiplication par 3 de la même fréquence donne le troisième harmonique, etc. Ainsi se constitue la suite des « fréquences » musicales — c'est-à-dire des notes — capables de former un « accord » harmonieux. La série ininterrompue de ces notes juxtaposées ensuite (par des abaissements convenables à leurs octaves inférieures) constitue la *gamme*. Mais la gamme « musicale » ne saurait faire une place à tous les harmoniques, la prolonge-t-on à l'infini.

Si, par conséquent, dans un son complexe, le physicien ne rencontre que des notes faisant partie de la gamme, ce son est un « accord musical ». Si le physicien trouve des harmoniques qui n'ont pas leur place dans la gamme, le son analysé n'est plus un accord, mais un *bruit*.

Voici, par exemple, la suite des sons harmoniques de l' ut_1 (64,5 vibrations par seconde) pris comme note fondamentale.

Les sons numérotés 7, 11, 13, 14, 17 n'ont pas de qualification musicale. Ils ne correspondent à aucune note de la gamme. Chaque fois qu'ils entrent dans la composition d'un son complexe, celui-ci constitue un « bruit » ou, plutôt, est *entaché de bruit*, dans la mesure où ces harmoniques prédominent

par leur *intensité* (relativement aux autres harmoniques « musicaux » également présents). Les sons 21, 22, 23 ... 66, 67, 68... — si nous prolongions la série — se révéleraient également comme *non musicaux*. Et plus on monte dans l'échelle des fréquences, plus on rencontre de ces sons élémentaires caractérisant le bruit. Comme l'oreille humaine peut entendre jusqu'à 20.000 vibrations par seconde et que le n° 66 ne correspond encore

qu'à 8.765 vibrations, on voit que, plus un son est aigu et plus il a de chances de n'être qu'un bruit.

Dès maintenant, nous comprenons pourquoi les sons graves nous choquent moins que les sons aigus, toujours plus ou moins « stridents ».

Comment on établit l'unité de mesure du bruit, le « décibel »

L'analyse précédente nous montre donc que la qualification d'un son complexe dépend essentiellement de son « spectre sonore » — c'est-à-dire de la liste et du classement par ordre d'intensité des « sons purs » dont il est composé — et que l'oreille sait apprécier la qualité d'un son comme l'œil apprécie qualitativement les teintes colo-

rées : il est des couleurs désagréables et d'autres que les oculistes conseillent pour reposer l'œil.

Ce premier point retenu, il reste à *mesurer* les « sensations auditives » qui permettront d'établir des *degrés* dans le bruit. Le problème revient à peu près à celui qui consisterait à tracer une échelle des « sensations de chaleur » éprouvées au toucher. De telles sensations dépendent de la quantité de chaleur absorbée par la peau (surface en contact) et aussi de la température mise en jeu. La « température » du son, c'est sa fréquence. Son énergie (correspondant à la quantité de chaleur) est d'ordre mécanique et se

Nos des sons harmoniques	Leur fréquence	Leur dénomination musicale
<i>Son fondamental</i>	64,4	ut_1
1	128,9	ut_2
2	257,8	ut_3
3	386,7	sol_3
4	515,6	ut_4
5	644,5	mi_4
6	773,4	sol_4
7	902,3	<i>non musical</i>
8	1.031,2	ut_5
9	1.160,1	$ré_5$
10	1.289	mi_5
11	1.417,9	<i>non musical</i>
12	1.546,8	sol_5
13	1.675,7	<i>non musical</i>
14	1.804,6	<i>non musical</i>
15	1.933,5	ut_6 bémol ₆
16	2.062,4	ut_6
17	2.191,3	<i>non musical</i>
21	2.407	<i>non musicaux</i>
22	2.835,9	
23	2.964,8	
66	8.507,7	<i>non musicaux</i>
67	8.636,6	
68	8.765,5	

TABLEAU DES HARMONIQUES « MUSICAUX » ET « NON MUSICAUX », A PARTIR D'UN SON FONDAMENTAL DE 64 VIBRATIONS

La succession des harmoniques s'obtient en multipliant le nombre des vibrations du premier d'entre eux par la suite des nombres entiers (1, 2, 3, etc.).

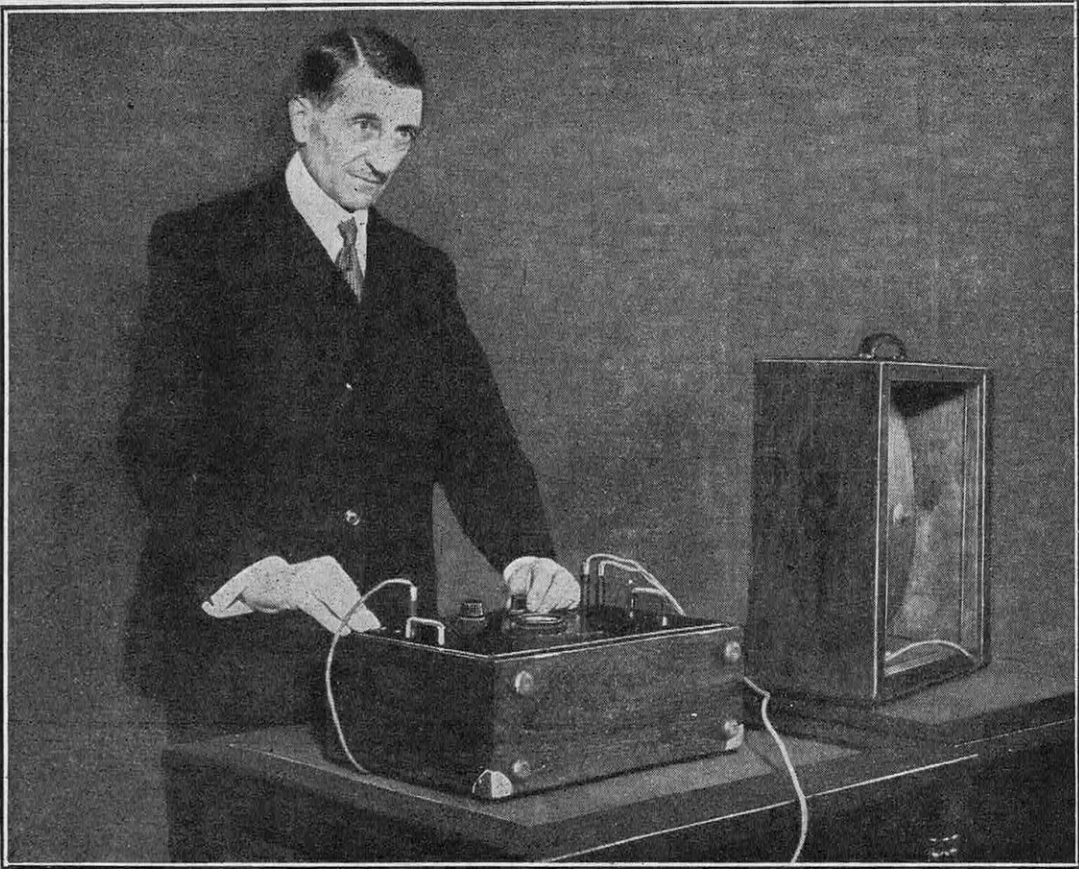


FIG. 1. — LA SONDE PHONIQUE DE M. CELLERIER

A droite, le microphone bicône enregistreur des bruits. A gauche, sous les mains de l'inventeur, l'appareil contenant le dispositif électrique (dont le schéma est donné ci-dessous) qui amplifie le courant microphonique, dont la mesure fournit (au milliampèremètre dont on aperçoit le cadran horizontal) la mesure même, en décibels, du bruit étudié. Le décibel correspond, approximativement, à la plus petite vibration sonore perceptible par l'oreille humaine. (Voir dans le texte sa définition scientifique.)

mesure également.

Il y a plusieurs façons d'y parvenir.

Pratiquement, on traduit l'intensité du son en courant électrique, comme nous le verrons par réception sur un microphone.

Au laboratoire, on peut mesurer directement l'énergie mécanique

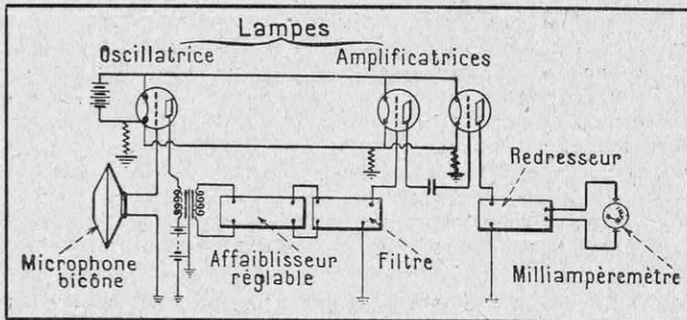


FIG. 2. — SCHÉMA DE MONTAGE DE LA SONDE PHONIQUE

Le son enregistré par le microphone bicône agit sur une première lampe oscillatrice (dite de champ), puis sur deux amplificatrices. Un affaiblisseur réglable (par plots gradués) permet de ramener au zéro le milliampèremètre placé à l'extrémité du circuit. La valeur des résistances qu'il a fallu mettre en jeu mesure l'intensité du courant microphonique. Ce courant est éventuellement « filtré » par des circuits spéciaux, de manière à isoler, à volonté, chacun des « sons purs » dont est composé tout bruit complexe.

du son par une membrane placée à 10 centimètres de la source, par exemple. Les pressions alternatives qu'éprouvera cette membrane en vibrant par résonance suffisent à mesurer l'intensité sonore de la source. Tenons-nous-en à ce dernier procédé, et portons sur

une échelle graduée verticale les différentes pressions observées à mesure que l'on intensifie le son (ces pressions s'expriment en *baryes*, unités G. G. S. de force (*dynes*) par centimètre carré). Le problème est de graduer une autre échelle parallèle à celle-là et qui sera relative aux « sensations » correspondantes.

marque le « seuil inférieur » de la sensation auditive pour la fréquence envisagée.

Par contre, si on intensifie l'émission sonore, il arrive un moment où, à un certain degré d'intensité, l'oreille ne perçoit plus rien (qu'une souffrance, sans rapport avec aucune sensation distincte) : ce nouveau

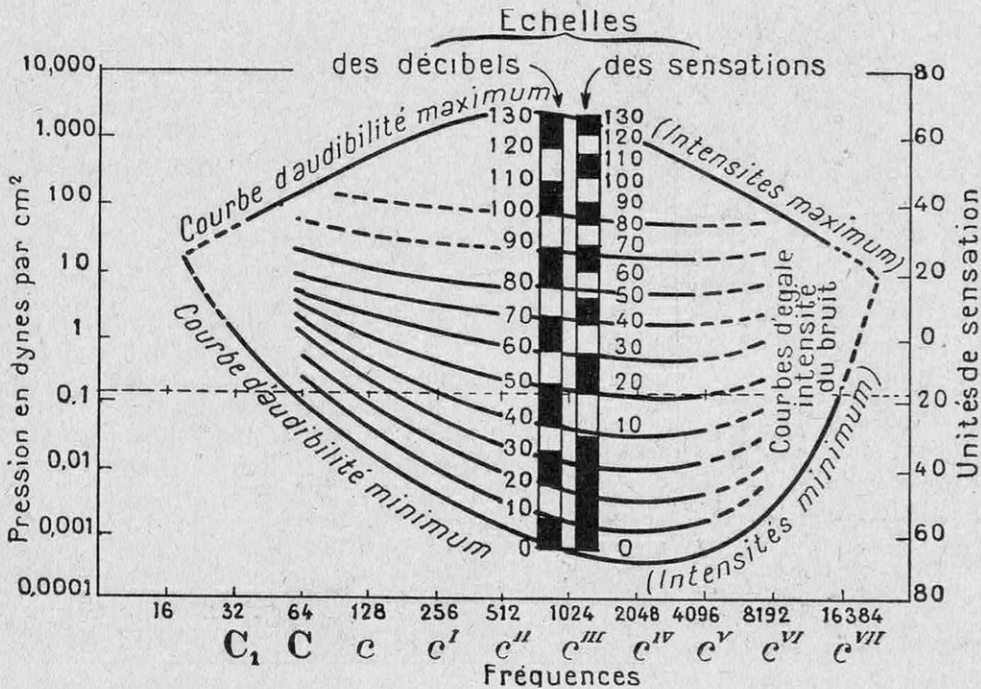


FIG. 3. — GRAPHIQUES ÉTABLIS PAR FLECHTER ET WEGEL, AU COURS DE LEURS ÉTUDES SUR L'INTENSITÉ DES BRUITS, AUX « BELL TELEPHONICS LABORATORIES » (ÉTATS-UNIS)

Les ordonnées représentent : soit (échelle de gauche) la progression (géométrique) de l'énergie sonore, mesurée par la pression (en dynes par centimètre carré) qu'exerce l'onde sonore sur le tympan ou sur le microphone enregistreur ; soit (échelle de droite) la progression (arithmétique) des sensations correspondant à chacun de ces niveaux d'énergie sonore. Les deux courbes extrêmes indiquent (pour chaque fréquence sonore, portée en abscisse) : courbe inférieure, les minima d'énergie au-dessous desquels il n'y a plus d'audibilité ; courbe supérieure, les maxima au-dessus desquels l'audibilité disparaît également pour céder la place à une excitation désagréable. Les courbes intermédiaires indiquent les niveaux d'énergie pour lesquels la sensation auditive a la même intensité aux diverses fréquences. Au centre, sont portées, à titre d'exemple, deux échelles, dont l'une (à gauche) indique la graduation du bruit en décibels, à partir du minimum d'audibilité correspondant à la fréquence 1024 (ut^{III}, ou C^{III} ; en notation classique, l'ut fondamental étant C 128 vibrations) et l'autre (à droite) marque la progression des sensations correspondantes : on voit que le parallélisme des sensations auditives et des décibels est loin d'être rigoureux dans les basses intensités. Les origines des ordonnées (celles-ci correspondant aux mesures pratiques) sont prises, conventionnellement, à partir d'une intensité moyenne (précisément en raison de ce défaut de parallélisme).

Ici intervient une loi — approximative, mais qu'il faut bien accepter faute de mieux — bien connue en psychologie sous le nom de « loi de Fechner », du nom du philosophe allemand qui l'a énoncée. Elle nous dit d'abord (ce que l'expérience constate aisément), qu'il est une intensité du « son simple » étudié, au-dessous de laquelle l'oreille ne perçoit aucune sensation : ce point d'intensité sonore (mesuré comme il vient d'être dit)

point d'intensité sonore marque le « seuil supérieur » de la sensation auditive. Voilà donc notre échelle des sensations limitée par le haut et par le bas.

Quant à la graduation de l'intervalle, marqué par ces extrêmes, la loi de Fechner nous permet de l'effectuer par la seconde partie de son énoncé qui est : « Si l'intensité physique du son croît en progression géométrique, l'intensité de la sensation corres-

pondante croit en progression arithmétique. » Les mathématiciens savent que cette correspondance entre les degrés d'une progression arithmétique et ceux d'une progression géométrique constitue la définition des « logarithmes ». Autrement dit, la sensation sonore (échelle arithmétique) se mesure par le logarithme de l'intensité physique du son (échelle géométrique). Si l'on accepte donc la loi de Fechner comme vraie, la graduation de la seconde échelle (celle de la sensation) devient aisée. Adoptons, par exemple, le nombre 10 comme base de la progression géométrique des intensités physiques du son, la sensation 0 correspondra à l'échelon 1 de cette échelle ; la sensation 1 correspondra à l'échelon physique 10 ; la sensation 2 à l'échelon 10^2 ou 100 ; la sensation 3 à l'échelon 10^3 ou 1.000, etc.

On voit tout de suite que l'échelle des intensités physiques atteint bientôt des chiffres astronomiques, tandis que celle des sensations ne monte que très lentement. Si nous nous en tenons à cette graduation réciproque des deux échelles, nous appellerons l'accroissement d'un degré (d'une unité), dans l'échelle des sensations sonores, un « bel » — en l'honneur de Graham Bell, l'inventeur du téléphone, instrument qui, le premier, a exigé cette mesure « subjective » de la sonorité pour le service de la clientèle.

Pour faciliter la comparaison des intensités physiques et des sensations correspondantes, resserrons la graduation de celles-ci en subdivisant en dix chacun de ses degrés, et

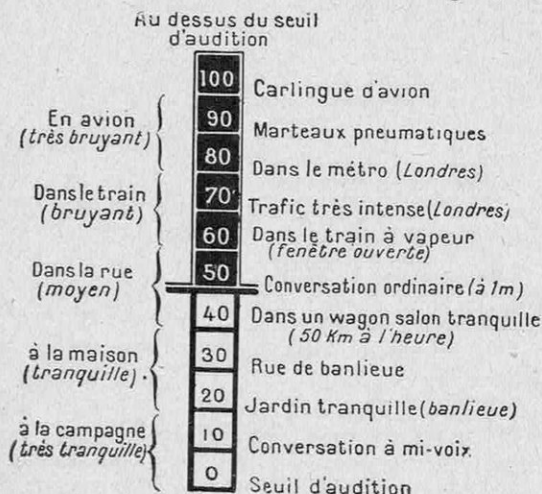


FIG. 4. — CETTE ÉCHELLE CONVENTIONNELLE INDIQUE LE NOMBRE DE DÉCIBELS QUI MESURE LES BRUITS LES PLUS COURANTS

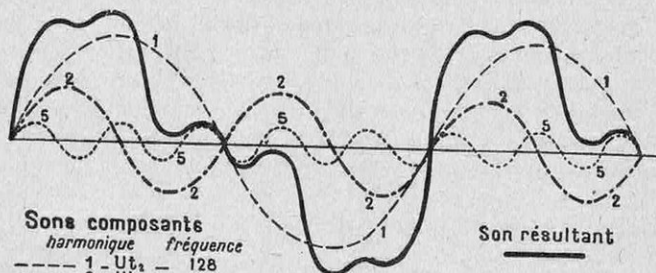


FIG. 5. — UN EXEMPLE SIMPLE DE LA COURBE REPRÉSENTATIVE D'UN SON COMPLEXE. On a représenté ici seulement trois sons harmoniques (1, 2, 5), dont la « composition » aboutit à la courbe en trait gras. Les ordonnées représentent l'amplitude de l'énergie sonore, et les abscisses, le temps, avec les diverses périodes qui correspondent à chaque son simple.

nous aurons des « décibels », unités pratiques de mesure de la sensation sonore en face de l'échelle des intensités sonores correspondantes, physiquement mesurées. Le « décibel » correspond, approximativement, à la plus petite variation sonore perceptible par l'oreille humaine.

Mais ce n'est pas tout.

Nous avons souligné l'importance des « fréquences » dans la sensation du bruit. Le seuil inférieur et le seuil supérieur de la sensation auditive n'apparaissent pas au même niveau d'intensité physique pour toutes les fréquences sonores.

Notre graphique ne pourra donc se borner à une seule échelle double. La double échelle comparative devra être établie pour chaque fréquence sonore en particulier. Notre graphique montre précisément ces échelles juxtaposées sur un même plan.

La juxtaposition des « seuils » inférieurs (audibilité minimum) forme une courbe continue. Celle des « seuils » supérieurs (audibilité maximum) forme une autre courbe.

Tout « son simple » auquel l'oreille humaine est sensible donnera lieu, par conséquent, d'après sa fréquence et son intensité d'émission, à sa figuration par un point situé à l'intérieur de la zone du graphique limitée par les deux courbes supérieure et inférieure.

La mesure pratique est fort éloignée de l'exactitude théorique

La mesure de la sensation auditive n'est donc pas une mesure simple puisqu'elle doit tenir compte et de la fréquence des sons élémentaires composant le son complexe étudié, et de l'intensité relative de chacun de ces sons élémentaires.

Tel est le problème scientifique de la mesure du bruit, dans toute sa complexité. Pratiquement, on est obligé de mesurer la

sensation auditive d'un bruit quelconque en adoptant une *fréquence de base*, celle de 1.000 vibrations par seconde. Et l'on convient de dire que la double échelle métrique afférente à ce son élémentaire (et située, comme l'indique notre figure, dans l'axe de la zone intéressant l'oreille humaine) est suffisante pour mesurer toute sensation complexe.

Cette convention arbitraire permet alors

quemment intéressantes : la conversation devient difficile quand elle est troublée par un bruit de 70 à 80 décibels. Elle-même fournit 50 décibels (une seule personne parlant). Le bruit régnant dans une cabine d'aéroplane du service Paris-Londres est de 100 décibels ; il est de 60 décibels dans un train omnibus toutes portières ouvertes ; de 40 décibels dans un wagon-salon ; de 20

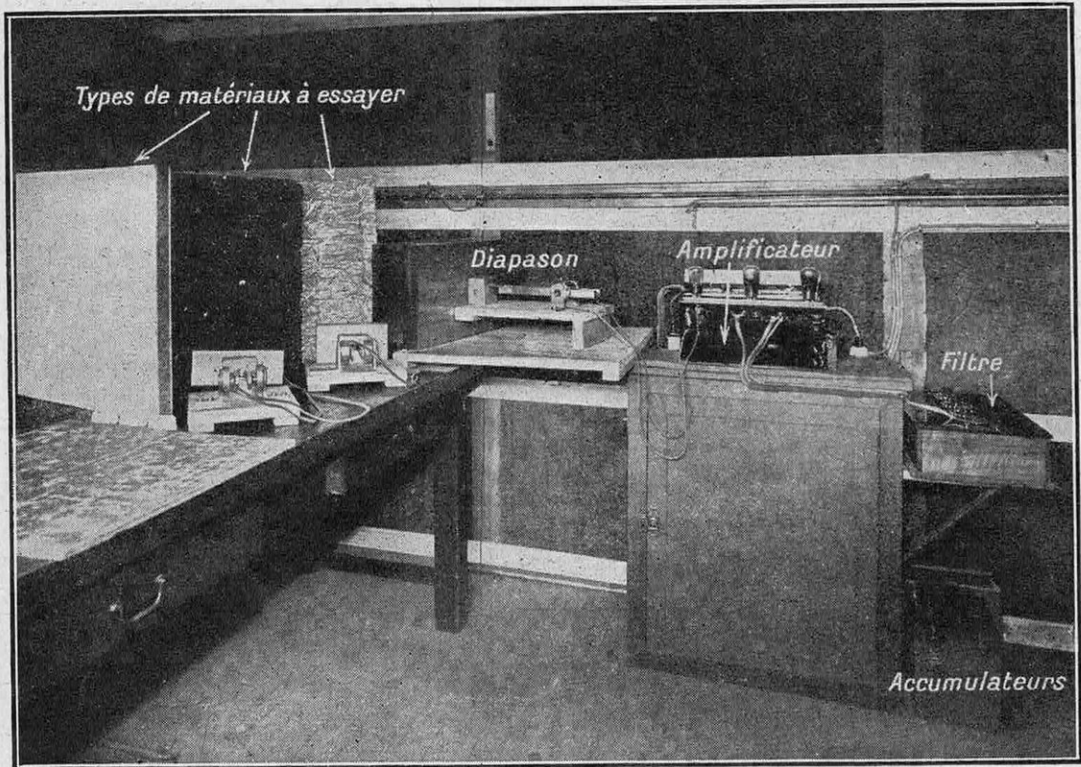


FIG. 6. — LA SALLE D'ÉMISSION DES SONS ÉTALONS DESTINÉS A L'EXCITATION DU HAUT-PARLEUR DIFFUSEUR, POUR LA MESURE DE L'ISOLEMENT PHONIQUE DES MATÉRIAUX. On aperçoit, à gauche, les diapasons destinés à l'émission des sons de diverses fréquences. L'énergie sonore ainsi créée et traduite en courant par l'oscillateur-amplificateur, puis strictement mesurée par le milliampèremètre, est transmise au haut-parleur diffuseur (photographie suivante).

de mesurer, *grosso modo*, en décibels, les bruits les plus divers. On enregistre ceux-ci sur un récepteur microphonique. Le courant électrique résultant de l'action des bruits sur ce microphone représente — plus commodément que les pressions mécaniques — l'intensité sonore. Ce courant (qui est toujours extrêmement faible, la voix humaine sur le ton de la conversation ne correspondant qu'à une puissance de 10 microwatts) est mesuré (après une amplification, au moyen de lampes à trois électrodes, dont on tient compte) par un milliampèremètre. On en déduit le nombre de décibels correspondants.

On arrive ainsi à des constatations prati-

quement intéressantes : la conversation devient difficile quand elle est troublée par un bruit de 70 à 80 décibels. Elle-même fournit 50 décibels (une seule personne parlant). Le bruit régnant dans une cabine d'aéroplane du service Paris-Londres est de 100 décibels ; il est de 60 décibels dans un train omnibus toutes portières ouvertes ; de 40 décibels dans un wagon-salon ; de 20

de mesurer, *grosso modo*, en décibels, les bruits les plus divers. On enregistre ceux-ci sur un récepteur microphonique. Le courant électrique résultant de l'action des bruits sur ce microphone représente — plus commodément que les pressions mécaniques — l'intensité sonore. Ce courant (qui est toujours extrêmement faible, la voix humaine sur le ton de la conversation ne correspondant qu'à une puissance de 10 microwatts) est mesuré (après une amplification, au moyen de lampes à trois électrodes, dont on tient compte) par un milliampèremètre. On en déduit le nombre de décibels correspondants. On arrive ainsi à des constatations prati-

quement intéressantes : la conversation devient difficile quand elle est troublée par un bruit de 70 à 80 décibels. Elle-même fournit 50 décibels (une seule personne parlant). Le bruit régnant dans une cabine d'aéroplane du service Paris-Londres est de 100 décibels ; il est de 60 décibels dans un train omnibus toutes portières ouvertes ; de 40 décibels dans un wagon-salon ; de 20

Les énergies sonores proprement dites correspondant aux bruits les plus intenses sont minimales : la voix humaine criant produit un courant microphonique dont la puissance n'est que de 1.000 microwatts et, si elle murmure, un courant correspondant à 0,001 microwatt. Cent mille personnes acclamant une équipe de football dans un stade ne pourraient donc fournir par des « microphones » qu'un courant électrique à peine suffisant pour porter un verre d'eau à l'ébullition.

Un instrument de mesure pratique : la sonde phonique de M. Cellerier

Les études dont nous venons de donner un aperçu ont été entreprises d'abord aux laboratoires américains de la Compagnie des téléphones Bell, puis au laboratoire national de physique de Londres.

Elles nous permettent de comprendre maintenant l'originalité des travaux, dans le même domaine, de M. Cellerier, directeur du laboratoire d'essais aux Arts et Métiers de Paris.

Dans le domaine théorique, M. Cellerier tient compte de la présence ou de l'absence des harmoniques « non musicaux » dans le spectre sonore d'un bruit. Nous avons montré, plus haut, l'importance de ces harmoniques pour la « qualité » du son, laquelle est, pour l'oreille, au moins aussi importante que son intensité physique brute. Les labo-

ratatoires anglo-saxons ont, sans doute, tenu compte des diverses fréquences dans l'étude du bruit, mais sans se préoccuper de leurs qualités musicales respectives dont M. Cellerier fait état.

Pour nous en tenir, à la mesure pratique des bruits, dans la rue, par exemple, où l'on ne peut transporter un appareillage compliqué, disons que le physicien français a établi un appareil qu'il nomme *sonde phonique* (voir la photographie page 111 et

son schéma, même page), grâce auquel un bruit quelconque, reçu par un microphone « biconique », est transformé en courant électrique. Ce courant, convenablement amplifié, est filtré de manière à isoler, à volonté, la série des harmoniques constituant le son complexe analysé ; la série des filtres sélecteur-

mis en jeu permet d'isoler des fréquences aussi voisines que possible. Les courants filtrés sont redressés et dirigés sur un milliampèremètre très sensible. Un potentiomètre réglable permet d'affaiblir le courant microphonique (au sortir d'une première lampe triode amplificatrice, dite « lampe de champ ») jusqu'à ce que l'aiguille du milliampèremètre (qui enregistre l'intensité du courant de plaque dans la dernière lampe amplificatrice) soit ramenée au zéro. La mesure de la résistance qu'il a fallu mettre en jeu dans le potentiomètre affaiblisseur pour obtenir ce résultat permet

de connaître l'intensité du courant afférent au son pur sélectionné par le filtre.

Le potentiomètre est étalonné en décibels, de 0 à 100, par plots successifs.

Avec cet appareil, M. Cellerier peut donc explorer un bruit dans toutes ses fréquences et mesurer les intensités de chacun de ses harmoniques.

C'est ainsi qu'au cours d'un concert symphonique, donné par un grand orchestre parisien, M. Cellerier a pu suivre, au moyen de sa

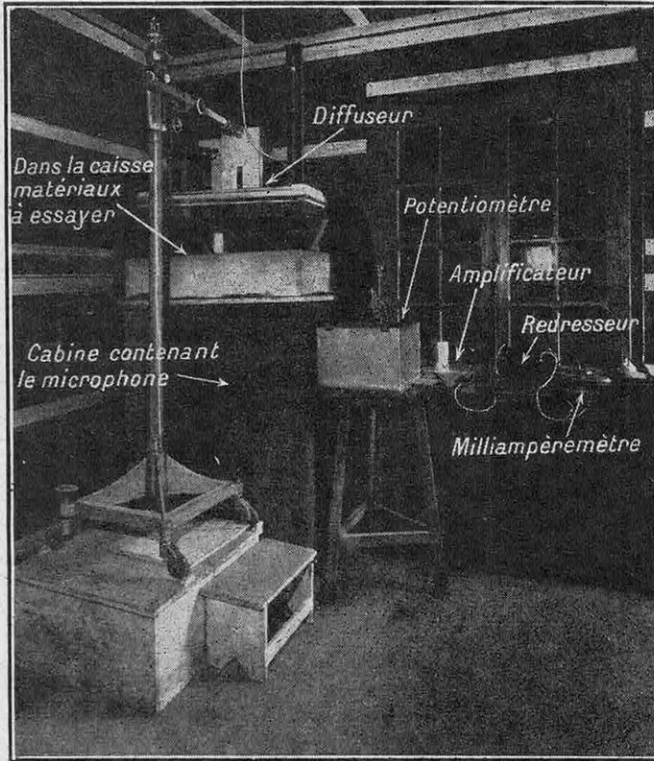


FIG. 7. — LA SALLE CONTENANT LES APPAREILS DE MESURE POUR L'ISOLEMENT PHONIQUE DES MATÉRIAUX
Le haut-parleur diffuseur excité par le courant étalonné (venant de la salle précédente) s'ouvre sur la cabine, elle-même soigneusement isolée phoniquement, qui contient le microphone récepteur. Le couvercle de la cabine est, ici, soulevé. Le matériau à l'étude, découpé aux dimensions voulues, est inséré au-dessous du haut-parleur. L'énergie sonore qu'il laisse passer à travers sa masse est traduite en courant électrique par le microphone. Ce courant amplifié, filtré, est mesuré par le milliampèremètre et comparé avec celui du haut-parleur. Ainsi s'obtient le coefficient de transmission propre au matériau étudié.

sonde phonique, les variations des intensités sonores perçues au centre du parterre, à 10 mètres du chef d'orchestre, pour le célèbre prélude de *Tannhauser*. Le début du prélude (*dolce*) fournit 5 décibels à peine, pour monter, à l'apothéose du « chœur des pèlerins », à 55 décibels

— c'est-à-dire une intensité sonore 100.000 fois plus puissante que celle du début. De plus, pour chaque instrument (dont le timbre est caractérisé, comme on sait, par une série d'harmoniques très particulière), il a pu déterminer les diverses intensités sonores suivant le musicien. De même, il a constaté que la chanteuse, dans une représentation de *Tristan et Iseult*, donnait 55 décibels alors que son partenaire, Tristan, dans le célèbre duo, n'atteignait que 45 décibels.

Appliquée aux bruits de la rue, lors des expériences effectuées devant la Commission du Touring Club, la sonde phonique a accusé 55 décibels pour les bruits montant de la place Saint-Augustin au balcon du *Cercle militaire* (vers midi).

Les propriétés d'isolement phonique des matériaux

Voici, maintenant, la seconde utilisation qu'a faite M. Cellerier de sa sonde phonique.

Nous avons comparé l'énergie sonore à celle de la chaleur. Nos appartements nous protègent contre le froid ; nous protègent-ils

contre le bruit, du moins comme nous pourrions le souhaiter ?

Tous les matériaux ne sont pas également conducteurs du son. Jusqu'ici, aucune mesure n'avait été faite de ce qu'on pourrait appeler la *conductibilité sonore* des diffé-

rentes matières. C'est cette étude que M. Cellerier a entreprise au laboratoire d'essais.

La photographie (fig. 7) nous montre le dispositif utilisé et le schéma (fig. 9) nous explique son fonctionnement.

Il convenait, d'abord, de posséder une source d'émission sonore dont on connaît exactement et dont on pût faire varier avec précision les caractéristiques (intensité et fréquence).

Un diapason constitue l'oscillateur qui, par induction, crée un courant alternatif synchrone de sa propre fréquence, et ce courant, convenablement amplifié et filtré, alimente fina-

lement un diffuseur haut-parleur.

La réception se fait sur une sonde phonique dont le microphone spécial est séparé de l'émission sonore par le matériau qu'il s'agit d'étudier.

Le rapport de l'intensité sonore ainsi mesurée et de celle qui serait reçue en l'absence du matériau interposé constitue ce que M. Cellerier a dénommé *facteur de transmission phonique*. Ce facteur dépend, évidemment, de la nature du matériau, ce

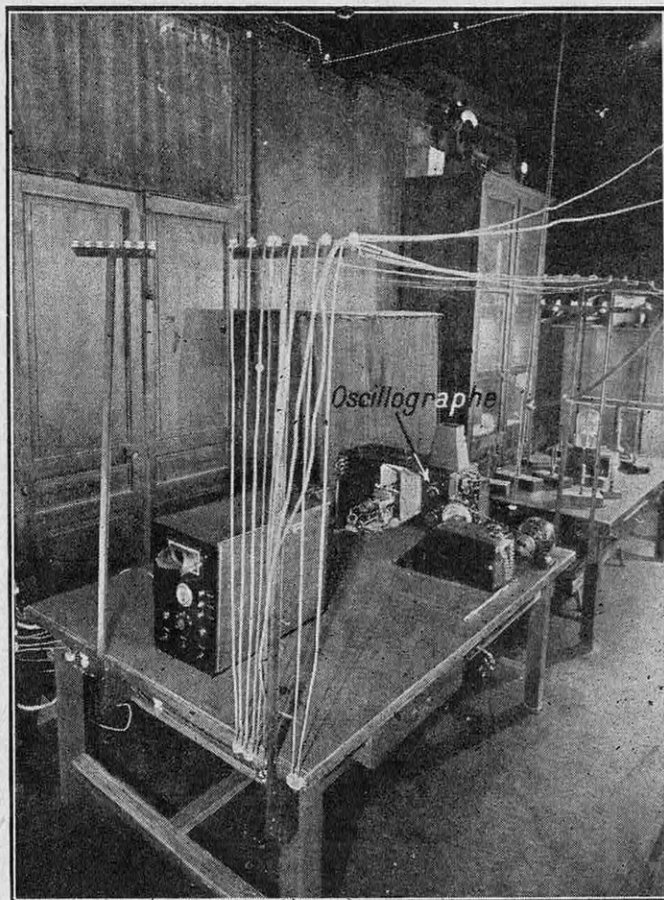


FIG. 8. — SALLE DE CONTROLE DES SONS PURS UTILISÉS POUR L'EXCITATION DU HAUT-PARLEUR

Au cours des opérations de mesure, il convient de pouvoir contrôler, à tout instant, la pureté des sons simples mis en jeu par les diapasons. Pour cela, on dérive provisoirement le courant microphonique (destiné au haut-parleur) sur un « oscillographe cathodique » soigneusement étalonné (visible au second plan).

Nature du matériau	Épaisseur du panneau essayé en cm	Fréquences	Facteur de transmission phonique	Affaiblissement correspondant en décibels
Briques creuses de 6 cm, hourdées au plâtre, un enduit sur chaque face de 1 cm	8,0	128	9,6	— 30
		435	4,5	— 34
		768	0,6	— 42
Briques creuses de 8 cm, hourdées au plâtre, un enduit sur chaque face de 1 cm	10,0	128	1,85	— 37
		435	0,59	— 42
		768	0,25	— 46
Briques creuses de 8 cm 6 avec enduit de plâtre de 0 cm 2 sur chaque face	9,0	128	6,65	— 32
		435	0,63	— 42
		768	0,16	— 47
Briques pleines avec un enduit de plâtre de 1 cm sur chaque face	8,0	128	8,7	— 31
		435	2,3	— 36
		768	0,7	— 42
Briques pleines avec un enduit de plâtre de 0 cm 4 sur chaque face	6,8	128	9,4	— 30
		435	1,7	— 38
		768	1,6	— 38
Béton pour béton armé, mais sans armature	4,0	128	4	— 34
		435	0,26	— 45
		768	0,25	— 46
Béton avec un enduit de plâtre de 1 cm sur chaque face	6,0	128	0,84	— 41
		435	0,88	— 41
		768	0,26	— 47
Plâtre ordinaire fraîchement gâché avant dessiccation	8,1	128	4	— 34
		435	1,7	— 38
		768	0,28	— 46
Plâtre ordinaire après dessiccation à 60° pendant 48 heures ..	8,1	128	0,54	— 43
		435	2,25	— 37
		768	0,41	— 44
Carreau de plâtre	6,0	128	2,9	— 35
		435	1,8	— 37
		768	0,59	— 42
Plâtre gâché clair avec un enduit de plâtre de 1 cm sur chaque face	8,2	128	1	— 40
		435	0,26	— 45
		768	1,3	— 39
Carreau de plâtre avec mâchefer spongieux, avec un enduit de 1 cm sur chaque face	8,0	128	3,8	— 34
		435	0,30	— 45
		768	0,25	— 46
Chêne	2,2	128	4,2	— 34
		435	4,9	— 33
		768	4	— 34
Bois contre-plaqué 3 épaisseurs ..	0,4	128	384	— 14
		435	264	— 16
		768	321	— 15
Bois contre-plaqué 5 épaisseurs ..	2,0	128	106	— 20
		435	126	— 19
		768	41	— 24

TABLEAU MONTRANT LES CARACTÉRISTIQUES PHONIQUES DE DIVERS MATÉRIAUX ESSAYÉS PAR M. CELLERIER, AU MOYEN DE LA SONDÉ PHONIQUE QU'IL A MISE AU POINT
Chaque matériau a été essayé sous trois fréquences différentes : 128, 435 et 768 périodes par seconde. On voit combien les résultats diffèrent suivant la fréquence adoptée.

l'épaisseur de l'échantillon essayé et des distances respectives qui séparent la source de l'échantillon et celui-ci du microphone. Toutes ces constantes expérimentales sont soigneusement établies au cours des comparaisons effectuées entre les diverses matières.

On établit l'échantillon à essayer sous la forme de plaques homogènes de 50 centimètres de côté formant le couvercle, très bien ajusté, d'une cabine aux parois épaisses et isolantes (à plusieurs cloisons concentriques) contenant le microphone récepteur. Au-dessus de la plaque, est disposé le haut-parleur diffuseur, dont le pavillon affleure un large écran percé d'une ouverture

correspondant juste au diamètre du pavillon émetteur : cet écran est destiné à éviter toute perte d'énergie sonore par réflexion des ondes sur la plaque en essai.

Ce dispositif étant établi, les mesures s'effectuent par des méthodes analogues à celle utilisée dans la sonde phonique — aussi bien pour connaître

l'intensité de la source émettrice que pour avoir l'intensité sonore reçue par le microphone à travers le matériau. Ainsi l'on a le rapport cherché.

Le tableau suivant donne quelques nombres caractéristiques obtenus pour les facteurs de transmission phonique de divers matériaux, pour diverses fréquences sonores.

Premiers résultats pratiques

Dès maintenant, et sans préjuger des résultats expérimentaux que révéleront les essais en cours sur une centaine de matériaux divers proposés par le Touring Club de France, on peut dire que certains matériaux employés sous forme de plaques homogènes, tels que les lièges agglomérés sans liant, ne fournissent pas d'excellents résultats au point de vue de l'isolement contre les sons, comme on le croyait avant les mesures. Les corps peu poreux sont de meilleurs isolants sonores que les corps poreux de même matière.

D'autre part, la variété des matériaux

introduits dans la constitution d'une cloison (par exemple, la juxtaposition de plaques de matériaux différents) modifie très sensiblement les phénomènes de transmission et, à épaisseurs égales, il semble qu'on améliore ainsi le pouvoir isolant par rapport à un seul des matériaux constituants.

Certaines pailles (ou produits analogues) hachées, pilées, paraissent devoir donner de bons résultats pratiques.

Enfin, il est à remarquer que le meilleur des matériaux isolants perd la plus grande partie de ses qualités lorsqu'il renferme des parties métalliques — surtout si celles-ci

relient les faces extérieures du mur.

Etude acoustique des salles

L'équipement de mesure du bruit de M. Cellerier permet d'analyser, du point de vue acoustique, les

bruits qui règnent dans une salle de travail ou de spectacle.

Ces bruits ont leur origine soit dans la salle même (paroles, fonctionnement des machines, etc.), soit à l'extérieur (bruits

de la rue, des locaux voisins, etc). Leur transmission jusqu'en un point donné de la salle s'effectue, d'une part, par l'air ambiant, d'autre part, par l'intermédiaire des matériaux constituant les murs, les cloisons, les poutres, les organes de liaison, « dont quelques-uns, nous dit M. Cellerier, possèdent des propriétés remarquables de facilité de transmission des vibrations sonores ». Ceci montre la complexité de l'étude d'une salle au point de vue acoustique.

« On a pu déterminer la part de chaque organe dans la transmission des sons, ce qui a fourni de précieuses données pour l'isolement des machines ainsi que les moyens d'améliorer les murs et parois au point de vue de leur isolement phonique. »

Ces méthodes s'étendront fatalement à l'architecture courante, depuis la salle de concert, de cinéma, de réunion, jusqu'aux appartements d'habitation qu'il faut, à tout prix, défendre contre les bruits provenant de l'extérieur.

CHARLES BRACHET.

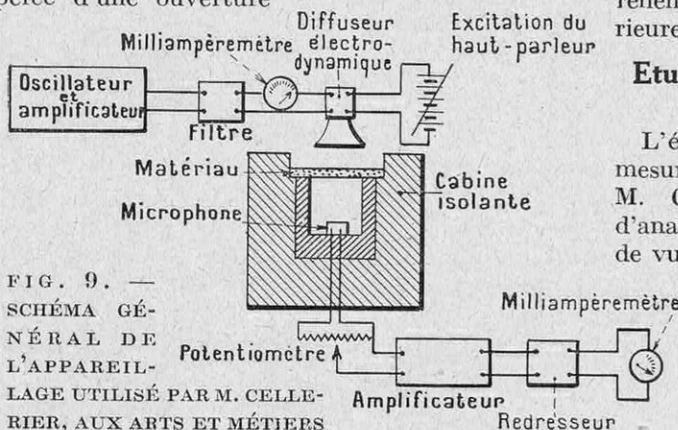


FIG. 9. — SCHEMA GÉNÉRAL DE L'APPAREILLAGE UTILISÉ PAR M. CELLERIER, AUX ARTS ET MÉTIERS

En haut, l'émission des sons de diverses fréquences destinés au haut-parleur. — Au-dessous, la cabine, isolée phoniquement, à l'intérieur de laquelle se trouve le microphone récepteur. — En bas, les appareils de mesure du courant fourni par le microphone récepteur, amplifié et redressé.

UN NOUVEAU POSTE D'ÉMISSIONS RADIOPHONIQUES A GRANDE PUISSANCE

Par Jean MARCHAND

INGÉNIEUR I. E. G.

Dans le domaine de la radiodiffusion, la France était vraiment en retard. Mais l'on s'est mis à la tâche, et, depuis peu, cet effort a abouti. Successivement, deux « superstations » de près de 100 kilowatts de puissance ont été mises en service : celle de Radio-Paris (1.725 mètres de longueur d'onde) et celle du nouveau Poste Parisien (328 mètres de longueur d'onde), inaugurée tout récemment. Bientôt, notre pays possédera une autre station à grande puissance — la troisième — lorsque les travaux entrepris pour Radio-Toulouse seront terminés. On verra ici, notamment, comment, grâce à la « modulation par déphasage », l'accroissement de puissance a pu être obtenu dans des conditions particulièrement économiques.

LA récente inauguration du nouveau « Poste Parisien » a doté la radiodiffusion française de sa deuxième station à grande puissance, la première installée étant Radio-Paris. Le nouvel émetteur a remplacé, on le sait, celui qui était établi dans l'immeuble du *Petit Parisien* et dont la puissance n'était que de 0,5 kilowatt, alors que celle du nouveau poste atteint 60 kW-antenne, avec une modulation de 90 % ; il peut même être portée à 85 kilowatts, avec une modulation de 80 %. Nous verrons pourquoi tout à l'heure la puissance, ou plutôt le rendement, dépend du taux de la modulation. Quant à la longueur d'onde, elle n'a pas varié : 328 m 1.

Comment est alimenté le nouveau « Poste Parisien »

Installé en Seine-et-Oise, sur le plateau de *Molières*, à 3 kilomètres au nord-est de Limours et à 28 kilomètres de Paris (Notre-Dame), le nouveau « Poste Parisien » reçoit l'énergie de la Société de Distribution le Sud-Lumière, sous la forme du courant triphasé à 15.000 volts. Un poste de coupure est aménagé à 400 mètres environ du poste émetteur. De là, deux câbles armés enterrés amènent le courant à la cabine de transformation située dans le sous-sol des bâtiments. Là se trouvent : un transformateur de 20 kVA (kilovolts-ampères) fournissant le courant 110 volts pour l'éclairage ; un transformateur alimentant les appareils auxiliaires (110-90 volts) ; un transformateur spécial fournissant quatre circuits triphasés de 3.000 volts chacun et qui alimentent les

anodes des lampes de moyenne puissance de l'émetteur, grâce à un redresseur à vapeur de mercure (1) de 225 kilowatts avec auto-transformateur à gradins. Cet appareil permet d'obtenir une tension de courant continu réglable entre 7.000 et 13.700 volts. Ce redresseur comporte trois cuves de redressement, la troisième servant de secours et pouvant être mise instantanément en service par le jeu d'un commutateur spécial, au cas où l'une des deux autres aurait une panne. Enfin, un ensemble de groupes convertisseurs fournit le courant de chauffage de toutes les lampes, les tensions d'anodes des étages de commande et de modulation ainsi que les polarisations des grilles des différentes lampes.

Celles-ci sont refroidies par circulation d'eau. A cet effet, deux groupes moto-pompes, de 10 mètres cubes sous 20 mètres de pression, assurent la circulation d'eau de pluie recueillie dans une citerne. Commandées automatiquement par flotteurs, ces pompes envoient l'eau de pluie dans un réservoir, situé sur le bâtiment. De là, elle descend par gravité à travers les lampes, puis passe dans un échangeur à température et revient au puisard inférieur. Quant à cet échangeur de température, il est refroidi par deux groupes moto-pompes de 20 mètres cubes sous 20 mètres de pression, qui font circuler de l'eau ordinaire dans ses éléments.

L'antenne de la station émettrice

Soutenue par deux pylônes de 120 mètres de haut et distants de 180 mètres, l'antenne

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 181, page 3.

est constituée par une nappe horizontale de trois fils horizontaux de 50 mètres de longueur environ et par une descente verticale prismatique de 110 mètres. La partie active de l'antenne est, on le voit, éloignée des pylônes, de façon à éviter tout effet d'induction. Les pylônes, haubannés, reposent sur un socle triangulaire, isolé du sol par dix-huit isolateurs et, latéralement, par

Paris. Des lignes de liaison spéciales transmettent, sans déformation et avec un très faible amortissement, toutes les fréquences comprises entre 40 et 10.000 périodes par seconde. Il comporte : un petit studio pour les conférences ou l'exécution de morceaux d'orchestre n'exigeant que peu de musiciens ; un grand studio pour les grands concerts ; la cabine du speaker ; une salle contenant un

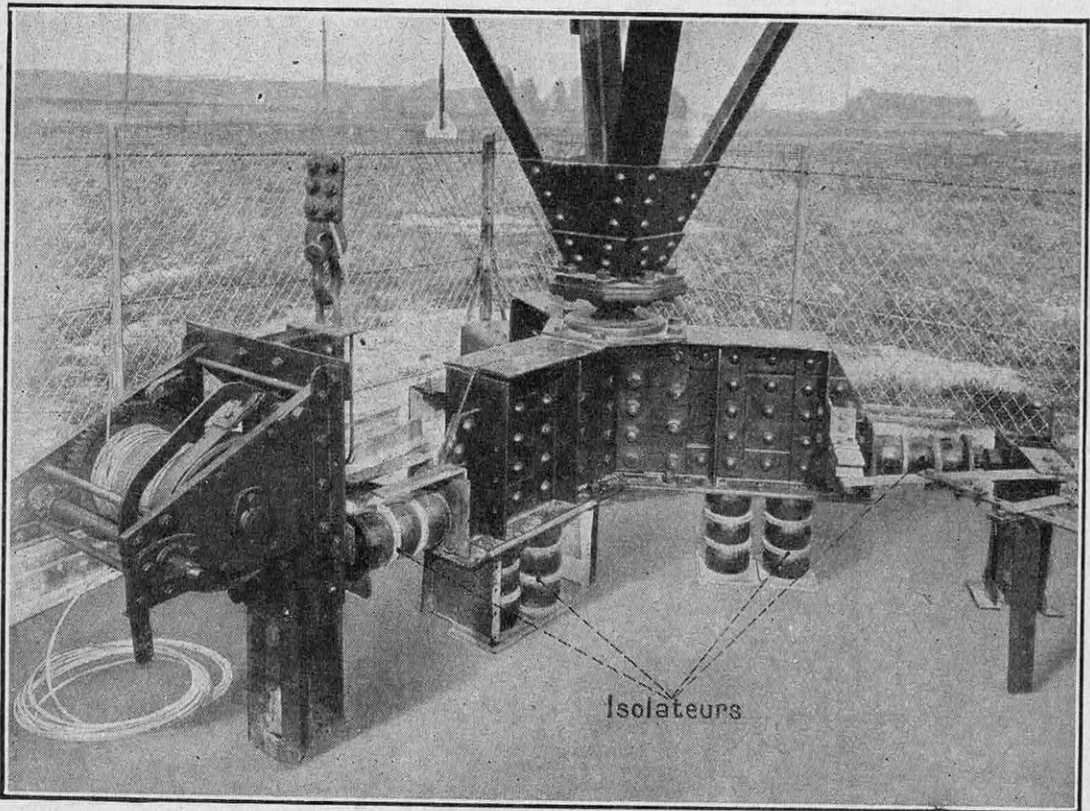


FIG. 1. - PIED D'UN DES DEUX PYLONES DE 120 MÈTRES DE HAUT, ESPACÉS DE 180 MÈTRES, QUI SOUTIENNENT L'ANTENNE DE 50 MÈTRES DE LONG DU NOUVEAU « POSTE PARISIEN », INSTALLÉ PRÈS DE LIMOURS (SEINE-ET-OISE), A 28 KILOMÈTRES DE PARIS (NOTRE-DAME)

Chaque pylône est isolé du sol par vingt-sept isolateurs.

neuf autres isolateurs. La prise de terre est formée de bandes de cuivre enterrées, sous la ligne des pylônes, par des bandes ceinturant le bâtiment et par des fils de cuivre perpendiculaires à la ligne des pylônes. L'antenne est attachée par des feeders à haute fréquence, d'une longueur de 100 mètres, qui relie la base de l'antenne à la sortie de l'émetteur.

Les circuits d'émission : la modulation par déphasage

L'auditorium du nouveau « Poste Parisien » est toujours avenue des Champs-Élysées, à

pupitre de commande, l'appareil émetteur de signaux horaires, les tables phonographiques et le tableau d'alimentation. Enfin, une salle d'accumulateurs renferme six batteries de 45 volts 10 ampères-heure pour les microphones, deux batteries de 6 volts 144 ampères-heure et deux batteries de 400 volts 10 ampères-heure pour l'amplificateur fixe.

Le courant microphonique, amplifié à l'auditorium, est donc amené à l'émetteur. Celui-ci se compose de trois éléments principaux : les étages de commande et de modulation, les étages intermédiaires, l'étage final, dit étage de puissance.

Nous n'entrerons pas ici dans le détail des différents circuits d'émission, ne voulant retenir que le procédé de modulation qui constitue la partie la plus remarquable de l'émetteur.

Il s'agit, évidemment, de moduler l'onde porteuse (dont la fréquence est maintenue rigoureusement constante par un maître-oscillateur au quartz) par les courants microphoniques arrivant de Paris.

pondrait au meilleur rendement. Ainsi, pour pouvoir moduler à 100 %, la tension de grille doit être réglée pour le régime d'onde porteuse (sans modulation) à la moitié de la tension maximum possible. Le rendement ne sera donc que la moitié du rendement maximum. Comme les pointes de modulation maximum sont, en réalité, très rares, le rendement sera encore plus faible, de l'ordre de 35 %. Le matériel sera mal utilisé.

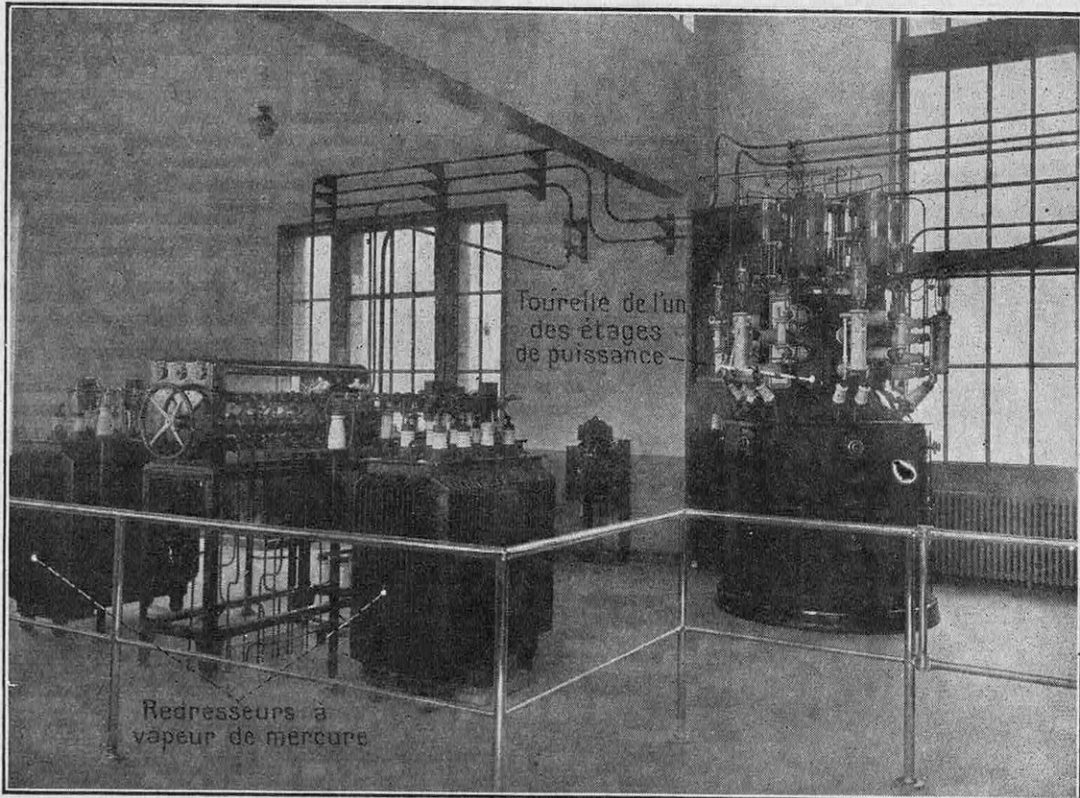


FIG. 2. — VUE PARTIELLE DE LA SALLE D'ÉMISSION, MONTRANT LES REDRESSEURS A VAPEUR DE MERCURE, QUI ASSURENT L'ALIMENTATION DES LAMPES, ET UNE DES DEUX TOURELLES DES ÉTAGES DE PUISSANCE DE L'ÉMETTEUR

Dans le système de modulation normal, dit à amplification à haute fréquence modulée, la tension continue constante est appliquée entre le filament et la plaque de la triode, et la tension à haute fréquence modulée est appliquée entre le filament et la grille. Il est facile de démontrer que le rendement, qui est le rapport de la puissance utile dans l'antenne à la puissance fournie, varie proportionnellement à la tension de grille. Comme cette tension de grille, qui est variable, puisque modulée, ne doit pas dépasser une certaine valeur maximum, il faut, évidemment, que sa valeur moyenne soit inférieure à cette valeur maximum qui corres-

C'est pour remédier à cela que la modulation par déphasage a été imaginée. Supposons qu'après avoir réglé la tension de grille à sa valeur maximum, nous ne modifions pas cette source, mais que la modulation ait pour effet de faire varier la résistance de l'antenne, à la fréquence de la parole ou de la musique, entre une valeur infinie et sa valeur normale. Le courant d'antenne variera donc entre zéro et sa valeur maximum, et nous aurons réalisé une modulation à 100 % de ce courant, tout en conservant, pour la triode, un rendement voisin du rendement maximum. Tel est le principe de la modulation utilisée au nouveau « Poste Parisien ».

Pour obtenir ce résultat, faisons agir la tension modulée non entre la grille et le filament d'une seule triode, mais entre les mêmes organes de deux triodes montés symétriquement par rapport à l'antenne, qui fait alors partie des deux circuits oscillants alimentés chacun par le courant filament-plaque d'une triode. Mais, si les excitations de grilles, tout en étant de même valeur, sont opposées

déphasage. Pour cela, on excite tout d'abord les grilles avec une source non modulée. Il en résulte dans l'antenne un courant constant, qui est le courant porteur. A chaque excitation fixe, on ajoute ensuite une excitation complémentaire modulée, convenablement décalée. L'excitation totale de chaque circuit résulte de ces deux excitations et conserve toujours une valeur élevée, et, par conséquent,

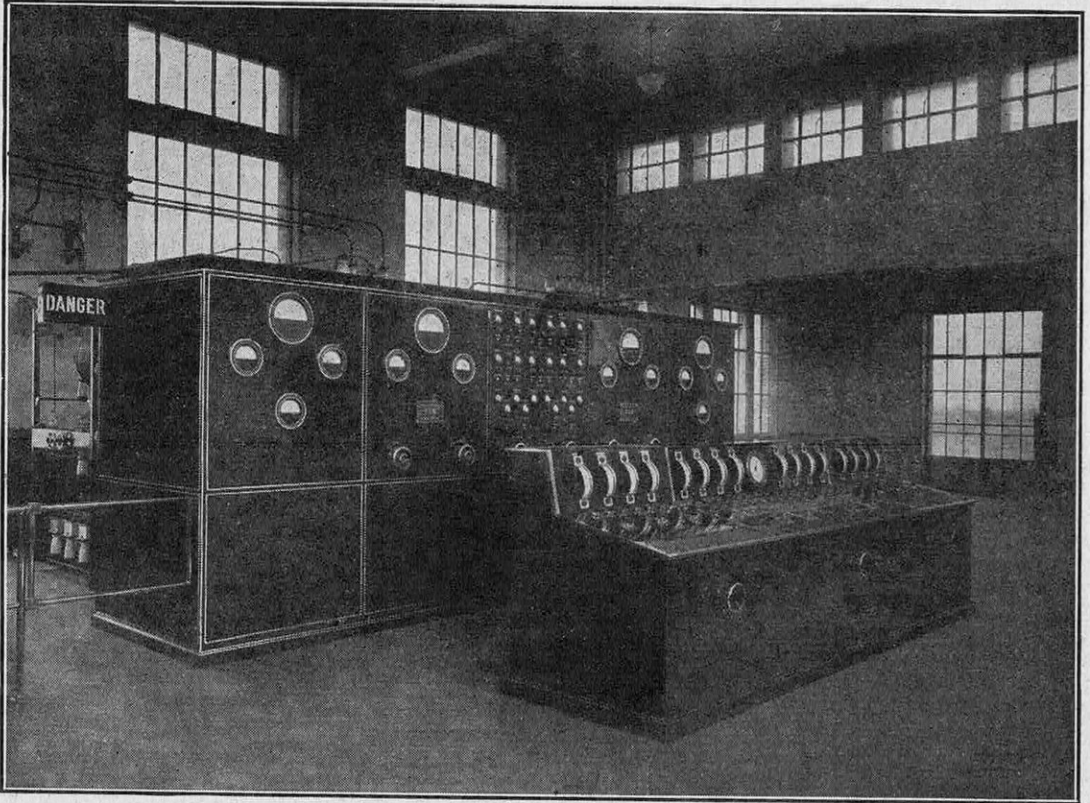


FIG. 3. — L'ÉMETTEUR ET SON PUPITRE DE COMMANDE ET DE CONTRÔLE

Grâce à des blocages automatiques, aucune fausse manœuvre n'est possible. Sur le pupitre se trouvent toutes les commandes nécessaires au fonctionnement de l'émetteur, et des lampes témoin permettent de contrôler à chaque instant les manœuvres effectuées et les couplages réalisés.

comme sens, il est évident que le courant résultant dans l'antenne, partie commune des deux circuits oscillants, sera nul. *Tout se passera comme si la résistance électrique de l'antenne était infinie.*

Si, au lieu d'opposer complètement les excitations des grilles, nous les décalons simplement, si nous les *déphasons* pour employer le terme exact, le courant résultant ne sera plus nul dans l'antenne, mais variera avec ce déphasage. *Tout se passera comme si la résistance de l'antenne variait.* On peut donc moduler l'émission en agissant sur le déphasage tout en maintenant l'excitation des grilles. D'où le nom de *modulation par*

le rendement obtenu est amélioré. En pratique, on arrive ainsi à une valeur variant de 60 à 65 %. Et ceci se traduit, pour un poste comme Radio-Paris, par une économie de 130 kilowatts sur l'énergie prise au réseau.

Les étages d'amplification. Les pupitres de contrôle

Les courants modulés doivent, évidemment, être considérablement amplifiés avant d'attaquer l'antenne. Ils le sont d'abord par deux étages intermédiaires dont le premier comporte quatre triodes de faible puissance (60 watts), et le second, quatre triodes à circulation d'eau de 10 kilowatts.

Vient ensuite l'étage de puissance. Il comporte, comme les étages intermédiaires, deux circuits symétriques comprenant chacun six triodes. Celles-ci sont disposées en deux tourelles, une pour chaque circuit, visibles sur la photographie figure 5.

Signalons enfin le pupitre de contrôle qui permet d'effectuer toutes les manœuvres nécessaires, sans qu'une erreur quelconque puisse risquer d'endommager la station grâce à des blocages automatiques.

Quelle est la portée d'une telle station ?

On se souvient des critiques qui ont été faites lors de la mise en service du nouveau poste Radio-Paris. Dans Paris même, son audition est un peu plus

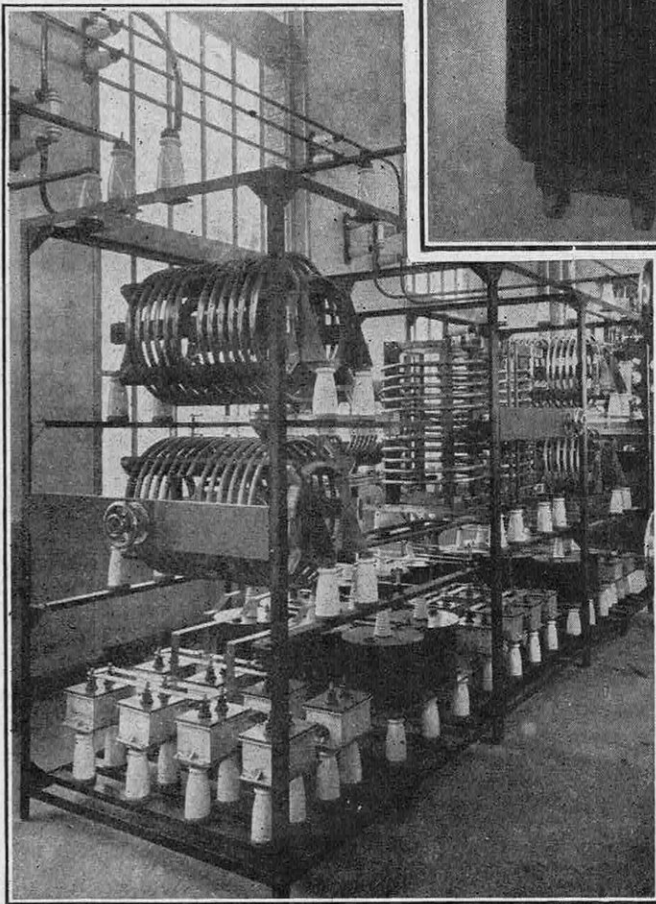


FIG. 4. — DERRIÈRE LE MEUBLE ÉMETTEUR SE TROUVENT LES DIVERS CIRCUITS OSCILLANTS DE LA STATION



FIG. 5. — VUE DE LA SALLE D'ÉMISSION, MONTRANT, DE L'AVANT À L'ARRIÈRE, LES REDRESSEURS À VAPEUR DE MERCURE, UNE PREMIÈRE TOURELLE DE PUISSANCE, LES CIRCUITS OSCILLANTS ET, TOUT AU FOND, LA DEUXIÈME TOURELLE DE L'ÉTAGE DE PUISSANCE

faible que celle de l'ancienne station de Clichy ; en province, notamment dans le Sud de la France, de nombreux auditeurs s'attendaient à une réception accrue dans le rapport des puissances émises et ont été déçus, car ils ne reçoivent qu'avec une intensité deux ou trois fois plus grande seulement qu'auparavant. Et, cependant, la puissance d'émission et l'énergie rayonnée sont bien conformes aux calculs.

D'autre part, certains auditeurs, comparant la réception de

nuit à celle qu'ils obtiennent d'émetteurs à ondes relativement courtes : 250-500 mètres, tels que Strasbourg, Toulouse, Rome et Prague, s'étonnent de la différence constatée.

Tout cela s'explique cependant fort simplement. Tout d'abord, il faut remarquer que, si la puissance rayonnée par le nouveau Radio-Paris est dix fois plus grande que celle de l'ancien poste de Clichy (70 kilowatts au lieu de 7 kilowatts), l'efficacité à distance n'est que la racine carrée de cette puissance. Il est donc normal que l'intensité d'audition ne soit que triplée. De plus, comme au voisinage d'une station, l'efficacité décroît très rapidement avec la distance, les Parisiens, beaucoup plus proches de Clichy que du poste de Saint-Rémy-l'Honoré (nouveau Radio-Paris) ont naturellement constaté un léger affaiblissement dans l'audition.

Par ailleurs, les conditions de propagation des ondes de 1.725 mètres de Radio-Paris et des ondes de l'ordre de 300 mètres, sont totalement différentes. Sur les graphiques (fig. 6) ont été tracées les courbes donnant l'affaiblissement, avec la distance, du champ créé par deux stations de 100 kilowatts de puissance, l'une émettant sur 1.725 mètres, l'autre sur 300 mètres. Ces courbes correspondent à un terrain peu boisé et en plaine.

De jour, l'intensité reçue est représentée par les courbes A et B. On voit que l'affaiblissement est beaucoup plus rapide pour les ondes de 300 mètres.

Mais, de nuit, tandis que la propagation de l'onde de 1.725 mètres est peu modifiée,

celle de l'onde de 300 mètres est puissamment renforcée (courbe C), à partir de 200 kilomètres, par suite de la réflexion des ondes hertziennes dans la haute atmosphère. A 600 kilomètres, le champ est quadruplé ; à 1.000 kilomètres, il est sept fois plus fort que pour les grandes ondes. Ainsi, la même cause, qui produit le *fading*, donne aux ondes courtes, la nuit, une très grande portée. Il est donc normal que des stations comme Rome ou Prague soient entendues, la nuit, à de grandes distances, avec plus de puissance que Radio-Paris.

Le nouveau « Poste Parisien » rentre, évidemment, dans la catégorie des stations à ondes relativement courtes (328 mètres). Nous ne parlons pas ici des stations à ondes courtes, au-dessous de 100 mètres. Il bénéficie donc de ce renforcement automatique à grande distance. C'est ainsi qu'il est très bien entendu en Turquie, en Norvège, au Maroc,

en Espagne, au Portugal, en Allemagne, en Pologne. La modulation a été reconnue en tous points excellente.

La France possède donc maintenant deux stations émettrices à portée internationale. Bientôt, elle en possédera un troisième : Radio-Toulouse. La technique de la radio-diffusion est, aujourd'hui, parvenue sinon à la perfection, du moins à un stade fort avancé dans cette voie. La télévision est en marche. L'expérience faite lors de l'inauguration du « Poste Parisien », entre Montrouge et les Champs-Élysées, a démontré les progrès réalisés dans ce domaine. L'avenir de la T. S. F. est encore immense.

J. MARCHAND.

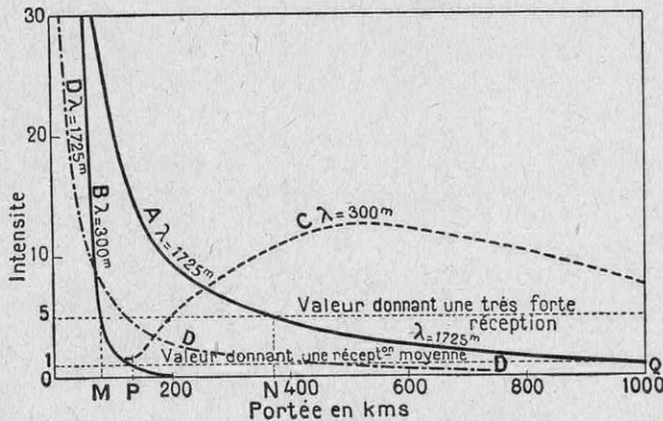


FIG. 6. — COURBES MONTRANT LES DIFFÉRENCES DE PORTÉES, DE JOUR ET DE NUIT, DES DEUX STATIONS DE 100 KILOMÈTRES, L'UNE ÉMETTANT SUR 1.725 MÈTRES DE LONGUEUR D'ONDE, L'AUTRE SUR 300 MÈTRES

Pour la station à ondes de 1.725 mètres (nouveau Radio-Paris), la courbe A est la même pour la portée de jour comme de nuit. On voit que l'intensité décroît tout d'abord rapidement en fonction de la distance. Au contraire, l'intensité correspondant au poste de 300 mètres de longueur d'onde varie considérablement du jour à la nuit. Pendant le jour (courbe B), elle devient pratiquement nulle à 200 kilomètres. Pendant la nuit (courbe C), elle se renforce, au contraire, à partir de 150 kilomètres et devient beaucoup plus forte que celle de la station à grandes ondes. C'est le cas du Poste Parisien, qui émet sur 328 mètres. La courbe D correspond à une station émettant sur 1.725 mètres, avec 7 kilowatts de puissance (cas de l'ancien Radio-Paris).

QUE NOUS APPORTERA L'EXPÉDITION L'« ANNÉE POLAIRE » 1932-1933 ?

La mission française arrive au Groenland

Par le lieutenant de vaisseau HABERT

CHEF DE LA MISSION FRANÇAISE DE L'« ANNÉE POLAIRE »

La mission française de l'« Année Polaire » internationale 1932-1933 arrive à Scoresby-Sund, sur la côte est du Groenland, où elle séjournera douze mois consécutifs, c'est-à-dire jusqu'au 1^{er} août 1933. Il y a cinquante ans, quatorze expéditions, organisées par douze nations différentes, opérèrent déjà dans les régions polaires, douze au nord, deux au sud, et c'est de cette époque que date le plus clair de nos connaissances sur le champ magnétique terrestre, la circulation atmosphérique, la répartition des aurores aux hautes latitudes. Cette année, vingt-quatre pays participent à l'effort scientifique qui va être ainsi accompli. De multiples stations d'observations (l'U.R.S.S. en équipe à elle seule soixante-neuf) vont, pendant un an, étudier, en liaison permanente, les nombreux problèmes qui leur sont posés par les savants, notamment les physiciens et les météorologistes. D'ailleurs, bien que portant le nom d'Année Polaire, cette croisade scientifique englobe, non seulement les régions arctiques et antarctiques de notre planète, mais aussi les zones équatoriales et tempérées. La terre entière sera couverte d'un réseau relativement serré d'observateurs. Les plus hautes personnalités ont apporté leur appui effectif à l'organisation de la mission française : notre éminent et regretté collaborateur le général Ferrié, l'ingénieur hydrographe général Fichot, nos collaborateurs actuels, le docteur Charcot, MM. Maurain, doyen de la Faculté des Sciences de Paris, Fabry, directeur de l'Institut d'Optique notamment. Parmi ces explorateurs, les physiciens seront représentés par M. Dauvillier, que nos lecteurs ont su apprécier ici, et qui a apporté à l'étude des aurores polaires une remarquable contribution (1) ; M. Jean Rothé et M. Tcherniakofsky, assistants aux Facultés des Sciences de Strasbourg et Montpellier. Cette expédition scientifique, organisée par presque tout l'univers, sera la plus importante tentative pour accroître nos connaissances en géophysique (2).

AFIN d'exciter la curiosité du grand public, on accrédite parfois une légende selon laquelle l'explication de tous les phénomènes géophysiques se trouverait dans les régions polaires : il suffirait d'aller arracher son énigme au sphinx embusqué dans les solitudes glacées pour qu'aussitôt fussent dévoilés tous les secrets du magnétisme terrestre et de la circulation atmosphérique, de l'aurore polaire comme des radiations pénétrantes. En faisant la part de l'exagération, et sans aller aussi loin, il convient, toutefois, de remarquer que les phénomènes géophysiques sont généralement, au voisinage des pôles, mieux caractérisés, partant, plus faciles à observer. En effet, l'axe du monde doit être, approximativement, un axe de symétrie pour les phénomènes géophysiques. On sait, en particulier, que c'est le cas pour les phénomènes magnétiques, le pôle magnétique se trouvant à une

distance relativement faible des pôles géographiques.

D'après les théories actuelles de Birkeland, Deslandres, Störmer, Villard, Dauvillier, la Terre subit un bombardement d'électrons émis par le Soleil. Les orbites électroniques, centrées sur l'axe magnétique du globe, agissent comme des circuits démagnétisants qui peuvent expliquer les variations du champ magnétique terrestre, ainsi que les aurores polaires (1).

On trouvera plus loin d'autres exemples de phénomènes géophysiques se reproduisant symétriquement autour du globe ; retenons pour l'instant que, pour observer ces phénomènes, il est bon de se rapprocher de l'axe du monde, leur axe de symétrie approximatif.

Conscients de cette nécessité, des explorateurs, au prix d'efforts souvent héroïques, et parfois tragiquement infructueux, ont parcouru le bassin polaire arctique et le

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 179, page 383.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 178, page 296.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 179, page 383.

continent antarctique. La face de la Terre nous a été ainsi presque entièrement dévoilée.

Cependant, si la géographie profite largement des voyages polaires, les phénomènes géophysiques, par contre, se laissent malaisément interpréter à partir d'observations isolées, dispersées dans le temps et dans l'espace : les observations géophysiques doivent être effectuées simultanément à la surface de la Terre entière.

C'est en se basant sur ce fait qu'en 1875, le lieutenant Karl Weyprecht, célèbre explorateur autrichien, compagnon de Payer dans la découverte de la Terre François-Joseph, conçut l'idée de la première année polaire : des observations concertées, effectuées pendant une année entière autour des pôles, étaient destinées à corriger le caractère fragmentaire des recherches individuelles.

Weyprecht mourut, mais son projet fut mis à exécution ; d'août 1882 à août 1883, quatorze expéditions, équipées par douze nations différentes, opérèrent dans les régions polaires : douze dans la zone arctique, deux dans l'Antarctique.

On connaît peu ce bel effort scientifique, cette remarquable coopération ; les entreprises collectives frappent moins l'imagination que les prouesses individuelles. C'est pourtant à l'année polaire 1882-1883, que nous devons l'essentiel de nos connaissances, en ce qui concerne, sous les hautes latitudes,

le champ magnétique, la circulation atmosphérique, la répartition des aurores polaires.

A l'appel de plusieurs organisations internationales et de corps savants de divers pays, une nouvelle année de recherches géophysiques concertées se placera en 1932-1933, cinquante ans après la première année polaire.

Du 1^{er} août 1932 au 31 août 1933, un réseau serré d'observatoires géophysiques couvrira la surface du globe : les observatoires des régions tempérées, déjà nombreux, seront renforcés, et surtout, leurs méthodes seront unifiées. Des stations d'observation seront créées dans les zones tropicale et équatoriale ; ainsi, la France envoie des observateurs au Congo et dans le Sahara. Enfin, les calottes polaires seront garnies de stations, presque toutes temporaires.

La zone antarctique avait été assez négligée en 1882-1883 : la France avait envoyé un navire de guerre, la *Romanche*, stationner à la Terre de Feu ; l'Allemagne avait fondé une station à la Géorgie du Sud. Ces deux stations effectuèrent d'excellentes observations, mais, forcément, trop isolées dans l'espace. La deuxième année polaire voulait faire mieux : de nombreux observateurs devaient être transportés à pied d'œuvre et ravitaillés dans les terres antarctiques par les navires chassant le phoque et la baleine dans ces parages. La mévente de l'huile contraignit les armateurs à désarmer

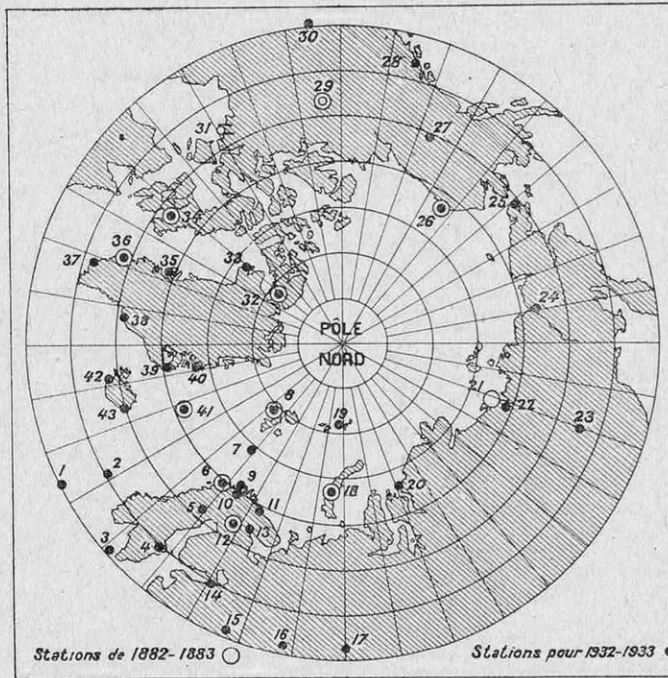


FIG. 1. — CARTE MONTRANT LA POSITION DES STATIONS D'OBSERVATION DE L'ANNÉE POLAIRE 1882-83 ET DE CELLES QUI SONT INSTALLÉES POUR L'ANNÉE POLAIRE 1932-33

1, Eskdalemaur ; 2, Lerwick ; 3, Rude Skov (Copenhague) ; 4, Lovo (Stockholm) ; 5, Abisko ; 6, Bossekop-Tromsø ; 7, Bear Island ; 8, Cap Thorsden ; 9, Hammerfest ; 10, Kautokeino ; 11, Petsamo ; 12, Sodankylä ; 13, Kandalakscha ; 14, Sloutzk ; 15, Koutchino ; 16, Kazan ; 17, Sverdlovsk ; 18, Malye Karmakauly, Matotschkin Schar ; 19, Iles François-Joseph ; 20, Dickson ; 21, Lena Mündung ; 22, Bouloun ; 23, Jakoutsk ; 24, Nishne Kolymsk ; 25, Ouelen ; 26, Point Barrow ; 27, Fairbanks ; 28, Sitka ; 29, Fort Rae ; 30, Meanook ; 31, Chesterfield ; 32, Lady Franklin Bay ; 33, Cap York (Thule) ; 34, Kingua Fjord ; 35, Godhavn ; 36, Godthaab ; 37, Ivigtut ; 38, Angmagssalik ; 39, Scoresby-Sund ; 40, Myggebukta ; 41, Jam Mayen ; 42, Reykjavik ; 43, Seyðisfjord.

leurs bateaux ou à leur trouver d'autres emplois ; ainsi les observations seront, malheureusement, rares dans l'antarctique déserté.

La zone boréale, en 1882-1883, avait été garnie de douze stations. En 1932-1933, le nombre des observations sera beaucoup plus grand : de nombreux postes météorologiques permanents fonctionnent dans les régions arctiques ; d'autres seront créés pour la circonstance : ainsi, l'U. R. S. S. projette l'installation de soixante-neuf stations en Russie et Sibérie (cet effort considérable entre dans le cadre du plan quinquennal).

Mais, si l'on mentionne seulement les stations devant effectuer, au nord du cercle polaire arctique, des observations géophysiques complètes, elles sont au nombre de vingt-quatre.

La France s'est chargée de l'installation d'une de celles-ci, sur la côte est du Groenland, au Scoresby-Sund.

Nous allons examiner quelles seront les observations et les mesures que la mission française du Scoresby-Sund aura à effectuer ainsi que les moyens dont elle disposera à cet effet.

Comment on étudiera le champ magnétique terrestre

Le champ magnétique terrestre est représenté, en chaque point de la surface terrestre, par un vecteur, c'est-à-dire une grandeur et une direction, déterminé par trois facteurs (paramètres). On choisit généralement comme paramètres à mesurer la déclinaison (angle du plan vertical contenant le champ et du méridien géographique), l'inclinaison (angle du champ

avec l'horizontale) et la composante horizontale du champ. Au Scoresby-Sund, la déclinaison et la composante horizontale du champ seront mesurées à l'aide de la classique théodolite magnétique. Pour la mesure de

l'inclinaison, l'on utilisera, concurremment, la boussole d'inclinaison et l'inclinomètre à induction.

L'origine du champ magnétique terrestre est inexpliquée, non moins que ses variations. Ce deuxième problème semble troubler les savants sensiblement plus que le premier. Tant il est vrai que les variations du monde sont plus intéressantes que son existence même.

On installera, au Scoresby-Sund, des « variomètres », enregistrant, de façon continue, les variations des trois paramètres (déclinaison, composante horizontale et composante verticale du champ). L'élément sensible de chaque variomètre est un petit aimant portant un miroir ; un rayon lumineux, réfléchi sur le miroir, inscrit sur un papier photographique les variations de l'élément à mesurer.

Les aurores polaires

On considère généralement les aurores polaires et les variations du champ magnétique terrestre comme étroitement liées. Les variations

de grande amplitude, ou orages magnétiques, seraient dues, en grande partie, à l'arrivée, au voisinage de la Terre, de particules électrisées émises par le Soleil (1). Les rayons des aurores seraient la trace des trajectoires de ces particules dans le milieu ionisé de la haute atmosphère. Pour certains

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 179, page 383.



FIG. 2. — CARTE DU GROENLAND MONTRANT, INDIQUÉE PAR UN POINT NOIR, LA POSITION DE LA STATION DE SCORESBY-SUND QUE LA FRANCE S'EST CHARGÉE D'INSTALLER

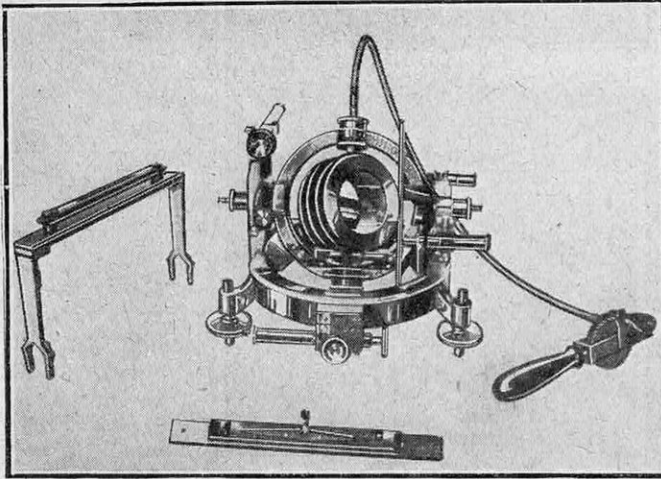


FIG. 3. — INCLINOMÈTRE A INDUCTION, DE SCHULZE, UTILISÉ PAR LA MISSION DE L'ANNÉE POLAIRE, POUR MESURER L'INCLINAISON DU CHAMP MAGNÉTIQUE TERRESTRE. Une bobine tourne autour d'un axe situé dans le plan des spires. Son axe peut prendre une direction quelconque dans l'espace. Lorsque l'axe est dans la direction du champ magnétique, aucun courant induit ne circule dans la bobine lorsqu'on fait tourner celle-ci. Dans le cas contraire, la bobine est le siège d'un courant induit que l'on mesure à l'aide d'un galvanomètre placé dans le circuit de la bobine. En réglant la position de l'axe pour que le galvanomètre reste au repos, sa position, repérée sur un centre gradué, donne l'inclinaison du champ magnétique.

auteurs même, les jours où la variation diurne du champ terrestre disparaît sont ceux où la couronne aurorale ou couronne de Nordenskjöld n'apparaît pas.

D'après la carte de fréquence aurorale (Fritz), le Scoresby-Sund se trouve un peu au nord de la zone de fréquence maximum du phénomène. La mission française sera donc bien placée pour contribuer à l'étude synoptique des aurores. Et ce ne sera pas un des moindres résultats de l'année polaire que de déterminer si les aurores sont simultanées tout autour du globe, et comment leurs phases sont en relation avec celles des variations du magnétisme terrestre.

Les observations ne doivent pas être exclusivement synoptiques ; on mesurera la hauteur des aurores en les photographiant des extrémités d'une base téléométrique, longue de plusieurs dizaines de kilomètres. L'altitude du bord inférieur net des ares auroraux est de 100 kilomètres environ.

Des observations photographiques et spectrographiques compléteront le programme d'étude des aurores prévu pour la station du Scoresby-Sund.

Les courants telluriques

Des courants électriques faibles et variables parcourent le sol : ce sont les courants telluriques. Le champ magnétique variable qu'ils produisent, se compose avec le champ terrestre dont il peut expliquer les variations (Bosler). Mais quelle est la source des courants telluriques ? Ne sont-ils pas des courants de Foucault induits dans le sol par les variations de la composante verticale du champ terrestre ? Cela revient à permuter la cause et l'effet, sans rien expliquer. L'explication est d'autant plus délicate que les données expérimentales sont rares à la surface du globe, et souvent incertaines : elles sont souvent entachées d'erreurs imputables aux courants vagabonds provenant d'installations industrielles voisines.

Pour les étudier systématiquement, on établira, au Scoresby-Sund, deux lignes de courants telluriques, l'une orientée nord-

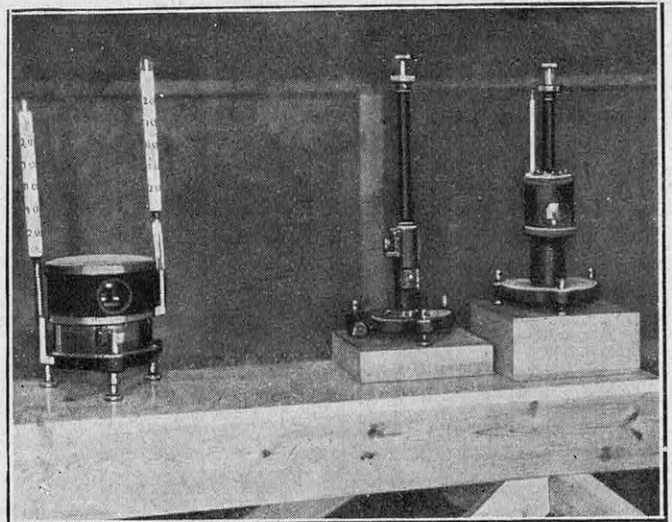


FIG. 4. — JEUX DE « VARIOMÈTRES » SERVANT A MESURER LES VARIATIONS DU CHAMP MAGNÉTIQUE TERRESTRE. On distingue, de gauche à droite, les appareils servant respectivement à mesurer les variations de : la composante verticale, la déclinaison, la composante horizontale.

sud, l'autre, est-ouest. Cette installation est, théoriquement, très simple : chaque ligne se compose de deux prises de terre, distantes de 1 kilomètre au moins, réunies par un fil conducteur parfaitement isolé du sol ; un galvanomètre enregistreur est placé dans le circuit. Dans nos régions, l'ordre de grandeur de la tension des courants à mesurer est de l'ordre de $0 \text{ v } 20$ par kilomètre.

Le champ électrique terrestre. Quelle est sa nature ?

On peut considérer la Terre comme l'armature interne d'un condensateur sphérique dont l'armature externe est constituée par la couche ionisée conductrice où se produisent les aurores polaires. Entre les armatures de ce condensateur existe un champ électrique dérivant d'un potentiel ; ce champ électrique intense, qui passionna les physiciens du XVIII^e siècle, n'a pas fait l'objet d'études très poussées. Au voisinage du sol, le champ

électrique est de 100 à 150 volts par mètre, dans nos régions. On a trouvé des valeurs plus fortes dans les régions polaires.

Si le champ électrique, comme les autres grandeurs géophysiques, est symétrique par rapport à l'axe du globe, il présente ce caractère particulier de subir une variation diurne, très notable, indépendante du temps local : le maximum se place vers 18 heures (Greenwich), et le minimum, vers 4 heures.

Au Scoresby-Sund, on mesurera, de façon continue, le champ électrique terrestre, au

moyen de deux électromètres à quadrants enregistreurs, du type *Benndorff*. L'armature mobile de l'électromètre est réunie à une antenne, parfaitement isolée, située à 2 m du sol. L'antenne est maintenue constamment au potentiel de l'air environnant, grâce à une « prise de potentiel » radioactive ; la matière radioactive (*ionium*) rend l'air

conducteur par ionisation, au voisinage immédiat de l'antenne, qui se trouve ainsi constamment au potentiel ambiant.

Reprenons le condensateur sphérique, dont l'armature interne est la Terre. L'atmosphère constitue, pour ce condensateur, un diélectrique très imparfait, dont la fuite laisserait disparaître la charge négative du globe en quelques minutes, si un apport continu et mal expliqué d'électricité ne venait compenser cette fuite.

La conductibilité électrique de l'air

La conductibilité de l'air atmosphérique

est due à la présence de particules matérielles, appelées ions (1), se déplaçant sous l'action du champ électrique, en transportant des charges d'électricité positives et négatives. Il en résulte un « courant vertical », dont la valeur moyenne est $2,2 \times 10^{-6}$ ampères par kilomètre carré, soit, environ, 1 ampère pour la surface totale de la France.

La conductibilité et l'ionisation de l'atmosphère se mesurent en faisant passer un courant d'air entre les deux armatures d'un

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

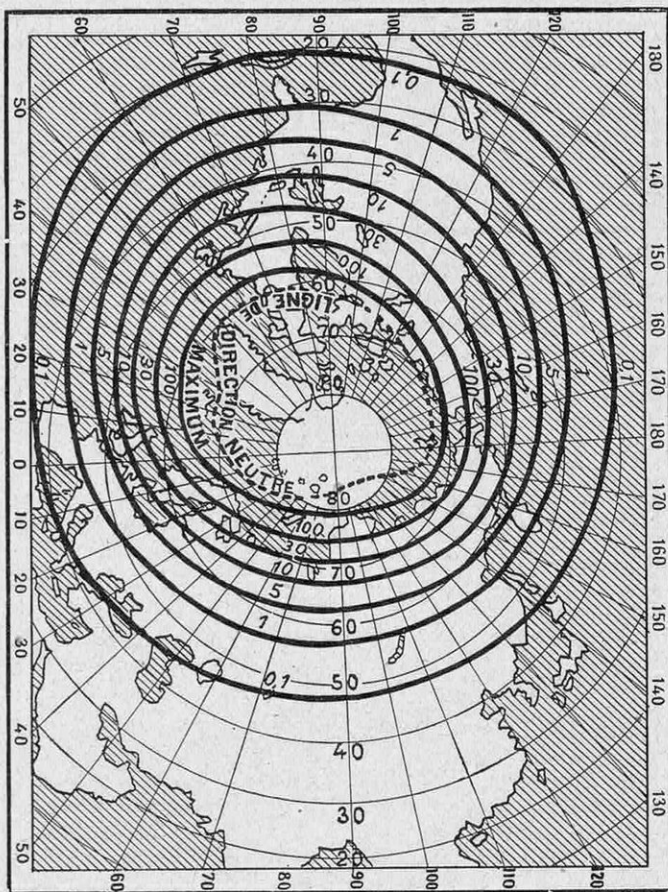


FIG. 5. — CARTE DONNANT LES LIGNES D'EGALE FRÉQUENCE ANNUELLE DES AURORES POLAIRES

La station de Scoresby-Sund se trouve un peu au nord de la zone de fréquence maximum du phénomène. La mission française de l'« Année Polaire » est donc bien placée pour l'étudier.

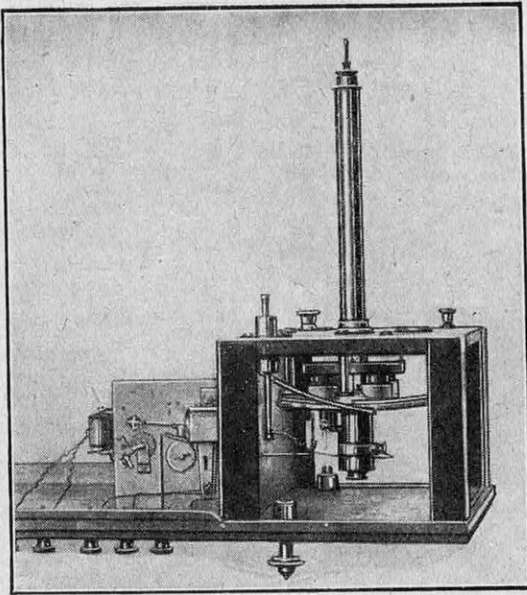


FIG. 6. — ÉLECTROMÈTRE ENREGISTREUR A QUADRANTS DE BENNDORFF

On distingue, à droite, l'électromètre proprement dit (électromètre à quadrants). A gauche, le mécanisme d'enregistrement de l'appareil.

condensateur cylindrique dont on observe la durée de décharge au moyen d'un électromètre dérivé du classique électromètre à feuilles d'or (appareils de Gerdien et d'Ebert). Ces méthodes seront employées au Scoresby-Sund.

Les causes de l'ionisation de l'air sont variées. En dehors de la « vase » atmosphérique des villes, où les sources d'ions sont complexes, les substances radioactives du sol produisent une ionisation continue. Pour éliminer cette influence locale, on se place sur la mer ou sur un glacier. Lorsque toute cause d'ionisation terrestre a disparu, on observe encore qu'un gaz en vase clos est rendu conducteur par ionisation. Les causes de cette ionisation ont été appelées radiation pénétrante, ou rayons cosmiques, à cause du grand pouvoir de pénétration et de l'origine extra-terrestre de ces radiations (1).

Les rayons cosmiques seront observés, au Scoresby-Sund, à l'aide de l'électromètre de Kolhorster, montée sur une chambre d'ionisation pleine de gaz argon (peu pénétrable à cause de son grand poids atomique) comprimé à 100 atmosphères. Des expériences seront tentées sur l'« inlandsis groenlandais » (la grande épaisseur du glacier assure une

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 170, page 89.

protection efficace contre l'influence radioactive des roches sous-jacentes) et sur les sommets de 2.000 mètres d'altitude voisins de la station.

Le bombardement électronique de la haute atmosphère produit une polymérisation des gaz qui explique la présence de l'ozone dans l'air. Cet ozone sera dosé, au Scoresby-Sund, par un procédé chimique.

Comment on mesure la distance des couches ionisées de la haute atmosphère

A 80 kilomètres d'altitude, l'air est aussi conducteur que l'eau de mer, par suite de la forte ionisation due aux rayons cosmiques et du grand parcours libre des ions et des électrons (de l'ordre du centimètre), à cause de la raréfaction de l'air. A 100 kilomètres, le bombardement électronique produit l'aurore polaire et extrapolaire, et nous nous trouvons dans la couche ionisée de *Kennelly-Heaviside*. A 250 kilomètres, les rayons ultraviolets solaires sont une nouvelle cause d'ionisation, dans l'hémisphère éclairée.

On sait comment ces couches ionisées expliquent la propagation des ondes radio-électriques autour du globe ; les ondes se réfléchissent successivement entre la surface du sol et la couche ionisée, sans pouvoir sortir de cette cage aux parois conductrices. On évalue la distance des couches ionisées en mesurant l'intervalle de temps qui sépare

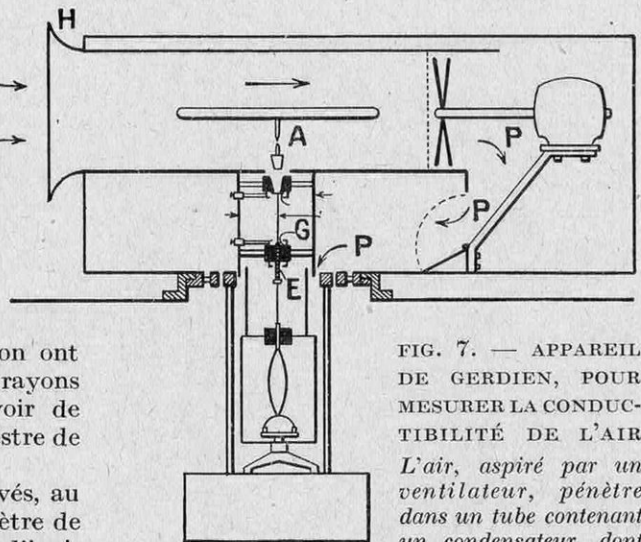


FIG. 7. — APPAREIL DE GERDIEN, POUR MESURER LA CONDUCTIBILITÉ DE L'AIR

L'air, aspiré par un ventilateur, pénètre dans un tube contenant un condensateur, dont

A et H constituent les armatures interne et externe, en suivant le chemin indiqué par les flèches P. Les charges sont transmises en E à l'électromètre Wolf, c'est-à-dire un genre d'électroscope où les feuilles d'or classiques sont remplacées par deux fils très s'écartant plus ou moins sous l'effet de la charge électrique de l'air.

un signal bref de son écho. Cet intervalle étant de l'ordre de 1/1.000 de seconde, on reçoit le signal et son écho sur un galvanomètre à très faible inertie et à grand amortissement : c'est l'oscillographe *Blondel*.

Un poste d'émission de 500 watts sera placé à la station principale du Scoresby-Sund. Une station auxiliaire, distante de 5 kilomètres de la première, sera munie d'un poste récepteur de T. S. F. et d'un oscillographe *Blondel*.

Que deviennent les couches ionisées pendant la nuit polaire ? On l'ignore. Comment se fait alors la propagation des ondes radioélectriques ? Pour essayer de le déterminer quantitativement, des postes émetteurs de T. S. F., situés dans la zone tempérée, en France, en Angleterre, au Japon, émettront des signaux :



FIG. 8. — ABRI MÉTÉOROLOGIQUE SPÉCIALEMENT AMÉNAGÉ POUR LES PAYS FROIDS
Les volets latéraux servent à préserver les appareils météorologiques, contenus dans cet abri, contre la neige.

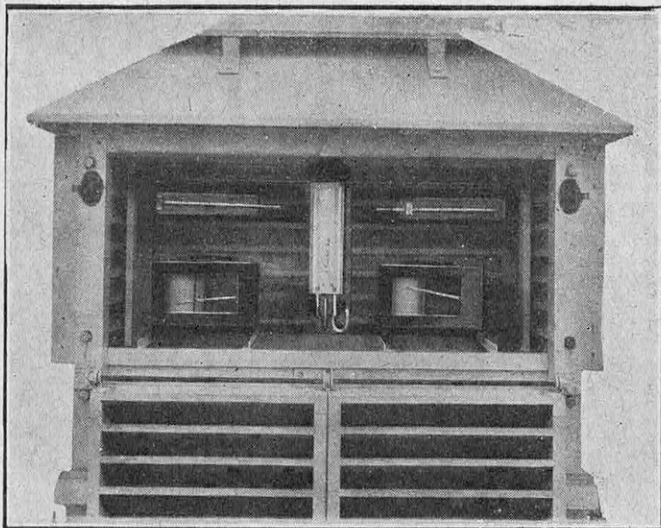


FIG. 9. — LE MÊME ABRI, OUVERT, LAISSE VOIR LES APPAREILS ENREGISTREURS

On voit, en haut, les deux thermomètres, l'un à minimum, l'autre à maximum. En bas, se trouvent le thermomètre et l'hygromètre enregistreurs. Au milieu, le psychromètre.

au Scoresby-Sund, on mesurera, à l'aide de récepteurs spéciaux, l'énergie reçue.

Qu'est-ce que les parasites atmosphériques ?

En outre, on enregistrera de façon continue le nombre de parasites atmosphériques reçus au Scoresby-Sund. Ces parasites, bien connus et maudits de tous les amateurs de T. S. F., constituent un phénomène naturel des plus intéressants. Ils sont d'autant plus nombreux que la propagation des ondes radioélectriques est meilleure. Que deviennent-ils au voisinage du pôle ?

Avec l'observation des parasites atmosphériques, nous entrons dans le domaine de la météorologie, qui pourrait être définie — en prenant garde que toute définition est schématique et limitative — l'étude des phénomènes de la troposphère (1).

Il faut donc, en nous excusant d'allonger encore cette énumération de phénomènes, décrire ceux qui caractérisent la troposphère ; dans les couches basses de l'atmosphère, la température de l'air décroît un peu moins vite que celle d'une masse d'air qui se détendrait adiabatiquement en s'élevant ; s'il n'en était ainsi, la masse d'air en question s'éleverait sans cesse ; il n'y aurait pas d'équilibre possible. A partir d'une altitude d'une

(1) La troposphère est la couche atmosphérique en contact avec le sol et dont l'épaisseur est d'environ 11 kilomètres.

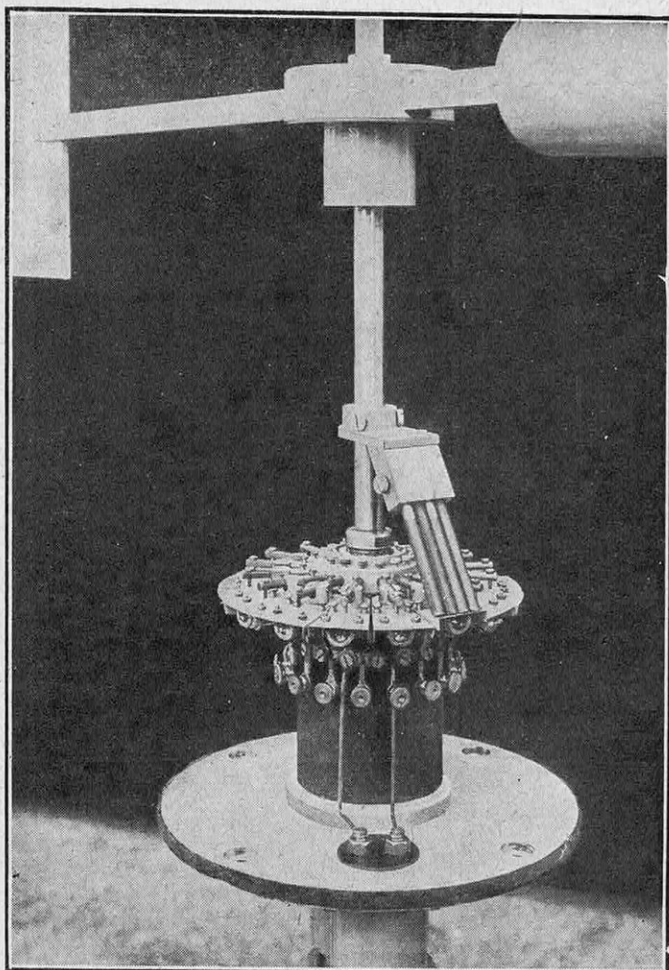


FIG. 10. — GIROUETTE ENREGISTREUSE ÉTABLIE SPÉCIALEMENT POUR QUE L'ON PUISSE OBSERVER ET ENREGISTRER LA DIRECTION DU VENT DANS LES PAYS FROIDS. La partie inférieure, découverte, laisse voir le mécanisme.

dizaine de kilomètres, l'équilibre adiabatique fait place à un équilibre sensiblement isotherme. La surface de discontinuité séparant les deux couches d'équilibres différents a reçu le nom de tropopause. La couche inférieure est la troposphère, la couche supérieure, la stratosphère.

Au Scoresby-Sund, on mesurera la variation de la température en altitude et l'on déterminera, le plus fréquemment possible, notamment pendant la nuit polaire, l'épaisseur de la troposphère. On utilisera, pour ces sondages météorologiques, des cerfs-volants et des radiosondes. Les cerfs-volants, par des

circonstances favorables, ne dépassent guère l'altitude de 6.000 mètres et n'atteignent donc pas la tropopause. Les radiosondes, au contraire, constituent un moyen d'investigation aussi puissant qu'ingénieux. Le principe de ces appareils est le suivant : un ballon de quelques kilogrammes de force ascensionnelle enlève les appareils de mesure, baromètre et thermomètre, et un minuscule poste émetteur de T. S. F. Un contact mobile parcourt l'angle compris entre l'aiguille du baromètre et un contact fixe, l'aiguille du thermomètre et un contact fixe ; ces angles sont mesurés par le nombre des modulations du poste émetteur comprises respectivement entre une aiguille et un contact. Un poste récepteur enregistre au sol le nombre des modulations.

Nous voici de retour au sol. On y observera, pendant l'année polaire, les éléments météorologiques, avec lesquels nous sommes trop familiarisés pour qu'il soit nécessaire d'y insister : pression, direction et force du vent, température et humidité de l'air. Des mesures d'actinométrie permettront d'évaluer la quantité d'énergie solaire reçue.

Aux observations locales de la station du Scoresby-Sund se joindront diverses études, en relations plus ou moins lointaines

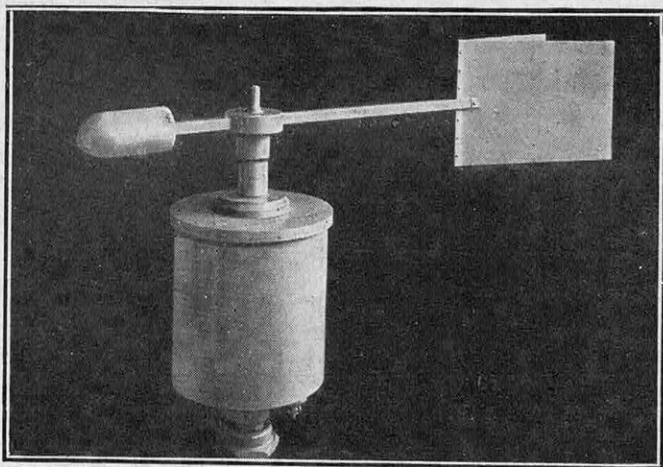


FIG. 11. — VOICI LA MÊME GIROUETTE ENREGISTREUSE, AVEC SON MÉCANISME ENFERMÉ DANS SON ENVELOPPE

avec les phénomènes d'intérêt général énumérés plus haut. Le levé hydrographique de la cote sera complété. Des observations océanographiques seront effectuées. Des recherches géologiques et biologiques, enfin, s'ajouteront au programme de travaux de la mission.

Pour atteindre son but, la mission française a besoin d'hommes, de bateaux, de matériel ; ces besoins dépassent de beaucoup les moyens financiers officiellement mis à sa disposition.

Heureusement, la marine nationale prête à la mission un large et indispensable concours : des officiers de marine et des marins sont affectés à la mission. Deux navires, le *Pourquoi-Pas ?* et le *Pollux*, sont armés pour transporter, de France au Groenland, le personnel et le matériel. Des instruments scientifiques, du matériel radioélectrique, de l'outillage sont prêtés par la marine à l'expédition.

La région du Scoresby-Sund, où s'installera la mission, est des plus inhospitalières. Le climat y est très rigoureux. L'accès de la côte est interdit pendant onze mois de l'année par les glaces en dérive.

La mission devra, en conséquence, emporter tout le matériel nécessaire à sa subsistance et à l'accomplissement de ses travaux : vivres, vêtements, armes, embarcations, moyens de locomotions terrestres, combustibles, groupes électrogènes, matériel de T. S. F., matériel photographique, etc.

Les voyages d'exploration sur la côte et

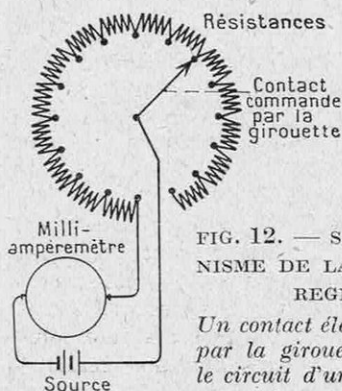


FIG. 12. — SCHÉMA DU MÉCANISME DE LA GIROUETTE ENREGISTREUSE

Un contact électrique, commandé par la girouette, intercale, dans le circuit d'un milliampèremètre enregistreur, une résistance variable, provoquant, par suite, une variation de l'intensité du courant enregistré.

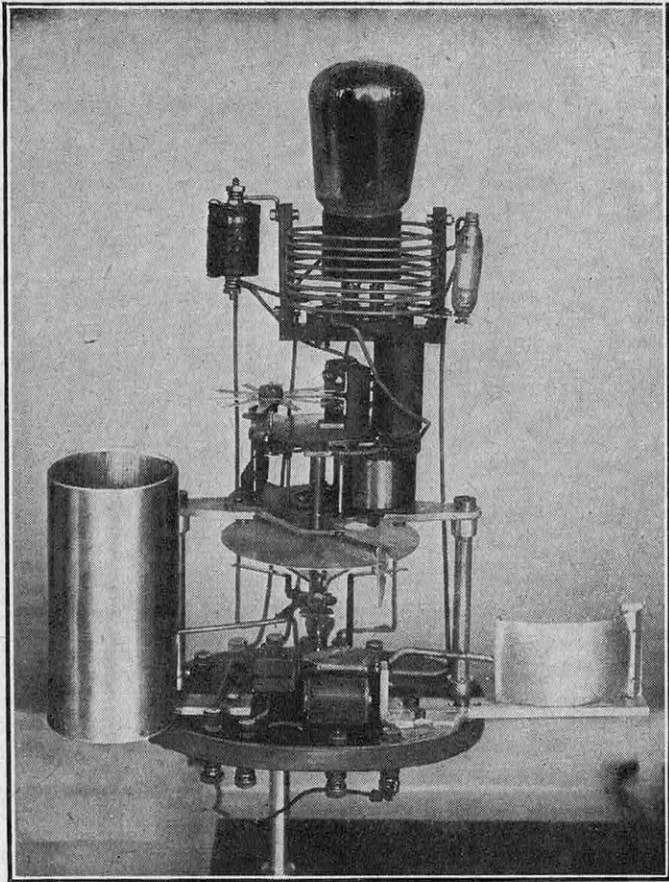


FIG. 13. — ÉMETTEUR POUR RADIOSONDAGES MÉTÉOROLOGIQUES

Cet appareil, enlevé par un ballon, mesure la pression et la température ; ces quantités sont transmises par un petit poste émetteur de T. S. F. On distingue, à droite, le baromètre ; à gauche, le thermomètre ; en haut, le poste de T. S. F.

dans l'intérieur seront facilités par l'emploi de tracteurs et de chaloupes à moteurs.

A quoi bon tout cet effort ? diront les sceptiques. Est-il vraiment nécessaire de savoir qu'à des milliers de mètres au-dessus de nos têtes s'étendent des couches d'air raréfié où circulent des charges électriques ? De savoir ce que deviennent ces mystérieuses voûtes au-dessus des régions polaires ?

Ces connaissances sont indispensables aux sociétés civilisées. Les notions les plus abstraites ont des répercussions insoupçonnées sur la vie quotidienne des individus. Et n'est-ce pas justement parce que la marine, plus peut-être que tout autre corps social, sait ce qu'elle doit à la science, parce qu'elle sait que tout arrêt de la science marquerait pour elle un recul qu'elle porte un intérêt tellement efficient à des recherches spéculatives ?

J. HABERT.

L'ÉLECTROLYSE DU LATEX TRANSFORMERA-T-ELLE L'INDUSTRIE DU CAOUTCHOUC ?

Par Paul BARY

La transformation en caoutchouc du latex qui s'écoule des saignées faites à l'hevéa exige de multiples opérations (1). Il faut, en effet, le coaguler au moyen d'un acide, le laminer, égoutter et sécher les « feuilles » obtenues dans une atmosphère de fumée avant de les expédier vers les manufactures, qui incorporeront à cette matière première les éléments conférant aux objets fabriqués la résistance et la durée nécessaires (vulcanisation). Une méthode nouvelle, basée sur un phénomène électrochimique, vient d'entrer dans la pratique industrielle, c'est celle de l'électrolyse du caoutchouc, ou, plus exactement, de l'« électrophorèse » du latex, c'est-à-dire de la décomposition, par le courant électrique, du latex lui-même. Les granules du caoutchouc se déposent sur l'anode (électrode positive). Longtemps, ce procédé se heurta à des difficultés inhérentes à la constitution colloïdale du latex (2). C'est à l'Anglais Williams que revient l'honneur d'en avoir surmonté la plupart. On peut, d'ailleurs, incorporer directement au latex électrolysé les corps faisant habituellement partie des mélanges industriels, de sorte que la gomme déposée contient les éléments nécessaires à sa vulcanisation ultérieure et présente la teinte et les propriétés élastiques désirées. L'excellente qualité des caoutchoucs ainsi obtenus, avec des moyens en réalité fort simples, permettent d'entrevoir, pour cette jeune industrie, un avenir prospère. C'est là une nouvelle application de l'électrochimie, qui, dans de nombreux domaines industriels, a transformé les procédés de fabrication depuis les produits chimiques jusqu'aux produits métallurgiques.

Le caoutchouc, dans le latex, porte des charges électriques négatives

L'ÉLECTROLYSE du caoutchouc, ou, plus exactement, l'électrophorèse du latex (3), est un phénomène essentiellement différent de l'électrolyse d'un sel métallique, bien que les principes généraux qui régissent les deux phénomènes soient les mêmes. Les opérations portent, en effet, sur deux genres de liquides de constitutions totalement différentes : *solution* d'une part, *émulsion* de l'autre.

On sait que les latex sont des liquides organiques végétaux qui existent dans de nombreuses plantes et qui doivent leur nom à leur ressemblance complète avec les laits de provenance animale.

Ce sont des liquides complexes à l'état

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 108, page 461.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 146, page 119.

(3) L'électrolyse est le nom général donné à la séparation, par le courant électrique, des diverses parties des composés chimiques contenus dans la solution soumise au courant. L'électrophorèse est le nom réservé spécialement à l'effet produit par le courant électrique dans les liquides contenant des matières colloïdales. Nous expliquons plus loin, comment ces deux phénomènes ne diffèrent que par le résultat apparent qu'ils fournissent et sont complètement analogues.

d'émulsion ; ils sont formés de deux substances au moins, insolubles l'une dans l'autre, l'une d'elles étant dispersée en petites gouttelettes très fines en suspension dans un liquide aqueux. Alors que, dans les laits animaux, la partie dispersée en gouttes est constituée par des matières grasses qui forment le beurre par leur agglomération, les laits ou latex végétaux contiennent une partie dispersée, formée par un mélange de composés chimiques, appelés hydrocarbures, et de résines.

Dans le cas des latex de caoutchouc, les gouttelettes sont formées par le caoutchouc lui-même, additionné de quantités plus ou moins grandes de résines, suivant l'espèce botanique de la plante d'origine, son âge, son mode de culture et le climat du pays de production (fig. 1, 2, 3, 4).

Le liquide dans lequel les granules sont dispersés est une solution contenant des sels minéraux en petites quantités, des sucres et des protéines ; ces protéines sont des matières colloïdales (1), qui épaississent la solution et donnent à l'émulsion une certaine stabilité.

Des observations assez récentes, faites à

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 146, page 119.

l'ultramicroscope, ont permis de fixer avec certitude la constitution des granules du latex. Dans le cas du latex d'hévéa, par exemple, on peut représenter chaque granule, qui, dans ce cas, est généralement piriforme, par une sorte de sac, formé d'une membrane *b* (fig. 5), de caoutchouc élastique, recouvert d'une enveloppe de matières protéiques *c* et contenant à l'intérieur le caoutchouc *a*, à l'état pâteux, plus ou moins épais, quelquefois presque solide.

La couche extérieure de protéines est le siège de l'électrisation des granules. C'est un fait observé, en effet, depuis les expériences de Victor Henri (1906), que les granules de caoutchouc du latex portent une charge électrique négative nécessaire à la stabilité de l'émulsion.

Voici quelle est l'origine de cette charge.

Les protéines, en général, et, en particulier, celles du latex, sont des substances qui, normalement, ou par dissolution dans l'eau pure, sont légèrement acides. Si l'on ajoute à la solution une petite quantité de soude ou d'ammoniaque, une partie de la substance alcaline se combine à la protéine en donnant un protéinate de soude ou d'ammoniaque. On a alors un sel organique dissociable dans l'eau et donnant des ions sodium (par exemple) et des ions protéine, qui portent respectivement des charges électriques positive et négative.

Pour que cette condition soit remplie, il est nécessaire que le latex soit légèrement alcalin, c'est-à-dire qu'une partie au moins

de l'acidité naturelle de la protéine soit compensée par une alcalinité du liquide environnant. Mais, comme l'on sait que les latex ne peuvent subsister sous la forme d'émulsion que lorsqu'il en est ainsi, puisque toute trace d'acidité produit la coagulation, on en doit conclure que la couche de protéinate adhérente à l'enveloppe extérieure des granules est dissociée par l'eau dans laquelle

les ions positifs de sodium sont libérés, alors que les ions négatifs de protéine, restant adhérents à la surface des granules, donnent à ceux-ci une enveloppe de charges négatives.

Comment s'effectue l'électrophorèse du latex

Considérons, sur la figure 6, un granule *G* entouré de son enveloppe de protéinate de sodium; cette dernière est dissociée et fournit, dans le liquide, une certaine quantité d'ions positifs de sodium, en même nombre que les charges

négatives de la protéine adhérente au granule. Si, dans ce milieu, on fait passer un courant électrique, les ions positifs sont entraînés dans le sens de la flèche et les ions négatifs en sens inverse. C'est ce qui se passe dans tout milieu électrolytique.

La seule différence est que l'ion négatif est beaucoup plus gros qu'un ion ordinaire, puisque c'est tout le granule *G* considéré, qui porte des charges multiples, alors que les charges équivalentes de signe inverse sont réparties sur un nombre d'ions beaucoup plus grand, mais d'un poids total bien moindre.

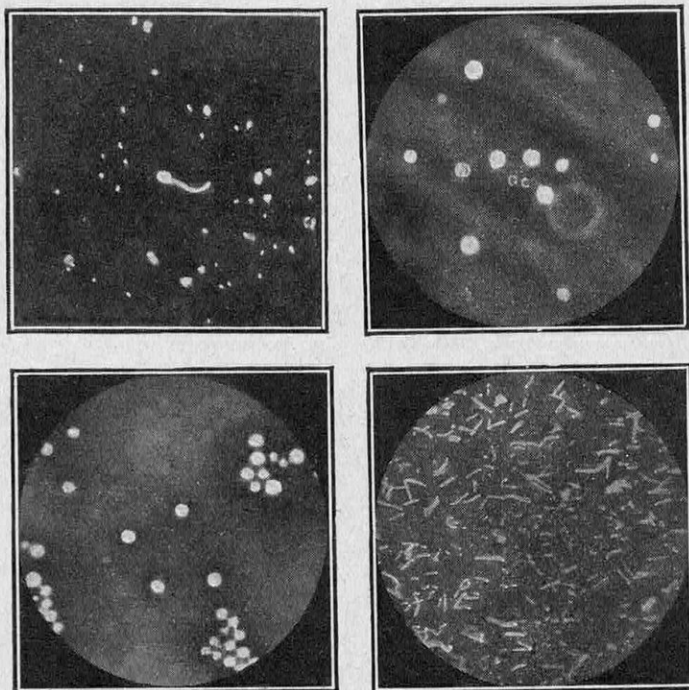


FIG. 1, 2, 3, 4. — PHOTOMICROGRAPHIES MONTRANT LES DIFFÉRENCES DE FORMES ET D'ASPECT DES PARTICULES DES DIFFÉRENTS LATEX

En haut, à gauche, latex d'hévéa; à droite, le latex de ficus elastica; en bas, à gauche, latex de castilloa elastica; à droite, latex de manibot glaziovii. On voit sur ces microphotographies les particules qui constituent le caoutchouc en suspension dans le latex. Leur forme et leur manière de se grouper varient suivant la plante d'où elles proviennent et dépendent, également, de la nature plus ou moins solide de leur enveloppe.

Dans les suspensions telles que le latex, le liquide suspenseur n'est jamais que faiblement minéralisé, c'est-à-dire que les ions simples provenant de la dissociation des sels minéraux ne sont qu'en petit nombre, et que la conductibilité générale du système est faible. Pour obtenir un effet d'électrophorèse appréciable, il faut donc opérer avec des tensions relativement grandes par rapport à celles utilisées en galvanoplastie ; par exemple, au lieu des 4 ou 6 volts employés dans ce cas, on est amené à utiliser 60 et 100 volts, ou plus, suivant les conditions chimiques du milieu liquide.

Par contre, la quantité en poids de granules déposés sur l'électrode positive est considérablement plus importante que celle des ions de signe inverse.

Dans le cas de l'électrolyse d'une solution de sulfate de cuivre, un courant de 1 ampère pendant une heure permettra de déposer environ 120 grammes de cuivre métallique. Dans le cas de l'électrophorèse du latex, les choses se passent différemment, puisque le poids du caoutchouc contenu dans le granule n'a pas de rapport direct avec les charges superficielles qu'il porte. Les mesures faites au microscope sur les plus petits granules de caoutchouc montrent que leur diamètre moyen

est de 1 micron ($1/1.000^{\text{e}}$ de millimètre) ; leur poids est donc d'environ 1×10^{-16} grammes, alors qu'un ion de cuivre ne pèse que 1×10^{-22} grammes. Les granules de caoutchouc sont donc, en moyenne, 1.000.000 de fois plus lourds que les ions de cuivre.

D'autre part, il faut tenir compte qu'un ion de cuivre, qui est un métal bivalent, porte deux charges électriques négatives, ou électrons, alors que le granule peut en porter un nombre beaucoup plus grand qui n'est défini que par la nature du milieu liquide dans lequel il se dépose. Si l'on admet que la charge du granule est de 10 ou de 100 électrons, on arrive à ce résultat que le passage d'un courant de 1 ampère, pendant une heure, déposera de 20.000 à 200.000 fois plus de caoutchouc que ce même courant ne déposerait de cuivre dans le même temps.

Cette différence entre les deux électrolyses d'un sel métallique soluble et d'une suspension est la cause principale qui a

fait donner à cette dernière le nom spécial d'*électrophorèse*.

Comment se forme le dépôt de caoutchouc par électrophorèse

On distingue, dans l'électrophorèse des émulsions, les deux cas qui correspondent à une charge positive ou négative des granules. On appelle alors *cataphorèse* ou *anaphorèse* le phénomène de dépôt électrolytique, soit sur la cathode, soit sur l'anode. Dans le cas du caoutchouc qui a une charge négative dans le latex, le dépôt obtenu est dû à l'*anaphorèse*.

Par le mécanisme que nous venons d'exposer, les granules recouverts de la couche de protéine sont dirigés par le courant vers l'anode sur laquelle ils ont tendance à se déposer, mais leur forme, plus ou moins sphérique, laisse entre eux des canaux qui restent remplis du liquide ou sérum formant le milieu électrolytique du latex. On ne pourrait donc avoir, en tout cas, qu'un dépôt tout d'abord spongieux.

Cependant, ce n'est là qu'une petite difficulté qui se résout d'elle-même, comme on le verra plus loin.

Le trouble le plus important est dû à l'électrolyse secondaire de la solution elle-même. Nous avons dit que le sérum du latex contenait quelques sels minéraux qui

lui donnent sa conductibilité, faible, mais non négligeable. Le passage du courant dans cet électrolyte aqueux qu'est le sérum se traduit, outre les phénomènes d'électrophorèse, par la décomposition de l'eau en hydrogène et oxygène, le premier se dégageant à la cathode et le second à l'anode.

Il résulte de cet effet secondaire que le dépôt anodique contient non seulement du caoutchouc et des protéines, mais encore de l'oxygène, qui, après avoir déposé sa charge ionique, reste en partie à l'état gazeux dans le caoutchouc.

L'influence de l'oxygène dans le caoutchouc est néfaste à bien des points de vue : il empêche d'obtenir des dépôts uniformes ; il s'oppose à l'adhérence du caoutchouc sur l'anode ; il remplit les porosités du caoutchouc en chassant le liquide conducteur et la couche devient moins perméable au courant ; enfin, il peut produire l'oxydation de la gomme, ce qui est une chose désas-

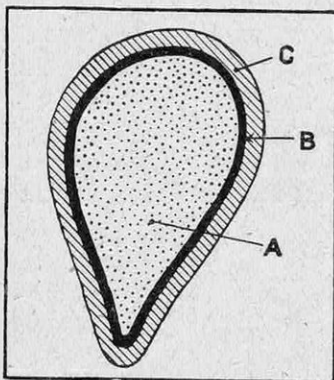


FIG. 5. — GRANULE D'HÉVÉA

Il est constitué par une sorte de sac formé d'une membrane B de caoutchouc élastique, recouvert d'une enveloppe de matières protéiques C, et contenant à l'intérieur le caoutchouc A, à l'état pâteux plus ou moins épais.

treuse pour la qualité du caoutchouc.

Toutes ces raisons, et quelques autres moins importantes, ont donc dirigé les études vers les dispositifs permettant d'écartier le phénomène secondaire du dégagement d'oxygène de l'anaphorèse proprement dite, à laquelle doit se réduire l'opération pour conduire à des résultats pratiques.

Les méthodes modernes de préparation du caoutchouc par électrophorèse du latex

Depuis les travaux de Victor Henri, ainsi que nous l'avons signalé, on savait que, puisque le caoutchouc dans le latex portait des charges électriques négatives, il était possible de produire la migration des granules par le passage d'un courant électrique. En effet, dès 1908, c'est-à-dire deux ans après les publications de V. Henri, Cockerell, professeur au Collège technique de Ceylan, à Colombo, prit un brevet pour garantir une invention qui consistait à utiliser l'électrolyse pour obtenir la coagulation du latex de caoutchouc. Il ne semble pas que cette idée ait été poursuivie avec succès à cette époque, car il n'est question d'aucune application pratique réalisée jusqu'en 1915, époque à laquelle P. S. Clignett, dans un congrès à Batavia, décrivit l'usage fait par lui de l'emploi du courant en vue de la préparation des caoutchoucs.

Toutefois, la simplicité des méthodes employées uniformément dans toutes les plantations pour obtenir la coagulation par l'emploi des acides (généralement l'acide acétique) ne laissait pas d'avantages appréciables dans la recherche de méthodes électriques, qui conduisaient à une complication sans profit caractérisé.

Ce n'est que plus tard, en 1922, par l'invention de Sheppard et Eberlin, aux Etats-Unis, que la question de l'électrolyse prit un regain d'actualité. Les inventeurs avaient

alors en vue la fabrication directe des objets de caoutchouc par dépôt anaphorétique sur des électrodes de forme convenable, pour obtenir des surmoulages, tels que ceux que l'on prépare dans la galvanoplastie du cuivre, par exemple, ou pour réaliser des couvertures de caoutchouc sur des pièces métalliques, comme on opère l'argenture, la dorure ou le nickelage.

Toutefois, la difficulté du dégagement de l'oxygène apparut aussitôt et la méthode directe se montra inemployable sans l'adjonction de dispositions particulières.

En premier lieu, on a remarqué que, lorsque l'anode était formée d'un métal facilement oxydable, le dégagement d'oxygène ne se produisait plus que très faiblement ou même était totalement supprimé. C'est, en particulier, ce qui se produit avec le zinc. Dans les électrolyses qui avaient pour but l'obtention d'un dépôt de caoutchouc à la surface de pièces métalliques, on a utilisé cette propriété en déposant à la surface du métal, quel qu'il soit, une couche très mince de zinc dont la fonction est de servir de liaison entre la pièce à recouvrir et le caoutchouc déposé. Cette méthode est encore en usage aujourd'hui pour des applications particulières.

Un perfectionnement important apporté à la méthode générale, et dû à l'*Anode Rubber Company*, consiste dans l'addition d'une cloison poreuse placée de telle manière dans le bain que le courant électrique, avant d'arriver à l'anode, soit obligé de traverser cette cloison.

La figure 7 représente schématiquement l'électrolyse telle qu'elle se produit dans ce cas. Dans une cuve électrolytique remplie de latex et dans laquelle plongent les deux électrodes A et C, représentons, comme nous l'avons fait précédemment, les granules G G, fortement grossies, avec leur cortège d'électrons négatifs à leur surface et d'ions posi-

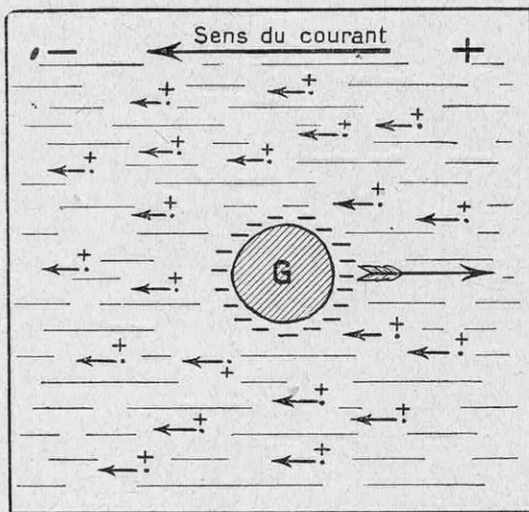


FIG. 6. — COMMENT S'EFFECTUE L'ÉLECTROPHORÈSE DU LATEX DU CAOUTCHOUC
Le granule G est entouré d'une enveloppe de protéinate de sodium; celle-ci est dissociée dans le liquide en ions positifs de sodium, alors que les charges négatives de la protéine adhèrent au granule. Quand on fait passer le courant, les ions positifs se précipitent vers la cathode, tandis que les granules, porteurs de charges négatives, se précipitent vers l'anode.

tifs disséminés dans la liqueur. Par suite du champ électrique produit entre *A* et *C* dans l'électrolyte, les ions *i* positifs migrent vers la cathode à la manière habituelle, mais, pour les granules et leurs charges superficielles négatives qui s'orientent vers l'anode, les phénomènes sont modifiés à partir du moment où ils arrivent au contact de la cloison poreuse. A ce moment, en effet, le granule, qui est trop gros pour traverser les pores de la cloison, reste fixé à sa surface et, seuls, les électrons superficiels traversent le filtre et se déchargent sur l'anode où se dégage l'oxygène.

Il convient de remarquer que l'électrolyse du latex au travers d'une cloison poreuse ne se différencie pas sensiblement d'une filtration ou d'une ultra-filtration et qu'un résultat doit pouvoir s'obtenir plus simplement que par l'électrolyse en forçant le liquide à traverser le filtre par pression ou en le laissant diffuser au travers des pores de la paroi filtrante. Il y a là, en fait, plusieurs méthodes susceptibles de donner des résultats intéressants.

Le caoutchouc, déposé ainsi sur la cloison intermédiaire, perd ses charges électrolytiques et coagule sur la surface.

Cette méthode a conduit à des applications diverses en donnant à la cloison poreuse des formes appropriées au résultat cherché (fig. 8 et 9).

Le procédé Williams

Une amélioration importante dans l'électrophorèse des latex, supprimant tout dégagement gazeux anodique, a été apportée par W. A. Williams, dont les procédés sont exploités par la *North British Rubber Cy*, d'Edimbourg.

Un premier procédé consiste à supprimer la source électrique extérieure et à former une pile au sein même du latex. Des électrodes de zinc et de charbon sont plongées directement dans le latex contenant du chlorure d'ammonium. Lorsque la pile ainsi

constituée débite, il se forme un dépôt de caoutchouc sur l'électrode de zinc.

Le second procédé, plus récent, consiste à utiliser deux électrodes de même métal avec addition, dans le latex, d'un sel de ce métal. L'électrolyse peut alors s'opérer sous une tension inférieure à celle de décomposition de l'eau.

Les caoutchoucs obtenus par une telle méthode seraient de qualité supérieure à ceux fournis par les procédés habituels de travail mécanique de la gomme. Leur charge de rupture serait presque double ; ils seraient

moins déchirables et résisteraient mieux aux essais de fatigue.

Le procédé ci-dessus est employé actuellement à la fabrication de chambres à air et à celle de pièces moulées diverses.

Un paradoxe : l'électrolyse par courants alternatifs

L'emploi de courants alternatifs pour l'électrolyse des solutions semble, à priori, paradoxale. En fait, elle n'est utilisable que lorsque la décomposition chimique produite par le courant n'est pas réversible. Il est bien évident que, si l'on veut opérer la décomposi-

tion d'un sel dissous tel que le chlorure de zinc ($ZnCl^2$) par du courant alternatif, on aura, dans une demi-période de l'alternance, dépôt de zinc métallique sur l'une des électrodes et dégagement de chlore sur l'autre ; mais, dans la demi-période suivante, pendant laquelle le courant est inversé, le chlore se formera sur le dépôt de zinc précédemment fait et redonnera du chlorure de zinc entrant de nouveau en solution ; il en sera de même sur l'autre électrode.

Toutefois, ce type de réaction assez fréquent n'est pas général. Dans le cas du latex de caoutchouc qui nous concerne ici, il ne peut y avoir réaction inverse du caoutchouc déposé sur les ions hydrogène qui viendront ensuite sur l'électrode, puisque les réactions chimiques ou électrochimiques se produisent sur les protéines et non sur le caoutchouc, et

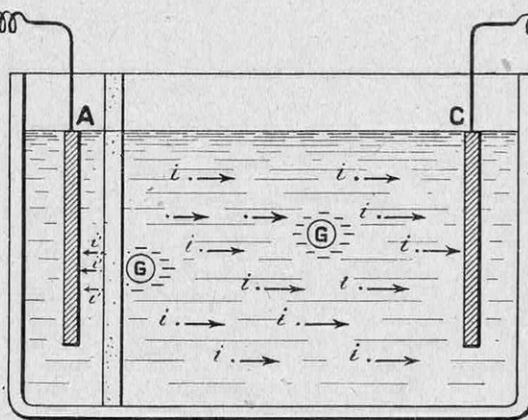


FIG. 7. — COMMENT ON PRODUIT LA COAGULATION SUR UNE PAROI POREUSE

Par suite du champ électrique produit entre la cathode *C* et l'anode *A*, les ions positifs *i* se dirigent vers la cathode, et les granules *G*, porteurs des électrons, vers l'anode *A*. Au moment où ils arrivent sur la paroi poreuse, les granules, trop gros, ne peuvent le traverser et restent fixés à sa surface, tandis que les charges négatives superficielles traversent le filtre pour se décharger sur l'anode avec dégagement d'oxygène.

que la reconstitution des protéines en solution, à supposer qu'elle se puisse produire, ne permettrait pas de remettre le caoutchouc à l'état d'émulsion. Il s'agit là, en effet, d'un type de solution complexe, qui ne présente aucun caractère de réversibilité, l'état de coagulation étant beaucoup plus stable que l'état de dispersion.

Il résulte de cette remarque qu'il n'y a pas d'impossibilité à produire l'électrolyse de tels liquides par les courants alternatifs. On sait déjà que, dans des cas beaucoup plus simples, comme celui de la décomposition de l'eau, le courant alternatif traversant un voltmètre donne aux deux électrodes un mélange d'hydrogène et d'oxygène, qui, à vrai dire, n'est pas exactement égal, pour une quantité d'électricité donnée, à ce que voudrait la loi de Faraday, car il y a réaction partielle des ions et formation d'eau; mais il n'en reste pas moins un dégagement important de gaz. C'est que, dans ce cas, la réaction de l'oxygène sur l'hydrogène devient impossible spontanément à la température ordinaire, sans l'intervention d'une flamme ou d'un catalyseur.

En ce qui concerne le caoutchouc, son électrophorèse par courant alternatif paraît avoir été réalisée pratiquement en Allemagne, sans, cependant, qu'il en existe encore d'application industrielle.

Les latex artificiels

En partant du latex naturel, on ne peut obtenir que des dépôts de caoutchouc sans aucun adjuvant, et on sait que de tels produits ne peuvent avoir que des faibles applications. Il a paru immédiatement nécessaire de rechercher les moyens pour introduire dans le latex les corps faisant habituellement partie des mélanges, de telle manière que le corps déposé par électrophorèse contienne la gomme avec les diverses matières utiles pour sa vulcanisation ultérieure, afin qu'il ait la coloration désirée et les propriétés élastiques voulues.

Ces latex composés peuvent s'obtenir de deux façons :

1° On peut envisager de partir non plus du latex, mais du caoutchouc même avec lequel on fait le mélange suivant la manière

habituelle, et se proposer ensuite de reconstituer un latex composé avec ce mélange ;

2° Il est possible d'incorporer directement au latex naturel les produits additionnels désirés.

Dans le premier cas, une fois le mélange obtenu avec tous les ingrédients nécessaires à l'obtention d'une qualité déterminée, on le triture à chaud sur les cylindres employés pour faire les mélanges, en y ajoutant, par exemple, du savon. On introduit alors peu à peu de l'eau pendant le malaxage, et celle-ci se charge de caoutchouc et prend l'aspect d'un latex plus ou moins concentré. On ajoute parfois au caoutchouc des composés appelés adoucissants, tels que huiles, hydrocarbures liquides, qui rendent le mélange plus fluide à chaud.

Lorsque l'introduction doit se faire dans le latex même avant sa coagulation, il est nécessaire de faire un choix entre les substances à mélanger. On doit écarter entre autres celles qui peuvent agir comme coagulants, ou, du moins, n'en mettre qu'en quantité insuffisante pour produire cet effet.

Il est également nécessaire que ces poudres soient de granulations très fines, et l'on obtient ce résultat par un passage préalable dans un moulin à colloïde.

Que l'on opère par l'une ou l'autre méthode, on obtient finalement un latex qui contient tous les éléments voulus, y compris le soufre et les accélérateurs, de telle sorte que les objets préparés par électrophorèse puissent, après séchage, être soumis à la vulcanisation.

lement un latex qui contient tous les éléments voulus, y compris le soufre et les accélérateurs, de telle sorte que les objets préparés par électrophorèse puissent, après séchage, être soumis à la vulcanisation.

De nombreux facteurs interviennent dans le dépôt du caoutchouc

Dans l'électrophorèse du latex, un terme important, de nature à modifier sensiblement les résultats, est celui de la constitution du latex. Suivant les pays d'origine et le mode de conservation employé, on reçoit, en Europe, des produits plus ou moins alcalins, obtenus avec des composés divers (ammoniaque, soude, carbonates, savons, etc...), de concentrations différentes, pouvant contenir entre 25 à 35 % de caoutchouc, entre 1,2 à 1,7 % de résines, 1,5 à 2 % de protéines et 0,25 à 0,20 de matières minérales (phosphates

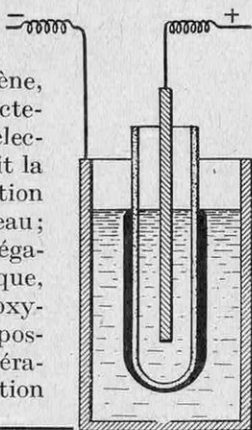


FIG. 8. — APPLICATION DU PROCÉDÉ DE LA CLOISON POREUSE A LA FABRICATION D'ANNEAUX OU DE TUBES

La cuve métallique sert de cathode, et l'anode centrale plonge dans un vase poreux, sur la surface extérieure duquel se fait le dépôt. On obtient ainsi des anneaux ou des tubes que l'on détache aisément du support.

de calcium, magnésium et potassium, principalement). La plupart de ces termes ont une influence sur l'électrolyse et leur étude en a été faite de plusieurs côtés.

Un travail de J.-C. Mackay, paru récemment, montre l'attention qui doit être donnée à chacun d'eux, surtout en vue de l'application du procédé Williams.

L'expérience confirme ce que la théorie faisait prévoir que, pour un latex donné, le poids de caoutchouc déposé sur une certaine surface d'électrode est à peu près proportionnel à l'intensité du courant et à la durée de son passage. Par contre, la quantité déposée par ampère-heure, en fonction de la concentration, diminue quand la quantité de caoutchouc pour 100 augmente.

Le degré d'alcalinité du latex a également une influence très grande sur la rapidité avec laquelle s'opère le dépôt de caoutchouc.

Ces divers facteurs ont donc une grande importance et imposent la nécessité de ramener tous les latex employés, non seulement à une même concentration de caoutchouc, mais aussi à une valeur déterminée de l'alcalinité.

L'électrolyse du caoutchouc remplacera-t-elle les méthodes actuelles de fabrication ?

Jusqu'à ce jour, l'électrophorèse du caoutchouc a subi, du point de vue industriel, les mêmes incertitudes et une partie des mêmes succès que la presque totalité des applications que l'on a tenté de faire de l'électrochimie aux matières colloïdales.

On avait espéré obtenir de ces méthodes nouvelles (électrophorèse, électroosmose, électrodialyse), et grâce à leur simplicité apparente, des solutions élégantes et rapides de grands problèmes ; en fait, les expériences du laboratoire furent pleines d'encouragement, mais la pratique industrielle qui a suivi, sans doute incomplètement préparée, a rencontré des difficultés qui ont paru économiquement insurmontables.

Nous avons vu, cependant, que le nouveau procédé Williams, par une méthode très simple, semblait capable de tourner au

moins une grande partie de ces difficultés et restait plein de promesse pour l'avenir.

L'intérêt que continue à présenter la méthode électrochimique, dont nous avons décrit les principes, est considérable, en effet. Dans les industries du caoutchouc, le matériel mécanique employé pour la coagulation du latex et sa mise en crêpes (1), et pour l'introduction de ces crêpes dans les mélanges employés au moulage ou au calandrage et à toutes les opérations diverses suivant les objets, constitue une dépense de capital, d'entretien et d'énergie mécanique considérable, qui grève lourdement les prix de fabrication.

L'électrophorèse du latex permet de se dispenser de la presque totalité de ce matériel et, si la mise au point des méthodes qui en dérivent prend bientôt un caractère réellement pratique, il en résultera une économie très importante qui rendra possible l'emploi du caoutchouc en remplacement d'autres matériaux actuellement meilleur marché, mais n'ayant pas ses qualités mécaniques remarquables qui lui appartiennent exclusivement.

L'utilisation directe du latex, qui parvient maintenant en Europe sous des formes concentrées ou pulvérulentes diverses, rendant son transport plus facile et moins onéreux, a conduit dans un certain nombre de fabrications, telle que celle des tissus caoutchoutés, à des simplifications extrêmement intéressantes dans la pratique, par la suppression de l'usage des dissolvants du caoutchouc, benzène ou autres.

Si donc l'application de l'électrochimie au latex n'a pas rencontré un plein succès dans toutes les directions où elle a été tentée jusqu'à ce jour, c'est à la mise en œuvre de méthodes nouvelles, reposant encore sur des principes peu sûrs, que l'on doit les résultats incertains obtenus. Toutefois, dans bien des cas déjà, ces méthodes ont permis de fabriquer des produits de qualité supérieure avec une simplicité de moyens qu'aucun autre procédé ne permet d'obtenir.

PAUL BARV.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 108, page 460.

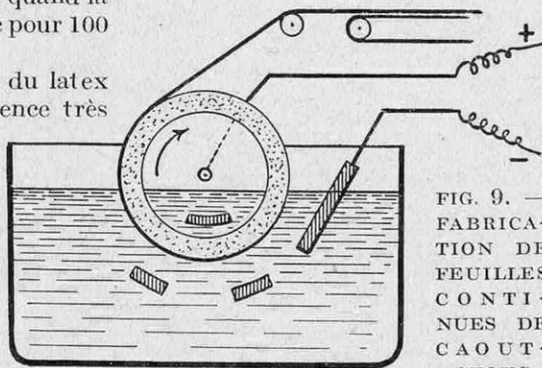


FIG. 9. — FABRICATION DE FEUILLES CONTINUES DE CAOUTCHOUC

La paroi poreuse est alors constituée par un cylindre tournant à faible vitesse, d'où on détache la couche formée lorsqu'on a obtenu l'épaisseur suffisante. On peut d'ailleurs, en ce cas, recouvrir la surface du cylindre poreux par une toile qui se déroule avec lui, et préparer ainsi des tissus caoutchoutés.

POUR DES PORTES D'ÉCLUSES GÉANTES, VOICI LA GRUE FLOTTANTE GÉANTE

Par Paul LUCAS

Pour assurer la navigation sur le canal de Welland (1), au Canada, sept écluses ont été établies, dont les portes pivotantes mesurent jusqu'à 25 mètres de hauteur et pèsent chacune 500 tonnes. Aussi, leur remplacement, en cas d'avarie, par des portes de secours tenues en réserve, nécessite-t-il l'emploi d'un puissant outillage spécialement adapté à cette manœuvre particulièrement délicate. Voici comment ce problème a été résolu, au moyen d'une grue flottante où d'ingénieux dispositifs hydromécaniques assurent le levage vertical de la porte, en même temps que l'équilibre de l'ensemble du système.

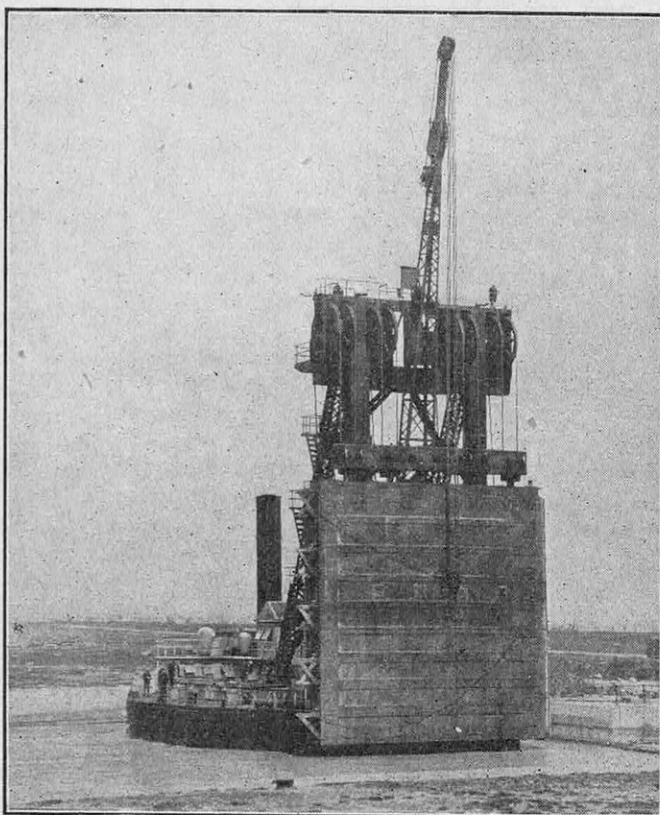
LE canal de Welland (1), construit récemment au Canada, entre Port-Colborne et Port-Weller, fait communiquer le lac Érié et le lac Ontario, permettant ainsi les transports, par voie d'eau, entre les régions industrielles de Détroit et de Cleveland et Toronto. Pour franchir la différence de niveau de 100 mètres qui existe entre les deux lacs, sept écluses de grand navigation s'échelonnent le long des 40 kilomètres du canal.

Elles sont équipées avec des portes pivotantes à deux battants, de trois modèles différents, ayant respectivement 11 m, 14 m et 25 mètres de hauteur, et comme épaisseur commune 1 mètre 55. Les plus grandes de ces portes pèsent

500 tonnes. Elles sont toutes creuses et comportent une armature en acier recouverte de tôle des deux côtés; normalement remplies d'eau jusqu'au niveau amont, elles peuvent être vidées par des pompes, de

manière à flotter sur l'eau; c'est dans cette position que s'effectue leur transport jusqu'à l'écluse où elles doivent remplacer une porte endommagée.

Les portes de secours, au nombre de huit, sont mises en réserve dans un bassin spécial, de 150 mètres de long, à une extrémité du canal. Pour leur mise en place, on utilise un ponton-grue d'un modèle spécial — représenté sur la couverture de ce numéro — chargé de dresser la porte dans la position verticale et de la poser sur son pivot; c'est lui qui sert également



LA PORTE DE 500 TONNES COMPLÈTEMENT REDRESSÉE
POUR ÊTRE MISE EN PLACE SUR SES PIVOTS

La première phase de cette délicate opération est représentée sur la couverture de ce numéro.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 166, page 329.

à retirer le battant défectueux à réparer.

Pour circuler dans les écluses, qui n'ont que 25 mètres de large, le ponton doit avoir des dimensions restreintes : 20 mètres de large, 27 mètres de long et 7 m 80 de tirant d'eau. Son lest, constitué par de l'eau, est mobile, c'est-à-dire que la coque est divisée en compartiments, dont certains sont remplis d'eau ; suivant la charge soulevée par la grue, la répartition des poids à bord du ponton varie et, pour empêcher le centre de gravité de l'ensemble de se déplacer, ce qui se traduirait par une inclinaison du ponton, on fait passer une certaine quantité d'eau de l'avant à l'arrière. En outre, les portes d'écluses étant beaucoup plus lourdes d'un côté que de l'autre, suivant qu'il s'agit de battants droits ou gauches, par suite des parties métalliques massives qui assurent leur pivotement, il est nécessaire de faire passer une partie du lest d'eau d'un côté à un autre pour que le ponton chargé reste horizontal.

La grue flottante de 500 tonnes

Etant donné la puissance de la grue, les machines de levage sont très lourdes ; aussi, pour maintenir le centre de gravité du ponton le plus bas possible malgré l'élévation de la porte d'écluse au-dessus du niveau de l'eau, les a-t-on installées à fond de cale, et non sur le pont comme cela se pratique habituellement pour les grues flottantes.

La flèche de la grue s'élève à 21 mètres au-dessus du pont. Les câbles de levage, au nombre de huit, sont accrochés, deux par deux, en quatre points de la partie supérieure de la porte à soulever ; ils traversent une poutre métallique dite d'équilibrage, qui assure la stabilité transversale du ponton pendant les opérations de levage, en empêchant la porte de se balancer au bout des câbles. Cette poutre disposée horizontalement est munie de galets qui la guident dans son mouvement vertical et lui interdisent tout mouvement relatif transversal.

Les câbles de levage passent sur des poulies de 2 mètres de diamètre au sommet des superstructures, et ensuite au niveau du pont et, après passage sur des poulies fixées à des chariots mobiles, sont ancrés chacun au piston d'un cylindre équilibreur hydraulique disposé à l'avant du ponton. Les quatre chariots se déplacent sur des rails à fond de cale, parallèlement à l'axe longitudinal du ponton, grâce à des vis sans fin actionnées par des moteurs de 50 chevaux.

Comment on procède au remplacement d'une porte d'écluse de 500 tonnes

Avant de soulever la porte hors de l'eau, on s'assure que la charge est bien répartie uniformément entre les câbles ; pour cela, on ouvre les valves qui réunissent les quatre cylindres équilibreurs de telle sorte que la pression soit partout la même. Les valves une fois refermées, les moteurs des chariots sont accouplés pour que la porte soit soulevée également par les quatre câbles à la fois. A un déplacement horizontal des chariots de 14 mètres correspond une hauteur de levage de 28 mètres.

Au fur et à mesure que se poursuit l'opération et que la porte d'écluse émerge, la charge augmente sur la flèche de la grue, c'est-à-dire sur l'avant du ponton ; à ce moment, on fait passer progressivement du lest d'eau de l'avant à l'arrière pour que le ponton reste horizontal. Dans ce but, trois tanks à l'avant sont reliés par des pompes centrifuges à trois autres tanks à l'arrière. Une autre pompe centrifuge permet de corriger des inclinaisons latérales en faisant passer de l'eau d'un tank situé à babord, à un autre à tribord ou inversement.

Ces opérations sont conduites depuis une cabine vitrée sur le pont du ponton où sont réunis tous les organes de commande des moteurs de levage et des pompes, et tous les appareils indicateurs nécessaires : niveaux d'eau pour déceler l'inclinaison du ponton, manomètres indiquant la pression dans les cylindres équilibreurs, téléjaugeurs pour les niveaux dans les ballasts, etc.

Un ingénieux système de « sécurités » empêche tout accident, que provoquerait non seulement une fausse manœuvre, mais encore une défaillance du matériel.

C'est ainsi que le mouvement des chariots de levage est limité en vitesse et en longueur par des interrupteurs automatiques. Un système de verrouillage empêche de soulever la porte d'écluse à mettre en place au-dessus de la poutre d'équilibrage en employant la commande individuelle des moteurs de levage. D'autre part, si la pression dans un des cylindres équilibreurs dépasse la valeur prévue, le mouvement se trouve automatiquement arrêté.

En plus de cette puissante installation, le ponton porte une grue de 25 tonnes, dont la flèche mobile s'élève à 27 mètres au-dessus du pont. Elle est équipée d'un moteur électrique de 30 chevaux et sert à la manutention des vannes de décharge des diverses écluses.

PAUL LUCAS.

L'AMÉLIORATION DE LA SUSPENSION CONDITIONNE LE CONFORT ET LA SÉCURITÉ EN AUTOMOBILE

Problème d'aujourd'hui — Solutions de demain ?

par Georges LEROUX

ANCIEN ÉLÈVE DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE

L'accroissement de la vitesse des automobiles a donné au problème de la suspension — considéré comme accessoire, il y a trente ans à peine — une importance particulière pour l'amélioration du confort et de la sécurité. Les conditions nouvelles imposées par la traction mécanique rapide ont nécessité l'étude scientifique de la suspension. Ce problème révéla d'ailleurs immédiatement sa complexité, et l'on peut dire que, même actuellement, il n'existe pas encore de solution rationnelle et universelle. Les conditions à réaliser pour obtenir une suspension parfaite sont, en effet, incompatibles. Voici un exemple : si, pour accroître le confort, on augmente la flexibilité des ressorts, on diminue en même temps la « tenue de route », c'est-à-dire la sécurité. La voiture de grand tourisme ne s'accommode donc pas d'une suspension identique à celle de la voiture de ville. Rien d'étonnant, par conséquent, à ce que les multiples dispositifs mis au point par les constructeurs présentent des différences sensibles, aussi bien pour la constitution et le montage des ressorts que pour l'emploi des amortisseurs. Les systèmes « roues indépendantes », déjà appréciés, bien que peu répandus, apporteront-ils la solution convoitée ? Les prochains Salons nous fixeront à cet égard. Quoi qu'il en soit, l'avenir de l'automobile est lié aux progrès de la suspension même. Dans cet ordre d'idées, nous présentons ici une mise au point des études en cours dans ce décevant domaine de la mécanique appliquée.

PARMI les problèmes que pose l'industrie automobile, l'un des plus complexes est, sans contredit, celui de la suspension. Les conditions à remplir pour le résoudre sont, en effet, contradictoires, et l'on ne peut améliorer certains éléments sans dommages pour les autres. On est donc amené, en pratique, à se contenter de compromis, différant, bien entendu, suivant la mentalité des réalisateurs. De là cette variété de ressorts de toutes dimensions et de toutes formes, placés tantôt obliquement, tantôt longitudinalement et tantôt transversalement, et cette multitude d'amortisseurs à frictions, à courroies, à liquides, à ressorts, munis ou non de commande à distance ou automatiques.

Les ressorts, éléments fondamentaux de la suspension

Les ressorts d'automobile, actuellement employés, sont, en général, à lames, mais il en existe d'autres types (ressorts à boudins, par exemple), et certains constructeurs les remplacent même par des blocs de caout-

chouc travaillant à la torsion ou à la compression.

Leur rôle est d'absorber les chocs produits par les aspérités de la route, en se déformant sous l'action des efforts ou des charges qu'ils ont à supporter.

On admet que, pour les flexions de quelques centimètres qui leur sont demandées, la quantité dont ils fléchissent est proportionnelle à la charge.

On appelle alors *flexibilité* la quantité, exprimée en millimètres, dont ils s'affaissent sous une charge de 100 kilogrammes, et *flexion statique* l'affaissement qui correspond à la charge que représente la voiture au repos.

Ainsi, par exemple, des ressorts arrière de flexibilité 40 sont capables de fléchir de 40 millimètres lorsqu'on les charge ou les surcharge de 100 kilogrammes et, si le poids de la voiture est de 900 kilogrammes pour l'arrière, c'est-à-dire de 450 kilogrammes par jeu de ressorts, leur flexion statique est de $4,5 \times 40 = 180$ millimètres.

Signalons tout de suite que la flexibilité des ressorts avant doit être toujours plus

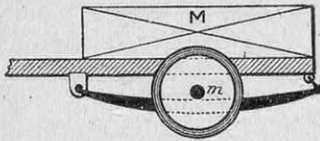


FIG. 1. — LA MASSE SUSPENDUE ET LA MASSE NON SUSPENDUE

La masse M , comprenant le cadre, la carrosserie, etc., que supporte directement le jeu de ressorts, est appelée masse suspendue. Par contre, l'ensemble des roues, de l'essieu, des freins, constitue la masse non suspendue m .

faible que celle des ressorts arrière; sinon, leurs oscillations pourraient prendre des amplitudes telles que la direction de la voiture deviendrait impossible. La flexibilité avant varie de 7 à 20, tandis que celle de l'arrière se trouve généralement comprise entre 30 et 60. Sur les voitures de série de moyenne puissance, les chiffres s'écartent peu de 15 et 45, et l'on obtient généralement, avec ces flexibilités moyennes, des suspensions acceptables. Cependant, les ressorts doivent posséder une autre qualité, trop souvent sous-estimée : la *sensibilité*. On dit qu'un ressort est sensible lorsque la moindre surcharge le fait fléchir. Presque toujours, la sensibilité des lames est faible parce que la boue, la rouille, les frottements internes, etc., s'opposent à leur mouvement. Certains ressorts de voitures sont insensibles à des variations de leur charge normale, atteignant 50 kilogrammes et, par conséquent, constituent, pour de faibles chocs, des dispositifs dépourvus de toute souplesse.

Enfin, les ressorts peuvent encore se différencier les uns des autres par leur forme, leur position, leur mode d'attache au châssis. Ces éléments, dont la variété est considérable, sont susceptibles d'avoir une grosse influence sur la qualité de la suspension de la voiture.

L'action d'un jeu de ressorts varie suivant l'obstacle rencontré et la vitesse de la voiture

Avant de considérer l'ensemble que représente une voiture reposant sur ses quatre jeux de ressorts, il importe de bien connaître les actions particulières d'un seul jeu dans ses diverses fonctions.

Nous supposons que ce jeu supporte une masse M , de poids P (fig. 1) et que l'ensemble de la roue, de l'essieu, des freins, etc., représente une masse m de poids p . Les masses M et m s'appel-

lent respectivement *masse suspendue* et *masse non suspendue*.

Sous la charge P , le ressort fléchit d'une certaine quantité h que l'on appelle, avon-nous dit, flexion statique. Supposons que l'on soulève la masse M d'une quantité quelconque et qu'on la laisse ensuite retomber. En admettant qu'il n'y ait aucun frottement, M oscillera indéfiniment sur ses ressorts entre deux positions extrêmes, symétriques l'une de l'autre par rapport à la position normale. La distance qui sépare les positions extrêmes (double de celle dont M a été soulevée) définit l'amplitude du mouvement.

Le mouvement de chute de la masse M jusqu'à la position la plus basse est généralement peu pénible. En revanche, la réaction qui renvoie la masse de la position la plus basse à la position la plus haute est très désagréable, lorsque l'amplitude du mouvement a quelque valeur. Elle constitue ce que l'on appelle couramment le *rebond des ressorts*, ou plus souvent le *coup de raquette*. Si l'amplitude est grande, la vitesse de renvoi du châssis vers le haut est telle que les passagers sont projetés au plafond de la voiture.

Passage d'une dénivellation. — Supposons, pour un instant, que les ressorts aient été bloqués. Lorsque la roue passe au-dessus d'une dénivellation, tout l'ensemble du châssis M et de la partie non suspendue m tombe en chute libre; le centre de gravité G de l'ensemble ($M+m$), qui est animé de la vitesse de la voiture, décrit une trajectoire GG' (fig. 2). Mais si nous répétons la même expérience avec les ressorts libres, nous voyons que la détente de ces ressorts, qui se fait de part et d'autre du centre de gravité

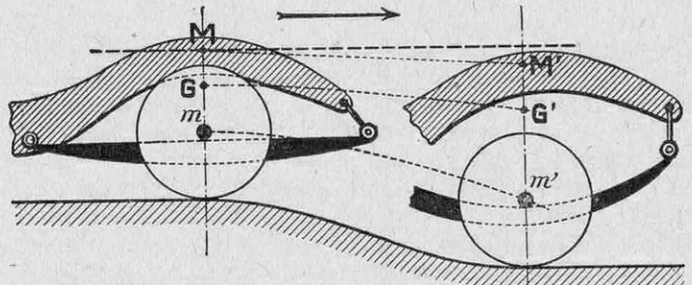


FIG. 2. — PASSAGE D'UNE DÉNIVELLATION

Au passage d'une dénivellation, l'ensemble du châssis, des roues, etc., tombe en chute libre, jusqu'à ce que les roues aient à nouveau touché le sol. Le centre de gravité de l'ensemble décrit une trajectoire GG' , donnée par les lois de la pesanteur. Mais, au cours de ce mouvement, les ressorts, se détendant, projettent vers le bas la masse non suspendue, qui suit alors la trajectoire mm' , et, vers le haut, la masse suspendue qui suit la trajectoire MM' . Les deux trajectoires s'écartent de GG' .

projette le châssis M vers le haut, et la partie non suspendue m vers le bas ; les vitesses de projection de ces deux éléments sont inversement proportionnelles à leurs masses respectives et, comme m est généralement le tiers de M , la détente des ressorts vers le bas est beaucoup plus rapide. Finalement, M décrit une trajectoire MM' qui, sensiblement horizontale au début, s'incurve progressivement vers le sol ; m , au contraire, décrit une trajectoire mm' qui s'incurve

Le châssis, même s'il n'a pris, dans sa chute, qu'une force vive insignifiante, tombe sur ses ressorts et les recomprime d'autant plus vite que leur perte de tension a été plus grande. Il y a donc intérêt, toutes les fois que cette perte de tension est élevée, à soutenir le châssis et à ralentir sa chute à l'aide d'un amortisseur. Cet appareil fonctionne alors comme compensateur de la perte de charge. Il est bien évident que, si les ressorts sont très flexibles, la perte de tension est assez

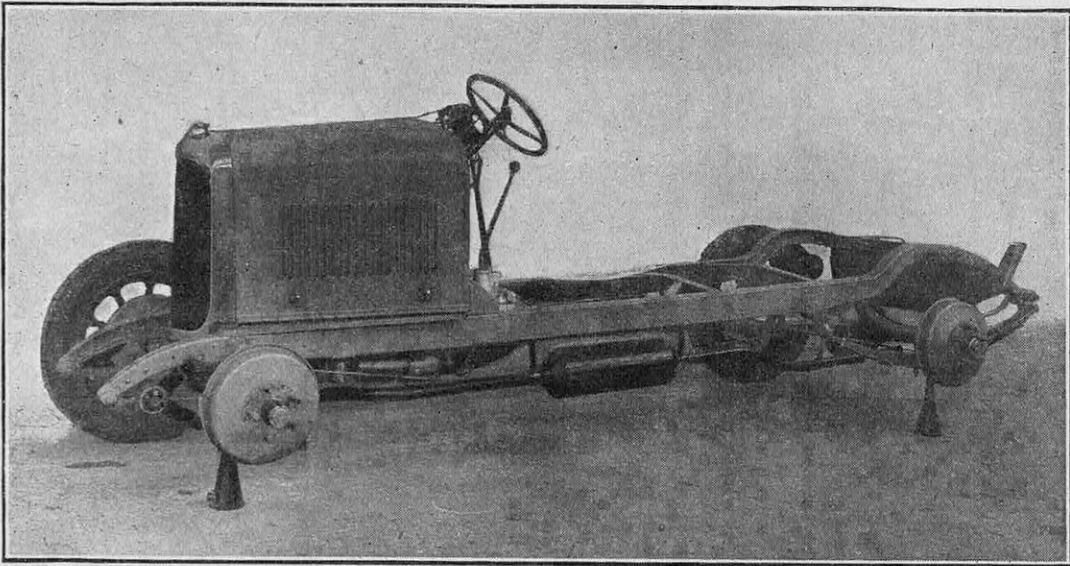


FIG. 3. — SUSPENSION CLASSIQUE D'UN CHÂSSIS D'AUTOMOBILE

La voiture ci-dessus comporte deux essieux avant et arrière portés, chacun, par deux ressorts « semi-elliptiques » disposés longitudinalement ; ces ressorts, constitués par des empilages de lames, dont la plus longue est appelée lame « maîtresse », sont fixés aux essieux, en leur milieu, et articulés au châssis à leurs extrémités. Pour qu'ils aient la liberté de s'allonger quand ils s'aplatissent sous l'effet d'une compression, leur articulation au châssis se fait d'un côté par l'intermédiaire d'une petite biellette appelée « jumelle ». (On verra clairement le fonctionnement de celle-ci en se reportant aux schémas des figures 1 et 2.)

beaucoup plus rapidement. Alors que, pour une dénivellation peu prolongée, M n'accuse qu'un faible mouvement de chute, la roue est violemment projetée au fond du trou.

Il importe d'ailleurs que cette projection se fasse rapidement et, par conséquent, que le rapport de la masse non suspendue à la masse suspendue soit aussi faible que possible ; autrement, la chute du châssis devient plus importante, et la force vive de ce mouvement provoque un écrasement brutal des ressorts, suivi d'un violent rebond.

Cette condition d'un faible rapport des masses non suspendues et suspendues est fondamentale. Il s'y ajoute l'obligation d'une bonne sustentation du châssis. En effet, lorsque la roue est arrivée au contact du sol, les ressorts sont plus ou moins détendus,

faible pour un déplacement correspondant aux trous normaux de la route, et la compensation par amortisseur s'impose beaucoup moins.

Passage d'un obstacle en relief. — Lorsque la roue heurte un obstacle, elle se trouve projetée vers le haut par le choc, avec d'autant plus d'énergie que la masse non suspendue et la vitesse de marche sont plus grandes. Nous retrouvons donc ici l'obligation, déjà énoncée, d'une faible masse non suspendue.

Cette accélération verticale de la roue — qui se produit dans un temps très court — entraîne une flexion des ressorts, la partie suspendue (châssis) demeurant immobile par inertie. Mais, si les ressorts manquent de sensibilité, leur dureté fait que le châssis

participe au choc ; il subit successivement le heurt de l'obstacle et le rebond des ressorts. Si les ressorts sont peu flexibles, l'ensemble de ces deux mouvements entraîne une réaction désagréable. Il importe donc plus que jamais de maintenir les ressorts dans un état de sensibilité maxima.

Influence de la vitesse. — Il est assez rare que la roue d'une automobile rencontre une dénivellation prolongée ou une bosse très importante. En revanche, toute route — même d'apparence bonne — se présente comme une succession de trous et de crêtes qui impriment aux roues de continuelles percussions.

Il est évident que la trajectoire de la roue (fig. 2) se rapproche d'autant plus de l'horizontale que la vitesse de la voiture est plus grande. En pratique, il est très rare que la roue d'une voiture roulant vite touche le fond des trous ; au contraire, elle franchit la dénivellation et vient heurter le bord opposé. L'effet sensible de la vitesse est

donc surtout un allongement de la trajectoire mm' , et la roue heurte successivement certaines des crêtes de la route. Si l'on veut bien calculer qu'une voiture, sur route moyenne, fait aisément 15 mètres par seconde et que, sur cette longueur, peuvent être répartis une cinquantaine d'obstacles, on comprend que la roue subisse un martelage rapide et intense. On a donné à ce phénomène le nom de *répétition des coups*.

Dans cette marche rapide, une première condition de bonne suspension est l'aptitude des ressorts au fléchissement dans le sens de la compression ; cela suppose à la fois flexibilité et sensibilité. Mais il faut aussi éviter les rebonds désordonnés. En effet, si un premier choc fait généralement peu fléchir les ressorts, une série de percussions, répétées avant que les ressorts aient eu le temps de se détendre, provoque une certaine flexion et, si une accalmie se produit, le rebond du châssis peut être assez violent.

La série de bonds que fait la voiture d'une

crête importante à une autre, entraîne, d'ailleurs, des mouvements des ressorts de grande amplitude, qui rendent nécessaire l'emploi d'amortisseurs freinant le rebond. Sinon, les réactions sont violentes, et la conduite de la voiture devient impossible. Le centre de gravité de la partie suspendue est constamment déporté de gauche à droite, et inversement, et ce mouvement provoque des déplacements transversaux de toute la voiture. Lorsque les ressorts sont trop flexibles, le phénomène est particulièrement sensible, puisqu'il suffit d'un faible effort pour donner à la voiture un certain roulis. La trajectoire des roues n'est plus alors une ligne droite, mais une sinusoïde,

et le conducteur est obligé de corriger constamment les déplacements transversaux. Sa tâche est d'autant plus difficile que les variations constantes d'adhérence des roues ne permettent pas de calculer exactement l'effort de redressement à exercer sur le volant. On dit alors que la voiture ne

« tient plus la route » ou que sa « tenue de route » est insuffisante.

Action des pneus. — Nous n'avons envisagé jusqu'ici que l'absorption, par les ressorts, des aspérités de la route. Il faut en ore tenir compte des pneumatiques. On oublie peut-être trop qu'ils sont susceptibles de provoquer de forts rebonds de la voiture.

Quand la roue, par exemple, heurte un obstacle, le pneu fléchit d'abord. Si l'obstacle est peu important, il fléchit seul et, par le fait de sa faible masse, de sa grande sensibilité, de son inertie négligeable, atténué beaucoup le choc. Mais, si l'obstacle est plus important, le pneu n'empêche plus la masse de la roue de subir une partie du choc ; il se comprime alors fortement et, comme son rebond ne peut être freiné par un amortisseur, il est susceptible de provoquer des réactions très brusques vers le haut.

Le gros défaut du pneu n'est donc pas en lui-même, mais dans l'impossibilité où l'on se trouve de limiter son rebond.

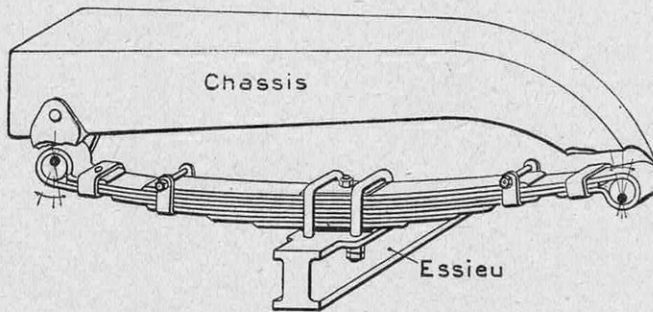


FIG. 4. — UN NOUVEAU TYPE DE SUSPENSION SUPPRIMANT JUMELLES ET AMORTISSEURS, APPELÉ PAR SES AUTEURS : « LE RESSORT SYNTHÉTIQUE »

Deux lames maîtresses, articulées par leurs extrémités sur des axes excentrés, qui leur conservent la sensibilité désirable, et glissant l'une sur l'autre, assurent, par leur frottement, un judicieux amortissement des oscillations.

Qu'est-ce que le mouvement de galop ?

Nous avons raisonné jusqu'ici dans l'hypothèse d'une masse centrée au-dessus de ses ressorts et oscillant sur eux seuls ou sur les pneus. En pratique, le mouvement est beaucoup plus complexe.

Un châssis est, en effet, soumis à l'action de trois forces : la pesanteur, appliquée

paraît pivoter autour d'une région moyenne, située le plus souvent en arrière des sièges avant, c'est-à-dire aux deux tiers environ de l'empattement à partir de l'avant. On a donné à ce mouvement le nom de *galop*, parce qu'il correspond assez bien à celui d'un cheval au galop. Les passagers avant sont soumis de ce fait à un balancement de tout le haut du corps, semblable, toutes

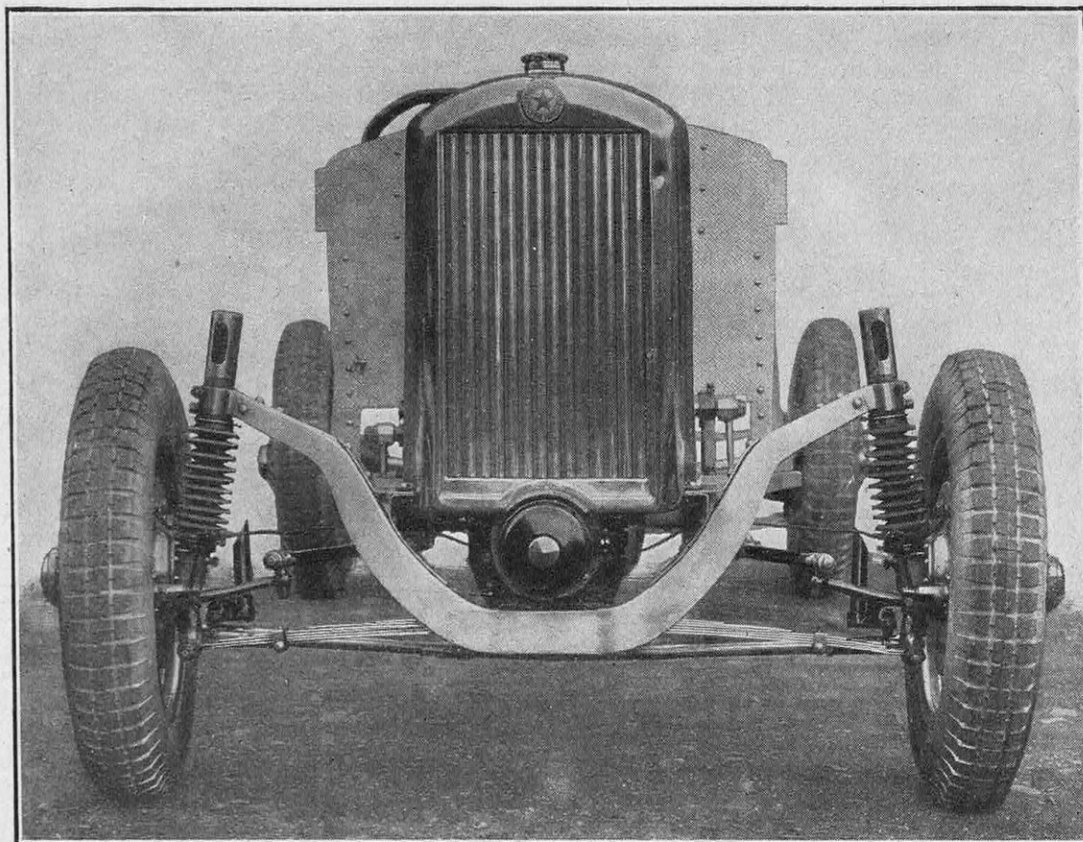


FIG. 5. — VUE DE L'AVANT D'UNE VOITURE A « ROUES INDÉPENDANTES »

Dans les voitures à « roues indépendantes », les roues ne sont pas portées par un essieu commun, mais articulées séparément au châssis. Le mouvement de l'une n'a donc pas d'action directe sur l'autre.

au centre de gravité de la partie suspendue ; la tension des ressorts avant et celle des ressorts arrière, appliquées respectivement aux extrémités du châssis, ou, plus exactement, à l'aplomb des roues. La longueur entre ces roues définit ce que l'on nomme l'empattement de la voiture.

Au repos, ces trois forces se font équilibre. Mais, dès que l'un des ressorts est mû par une action extérieure, tout le système se trouve déséquilibré. Un mouvement très complexe prend alors naissance. Supposons, par exemple, que l'on soulève l'avant et qu'on le laisse ensuite retomber ; le châssis

proportions gardées, à celui d'un cavalier.

Ces mouvements, déclenchés par l'avant, sont très faciles à observer sur certaines portions de route ondulées, dont le profil entraîne des mouvements de tangage synchrones de celui du galop. Il existe également un galop déclenché par l'arrière, mais ses réactions sont peu sensibles ; l'axe de galop se trouve alors au niveau du radiateur.

Par suite de ces phénomènes, les mouvements de l'avant, qui sont toujours de courte période, se trouvent répétés à l'arrière. Il en résulte des réactions très désagréables pour les passagers. Ceux-ci ressentent périodi-

quement des petites réactions sèches dans le dos, qui, sur bonne route, sont particulièrement surprenantes et pénibles.

Si le premier mouvement de chute de l'avant est assez prononcé, comme il arrive, par exemple, dans le franchissement d'un fort cassis, la réaction de l'arrière peut être très brutale. Au moment où l'avant tombe, tout le châssis bascule, et les passagers arrière sont projetés violemment hors de leur siège.

Une modification des flexibilités est susceptible d'améliorer la suspension d'une voiture. Mais on dispose parfois d'un autre moyen : une nouvelle répartition des masses suspendues. Le calcul et l'expérience montrent qu'en disposant en dehors des roues arrière, et le plus loin possible, nombre de masses : roue de rechange, malle, outils, réservoir, etc., on améliore presque toujours le confort d'une voiture par forte atténuation du mouvement de galop.

Ce qu'il faut retenir surtout de cette étude, c'est l'importance prépondérante de la suspension avant ; presque toutes les suspensions défectueuses sont dues à l'insuffisante flexibilité des ressorts antérieurs ou à un mauvais choix de leurs amortisseurs.

Enfin, il est utile de noter qu'il existe également un galop des pneumatiques, de faible amplitude, assurément, mais de grande sécheresse. Ce mouvement est particulièrement sensible avec les chambres à air à basse pression parce qu'alors l'amplitude du mouvement n'est plus négligeable. Contre ce défaut, il n'y a de remède, lorsqu'elle est possible, que la nouvelle répartition des masses que nous venons d'indiquer.

Les exigences inconciliables et contradictoires d'une suspension douce et d'une bonne tenue de route

Jusqu'ici, nous n'avons trouvé que des avantages dans l'augmentation des flexibilités. Malheureusement, dès qu'une certaine valeur est obtenue, soit pour l'arrière, soit surtout pour l'avant, la voiture se maintient difficilement sur une ligne droite, à partir d'une certaine vitesse ; de plus, elle « chasse » dangereusement dans les virages ; on dit alors

qu'elle « tient pas la route ». Pratiquement, les constructeurs n'ont pu échapper encore à ce dilemme : ou bien voiture confortable, mais tenue de route impossible aux grandes vitesses ; ou bien voiture rapide, mais suspension dure aux vitesses inférieures.

Comment améliorer la tenue de route

On limite l'amplitude des oscillations à l'aide d'amortisseurs. Mais ceux-ci durcissent presque toujours en

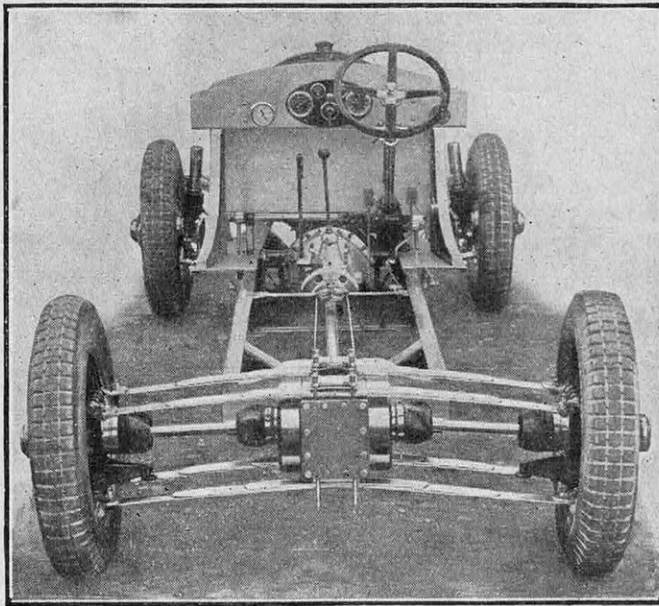


FIG. 6. — VUE ARRIÈRE D'UN CHASSIS NON CARROSSÉ D'UNE VOITURE A ROUES INDÉPENDANTES

La suspension est, ici, réalisée par quatre ressorts transversaux. Le mouvement du moteur est transmis aux roues par un arbre articulé. Ce dispositif permet de diminuer la masse non suspendue, qui est réduite aux roues, du fait de l'absence d'un essieu rigide reliant celles-ci. Le « différentiel », dans ce cas, est suspendu.

même temps la suspension et lui enlèvent toute sensibilité. On ne peut donc les serrer comme il conviendrait. Quant aux mouvements de torsion, il est possible de les atténuer en interposant des dispositifs rigides entre le châssis et l'essieu.

Des ressorts avant trop flexibles ont encore l'inconvénient d'être sujets à la torsion autour d'une ligne parallèle à l'essieu lorsque l'on donne un coup de frein ou lorsque la roue subit une résistance quelconque. Quand la masse non suspendue est un peu grande, cet effet de torsion se produit fréquemment en cours de route, par suite de chocs ; si l'épure de direction est mauvaise, ou si la direction présente du jeu par

usure ou insuffisante rigidité du châssis, l'avant est alors soumis à un tremblement violent, auquel on a donné le nom caractéristique de *shimmy*. Là encore, des dispositifs stabilisateurs apportent le remède désiré.

Sur un certain nombre de voitures (Citroën, Chenard, etc.), on a amélioré la tenue de route en plaçant les ressorts arrière obliquement par rapport à la ligne médiane du châssis. Les possibilités de torsion sont alors bien moindres.

Enfin, il est évident, après ce que nous avons dit, que la tenue de route est d'autant meilleure que le centre de gravité se trouve placé plus bas. C'est pourquoi les constructeurs, aussi bien que les carrossiers, recherchent les lignes basses.

Tous ces remèdes : lignes basses, ressorts obliques, stabilisateurs, amortisseurs, etc., ont permis d'atteindre des flexibilités suffisantes ; alors que les anciennes voitures rapides avaient 7 et 30 comme flexibilité avant et arrière, les voitures modernes supportent facilement 18 et 50, et parfois davantage. Mais il est certain que ces chiffres ne sont pas encore pleinement suffisants, puisqu'ils laissent subsister la réaction du galop.

Comment on peut réduire la masse non suspendue

Nous avons vu qu'un des facteurs les plus importants d'une bonne suspension est l'allègement du poids non suspendu, c'est-à-dire de l'essieu, des roues et des freins. Les ressorts eux-mêmes rentrent partiellement dans la masse non suspendue et, en se plaçant à ce point de vue, il paraît préférable d'utiliser des demi-ressorts au lieu de lames entières ou encore des ressorts transversaux.

Un dispositif particulièrement intéressant en ce qui concerne le poids est celui des « roues indépendantes ». Les charges d'essieu et, pour l'essieu arrière, de différentiel sont alors réduites au minimum ou supprimées ; on peut même libérer les roues des freins et reporter ceux-ci près de la masse suspendue.

Les amortisseurs modernes

Les amortisseurs sont destinés à freiner, soit le mouvement ascendant, soit le mouvement d'affaissement de la voiture, soit les deux. Le réglage d'un amortisseur dépend de nombreux éléments : charge des ressorts, amplitude et vitesse du mouvement des ressorts, vitesse de la voiture, profil de la route, etc. On s'est longtemps contenté d'un réglage moyen, mais, depuis quelque temps, de nombreux essais ont été faits en vue d'obtenir, soit automatiquement, soit par commande à main, une variation du serrage,

Les appareils hydrauliques ont une certaine automaticité, car le liquide qu'ils contiennent et qu'un piston ou une pale oblige à passer à travers un orifice étroit éprouve une difficulté d'autant plus grande, dans ce passage, que le mouvement des ressorts qui commandent l'appareil est plus rapide. Si, par exemple, la voiture roule doucement sur une route peu accidentée, les mouvements des ressorts sont faibles et lents, et l'amortisseur travaille à peine. Au contraire, dès que la vitesse plus grande rend les mouvements plus amples et plus violents, l'appareil freine énergiquement les rebonds des ressorts et stabilise la voiture.

Sur les voitures pourvues d'amortisseurs à friction, on a cherché à corriger l'effet de vitesse de marche ou du profil de la route en commandant à distance le serrage des appareils. Si la voiture roule lentement et si la route ne provoque que de petites réactions, on ne donne aucun serrage ; au contraire, aux vives allures, on donne le maximum de friction. Un dispositif analogue a aussi été essayé sur les appareils hydrauliques.

Le problème de la suspension est encore mal résolu

Nous avons vu que les éléments entrant dans le calcul de la suspension d'une voiture automobile sont nombreux : types et formes de ressorts, flexions statiques, flexibilités, valeur et position des masses suspendues, empatement, etc. Autant de voitures, autant de données différentes et, par conséquent, autant de solutions.

Le problème est d'autant plus difficile à résoudre qu'il comporte nombre de contradictions. Veut-on augmenter les flexibilités pour donner plus de douceur à la suspension ? Alors, ou bien la tenue de route se trouve compromise, ou bien la voiture « talonne », ou bien le shimmy apparaît. Veut-on donner aux ressorts toute liberté de détente pour permettre aux roues de bien suivre les ondulations de la route et adhérer au sol ? Alors, le rebond des ressorts n'est plus assez freiné. On pourrait citer de nombreux exemples de ces contradictions.

A vrai dire, hors les dispositifs à roues indépendantes et certains appareils de prix élevés, qui permettent l'exacte compensation des pertes de charge ou surcharge des ressorts, les moyens dont on dispose aujourd'hui pour améliorer la suspension des automobiles sont encore limités. S'ils permettent d'obtenir des résultats satisfaisants, ils ne résolvent pas franchement le problème.

G. LEROUX.

LA SÉCURITÉ DANS LES CHEMINS DE FER

LA VOITURE « TOUT ACIER », SOUDÉE, DOIT SE SUBSTITUER AU MATÉRIEL PÉRIMÉ

Par Pierre DEVAUX

ANCIEN ÉLÈVE DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE

Les progrès de la sidérurgie ont considérablement étendu le champ d'application des aciers (1), en mettant à profit les qualités de ce métal tant au point de vue de la résistance que de la durée. A ce dernier titre, l'évolution de la construction des wagons et voitures de chemins de fer est typique et, aujourd'hui, la voiture à châssis métallique, mais à caisse en bois, a vécu. Aucun convoi à grande vitesse ne doit donc plus en comporter. Tout d'abord, c'est uniquement au châssis en métal que fut demandée la rigidité nécessaire pour résister aux chocs les plus violents. Une nouvelle tendance, qui résulte des études poursuivies par l'Office Central d'Etudes de Matériel de chemins de fer, s'est manifestée dans la réalisation des voitures entièrement métalliques, formant en quelque sorte un seul bloc, la caisse devenant l'élément le plus résistant de la voiture, élément déterminant de la résistance de l'ensemble du convoi. La soudure autogène donne, à cet égard, le maximum de solidité pour l'assemblage des tôles en acier, en attendant l'emploi du duralumin. D'autre part, l'utilisation de calorifuges (liège) ou, plus simplement, l'aménagement de couches d'air immobilisées entre les doubles cloisons, le garnissage des tôles de toiles collées, pour éviter les vibrations, rendent la voiture tout acier beaucoup plus confortable. Son poids, un peu supérieur à celui des voitures à caisses en bois, constitue, pour les trains rapides, un élément supplémentaire de stabilité. Quoi qu'il en soit, la voiture métallique, jointe à l'homogénéité dans la constitution des convois, a jusqu'ici notablement amélioré le facteur sécurité.

LES accidents de chemin de fer attirent toujours l'attention publique sur la question primordiale de la sécurité des voyageurs. A ce point de vue, les voitures entièrement métalliques, constituées par des tôles d'acier embouties et assemblées par rivets ou par soudure électrique, se sont montrées particulièrement résistantes, constituant une sauvegarde pour les voyageurs. C'est ainsi qu'à la Pomme, près de Marseille, par suite du déraillement d'un train sur une voie en talus, on a pu voir des voitures en acier de la Compagnie des Wagons-Lits renversées en bas du remblai, mais absolument intactes ; la sécurité procurée par la construction métallique est donc considérable.

Comment « travaille » le véhicule tout acier dans une catastrophe

Les accidents de chemin de fer qui ont les conséquences les plus graves sont ceux au cours desquels il y a télescopage des voitures entre elles ; à ce moment, le convoi possède une *force vive* considérable, qui doit s'amortir en quelques instants. Il ne s'agit

donc pas d'empêcher les véhicules de dérailler et le train de se mettre « en accordéon », ce qui serait, d'ailleurs, impossible, mais d'éviter que les voitures soient écrasées dans le sens de leur longueur ; ceci exige dans leur construction quelques précautions évidentes : renforcement des extrémités, rendues ainsi capables de recevoir le choc ; création de longues lignes de résistance, ou *poutres*, courant d'un bout à l'autre de la voiture et chargées de *transmettre* la poussée, empêchant l'écrasement de la voiture.

Point très important : la construction métallique permet d'établir ces lignes de résistance dans la *caisse* et même dans la *toiture* et non pas seulement dans le châssis, qui, s'il est seul à assurer la résistance du véhicule, risque, en cas de chevauchement de deux voitures consécutives, de pénétrer comme un couteau dans la voiture contiguë. Cependant, ce danger peut être atténué grâce à une construction *antitélescoping* des extrémités du véhicule, consistant en un renforcement du châssis et de la caisse en ces points particulièrement exposés.

De grands progrès avaient déjà été réa-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 180, page 457.

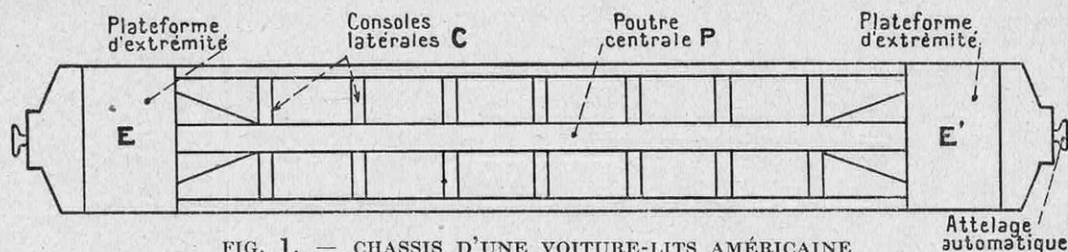


FIG. 1. — CHASSIS D'UNE VOITURE-LITS AMÉRICAINE

Ce châssis est formé d'une forte poutre métallique centrale P réunissant les plates-formes d'extrémité E E' et portant, à droite et à gauche, des consoles latérales en porte-à-faux qui soutiennent la caisse.

lisés dans la construction des matériels de chemin de fer avant 1914, et les voitures à bogies, mises en service sur les réseaux français de 1900 jusqu'à la guerre, ont fait preuve d'une très bonne tenue dans de nombreuses circonstances, et, en particulier, dans l'accident survenu à Saint-Benoît, près de Poitiers (Vienne), dans des circonstances tout à fait analogues à celles que nous évoquions au début de cet article. Néanmoins, le souci d'augmenter encore la sécurité a conduit les ingénieurs des réseaux à étudier la construction de voitures à charpente de caisse entièrement métallique et, dès sa constitution, en 1919, l'Office Central d'Etudes de Matériel de chemins de fer (O. C. E. M.), organe technique commun à tous les grands réseaux français, s'est attaché au problème essentiel de la voiture entièrement en acier,

avec caisse ultra-résistante. Ce problème s'est, du reste, montré singulièrement complexe, en sorte que la réalisation des wagons à marchandises et, notamment, des *tombereaux* à charbon et à minerai tout en acier, a devancé celle des voitures métalliques à voyageurs, tout au moins sous leur forme actuelle.

D'autres avantages militent, d'ailleurs, en faveur de la construction exclusivement métallique ; la suppression des assemblages en bois et leur remplacement par des joints rivés et soudés donne à la caisse une rigidité absolue, qui se traduit par un plus grand confort pour les voyageurs, et par un *vieillissement* moins rapide de la caisse elle-même : l'entretien se trouve ainsi diminué. Ce mode de construction se prête, en outre, à l'emploi d'éléments interchangeables, faciles à normaliser (à « standardiser », comme on dit aux Etats-Unis). Si certains procédés d'emboutissage et de soudure nécessitent évidemment des spécialistes, on peut, en

revanche, éliminer la main-d'œuvre coûteuse des menuisiers et des ébénistes.

Deux conceptions bien différentes pour la voiture tout acier

Il y a deux moyens de donner de la résistance à une voiture métallique ; une première conception consiste à réaliser séparément un châssis particulièrement résistant aux extrémités et une caisse métallique à ossature légère assemblée sur ce châssis. Ce fut la solution primitivement adoptée par la Compagnie des Wagons-Lits (dès 1920). Les

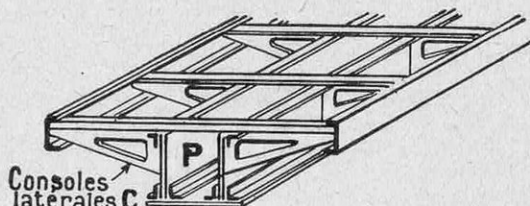


FIG. 2. — COUPE DU CHASSIS DE LA FIGURE 1

On voit les consoles latérales C fixées à la poutre P.

voitures du premier « Train bleu » furent construites de cette façon, et ce genre de construction fit ses preuves au cours de divers accidents ; on peut, notamment, citer le cas, survenu en Autriche en 1929, d'un télescopage à 70 km-heure entre une

puissante locomotive et une voiture arrêtée, sans autres conséquences pour cette dernière que quelques déformations dans les éléments de la plate-forme.

On peut dire que le châssis renforcé, premier type wagons-lits, nous vient tout droit d'Amérique, mais avec une modification importante. Aux Etats-Unis, il n'y a pas de *tampons de choc* ; l'attelage est central et automatique ; les effets de choc sont « encaissés » par cet attelage lui-même, et les efforts de traction, au démarrage, sont également très puissants. Pour toutes ces raisons, les ingénieurs américains ont été conduits à constituer le châssis par une très forte poutre métallique centrale P (fig. 1 et 2), réunissant les plates-formes d'extrémité E et E', munies de l'attelage automatique, et portant, à droite et à gauche, des consoles latérales en porte-à-faux C, qui soutiennent la caisse.

Sur le matériel européen, au contraire, les chocs sont reçus par des tampons latéraux

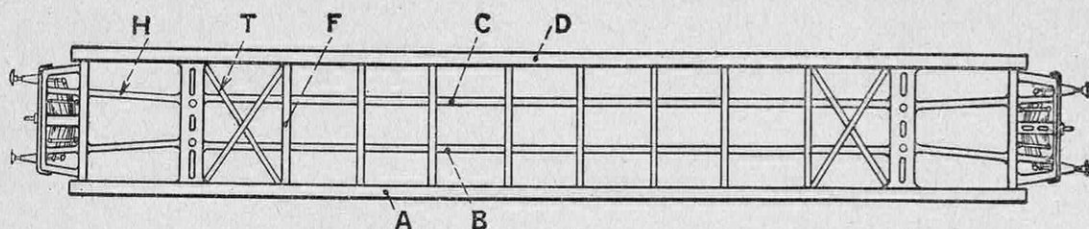


FIG. 3. — CHASSIS D'UNE VOITURE EUROPÉENNE

La poutre centrale est remplacée ici par quatre poutres à peu près égales A, B, C, D, réunies par des entretoises F et des tirants obliques T. Des robustes poutrelles légèrement obliques H transmettent l'effort de tamponnement, qui se répartit sur les quatre poutres longitudinales.

agissant sur un ressort (fig. 3), l'effort du crochet de traction s'exerçant sur un ressort central distinct. On a donc été conduit à remplacer la poutre médiane par quatre poutres à peu près égales, A, B, C, D (fig. 3 et 4), réunies par des entretoises F et par des tirants obliques T. De robustes poutrelles obliques H transmettent l'effort de tamponnement qui se répartit sur les quatre poutres longitudinales. L'ensemble résiste ainsi d'un seul bloc.

Ce type de châssis, très résistant en fonctionnement normal, fournit un bon service, malgré son poids élevé, dû à ce que la caisse constitue un poids mort qui ne contribue en rien à la rigidité.

Une nouvelle formule : le wagon-poutre

C'est à une conception bien différente que se rattache la voiture métallique à caisse rigide, telle que l'on crée l'O. C. E. M. et les grands réseaux. Grâce au mode de construction de la caisse, formée d'éléments en

acier fortement nervurés et consolidés par des sortes de rails, on a pu supprimer presque entièrement le châssis, qui se trouve réduit à deux brancards latéraux reliant les plates-formes extrêmes (fig. 5) ; ces plates-

formes, ou caissons d'attelage, réalisées en acier moulé, supportent les tampons, la barre d'attelage et la traverse-pivot qui sert d'articulation au bogie. La caisse, au lieu d'être un point faible, devient ici, au contraire, l'élément résistant du trainet offre, par conséquent, le maximum de sécurité aux voyageurs, surtout lorsque les extrémités sont aménagées spécialement pour absorber le travail des forces mises en jeu. On est ainsi conduit à la notion de wagon-poutre, ou plutôt de voiture-poutre, dont la cons-

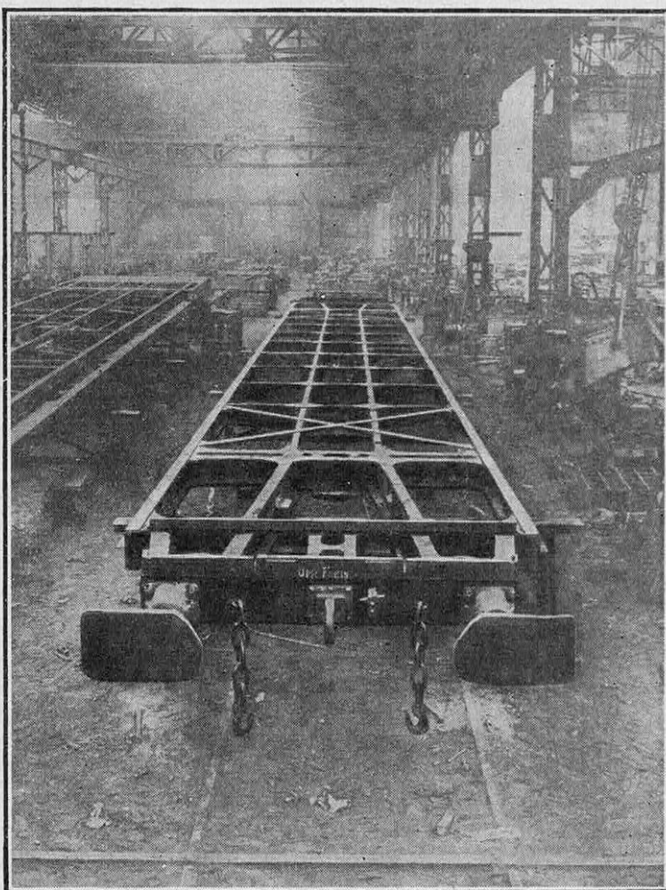


FIG. 4. — PHOTOGRAPHIE DU CHASSIS DE VOITURE EUROPÉENNE DONT LE SCHÉMA EST DONNÉ CI-DESSUS

truction et la résistance mécanique rappellent beaucoup plus celles d'un pont métallique que d'une ancienne « carrosserie » en bois.

Cette conception, plus rationnelle au point

de vue de l'utilisation du métal, a été également adoptée par la Compagnie des Wagons-Lits pour son nouveau matériel ; la figure 7 représente l'intérieur d'une voiture de ce type en cours de montage avant la mise en place des cloisons intérieures, qui contribuent à la rigidité de l'ensemble. La Compagnie des Wagons-Lits possède actuellement 70 voi-

contours arrondis et ne comportant aucune saillie extérieure. Dans l'impossibilité de réaliser d'une seule pièce un tube de dimensions suffisantes, on a été conduit à constituer les parois latérales par assemblage de panneaux ayant chacun la longueur d'un compartiment ; ces panneaux *P* (fig. 5) sont formés de tôle d'acier de 4 millimètres,

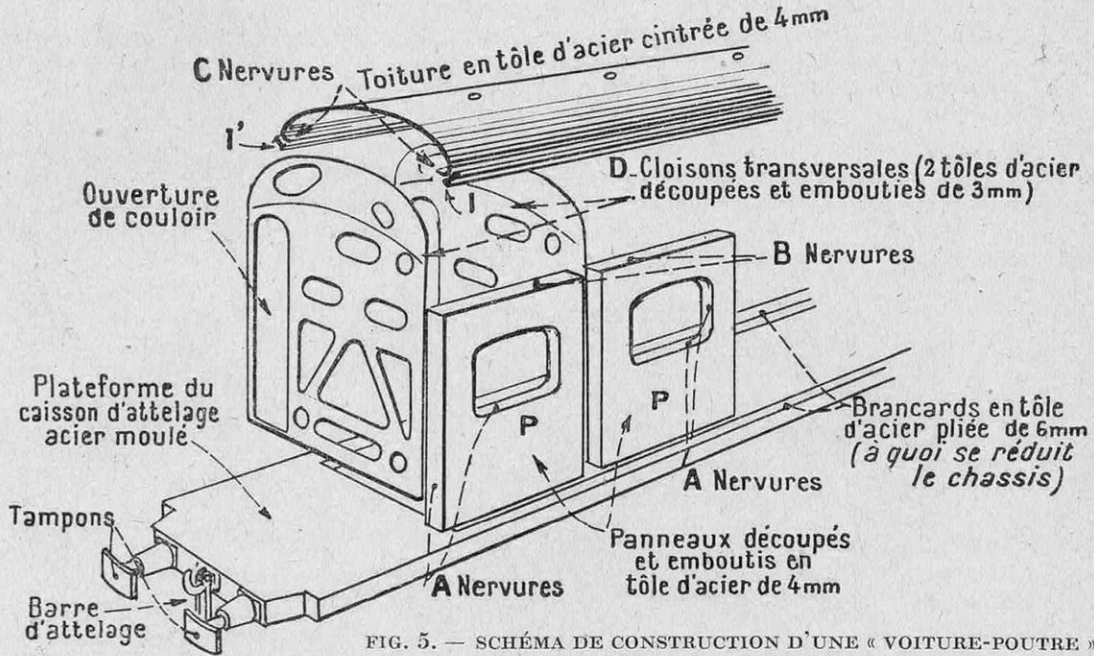


FIG. 5. — SCHÉMA DE CONSTRUCTION D'UNE « VOITURE-POUTRE »

Le châssis, presque entièrement supprimé, se réduit à deux brancards latéraux reliant les plates formes extrêmes. La caisse, formée de panneaux, découpés et emboutis, est ici l'élément résistant

tures-lits et 40 voitures-restaurants, construites suivant ce modèle et mises en service dans ces dernières années.

Une réalisation particulièrement originale de ce type de construction est celle de la Compagnie du Nord, avec ses voitures tout acier à tôles soudées. L'élément fondamental est formé par la *carène* ou surface extérieure de la caisse ; elle doit remplir des conditions très dures et, en apparence, contradictoires : résister d'une façon absolue aux efforts destructifs en cas de collision ; demeurer indéfiniment silencieuse, sans qu'il soit besoin d'entretien, c'est-à-dire n'utiliser que des assemblages assurant une cohésion inaltérable ; offrir à l'air la plus faible résistance possible, ceci grâce à ces courbes fuyantes et, enfin, présenter une bonne stabilité aux grandes vitesses.

La constitution idéale de cette *carène*, qui concilierait parfaitement ces exigences, serait celle d'un tube d'acier d'un seul tenant, en tôle épaisse et cintrée, sans aucune solution de continuité, pourvu de fenêtres à

découpée et emboutie sur les bords, de façon à former des nervures (*A*, *B*) ; ces nervures procurent une grande rigidité à l'ensemble.

Sur les parois latérales ainsi constituées vient se placer la toiture, également en tôle d'acier de 4 millimètres et fabriquée par cintrage ; les seuls orifices qui y sont pratiqués sont ceux qui servent à la ventilation des compartiments et au remplissage des réservoirs à eau, ceci afin de ne pas affaiblir cette toiture qui doit, elle aussi, participer à la résistance de l'ensemble en cas de collision. Le bord de la toiture porte des nervures *C* et deux « fers » spéciaux, *I* et *I'*, qui courent d'un bout à l'autre de la toiture et dont la forme est celle d'un rail. Une fois la toiture en place, ces rails se trouvent pincés entre les nervures *B* des panneaux latéraux et les nervures *C* de la toiture : on conçoit quelle doit être ainsi l'énorme résistance longitudinale de l'ensemble.

Les cloisons transversales *D* (visibles fig. 5), séparant les compartiments, sont formées de deux tôles minces (3 millimètres), em-

bouties et ajourées, formant un caisson plat ; l'ensemble de ces caissons assure la rigidité transversale de la voiture. Les cloisons séparant les compartiments du couloir, qui ne jouent aucun rôle dans la solidité, sont formées de deux tôles minces de 1 mm 5, rivetées et soudées entr'elles.

toiture. L'ensemble de ces « fers » (qui sont du reste en acier) forme ainsi un cadre supérieur capable de recevoir et de transmettre d'un bout à l'autre, sans déformation, les chocs les plus violents. Entre ces deux cadres rigides, cadre supérieur et cadre inférieur formé par les « brancards » du

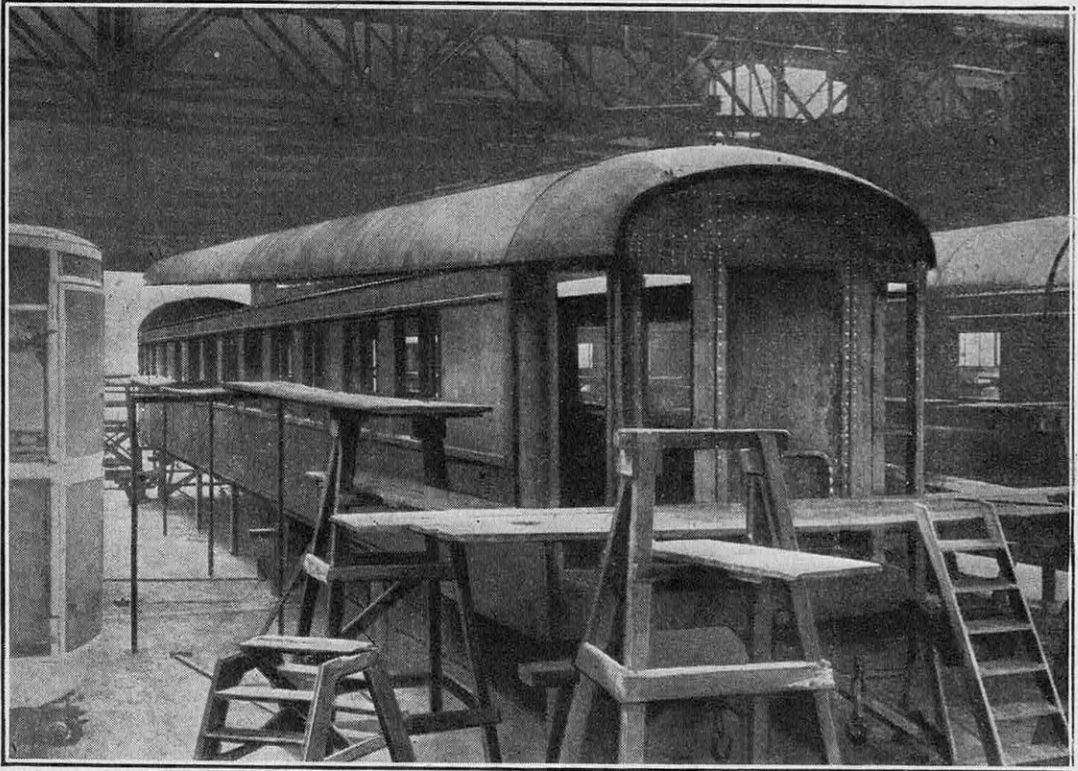


FIG. 6. — POSE DU TOIT D'UNE VOITURE ENTIÈREMENT MÉTALLIQUE

Le toit métallique constitue un des éléments qui donnent de la rigidité à l'ensemble de la caisse.

C'est à la soudure électrique (à part quelques rivets sur les cloisons intérieures) qu'on a fait appel pour assembler tous ces éléments, les faces latérales et la toiture étant, du reste, entièrement achevées d'avance au chalumeau, avant leur mise en place. Les rainures creuses extérieures, correspondant aux nervures, sont soigneusement remplies de métal fondu à l'arc électrique (métal « d'apport »), de façon à constituer une surface extérieure parfaitement lisse et n'offrant pas de prise au vent.

Les extrémités de la voiture sont constituées par des panneaux en tôle d'acier emboutie, et le toit se trouve extraordinairement renforcé en ce point par des fers en U robustes, qui viennent rejoindre les fers latéraux *I I'* (fig. 5), en forme de rails, qui longent d'un bout à l'autre les bords de la

châssis, la voiture offre une résistance analogue à celle d'un bloc indéformable.

Le confort dans les voitures tout acier

A côté de leurs grandes qualités, on pourrait craindre que les voitures métalliques ne présentent un certain nombre de défauts, notamment celui d'être bruyantes (tout au moins pour ce qui est des cloisons intérieures) et d'être plus sensibles aux variations de la température extérieure que les anciennes voitures en bois.

Pour remédier d'un seul coup à ces deux inconvénients, on a proposé de remplir l'intérieur des parois de la toiture et des faces latérales d'un isolant, qui est généralement du liège aggloméré, bien appliqué contre les tôles. On a obtenu de bons résultats, pour combattre les vibrations des cloisons inté-

rieures en tôles creuses, en garnissant l'intérieur de ces tôles de toile collée ; c'est ce qu'on appelle le *marouflage*. Le plancher métallique, en tôle cannelée, est recouvert, soit d'une couche épaisse de liège aggloméré, soit d'un ciment magnésien. L'air constitue, du reste, un excellent calorifuge à la condition qu'il ne puisse se renouveler ; ce principe a été appliqué sur les voitures du réseau du Nord, où des tasseaux de chêne sont placés entre les panneaux intérieurs des compartiments et la « carène » extérieure, de façon à empêcher la circulation de l'air. C'est là un des rares points où le bois soit employé et l'on envisage de le remplacer par des alliages légers



FIG. 7. — VOITURE DE LA COMPAGNIE DES WAGONS-LITS EN COURS DE MONTAGE

On voit ici la voiture avant la mise en place des cloisons intérieures, qui contribuent à la rigidité de l'ensemble de la caisse.

unanimement favorable aux voitures entièrement métalliques. Le poids mort, ou *tare*, du matériel métallique est, il est vrai, un peu plus élevé que celui du matériel composite en

à base d'aluminium (alpax, etc.). Ces alliages légers sont, du reste, largement employés dans l'aménagement intérieur des voitures métalliques (lustreries, porte-bagages, serrures), auxquelles ils conviennent par leur aspect moderne ; les cuivreries sont généralement chromées ou réalisées en aciers inoxydables.

L'avenir de la voiture tout acier

Après quelques années d'hésitation, l'opinion des techniciens est aujourd'hui

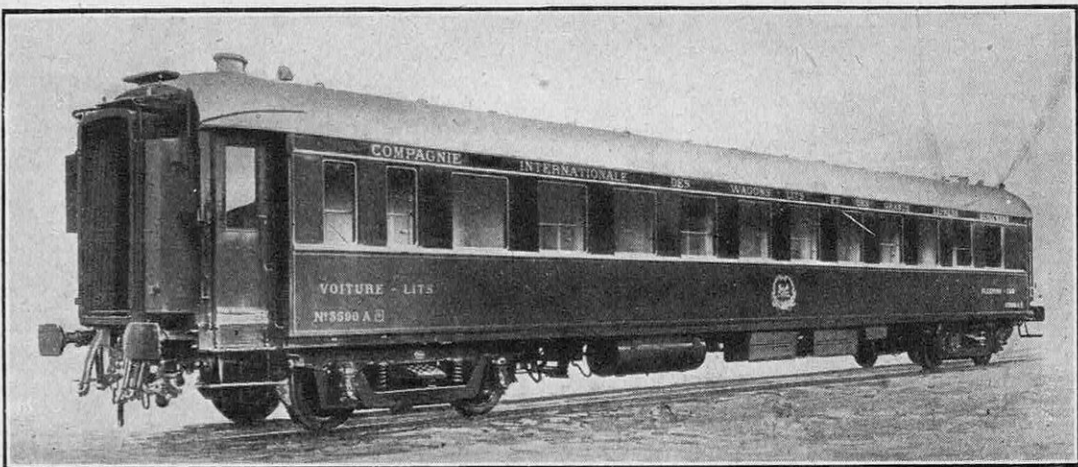


FIG. 8. — VOITURE DE LA COMPAGNIE DES WAGONS-LITS

Nous voyons ici terminée une des voitures dont nous avons montré les diverses étapes du montage.

bois et fer : sur une voiture d'une quarantaine de tonnes, la différence peut atteindre 3 t 5 ; les constructeurs espèrent, d'ailleurs, diminuer cet écart, et même le ramener à zéro, par l'emploi intensif d'alliages légers et d'aciers à haute résistance.

Cette réduction de poids serait-elle désirable dans tous les cas ? On peut se le demander : les conditions d'une exploitation économique sur les chemins de fer sont très

raisonnable le poids par essieu. En poussant à l'extrême, on est conduit à la notion féconde des automotrices sur rails, permettant une exploitation rationnelle des lignes déficitaires.

De tous côtés, l'avenir semble donc bien à la voiture métallique, légère ou non, mais robuste, durable et donnant toute sécurité aux voyageurs. Une seule restriction : il ne faudrait pas, pendant la période que nous traversons et où il existe encore simultanément

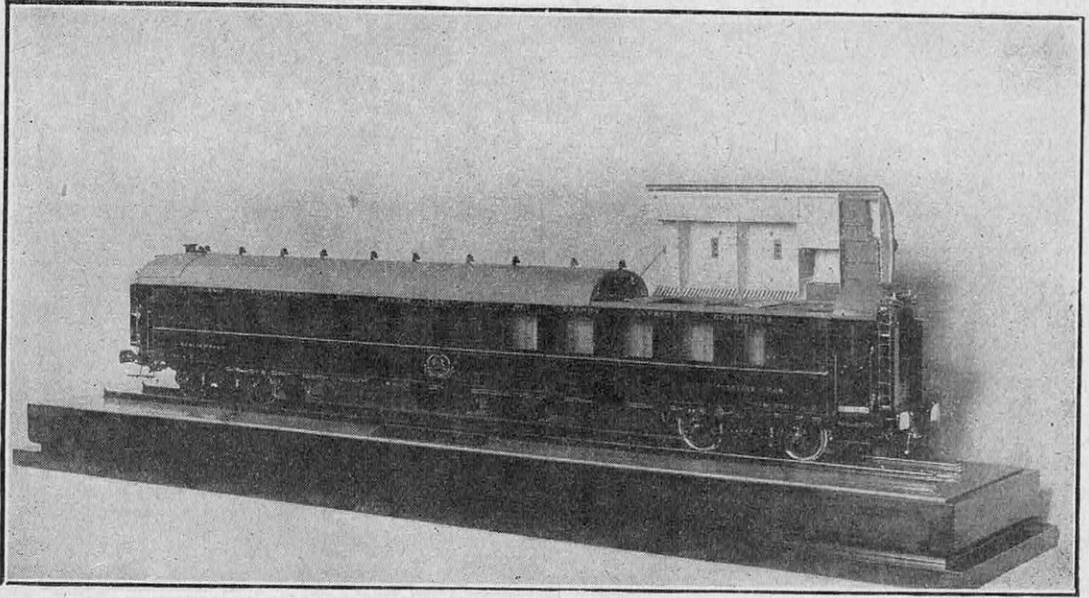


FIG. 9. — MAQUETTE D'UNE VOITURE-LIT MODERNE

Une partie du toit de la maquette est ouverte, pour laisser voir, en particulier, les cloisonnements transversaux, qui augmentent la solidité et la rigidité de l'ensemble de la caisse de la voiture.

différentes de ce qu'elles sont dans les transports automobiles, où le poids est une cause de dépense et où tout allègement constitue un progrès. Sur la voie ferrée, au contraire, le poids du matériel constitue un élément de stabilité d'autant plus nécessaire que les vitesses envisagées sont plus grandes. Aussi peut-on penser que l'accroissement de vitesse, qui résultera de l'électrification des réseaux et des améliorations réalisées dans l'établissement des voies, exigera, pour le service des express et des rapides, un matériel suffisamment pesant.

Mais, à côté de ce matériel lourd, rien n'empêche, étant donnés les progrès réalisés dans l'étude des alliages d'aluminium, de concevoir un matériel ultra-léger, dans lequel l'emploi de l'acier serait limité aux bogies et aux extrémités du châssis. La réduction du poids de la caisse permettrait d'adopter le système du train articulé, si répandu en Angleterre, tout en limitant à une valeur

ment des voitures métalliques et des voitures en bois d'ancien modèle, que ces deux types de voitures fussent placées dans les mêmes trains ; en un mot, il faut que la composition des trains soit *homogène*. On conçoit, en effet, qu'en cas d'accident les anciennes voitures se présenteraient comme des *points faibles*, particulièrement exposés, de l'ensemble du convoi. Cette homogénéité de la composition des trains est, du reste, régie par une circulaire ministérielle en date du 2 juillet 1926, qui classe en cinq catégories les diverses séries de véhicules et qui précise dans quelles conditions les véhicules de chaque catégorie peuvent être utilisés conjointement avec ceux des catégories voisines. Ce texte complète, de la façon la plus heureuse, au point de vue de l'exploitation, l'initiative technique des Compagnies en matière de voitures métalliques et garantit, par sa stricte application, une sécurité accrue des voyageurs.

PIERRE DEVAUX.

UNE INDUSTRIE RENAISSANTE : LE RAFFINAGE DU PÉTROLE EN FRANCE

Par R. CHENEVIER

Dans la répartition géographique du pétrole, la France et ses colonies sont assez mal partagées. Hormis le modeste gisement alsacien de Pechelbronn, qui produit annuellement de 70.000 à 75.000 tonnes de pétrole brut seulement, celui de Gabian (Hérault), qui donne 2.000 tonnes — pour ainsi dire rien —, et quelques terrains schisteux dont on extrait à grand'peine 4.000 tonnes, la France ne dispose d'aucune autre réserve. Les prospections effectuées dans nos colonies n'ont révélé aucun gisement digne d'être exploité. Aussi, notre pays a-t-il importé, en 1931, pour trois milliards de francs de dérivés du pétrole. Pour remédier à cette situation peu enviable, des décrets ont été pris pour, d'une part, réglementer l'entrée de ces produits dérivés du pétrole et, d'autre part, favoriser l'industrie du « raffinage » en France. Douze raffineries sont actuellement en construction, qui, dès la fin de l'année prochaine, seront capables de fournir les essences et les pétroles lampants. Nous pourrons ainsi traiter annuellement 6 millions de tonnes de pétrole brut. C'est là un événement de grande importance pour l'économie nationale, puisqu'il nous libérera partiellement de l'étranger en lui versant un moindre tribut.

La nouvelle politique du pétrole en France

POUR apprécier sainement toute la portée de la nouvelle politique française du pétrole, il est nécessaire de remonter quelque peu dans le passé.

A défaut d'être pays producteur, la France pouvait être pays transformateur. Elle le fut. Jusqu'en 1903, elle demandait à l'étranger la fourniture de pétrole brut qu'elle raffinait sur son sol : 80 % du tonnage des dérivés du pétrole nécessaires à sa consommation franchissaient sa frontière à l'état brut. Ainsi, par sa transformation se trouvait partiellement compensée l'infériorité à la production, une fraction des bénéfices industriels demeurant en France.

Cette politique de sagesse fut brusquement renversée en 1903, à la suite d'une loi fâcheuse privant les raffineries françaises de toute protection. Mises dans une situation défavorable, celles-ci s'étiolèrent peu à peu ; les importations de produits dérivés s'étendirent au détriment des importations du pétrole brut. Le pourcentage de celui-ci régressa jusqu'à ne plus représenter que 10 % du montant total des importations.

Cette situation, qui privait l'économie française d'une industrie transformatrice active, se prolongea jusqu'en 1928, année où les pouvoirs publics décidèrent enfin de construire une politique française du pétrole.

Cette politique trouva son expression dans

une série d'actes législatifs que nous n'avons pas à analyser ici. Disons simplement qu'elle supprime la liberté commerciale en matière de pétrole et qu'elle institue un régime de réglementation et de contingentement pour les produits dérivés. En fait, l'entrée du pétrole brut est libre ; mais, par contre, la fabrication des produits finis est soumise à un contrôle et ne peut excéder des quantités déterminées par des autorisations spéciales.

L'objet immédiat de cette législation est, évidemment, de ressusciter, en France, l'industrie du raffinage. Cet objet est aujourd'hui virtuellement atteint, puisque douze raffineries sont actuellement en construction sur les différents points du territoire, douze raffineries dont les délais d'installation expirent le 1^{er} octobre 1933 pour la fabrication des essences et pétroles lampants, et au 1^{er} octobre 1934 pour les opérations de raffinage intégral. Quand ce programme sera terminé, la France disposera, sur son sol, d'un ensemble d'installations industrielles susceptibles de traiter annuellement 6 millions de tonnes de pétrole, soit la totalité de la production de Roumanie.

Cette politique, si intéressante déjà par ses résultats économiques immédiats, prend cependant une signification plus haute, si on la considère comme un stade de la politique de la libération nationale en matière de pétrole. Depuis 1923 et jusqu'à son avènement, la France était simple consommatrice de dérivés pétroliers. Demain, et pour une

période de vingt ans (les autorisations spéciales de fabrication de produits raffinés étant valables pour vingt ans), elle sera transformateur.

Mais, dans vingt ans, qu'advient-il ? A défaut de l'anticipation antiscientifique au premier chef, la prévision raisonnable permet de formuler deux hypothèses : ou les autorisations spéciales seront renouvelées, élargies s'il est besoin, et l'heure de la libération française en matière de pétrole sera repoussée dans le temps, ou cette heure aura sonné, et les autorisations spéciales en tiendront compte.

Si cette seconde hypothèse se vérifie, sa réalisation ne devra rien à l'imprévu. Du jour où, conséquence heureuse de la guerre, la France a obtenu une participation de 23,5 % dans les gisements de l'Irak, où elle est donc devenue copropriétaire de ces gisements, de ce jour elle a eu une politique de la production. Politique qui s'est affirmée avec la prise des concessions au Venezuela et en Colombie, et dont il est permis d'espérer d'heureux résultats. Politique, enfin, qui, si elle ne subit pas d'entrave extérieure, doit faire de la France une nation productrice, au même titre que l'Angleterre.

Alors, le stade dernier, celui de l'indépendance complète, sera atteint. Le cycle industriel et commercial sera bouclé. Et ce ne sera pas une mince fierté, sans qu'il s'y mêle aucun esprit de nationalisme déplacé, que de penser qu'enfin la France consomme du pétrole de propriété française.

La répartition et l'installation industrielle des futures raffineries

Avant d'aborder la technique proprement dite du raffinage et le développement des opérations qui la composent, considérons un instant les programmes de fabrication des installations projetées, ainsi que leur outillage. Voici, tout d'abord, un tableau indiquant, par société, le contingent de produits dérivés du pétrole que les raffineries produiront, conformément aux autorisations spéciales qui ont été accordées (tableau page 159).

Sur ces bases de fabrication, les raffineries seront très en dessous de leur capacité de production. Celle-ci atteindra, en effet, au total, près de 6 millions de tonnes de traitement du produit brut en 1935. Marge moins considérable qu'il n'y paraît de prime abord, si l'on tient compte de l'accroissement progressif de la consommation.

Analysons maintenant la situation industrielle des diverses raffineries, telle qu'elle se

présente à l'heure actuelle, et telle aussi qu'on peut la prévoir dès aujourd'hui.

Quelle sera la situation des nouvelles raffineries françaises ?

I. - Raffineries du Nord

La raffinerie des Pétroles du Nord, qui groupe les intérêts des houillères du Nord et du Pas-de-Calais et du groupe pétrolier belge *Petrofina*, est en construction à Saint-Pol-sur-Mer, près de Dunkerque. A l'origine, sa capacité de traitement sera de 350.000 tonnes de pétrole brut, susceptible d'être portée à 500.000 tonnes. Le terrain occupé représente 35 hectares, situés en bordure du futur bassin aux pétroles de Dunkerque. Jusqu'à complète exécution de ce bassin, le pétrole sera amené des tank-steamers à l'usine par une pipe-line de 2 kilomètres de longueur. En outre, une gare d'eau de près de 6.000 mètres carrés est édifiée. Elle reliera l'usine au réseau de canaux du Nord et facilitera, en même temps que l'expédition des produits finis, l'arrivée des charbons.

La raffinerie sera divisée en deux parties principales : d'une part, le groupe des réservoirs de stockage, ayant une capacité de 125.000 mètres cubes environ pour le brut, et de 120.000 mètres cubes pour les produits finis et semi-finis ; et, d'autre part, l'usine proprement dite, comprenant l'ensemble des installations de traitement. Le pétrole traité sera vraisemblablement du pétrole russe donnant naissance aux produits suivants : essences, lampants, gas oil, huiles de graissage, paraffine, mazout. Le « topping » se fera au moyen de « pipe-stills », de même que la distillation du mazout sur asphalte, pour la fabrication sous vide des huiles de graissage. Il est, en outre, prévu un atelier pour le raffinage des lampants, selon le procédé Edeleance, ainsi que des appareils de cracking, dégazolinage, etc. Enfin, la raffinerie aura sa propre centrale pour la production intégrale de la vapeur et de la force motrice nécessaire.

La raffinerie de Courchelettes, propriété de la Société Générale des Huiles de Pétroles (groupe *Anglo-Persian*), est une raffinerie déjà ancienne, — elle a été reconstruite en 1922 —, sise à quelques kilomètres de Douai et occupant 50 hectares de terrain. Sa capacité de traitement est de 260.000 tonnes. Le pétrole, débarqué à Dunkerque, gagne l'usine par trains complets et rapides de wagons-citernes à grande capacité. Du traitement sont issus les essences, lampants, les huiles de graissage, paraffine, brai mou, asphalte,

Sociétés	Raffineries	Essences	Huiles raffinées	Huiles lourdes	Gas oil	Total	0/0
		TONNES	TONNES	TONNES	TONNES	TONNES	
Franco-Américaine de Raffinage	Port-Jérôme	356.000	38.000	139.000	45.400	578.400	20,40
Compagnie Française de Raffinage	Gonfreville	419.000	61.000	40.000	42.200	562.900	19,86
	Martigue-Mégun						
Société des Pétroles Jupiter	Petit-Couronne	263.000	37.000	45.000	77.300	422.300	14,92
	Pauillac						
Société Générale des Huiles de Pétrole.)	Courchelettes	169.000	26.000	23.000	35.000	253.000	8,93
	Lavera						
Compagnie des Produits Chimiques de Berre	Berre	158.000	17.500	30.000	17.250	222.750	7,86
Vacuum Oil et Compagnie Industrielle des Pétroles	Port-Jérôme	143.000	18.000	37.000	15.000	213.000	7,52
	Frontignan						
Raffinerie des Pétroles du Nord.....	Dunkerque	108.000	15.000	32.000	12.900	167.900	5,93
Raffinerie des Pétroles de la Gironde..	Bec-d'Ambez	135.000	15.000	»	12.400	162.400	5,74
Société Brest-Port Pétrolier.....	Saint-Marc	100.000	10.000	»	8.300	118.300	4,18
Péchelbronn	Péchelbronn	72.000	9.000	18.000	10.500	109.500	3,87
Les Consommateurs de Pétrole.....	Donges	»	»	20.000	2.500	22.500	0,79
		1.923.000	246.500	384.000	278.750	2.832.250	100,00

TABLEAU INDIQUANT, PAR SOCIÉTÉ, LE CONTINGENT DE PRODUITS DÉRIVÉS DU PÉTROLE QUE LES DIVERSES RAFFINERIES ACTUELLEMENT EN CONSTRUCTION, EN FRANCE, PRODUIRONT, CONFORMÉMENT AUX AUTORISATIONS QUI LEUR ONT ÉTÉ ACCORDÉES

etc. Le stockage des bruts et dérivés est assuré dans des réservoirs d'une capacité unitaire atteignant jusqu'à 10.000 tonnes et d'une capacité totale de plus de 200.000 tonnes.

II. - Raffineries de la Manche

A 35 kilomètres du Havre, à Notre-Dame-de-Gravenchon, la Compagnie Franco-Américaine de Raffinage, représentant la *Standard oil of New Jersey* et deux raffineurs français, construit une raffinerie d'une capacité de traitement de début de 1 million de tonnes, et qui portera le nom de raffinerie de Port-Jérôme. Le stockage sera assuré par 21 réservoirs de 14.000 mètres cubes et 16 réservoirs de 6.000 mètres cubes. La superficie totale des installations sera de 850 hectares environ, et bordant la Seine sur une longueur de 710 mètres. Quand les travaux d'approfondissement de la Seine seront exécutés, les tanks-steamers accosteront directement dans une darse de Port-Jérôme de 600 mètres. En attendant, le déchargement se fera au Havre et le transport du pétrole sera assuré par une pipe-line de 35 kilomètres et de 300 millimètres de diamètre. L'usine comportera des installations de distillation et de cracking.

La raffinerie de Gonfreville, actuellement en construction, est la propriété de la Com-

pagnie française des Pétroles et de divers raffineurs français. Sa puissance de traitement sera de 800.000 tonnes et sa capacité de stockage de 350.000 tonnes. Elle sera, de toutes les raffineries, la plus importante au point de vue du nombre des produits qui y seront œuvrés. Elle occupera une superficie de 100 hectares et disposera de liaison par eau et par fer. Le déchargement du pétrole se fera au Havre ; une pipe-line de 14 kilomètres permettra l'évacuation des pétroles aux réservoirs de stockage.

La raffinerie de Petit-Couronne des Pétroles Jupiter (groupe *Royal Dutch*), située à 15 kilomètres en aval de Rouen, occupe une superficie de 50 hectares. Elle a été mise en marche en mars 1929 et traite du pétrole brut du Venezuela. Elle ne comporte pas d'installation de cracking, et produit les dérivés principaux suivants : essence, lampants, huiles lourdes et brai. Sa capacité de traitement est de 250.000 tonnes, et sa capacité de stockage de 120.000 tonnes.

Tout à proximité de Port-Jérôme, la *Vacuum oil* et la Compagnie Industrielle des Pétroles construisent une raffinerie d'une capacité de traitement de 250.000 à 350.000 tonnes, occupant une superficie de 80 hectares. Cette raffinerie sera consacrée plus spécialement à la fabrication des huiles de

graissage et résidus. Elle pourra stocker 275.000 tonnes de produits divers.

III. - Raffineries de l'Atlantique

En communauté d'intérêts avec Pechelbronn, la Société Brest-Port Pétrolier envi-

l'installation des Consommateurs de Pétrole, groupe des compagnies de chemins de fer et des compagnies de navigation. Cette installation, d'une capacité de 50.000 tonnes, ne produira que des huiles de graissage, dont ces compagnies font une forte con-

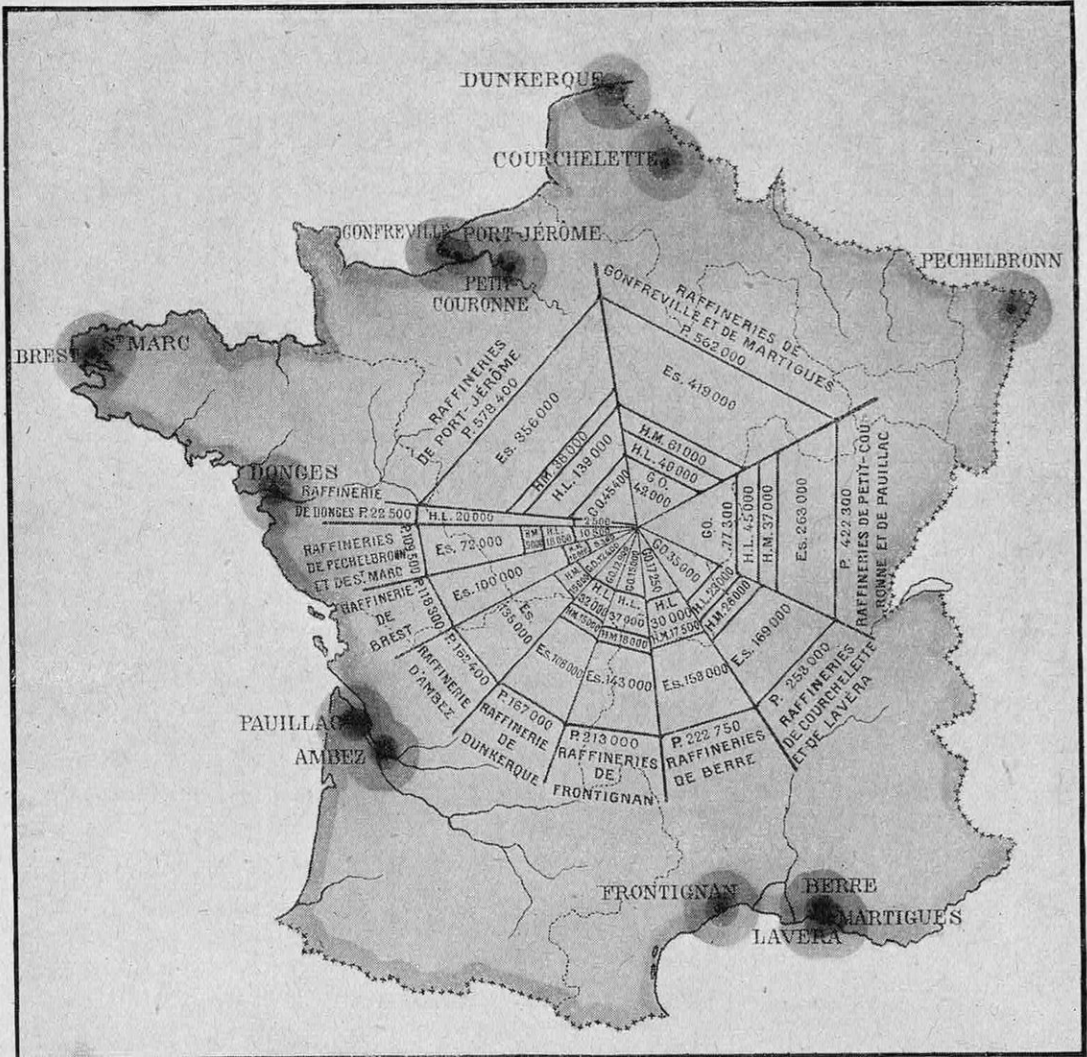


FIG. I. — CARTE DONNANT LA RÉPARTITION DES RAFFINERIES DE PÉTROLE SUR LE SOL FRANÇAIS
 Au centre de cette carte se trouve un schéma indiquant les quantités de pétrole et de dérivés, exprimées en tonnes, que traiteront ces raffineries. Sur ce schéma, P. = pétrole ; Es. = essence ; H. M. = huiles minérales raffinées ; H. L. = huiles lourdes ; G. O. = gas oil.

sage de construire une raffinerie sur les terre-pleins du port de Brest. Cette raffinerie comporterait des installations de distillation et de cracking. Ce projet n'a pas encore reçu de commencement d'exécution. L'usine pourrait traiter 300.000 tonnes.

Plus au sud, à Donges, soit à une dizaine de kilomètres de Saint-Nazaire, se dressera

somation pour leur matériel de transport.

A 47 kilomètres en aval de Bordeaux, à Pauillac, les pétroles Jupiter se proposent de construire une raffinerie comportant des installations de traitement de pétrole brut, de ses dérivés et résidus par distillation et cracking. Rien de précis n'est encore connu sur la capacité de cette installation.

La raffinerie du Bec d'Ambez, de la société des Raffineries de la Gironde, aura une capacité de traitement par distillation et cracking de 300 à 350.000 tonnes. Cette installation, visant surtout à la production de l'essence et du kérosène, pourra traiter jusqu'à 1.000 tonnes par jour et comportera une unité de cracking Dubbs d'une capacité quotidienne de 396 mètres cubes.

IV. - Raffineries de la Méditerranée

A Martigue-Midi, la Compagnie française de Raffinage construit une raffinerie d'une capacité de traitement de 1 million de tonnes et d'une capacité de stockage de plus de 300.000 tonnes. La superficie occupée sera de 60 hectares. Les pipes-lines d'adduction du pétrole et d'évacuation des produits finis auront une longueur totale de 60 kilomètres. Le pétrole brut traité sera en provenance de Mésopotamie, et la raffinerie fournira de l'essence, du gas oil et du fuel oil, tant par distillation que par cracking.

A Berre, fonctionnera une raffinerie appartenant à la Compagnie des Produits Chimiques et Raffineries de Berre (groupe Saint-Gobain), d'une capacité de traitement de 400.000 tonnes et occupant une superficie de 230 hectares. L'usine s'occupe du raffinage intégral du pétrole. Elle comporte des installations extrêmement souples et variées, permettant de traiter n'importe quels bruts.

Outre Courchelettes, la Société Générale des Huiles de Pétroles édifie à Lavera, près

de Martigues, une raffinerie d'une capacité de traitement de 400.000 tonnes, sur un terrain d'une superficie de 155 hectares environ. Quatre-vingt-un réservoirs permettront de stocker 200.000 mètres cubes bruts et 250.000 mètres cubes de produits finis. La capacité de traitement pourrait, éventuellement, être portée à 800.000 tonnes.

Enfin, à Frontignan, la *Vacuum oil* et la Compagnie Industrielle des Pétroles construit, ou plutôt reconstruit, une raffinerie, dont la capacité du traitement sera de 100 à 120.000 tonnes, et qui sera destinée à produire principalement de l'essence et du pétrole lampant. Ajoutons que les travaux de construction ne sont pas encore commencés.

V. - Raffineries d'Alsace

A Merwiller est située l'usine du traitement de la Société de Pechelbronn. Cette usine a une capacité variant de 100 à 130.000 tonnes. Elle prati-

que toutes les opérations du raffinage intégral du pétrole qu'elle extrait de ses gisements. Elle traite, de plus, un faible tonnage de brut importé.

Tels sont, dans l'état actuel des choses, les programmes de fabrication des diverses raffineries en construction. A eux seuls, ces programmes sont de précieux indicatifs. Ils témoignent de l'importance qu'il sied d'accorder à la nouvelle politique française du pétrole. Examinons maintenant la technique même de la distillation du pétrole brut.

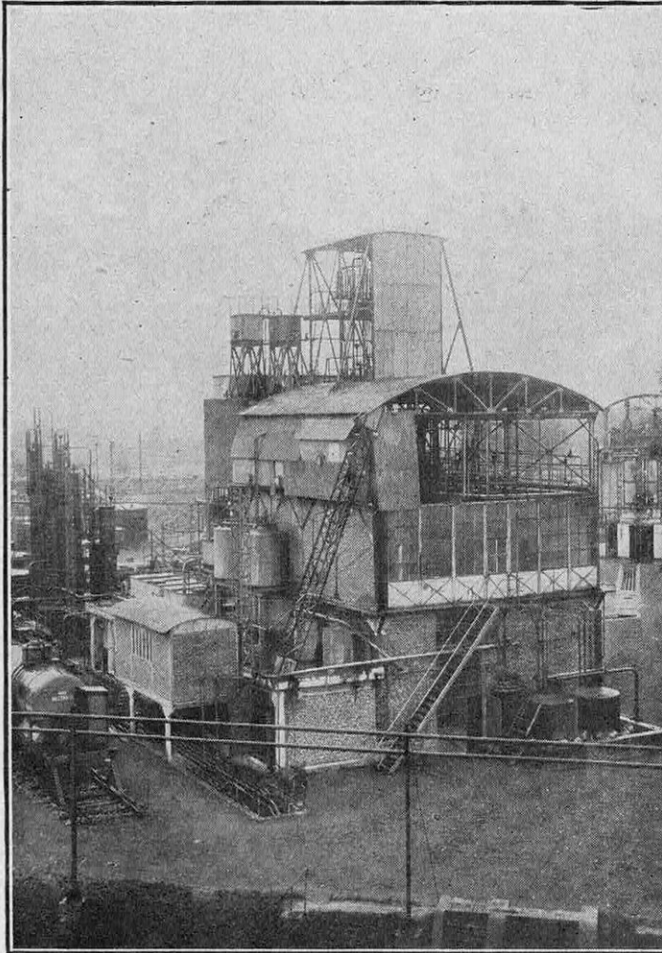


FIG. 2. — RAFFINERIE DE COURCHELETTES

Vue générale d'une installation d'épuration d'essence en colonnes.

La distillation du pétrole

Le traitement du pétrole, dont l'objet est de fractionner les hydrocarbures composants, s'accomplit selon le processus général que voici :

Au sortir de la terre, le pétrole, chargé parfois d'eau jusqu'à 60-70 % de son poids, est déshydraté par décantation. Cette opération, qui repose sur la différence de densité

dans ces serpentins, véritables chaudières tubulaires, le pétrole atteint, en quelques minutes, 300°, température assez élevée pour permettre la distillation des fractions recherchées. Au sortir des serpentins, on recueillera un mélange de vapeur et de liquide. Les vapeurs sont envoyées dans des colonnes de rectification, où elles se condensent selon leurs densités : les produits les plus lourds, gas oil et kérosène, se déposent

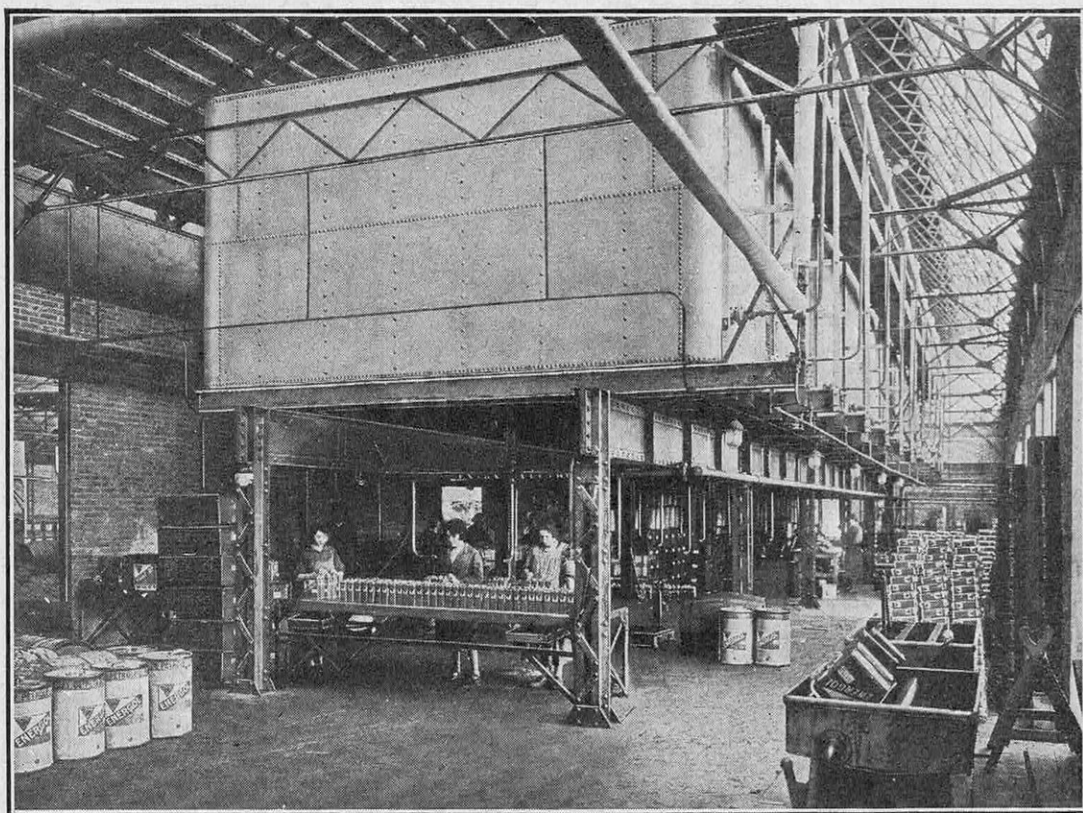


FIG. 3. — MISE EN BIDONS DES HUILES DE GRAISSAGE

Vue d'un atelier de remplissage des bidons d'huile de graissage. Surélevées, les citernes d'huile.

entre le pétrole et l'eau, s'effectue dans les réservoirs de stockage du chantier d'exploitation ou du transporteur. La décantation, est-il besoin de le dire, est la méthode la plus simple et la plus ancienne de déshydratation. Il en est d'autres : la centrifugation, la filtration, et enfin les méthodes chimiques et électriques.

Dès lors, le pétrole est prêt à être distillé, c'est-à-dire à être fractionné en hydrocarbures de caractéristiques et de densités différentes. Cette distillation s'effectue dans des « pipe-stills », qui sont des serpentins de chauffage, de très faible diamètre, placés dans un foyer. Pompé à très grande vitesse

dans les premières colonnes, et l'essence dans la dernière. Quant au liquide, fraction passant au delà de 300°, et qui n'est autre que le fuel oil, il est rassemblé à la partie inférieure d'une tour d'évaporation, puis envoyé par pompage dans des réservoirs appropriés.

Ainsi donc, au sortir des « pipe-stills » de distillation, le pétrole est décomposé en une série d'hydrocarbures allant de l'essence légère aux huiles passant après 300°. Si ces dernières proviennent de bruts asphaltiques ou paraffineux, elles font ultérieurement l'objet d'une seconde distillation, qui le fractionne à leur tour. Cette distillation, dite sous vide, s'effectue également dans des

« pipe-stills ». Elle consiste à réaliser un vide de 50 à 60 millimètres et à injecter, en quantité croissante, de la vapeur d'eau, du début à la fin de la distillation. Vaporisés, les hydrocarbures sont ensuite condensés par refroidissement. Ce sont les huiles de graissage, le résidu étant le brai.

Tous les produits, quels qu'ils soient, gas oil, kérosène, essence, issus de la première distillation, ou huiles de graissage nées par seconde distillation du résidu de la première, contiennent des corps résineux et asphaltiques, des composés azotés, sulfureux, oxygénés, dont la présence nuit aux applications de ces produits. Dès lors, une épuration, un raffinage sont nécessaires, afin de donner à ces produits la couleur et l'odeur requises. Seuls, le gas oil et le fuel oil échappent à cette opération, inutile pour eux, puisque leur seule application est leur emploi dans des moteurs Diesel ou dans des chaudières.

Le raffinage chimique des essences, du kérosène et des huiles de graissage

L'appareillage du raffinage est le même pour l'essence et le kérosène, la technique de traitement ne variant que dans le degré de raffinage à atteindre. Deux méthodes s'offrent aux raffineurs : l'une, qui consiste à dissoudre par l'anhydride sulfureux les hydrocarbures nuisibles sans altérer les autres, ou à opérer cette dissolution par l'intervention de matières absorbantes, terres décolorantes, gel de silice. Cette méthode est dite physique par opposition au raffinage chimique à l'acide sulfurique après lavage au plombite de soude, ou après traitement à l'hypochlorite de soude.

Tenons-nous-en au raffinage chimique, dont l'usage est plus répandu que celui du raffinage physique. En bref, il consiste dans un lavage de l'essence et du kérosène à l'acide sulfurique à 66° B., puis dans un second lavage dans un bain de soude.

En une suite de récipients verticaux, procédé continu, l'essence et le kérosène sont

injectées de bas en haut, cependant que l'acide sulfurique est injecté en sens inverse. Au passage, il décompose les produits nuisibles, qu'il met à l'état de boues vitrioliques et qu'un lavage à grande eau emporte.

Après cette première épuration, l'essence et le kérosène en subissent une seconde à la soude, dans des conditions identiques. Cette phase du traitement laisse des lessives alcalines évacuées par un nouveau lavage d'eau. Si les distillats, c'est-à-dire l'essence et le kérosène, contiennent d'importantes quantités de produits sulfurés, ce traitement est précédé, soit d'un lavage alcalin ou d'un

lavage au plombite de soude, ou encore d'un traitement à l'hypochlorite de soude.

Ces opérations ne vont pas sans pertes, boues et lessives entraînant des hydrocarbures à leur suite. Mais ces pertes ne sont pas très considérables : 1 % pour l'essence de distillation et de 2 à 2,5 % pour le kérosène.

Le raffinage des huiles de graissage est identique à celui des distillats légers, sauf que le pourcentage d'acide sulfurique varie, et qu'il est nécessaire d'opérer à une certaine température en raison de la viscosité du produit. En outre, quand les huiles sont paraffineuses, elles requièrent un traitement supplémentaire, le déparaffinage, dont l'objet est d'améliorer leur point de congélation avec production accessoire de paraffine. Au cours du traitement de raffinage des huiles, les boues vitrioliques et les lessives alcalines entraînent des hydrocarbures, infligeant ainsi des pertes qui sont en proportion directe avec le degré de viscosité de l'huile et qui peuvent atteindre de 10 à 25 % de la quantité d'huile soumise au raffinage.

Le traitement par cracking (1)

En détruisant les molécules des hydrocarbures lourds sous l'action de la chaleur, en rompant ces molécules en une ou plusieurs autres plus petites correspondant à des

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

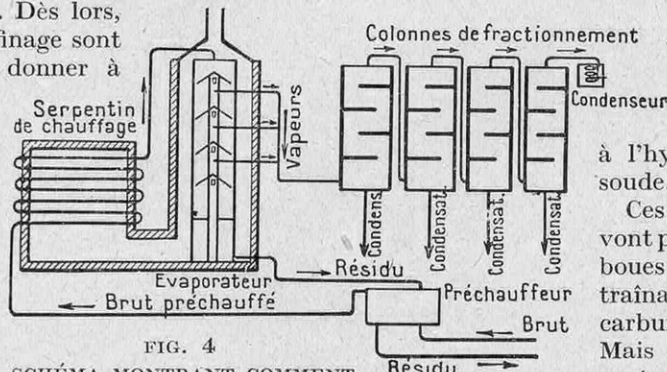


FIG. 4
SCHEMA MONTRANT COMMENT SE FAIT LA DISTILLATION EN « PIPE-STILLS »
Le pétrole, pompé à grande vitesse dans les serpents de chauffage, atteint, en quelques minutes, la température de 300°, qui permet la vaporisation des fractions recherchées et cette vaporisation seulement. Ces vapeurs sont ensuite rectifiées par condensation fractionnée dans les colonnes de fractionnement. Quant au liquide qui passe au delà de 300°, et qui forme le fuel oil, il se condense et se rassemble à la partie inférieure de l'évaporateur.

hydrocarbures plus légers, gazeux et liquides, le cracking sous pression permet d'obtenir de l'essence en partant, soit du kérosène, du gas oil, du mazout ou même du pétrole brut. Cette production d'essence est accompagnée d'un dépôt de coke.

Nombreux sont les procédés de cracking. Parmi eux, citons les procédés Burton, Dubbs, Cross, Isom, Holms-Manley, Tube and Tank et le procédé Carburol, installé à Pechelbronn.

Développons le processus des opérations de cracking effectué dans une unité Dubbs, laquelle permet le cracking à partir de n'importe quelle matière première : kérosène lourd, gas oil, fuel oil ou pétrole brut désenséncié. Une telle unité comporte essentiellement les organes suivants : zone de réchauffage, zone de réaction, déphlegmateur et organes accessoires.

La zone de chauffage est constituée par des tubes reliés entre eux et formant circuit. Après avoir été réchauffée et portée à la température de 385° environ, l'huile, pompée à une vitesse uniforme,

pénètre dans cette zone de chauffage en circulant des tubes inférieurs aux tubes supérieurs. Le chauffage est assuré par des gaz produits dans une chambre de combustion ; ces gaz circulent à contre-courant par rapport à l'huile.

Après sa sortie de la zone de chauffage, où elle a été portée à la température d'environ 460°, l'huile pénètre dans la zone de réaction, zone soigneusement calorifugée, où se développent les réactions thermiques. Le cracking s'opérant sous pression, la pression est de 8 à 12 kilogrammes. Après réaction, les vapeurs craquées sortent par le sommet de la chambre de réaction et gagnent le déphlegmateur par une tuyauterie de vapeur. L'huile brute résiduaire, formée en cours de réaction, est éliminée par une tuyauterie au moyen d'une valve de contrôle. Quant au coke, utilisable dans l'industrie des charbons d'électrodes, il reste dans la zone de réaction jusqu'à ce que sa trop grande quantité nécessite l'arrêt de l'unité pour son élimination.

Suivons les vapeurs craquées dans le déphlegmateur dont le rôle est double, puisqu'il sert également d'échangeur de température. Le refroidissement et la condensation partielle des vapeurs sortant de la chambre de réaction sont acquis par une circulation à contre-courant d'huile d'alimentation. Maintenus sous pression, les vapeurs d'essence sortent du déphlegmateur à une température déterminée, réglée par l'adduction d'huile. Elles sont ensuite refroidies dans un réfrigérant, passent sous pression dans un condenseur, puis dans un séparateur et, de là, gagnent le réservoir de réception.

Les gaz en excès qui assurent la température de la zone de chauffage sont envoyés dans une installation d'absorption et sont ensuite utilisés, soit par

des brûleurs de fours, soit par les compagnies gazières qui en assurent la distribution.

Un appareil Dubbs a un rendement moyen de 45 % à partir du gas oil et de 35 % à partir du fuel oil. Ces rendements sont inférieurs à ceux du procédé Cross, qui attei-

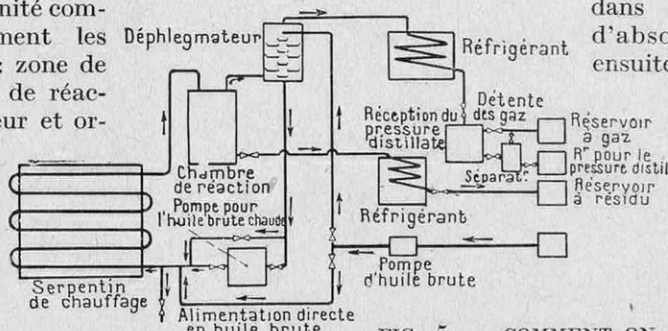


FIG. 5. — COMMENT ON PROCÈDE AU CRACKING PAR LE PROCÉDÉ DUBBS

L'huile brute, qui constitue la matière première, est chauffée préalablement à 385°, puis pénètre dans la zone de chauffage où elle atteint la température de 460°. De là, elle passe dans la zone de réaction, où se produit le cracking proprement dit, sous une pression de 8 à 12 kilogrammes. Un déphlegmateur assure la séparation des produits légers.

gient de 50 à 57 % à partir du kérosène et 50 % à partir du gas oil. Le procédé Carburol, lui, permet d'atteindre jusqu'à 60 %. Mais cette infériorité est compensée par le fait que le Dubbs permet le cracking de n'importe quel hydrocarbure lourd, tandis que le Cross s'applique plus spécialement au kérosène et au gas oil.

Quelle est la portée de la renaissance de l'industrie française du raffinage ?

En ressuscitant sur son sol une industrie du raffinage active et prospère, la France accomplit une œuvre d'intérêt général éminemment utile. Tout d'abord, elle allège sa balance commerciale d'une fraction du tribut qu'elle verse à l'étranger pour sa fourniture de produits pétroliers. Ensuite, elle prévoit l'avenir, c'est-à-dire le temps où les gisements qu'elle détient en Irak et ceux qu'elle détiendra en Colombie et au Venezuela entreront en production.

Sa politique est saine et logique. D'aucuns

l'estimeront tardive. Il n'en est rien. Construite il y a quelques années, cette politique eût été prématurée. Aujourd'hui, le progrès de la technique et l'expérience permettent de s'engager avec un maximum de certitudes et de garanties. Les usines de raffinage qui se construisent un peu partout, à la périphérie du territoire, bénéficient des perfection-

nements techniques, seront les mieux outillées d'Europe. Et c'est là une supériorité économique qu'il convient de ne pas sous-estimer.

sence, de 291.500 tonnes de kérosène, 477.500 tonnes d'huiles de graissage, 433.750 tonnes de gas oil, satisferont largement à la consommation nationale. De plus, les moyens de stockage étant considérables et représentant une capacité de 3 millions de tonnes, soit à peu près dix mois de consommation, la défense nationale reçoit tous apaisements.

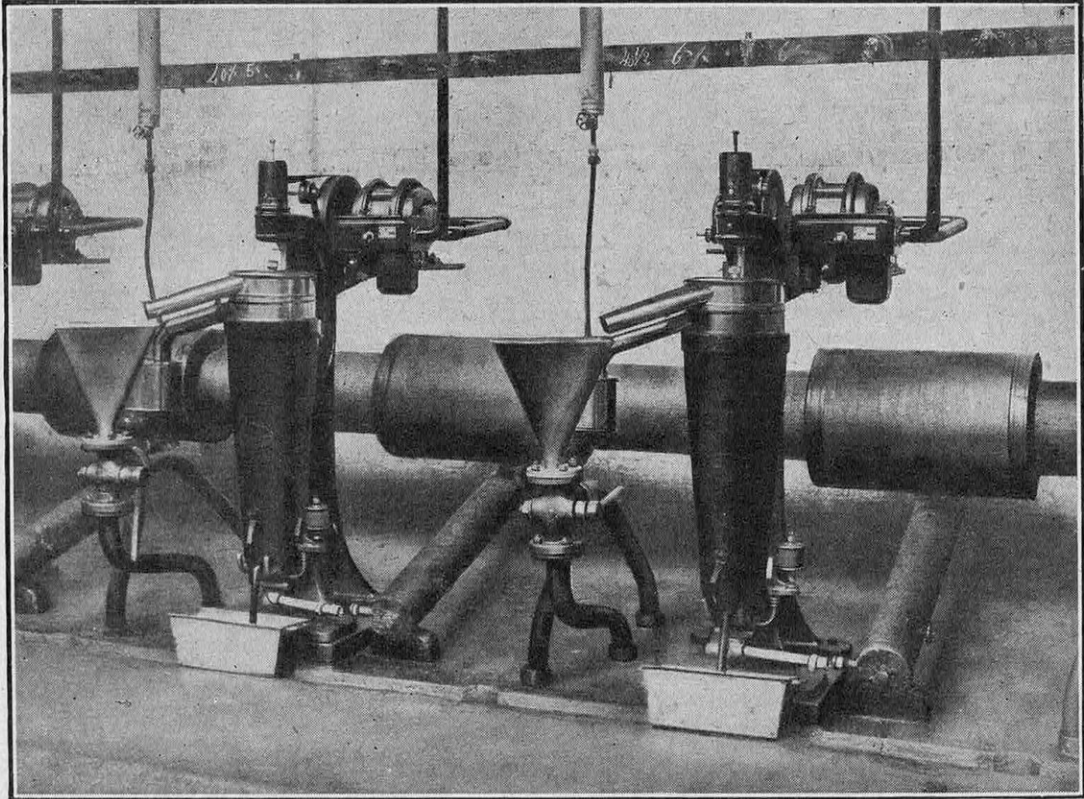


FIG. 6. — COMMENT SE FAIT LE DÉPARAFFINAGE DES HUILES DE PÉTROLE

Voici des centrifugeuses « Sharples » pour le déparaffinage à -30° des huiles lourdes. Au sommet de la centrifugeuse, deux robinets : le plus élevé débite la paraffine ; le moins élevé débite l'huile, exactement comme une écrémeuse rend, d'une part, la crème, et, de l'autre, le petit lait.

nements techniques, seront les mieux outillées d'Europe. Et c'est là une supériorité économique qu'il convient de ne pas sous-estimer.

Sur la base des programmes établis, les raffineries françaises disposeront d'une production annuelle de 2.623.000 tonnes d'es-

C'est donc une grande politique qui s'amorce, une politique bienfaisante à tous égards. L'opinion, la connaissant, ne manquera pas d'apprécier quelle somme d'énergie et de volonté créatrice sa construction représente.

R. CHENEVIER.

IRRIGUER, C'EST FERTILISER

Le plus grand « système » d'irrigation du monde vient d'être inauguré, cette année, aux Indes

Par André CHARMEIL

ANCIEN ÉLÈVE DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE

Un barrage de 1.600 mètres de long, plus de 10.000 kilomètres de canaux, telle est l'œuvre gigantesque qui a été réalisée, aux Indes, par l'Angleterre, pour l'irrigation d'une étendue égale à celle de plusieurs départements français. C'est ainsi, que, dans la région du Sind, au nord-ouest de l'Inde, où il ne pleut pour ainsi dire jamais, les cultures pourront, désormais, se développer, notamment celle des céréales. Cet immense aménagement d'hydraulique agricole contribuera à défendre les Indes contre les grandes disettes y qui sévissent périodiquement.

LE 20 janvier dernier a été inauguré aux Indes le barrage de Sukkur, sur l'Indus, baptisé barrage Lloyd, du nom du vice-roi qui en approuva les plans et en fit exécuter les travaux.

On se rendra compte de l'importance de cet événement en considérant que cette œuvre gigantesque, complétée par l'établissement d'un réseau de canaux d'irrigation qui est le plus vaste du monde, aura pour résultat de fertiliser une région, jusqu'alors quasi désertique, de la province du Sind, aussi étendue que plusieurs départements français.

Sous ce rapport, le fameux barrage d'Assouan lui-même, qui a rendu à l'Égypte son antique prospérité, ne saurait rivaliser avec lui.

Le Sind, situé au nord-ouest de l'Inde, aux confins du Belouchistan, est un pays où il ne pleut pour ainsi dire jamais. Il n'est parcouru que par un seul fleuve, l'Indus, qui le traverse du nord au sud, sur une longueur de près de 700 kilomètres. Chose curieuse, ce fleuve ne coule pas au fond d'une vallée, mais, au contraire,

au sommet d'une sorte de plateau, formé par le soulèvement progressif de son lit, à la suite du dépôt d'alluvions, et qui surplombe la plaine environnante.

C'est grâce à cette disposition géographique que les indigènes avaient pu, depuis des temps très reculés, creuser des canaux partant du fleuve et susceptibles d'alimenter et d'irriguer, au moment des crues, des localités très éloignées de son cours.

Ce système d'irrigation était toutefois des

plus précaires, ne fonctionnant qu'au printemps, lors de la fonte des neiges de l'Himalaya, où l'Indus prend sa source, et risquant alors, d'ailleurs, de provoquer des inondations. Pendant la période de sécheresse, par contre, les canaux s'ensablent. Aussi, la culture était-elle, dans ces régions, une entreprise tout à fait aléatoire, donnant de bons résultats une année, pour être catastrophique les années suivantes.

Les Anglais, dès leur arrivée dans le pays, apportèrent de grandes améliorations à cet état de choses, redessinant les canaux, les draguant régulièrement et éta-

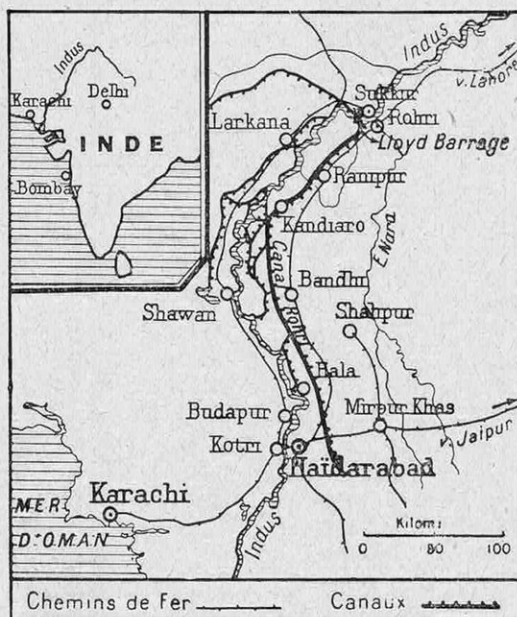


FIG. 1. — LE BARRAGE LLOYD DOIT RÉGULARISER LE COURS DE L'INDUS

On voit, sur la carte, le vaste système de canaux destiné à irriguer et à fertiliser la région du Sind.

blissant des régulateurs en maçonnerie à leur tête ; mais ils se rendirent rapidement compte que ces mesures resteraient insuffisantes tant que le cours du fleuve lui-même n'aurait pas été régularisé. Aussi, dès 1846, un officier du *Royal Engineers*, le lieutenant-colonel Walter Scott, eut-il le premier l'idée d'établir un barrage sur l'Indus. Cette conception, développée et modifiée à plusieurs reprises, fit l'objet de différents projets, qui furent tous successivement examinés, puis abandonnés.

C'est en 1916 seulement que le gouvernement de l'Inde en approuva le principe et fit faire les études qui, retardées par la

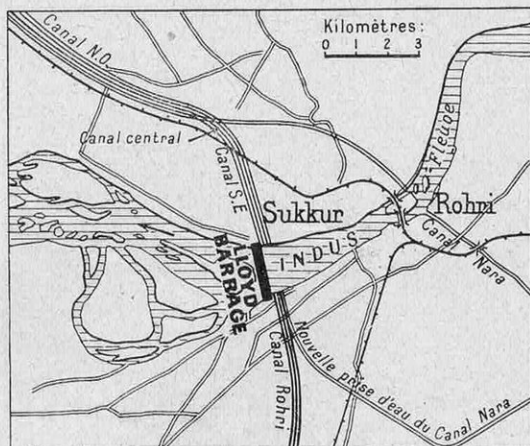


FIG. 2. — CARTE MONTRANT LA SITUATION DU BARRAGE SUR LE FLEUVE

On voit, en amont du barrage, sur les deux rives du fleuve, les têtes des différents canaux.

guerre, aboutirent au projet définitif adopté le 1^{er} avril 1923. Celui-ci prévoyait, en plus de la construction du barrage proprement dit, l'établissement de sept canaux principaux et de multiples canaux secondaires s'étendant sur plus de 10.000 kilomètres.

Il n'aura pas fallu plus de huit ans et demi pour mener à bien cette tâche formidable, au milieu de difficultés sans nombre.

Le barrage a été établi à Sukkur, à environ 3 kilomètres en aval du pont de Landstowne. S'étendant sur une largeur d'environ 1.600 mètres, il se présente sous forme de deux viaducs superposés, formés chacun de

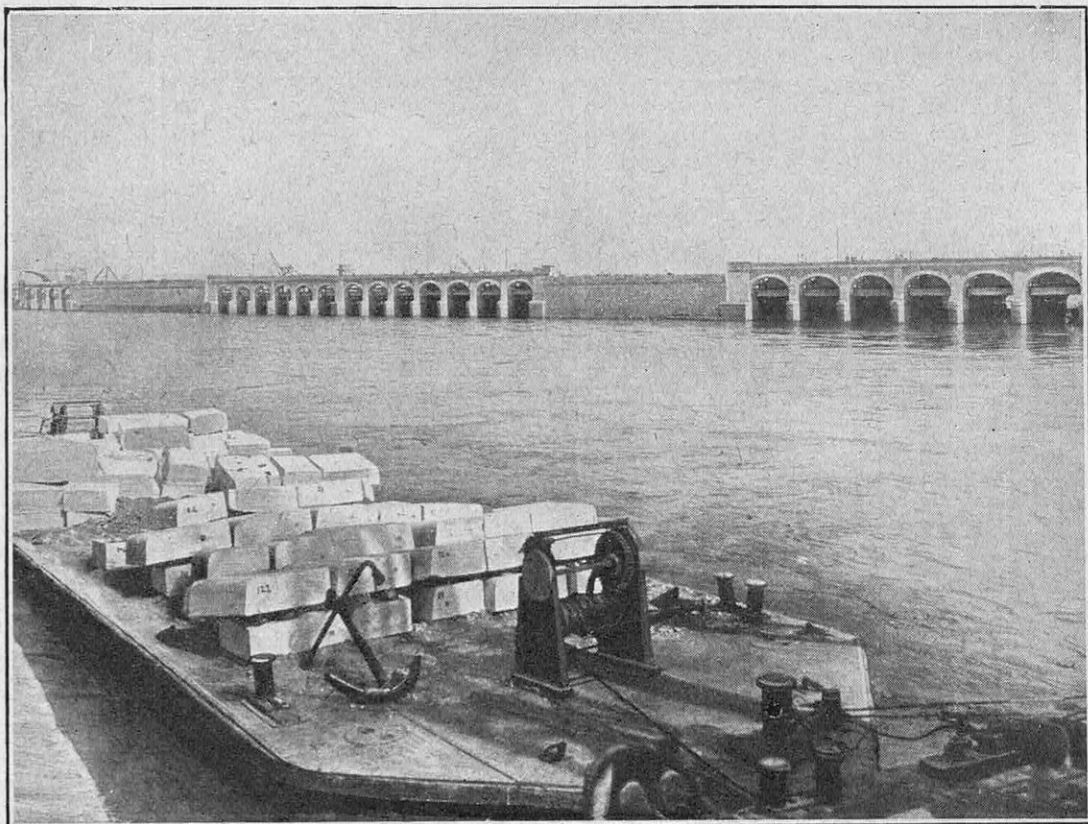


FIG. 3. — VUE DES RÉGULATEURS DE TÊTE POUR TROIS DES CANAUX PRINCIPAUX
Ces régulateurs permettent de régler l'arrivée de l'eau dans les différents canaux principaux.

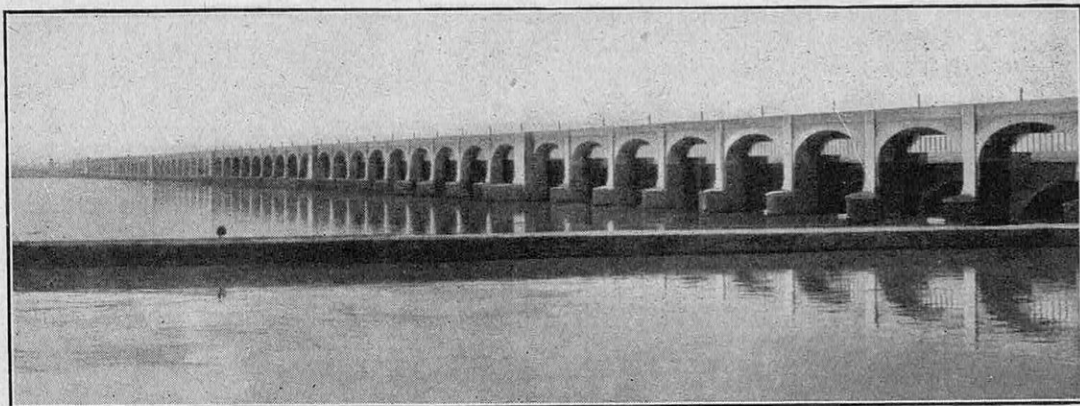


FIG. 4. — VUE GÉNÉRALE DU BARRAGE, REGARDÉ DE LA RIVE DROITE

On distingue, au premier plan, l'une des digues destinées à diviser le flot du fleuve en trois branches.

soixante-six arches en béton armé de 18 mètres environ d'ouverture, portées par des piles de 3 mètres d'épaisseur. L'ensemble repose sur une infrastructure en maçonnerie de 3 m 35 d'épaisseur et de 24 mètres de largeur. Des vannes en acier, pesant chacune environ 50 tonnes et dont l'établissement a été confié à la firme Ransomes et Rapier, obturent l'ouverture des arches. Elles sont actionnées, de la plate-forme du viaduc supérieur, au moyen de moteurs électriques, mais peuvent, le cas échéant, être manœuvrées à la main. Elles sont destinées à être ouvertes au moment des crues, c'est-à-dire lors de la fonte des neiges, et à rester fermées, pour maintenir le niveau en temps ordinaire.

La plate-forme du viaduc inférieur porte une chaussée utilisée pour le trafic routier, entre la rive droite et la rive gauche.

Le niveau maximum des eaux est à 7 m 30 au-des-

sus du pied du barrage, et la plate-forme du viaduc supérieur, à 18 m 90.

Deux murs d'environ 600 mètres, perpendiculaires au barrage, divisent le fleuve en trois branches, dans lesquelles le niveau et la vitesse de l'eau peuvent être réglés pour répondre aux conditions nécessaires à l'entrée dans les canaux d'irrigation.

Après trois ans de travaux préliminaires, on s'est attaqué, après 1926, à la construction

du barrage proprement dit. Pour cela, on a établi de vastes batardeaux (1) (plusieurs hectares) formés de palplanches en acier. L'excavation nécessaire à l'établissement des fondations fut effectuée au moyen de puissantes dragues fonctionnant à l'intérieur des batardeaux. Ce travail terminé, les batardeaux furent fermés et leur intérieur asséché au moyen de pompes, l'excavation étant

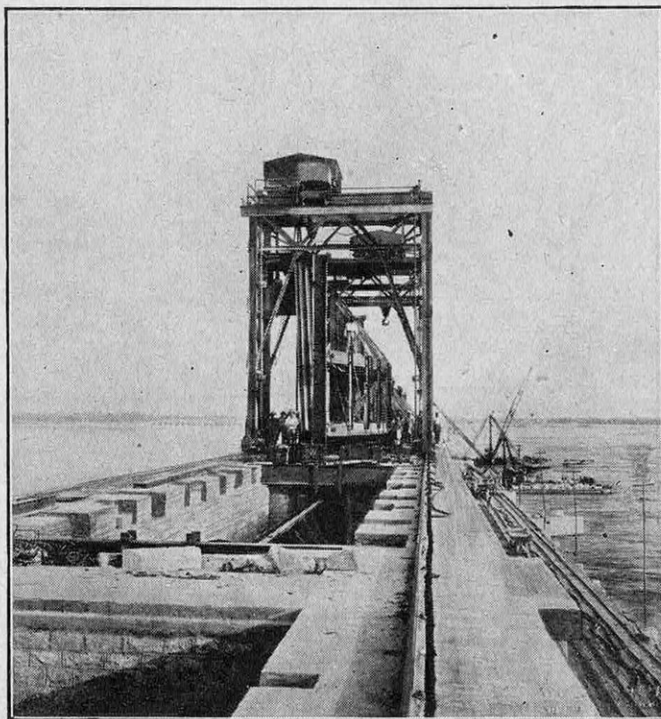


FIG. 5. — MISE EN PLACE DES VANNES

Ces machines, placées à la partie supérieure du barrage, ont servi, au cours de la construction, à la mise en place des vannes.

(1) Les batardeaux sont des digues provisoires établies dans un cours d'eau pour mettre à sec les endroits où l'on veut bâtir.

ensuite achevée à bras par les ouvriers.

Grâce à l'éclairage électrique, le travail put être poursuivi jour et nuit.

Les matériaux nécessaires, préparés en quantités voulues, furent amenés à l'intérieur des batardeaux par des chemins de fer à voie normale et à voie étroite. Au total, on utilisa 70 kilomètres de voie normale et 38 kilomètres de voie de 60.

L'œuvre faillit être compromise par une

Les canaux d'irrigation

Le système d'irrigation proprement dit se compose de sept canaux principaux ayant une longueur totale de 1.675 kilomètres, trois partant de la rive droite et quatre de la rive gauche. Ils ont été creusés au moyen d'excavateurs mécaniques et à la main.

La longueur totale des canaux, tant principaux que secondaires, est voisine de

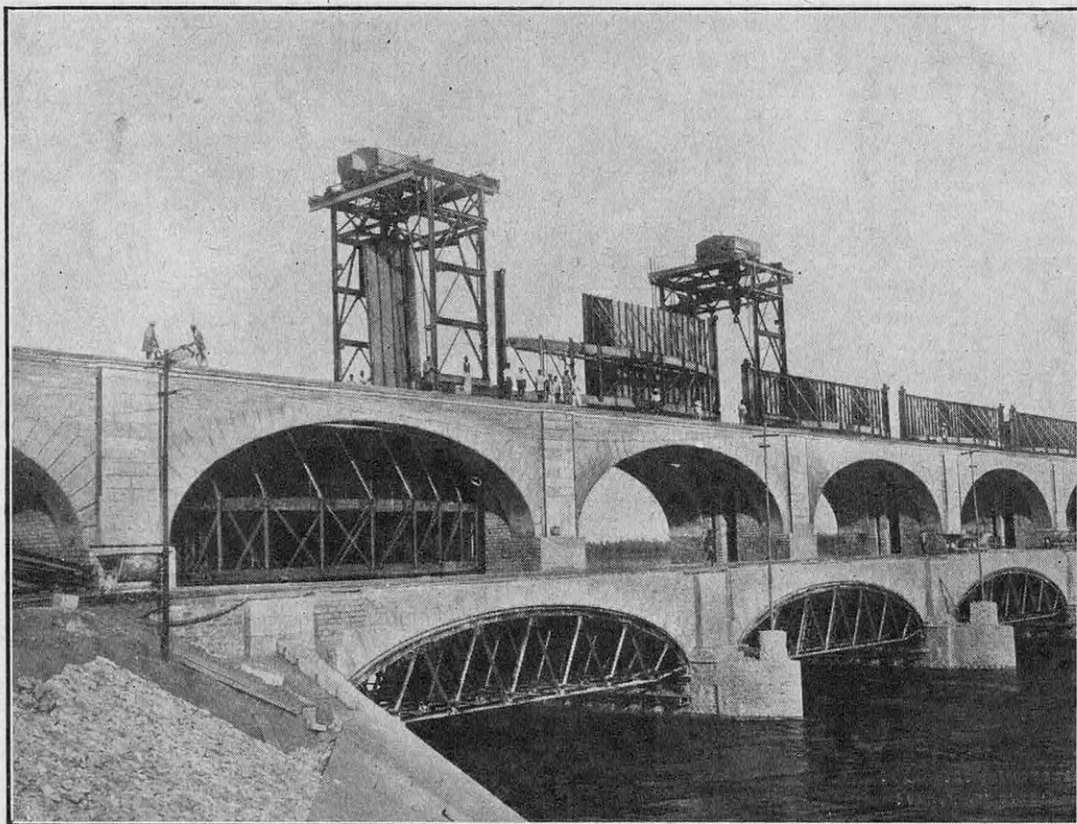


FIG. 6. — LE BARRAGE EN COURS DE CONSTRUCTION

On voit ici fonctionner les machines représentées sur la figure précédente, pour la mise en places des vannes.

violente crue de l'Indus. Au cours de la saison 1929-1930, un grand batardeau, établi au centre de la rivière, pour l'achèvement des vingt-sept arches restant à construire fut, en effet, sérieusement menacé. A cette époque (avril 1930), les eaux de l'Indus atteignirent un niveau supérieur à tous ceux que l'on avait enregistrés depuis soixante ans. Pendant des jours et des nuits, on lutta, dans une chaleur torride, contre le flot montant. Tout espoir semblait perdu de sauver le batardeau d'une submersion qui aurait annihilé tout le travail d'une année, lorsque, par bonheur, les eaux se mirent à décroître.

10.000 kilomètres. Leur tracé a nécessité l'enlèvement de 160 millions de mètres cubes ; il a fallu construire, en outre, 1.970 ponts et organes de régulation.

L'ensemble des travaux aura coûté à peu près 15 millions de livres, soit environ 1.500 millions de francs.

On estime, bien entendu, que cette vaste entreprise ne pourra donner son plein rendement que dans plusieurs années ; elle permettra alors de faire pénétrer la civilisation moderne dans une des régions les plus désertées de l'Inde.

ANDRÉ CHARMEIL.

DANS LE DOMAINE DE L'ÉLECTRICITÉ

Une innovation en matière d'enseignement

L'ÉCOLE D'ÉLECTRICITÉ INDUSTRIELLE DE PARIS, fondée par M. Charliat, en 1901, est la plus ancienne Ecole d'Électricité de Paris qui ait adjoint à la partie scientifique les travaux pratiques indispensables à la formation de l'ingénieur.

Après le décès de M. Charliat, l'Association des anciens élèves de l'école a constitué, le 1^{er} août 1927, une société anonyme pour exploiter l'école et lui donner un nouvel essor.

C'est la première fois qu'un groupe de techniciens s'intéresse d'une façon aussi effective à un enseignement dont il connaît — mieux que tout autre — les besoins ; c'est aussi la première fois qu'une Ecole d'électricité fonctionne dans des conditions aussi favorables pour l'avenir de ceux qui la fréquentent.

L'Association des anciens élèves, qui compte un millier d'ingénieurs électriciens,

trouve très facilement, pour les jeunes ingénieurs qui sortent de l'école, de nombreux débouchés, tant dans l'Industrie privée que dans les diverses Administrations.

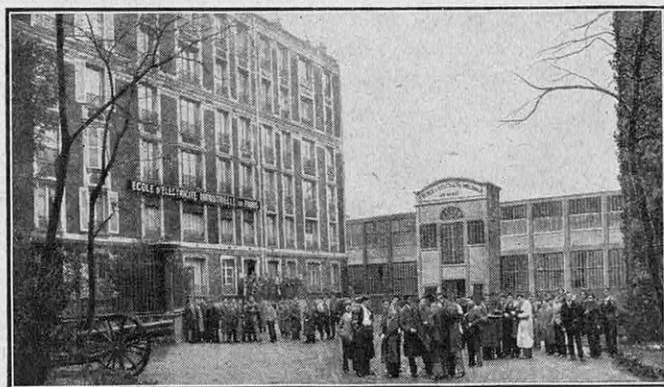
Les industries électriques s'étendent chaque jour davantage, car la vie moderne dépend et dépendra de plus en plus de l'électricité, dont les incessants progrès attirent vers elle tous les besoins indispensables à l'existence humaine. Il faut donc prévoir

une préparation minutieuse pour former des techniciens d'élite et expérimentés.

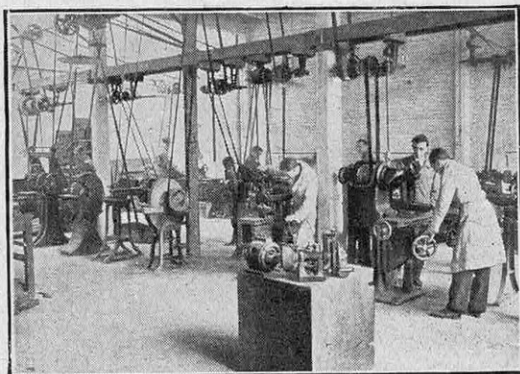
L'ÉCOLE D'ÉLECTRICITÉ INDUSTRIELLE DE PARIS (Ecole Charliat), 1 bis, passage Duhesme (boulevard Ornano), Paris (18^e), s'est consacrée à cette œuvre et a

obtenu des résultats très remarquables des industriels, qui ont pu apprécier la valeur des ingénieurs diplômés de cette Ecole.

Seul, un personnel technique très averti peut assurer le meilleur rendement.



L'ÉCOLE D'ÉLECTRICITÉ INDUSTRIELLE DE PARIS
(ÉCOLE CHARLIAT)



UN COIN DE L'ATELIER



LA SALLE DE DESSIN DE L'ÉCOLE

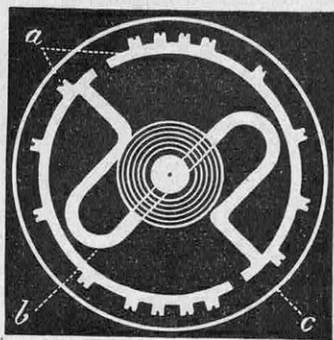
LES A COTÉ DE LA SCIENCE

INVENTIONS, DÉCOUVERTES ET CURIOSITÉS

Par V. RUBOR

La montre incassable

IL y a longtemps déjà que la technique horlogère s'est attelée au problème de la montre incassable ; celui-ci paraissait insoluble, car on ne parvenait à obtenir la solidité qu'aux dépens de la précision ; cette



LE BALANCIER DE LA MONTRE INCASSABLE

a, balancier ; b, bras coudés et flexibles ; c, bague de limitation.

Mais la rançon de cette finesse, c'est la fragilité ; au premier prétexte : chute, heurt, mouvement brusque et violent, le pivot casse.

Les techniciens suisses de la Maison Wyler ont abordé le problème d'un autre côté : si le pivot ne peut supporter les chocs que lui transmet le balancier, pièce de grosse inertie relative, ceci est dû au montage rigide du balancier sur son pivot ; si le montage était souple, élastique, les chocs parviendraient au pivot amortis, réduits à rien ; encore faudrait-il limiter l'amplitude du jeu ainsi accordé au balancier, de façon à éviter un effet de traction supérieur à ce que pourrait absorber le montage souple. Il ne restait plus qu'à réaliser. Un jeu pour les praticiens suisses : ils donnèrent au balancier des bras flexibles et coudés lui permettant de prendre du champ dans tous les sens et dans tous les plans, au premier choc violent ; ils l'entourèrent d'une bague de limitation destinée à « encaisser » le choc dans le cas d'une chute sur la « carrure » (donc dans le plan du balancier), le même rôle étant rempli, dans le cas d'une chute à plat, par le fond du boîtier, d'une part, et deux proéminences arrondies du bâti, d'autre part.

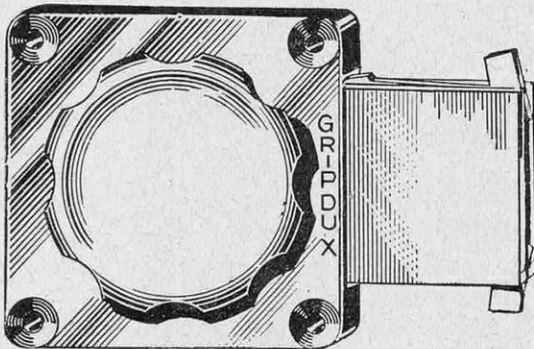
dernière, en effet, était fonction de la « finesse » des pièces mobiles et, en particulier, du pivot du « balancier », cœur de la montre, dont le mouvement de va-et-vient est d'autant plus régulier, précis, que les extrémités du pivot, calées dans leurs rubis, sont plus fines.

Le fonctionnement de ce système, si simple et si logique, est, d'ailleurs, parfait ; se réalisant en une fraction de seconde, dans les rares cas où il doit intervenir, il n'altère en rien la régularité du mécanisme, la précision absolue de la montre incassable, dans laquelle tout concourt, d'ailleurs, à créer un ensemble cohérent, orienté vers la solidité maximum : technique spéciale dans la construction de tous les axes et des organes du remontoir en acier spécialement trempé, à haute résistance ; verre incassable, indésertissable, empêchant toute rentrée d'air, d'humidité, de poussière.

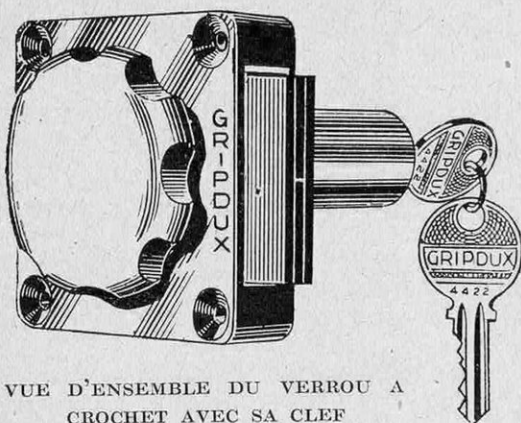
Ainsi a été apporté à ce problème délicat une solution parfaitement scientifique, élégante et pratique. Elle a, d'ailleurs, fait ses preuves lors de l'expérience officielle de la Tour Eiffel, où une telle montre, après une chute de plus de 100 mètres, a été ramassée intacte.

Le verrou à crochet empêche toute effraction

L'HABILETÉ bien connue des cambrioleurs les fait se jouer assez facilement des portes les mieux fermées. Il leur suffit, en effet, d'entre-bâiller le battant mobile de la porte avec un levier ou même, parfois, par une simple poussée, pour pouvoir atteindre les crémones et les dégager de leur logement. Dès lors, pénétrer dans l'appartement n'est plus qu'un jeu. Il peut arriver aussi que ces



LORSQUE LE PÈNE DE CE VERROU EST ENGAGÉ DANS LA GACHE, DEUX CROCHETS INTERDISSENT L'OUVERTURE DE LA PORTE, MÊME SI LES CRÉMONES NE SONT PAS POUSSÉES



VUE D'ENSEMBLE DU VERROU A
CROCHET AVEC SA CLEF

crémones soient mal engagées ou qu'un complice les ait préalablement dégagées.

Pour que la fermeture soit réelle, il faut donc rendre le battant mobile de la porte solidaire du battant fixe. Le verrou, représenté ci-dessus, répond parfaitement à cette condition. Lorsqu'il est ouvert, c'est-à-dire quand son pêne est à l'intérieur, rien ne le distingue, *a priori*, d'un robuste verrou ordinaire. Mais, dès que le pêne est engagé dans sa gâche, pour la fermeture, soit de l'intérieur, au moyen de la clef, deux crochets d'acier font saillie à la partie supérieure et inférieure du pêne. Ainsi le battant mobile est, à proprement parler, enchaîné au battant fixe, et, même si les crémones sont dégagées de leur logement, il est impossible d'ouvrir la porte. Bien entendu, la serrure de ce verrou offre toute la sécurité désirable.

Signalons enfin que l'appareil est établi selon plusieurs modèles, avec clef (d'ailleurs du modèle le plus réduit) ou sans clef (ne pouvant alors être manœuvré que de l'intérieur), pour persiennes en bois ou en fer, etc. Ainsi, les rideaux coulissants, les stores peuvent être maintenus fermés grâce aux crochets du pêne de ce verrou. Un pêne lisse ne saurait donner ce résultat. Les rez-de-chaussée, dont les persiennes sont facilement accessibles, seront donc particulièrement bien protégés.

Ajoutons que ce verrou peut s'adapter, avec des gâches spéciales, à tous les genres de fermeture.

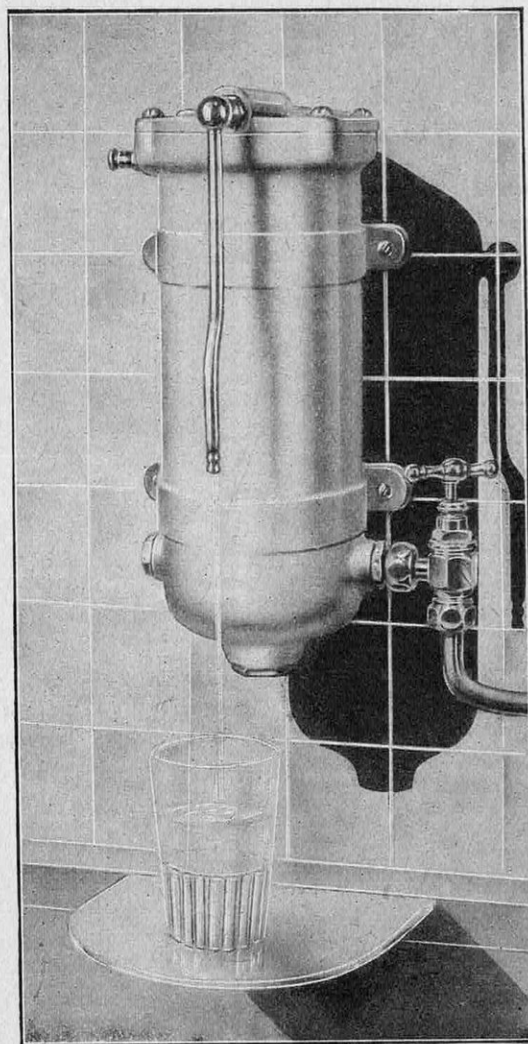
L'ultrafiltration des eaux d'alimentation

AU III^e Congrès International de Technique Sanitaire et d'Hygiène Urbaine, qui s'est tenu à Lyon au mois de mars dernier, une intéressante communication a été faite sur *l'application de l'ultrafiltration à la stérilisation des eaux d'alimentation*. Résumons-la ci-dessous :

Une couche mince de collodion, par exemple de nitrocellulose, dissoute dans

l'alcool-éther, coagulée dans l'eau après évaporation partielle du solvant, constitue une membrane dont les applications pour les filtrations se développent chaque jour dans le laboratoire et l'industrie.

Déjà étudié par Martin et Malfitano, à l'Institut Pasteur, ce mode de filtration reçut de Bechhold, en 1906, le nom justifié de l'ultrafiltration. En bactériologie, les membranes de collodion constituent, pour tous les corps microbiens, une barrière infranchissable. Roux et Nocard, notamment, mirent au point la méthode de cultures microbiennes en sacs de collodion insérés dans le péritoine même des animaux ; dans l'intérieur de ces sacs, les microbes prolifèrent abondamment sans s'échapper jamais de leur prison de collodion, mais en y trouvant un milieu de culture physiologiquement identique au milieu extérieur, la membrane de collodion étant perméable aux sels dis-



ENSEMBLE DE L'ULTRAFILTRE CANONNE

sous dans les divers liquides humoraux.

L'application de l'ultrafiltration à la stérilisation de l'eau d'alimentation présente donc un double intérêt : débarrasser parfaitement l'eau de tous germes nocifs, conserver à cette eau les sels et les gaz dissous nécessaires à ses qualités alimentaires.

Cependant, les appareils mis dans ce but entre les mains du public doivent réaliser des conditions particulières pour en rendre l'usage facile et pratique.

1° La solidité des membranes doit être assurée, afin que l'appareil supporte sans défaillance la haute pression des canalisations urbaines et les « coups de béliers » qui peuvent s'y produire ;

2° L'échange des éléments ultrafiltrants doit être aisé et sans risque de détérioration des membranes ;

3° L'appareil doit fournir une quantité d'eau filtrée suffisante, sans que son prix et ses dimensions atteignent un ordre de grandeur prohibitif.

L'appareil, étudié et réalisé dans les laboratoires du Service de Potabilité des Eaux, a été conçu pour réaliser ces trois conditions nécessaires.

Les éléments ultrafiltrants de ces appareils sont constitués de plaques rigides très minces. Un tissu spécial, formé de grosses mèches de coton, réunies par une trame très fine, sert d'ados aux membranes de collodion, sur chaque face de ces plaques, et assure l'écoulement de l'eau ultrafiltrée.

Cette disposition permet d'obtenir une membrane de collodion entourant de toute part la plaque-ados sans aucune liaison à un cadre, liaison que la rétraction du collodion, lors de sa coagulation, rendrait précaire. Sans entrer dans le détail de la fabrication de ces plaques, signalons que leur montage est très simple et ne comporte aucun joint de caoutchouc susceptible de laisser contaminer l'eau ultrafiltrée par l'eau brute. L'ensemble constitue un bloc, qui se place aisément dans la boîte de pression de l'appareil, et est donc facilement remplaçable.

Remarquons que le colmatage des membranes ultrafiltrantes est très long, les sédiments se déposant à la surface et non à l'intérieur de la masse filtrante qui ne s'infecte jamais. Il n'y a donc lieu d'envisager le remplacement des plaques filtrantes que tous les ans, environ, dans la majorité des cas, et ce, par simple mesure de prudence.

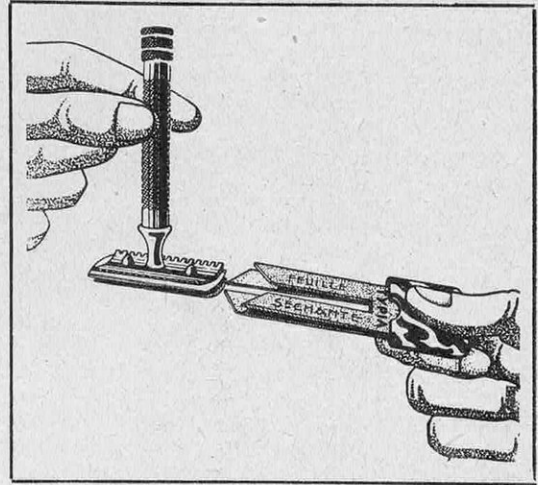
Enfin, en raison de leur faible épaisseur, ces plaques, dont les deux faces sont ultrafiltrantes, se trouvent disposées en nombre dans un cylindre de dimension réduite. C'est ainsi que, dans un cylindre de 13 centimètres de diamètre sur 30 centimètres de hauteur, on peut grouper une surface suffisamment grande de membranes ultrafiltrantes pour qu'elles débitent, sous la pression moyenne des canalisations urbaines,

plus de 25 litres d'eau stérile à l'heure.

Ainsi est réalisé un appareil de stérilisation d'eau d'une grande sécurité, n'exigeant aucun entretien, aucune surveillance, et qui, en raison de la simplicité de son emploi, permet de garantir une eau parfaitement saine au lieu même de sa consommation, éliminant le risque d'une contamination nouvelle entre l'appareil stérilisateur et le verre du consommateur.

Pour sécher son rasoir mécanique sans le démonter

PERSONNE n'ignore combien le démontage du rasoir mécanique, après usage, pour en essuyer une à une les différentes pièces, est chose fastidieuse. D'autre part, que de serviettes ne coupe-t-on pas, en essuyant ces lames si délicates à manipuler ?



COMMENT ON UTILISE LA FEUILLE « TYPIA » POUR SÉCHER LE RASOIR

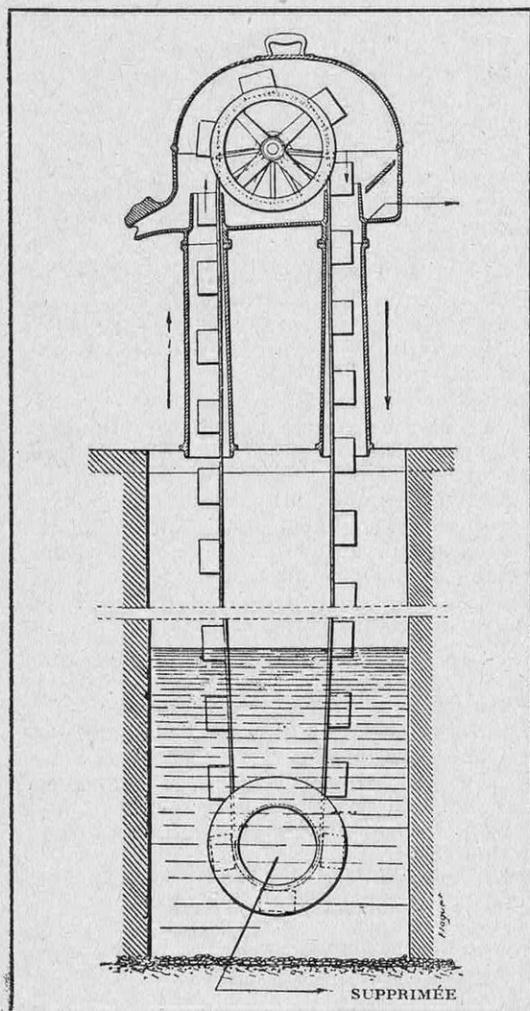
On a donc cherché à résoudre ce petit problème d'une façon plus pratique, et c'est dans ce but qu'ont été imaginées des feuilles spéciales qui permettent de sécher complètement, en un tournemain, sans les démonter, les rasoirs Gillette et similaires. Il suffit de les dévisser légèrement et de glisser la feuille séchante entre la lame et le support. Sa composition bisulfitee lui donne un pouvoir antiseptique et hydrofuge très grand. D'autre part, il est reconnu que c'est surtout en les essuyant que l'on abîme le fil des lames. En utilisant les feuilles « Typia », qui séchent les lames sans toucher aux tranchants, la durée des lames est ainsi accrue. Ces feuilles sont présentées dans de petits carnets de dix feuilles qui assurent un service de plus d'un an.

C'est là une intéressante invention française que nous sommes heureux d'annoncer les premiers à nos lecteurs.

Une pompe à godets élévatoire et refoulante perfectionnée

Nous avons eu déjà l'occasion de montrer comment l'élévation de l'eau de puits profonds au moyen d'élevateurs à godets, permettait de résoudre le triple problème de l'hygiène, de la simplification du mécanisme et du rendement (1). En effet, il est possible de fermer le puits d'une façon hermétique pour le soustraire à la chute d'objets et bestioles qui contaminent l'eau ; de plus, l'air contenu dans les godets, qui descendent, en s'échappant à travers l'eau au moment où ils se renversent, oxygène et ozone cette eau. Le mécanisme de l'appareil décrit était d'une remarquable simplicité. Cependant, la pompe Dragor, à laquelle nous faisons allusion, comportait une poulie de fond qui assurait le guidage

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 122, page 143



LA POMPE A GODETS « DRAGOR » DONT LA POULIE DE FOND EST SUPPRIMÉE

d'une courroie à godets inextensible et imputrescible. Certes, cette poulie était simplement suspendue à la courroie, mais elle n'en constituait pas moins un organe difficile à contrôler et provoquant, par son poids et son volume dans l'eau, une résistance à l'avancement. De plus, elle déterminait une légère vibration des godets, empêchant ceux-ci d'arriver en haut rigoureusement pleins.

Une heureuse transformation vient de simplifier le dispositif. La nouvelle pompe Dragor ne comporte plus de poulie de fond. Le guidage de la courroie est assuré par des masselottes métalliques, inoxydables, disposées sur la longueur de la courroie et dont la forme a été étudiée pour éviter toute résistance à la pénétration dans l'eau.

Le poids de ces masselottes, réparties sur toute la longueur de la courroie, n'intervient pas dans l'effort à fournir, mais, au contraire, donne à l'ensemble en mouvement une masse plus considérable formant un volant auto-moteur.

Ainsi, l'effort à fournir est minime. Puisqu'un enfant pouvait déjà, avec le dispositif à poulie de fond, élever aisément l'eau d'un puits profond de 100 mètres, il peut, maintenant, assurer un débit plus élevé à la même profondeur.

Enfin, il n'est plus à craindre que la présence d'un corps étranger, en provoquant la chute de la poulie de fonds, compromette la bonne marche du système.

Pour préparer les conserves alimentaires

Pour conserver les denrées essentiellement périssables que constituent les produits alimentaires, il est indispensable de les stériliser et de les soustraire à l'action de l'air, principale cause des fermentations.

Voici, à cet egard, un nouveau genre de flacons à bouchage pneumatique, qui permettent d'effectuer le plus aisément du monde les diverses opérations néces-



A GAUCHE : LE BOCAL DE VERRE AVEC SES ORGANES DE FERMETURE. A DROITE : COMMENT ON PINCE LE TÉTON DU COUVERCLE

saires à l'obtention d'excellentes conserves.

Le bouchage de ces flacons comporte, en effet, une rondelle de caoutchouc se plaçant sur le bord du goulot fileté et sur laquelle on pose un disque-couvercle muni d'un téton perforé d'un trou capillaire. Enfin, une capsule fileté permet de serrer l'ensemble sur le goulot.

Lorsque les conserves sont préparées et les flacons dûment bouchés, on met ceux-ci à chauffer au bain-marie, de sorte que l'eau dépasse leur sommet de 2 à 3 centimètres. Dès que l'eau commence à chauffer, l'air situé dans les flacons s'échappe en un chapelet de fines bulles. Au bout de trente minutes environ, tout l'air est chassé. A ce moment, avec une pince spéciale, on pince sous l'eau les tétons des couvercles. Les flacons sont ainsi hermétiquement bouchés. On arrête de chauffer, ou l'on fait bouillir selon les produits à conserver, et on laisse refroidir les flacons dans l'eau de bain-marie. Après refroidissement, le vide obtenu dans les flacons est de 68 à 70, et les disques-couvercles deviennent concaves, indice d'une réussite parfaite.

Pour ouvrir les flacons, il suffit de couper le disque-couvercle avec un couteau, ou, si l'on veut, de dévisser la capsule qui maintient l'ensemble du bouchage sur le goulot. Pour faire de nouvelles conserves, il faut employer un nouveau disque-couvercle et un autre caoutchouc (dépense minime). Il existe également un modèle de disque-couvercle à vis qui peut servir indéfiniment.

Ainsi, il est facile d'obtenir, sans aucune complication, d'excellentes conserves de fruits, légumes, viandes, gibiers, poissons, dont la durée est indéfinie.

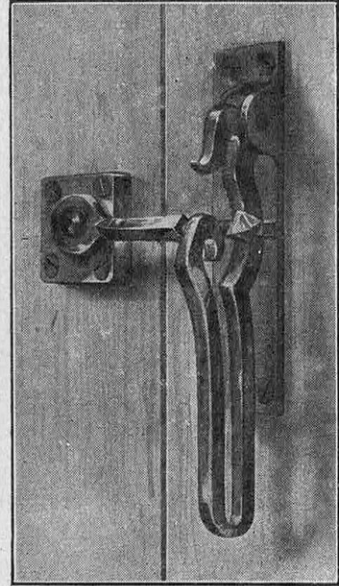
On peut maintenant effectuer soi-même le chromage

LE chromage est aujourd'hui à la mode. L'aspect élégant qu'il donne aux objets, son inaltérabilité justifient cette tendance relativement nouvelle qui, dans de nombreux cas, a pris la place du nickelage.

Nos lecteurs savent depuis longtemps qu'il est facile de nickeler soi-même, sans installation spéciale, un grand nombre d'objets, en utilisant le pinceau *Galvanic*, fonctionnant avec une simple pile de poche, de même que l'on peut aisément argenter, dorer, etc. Le chromage, en raison des difficultés particulières qu'il présente, avait échappé jusqu'ici aux possibilités de ce pinceau. Le problème est aujourd'hui résolu. D'ailleurs, son inventeur, M. Solère, a réalisé de petits nécessaires à chromer fort pratiques. A noter, comme différence avec le nickelage, l'argenteure, etc., qu'il faut un courant d'alimentation de 6 volts 2 ampères et maintenir le bain à la température de 35° à 40° centigrades.

Un appareil de sécurité automatique

L'APPAREIL de sécurité représenté ci-dessous n'est ni un verrou, ni une tarette, ni un arrêt de porte ordinaire. Son fonctionnement est, en effet, automatique. La porte étant fermée, si on rabat le petit levier fixé au battant sur le petit crochet, visible en haut de la partie vissée au cadre de la porte, et qu'on ouvre celle-ci, rien de particulier n'a lieu. Mais, quand on referme la porte, ce petit levier se place dans la position indiquée sur la photographie. Dès lors, si l'on essaie d'ouvrir la porte, ce levier s'engage dans la glissière et ne permet qu'un léger entrebâillement de cette porte.



LE « STOP » EN POSITION DE SÉCURITÉ

Ainsi, même si l'on s'absente, on peut mettre l'appareil dans la position de sécurité. Une tentative d'ouverture, montrant la présence de cet appareil enclenché, fait croire immédiatement que quelqu'un est dans l'appartement. Bien entendu, au moyen d'une petite clef spéciale, le propriétaire peut, après avoir entrebâillé la porte, dégager le levier et pénétrer chez lui.

V. RUBOR

Adresses utiles pour les « A côté de la science »

Montre incassable : MONTRE WYLER, 170, rue du Temple, Paris.

Verrou à crochets : CONFORT et PROGRÈS, 36, rue du Colisée, Paris.

Ultrafiltre : M. CANONNE, 49, rue de Réaumur, Paris (3^e).

Pour sécher son rasoir : LABORATOIRE BASQUE TYPIA, 2, place des Victoires, Bayonne.

Élévateur à godets : Ets DRAGOR et ALMA, 3, avenue Jean-Jaurès, Le Mans (Sarthe).

Conserves : M. J. BEAUSSART, 136, rue Saint-Honoré, Paris (1^{er}).

Chromage : M. F. SOLÈRE, 7, rue de Nemours, Paris (11^e).

Appareil de sécurité : M. MAURICE HÉITZ, 20, rue Galvani, Paris (17^e).

CHEZ LES ÉDITEURS

ÉLECTRICITÉ

CE QU'IL FAUT SAVOIR EN ÉLECTRICITÉ, par P. Thirion. 1 vol. Prix franco : France, 19 fr. 65 ; étranger : 22 fr. 50.

S'adressant à tous, cet ouvrage renferme, après un rappel des notions générales les plus importantes, un exposé du magnétisme et de l'électromagnétisme qui permet de pénétrer ensuite dans le domaine des applications. Appareils de mesures électriques, dynamos génératrices de courant continu, moteurs à courant continu sont successivement étudiés selon une méthode fort claire. Viennent, ensuite, les machines à courant alternatif, et, enfin, les accumulateurs, les piles. Les consommateurs d'électricité, les amateurs éclairés de T. S. F., les élèves des écoles techniques, les ouvriers ou monteurs électriciens, trouveront, dans cet ouvrage, une excellente documentation.

DIVERS

LES GRANDES INVENTIONS FRANÇAISES, par A. Boutaric. 1 vol. Prix franco : France, 26 fr. 85 ; étranger, 30 francs.

La période comprise entre 1870 et 1930 a été d'une étonnante fécondité, tant par les conquêtes de la science pure que par le nombre et la

portée des inventions. Laissant volontairement de côté le point de vue purement scientifique, l'auteur passe en revue les principales inventions en faisant ressortir la part qui revient aux savants et aux techniciens français. L'utilisation des énergies naturelles, le mot sur thermique, l'électricité, le froid, la chimie, la métallurgie, les moyens de locomotion, la reproduction des sons, la photographie, la cinématographie et la T. S. F. sont successivement étudiées dans cet ouvrage.

LA FRANCE TRAVAILLE, *éditée en fascicules* et paraîtra en deux volumes de 880 pages et 1.200 héliogravures.

Traduire, dans une forme durable, à la fois littéraire et picturale, une expérience directe du travail et de ses manifestations, tel est le but poursuivi par la publication de cet important ouvrage. D'impressionnantes photographies donnent une idée exacte de la vie à l'usine. Chaque fascicule présentera ainsi le déroulement d'une branche de l'activité humaine. C'est une véritable encyclopédie du travail sous toutes ses formes.

VIENT DE PARAÎTRE une étude très intéressante de M. Baudry de Saunier : *IL Y A BOUGIE ET BOUGIE*. Notice sur demande : 31, rue Brunel, Paris.

N. D. L. R. — Nous signalons à nos lecteurs que, par suite d'une substitution de clichés, la photographie parue dans notre dernier numéro (181), à la page 12, ne représente pas une sous-station de transformation comportant des redresseurs à vapeur de mercure, ainsi que la légende l'indique, mais une sous-station mobile servant simplement à la transformation ordinaire du courant alternatif. D'ailleurs, les stations à redresseur de mercure sont également utilisées, mais leur aspect extérieur diffère légèrement des précédentes.

TARIF DES ABONNEMENTS A « LA SCIENCE ET LA VIE »

FRANCE ET COLONIES

Envois simplement affran-	{ 1 an 45 fr.	Envois recommandés	{ 1 an 55 fr.
chis.....	{ 6 mois ... 23 —		{ 6 mois... 28 —

ÉTRANGER

Pour les pays ci-après :

Afghanistan, Australie, Bolivie, Chine, Danemark, Etats-Unis, Grande-Bretagne et Colonies, Iles Philippines, Indes Néerlandaises, Irlande, Islande, Italie et Colonies, Japon, Norvège, Nouvelle-Zélande, Palestine, Pérou, Rhodésie, Suède.

Envois simplement affran-	{ 1 an 80 fr.	Envois recommandés	{ 1 an 100 fr.
chis.....	{ 6 mois ... 41 —		{ 6 mois.. 50 —

Pour les autres pays :

Envois simplement affran-	{ 1 an 70 fr.	Envois recommandés	{ 1 an 90 fr.
chis.....	{ 6 mois ... 36 —		{ 6 mois... 45 —

Les abonnements partent de l'époque désirée et sont payables d'avance, par mandats, chèques postaux ou chèques tirés sur une banque quelconque de Paris.

« LA SCIENCE ET LA VIE » — Rédaction et Administration : 13, rue d'Enghien, Paris-X^e
CHÈQUES POSTAUX : 91-07 PARIS

Quatre points à méditer...

Un sou par jour à dépenser...

CONSEILS D'HYGIÈNE



I. - Apprenez que **Vie et Santé** donne des conseils d'hygiène intelligents et pratiques.

II. - Apprenez que **Vie et Santé**, par des articles judicieux et attrayants, rédigés par des collaborateurs compétents, met à la portée de tous les moyens d'éviter les maladies.

CUISINE SAINTE



III. - Apprenez que **Vie et Santé** donne d'excellentes recettes de cuisine saine.

IV. - Apprenez que **Vie et Santé** peut vous conduire, sans infirmités ni faiblesse, à un âge avancé de l'existence.

COLLABORATEURS COMPÉTENTS



SECRET D'AGE AVANCÉ



Et tout cela pour un sou par jour

C'est le meilleur conseiller médical des familles, qui, partant de ce principe que **la santé, c'est la vie**, donne le moyen d'acquérir, de préserver et de conserver le plus grand des trésors.

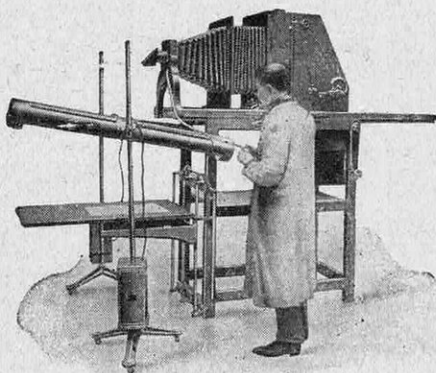
Que tout lecteur de cette revue fasse la demande d'un **spécimen gratuit** à

VIE ET SANTÉ

49, avenue de la Grande-Armée, Paris (16°)

et il jugera lui-même!... avant de s'abonner, s'il est bien convaincu que :
Prévenir vaut mieux que guérir!

LE REPROJECTOR



DÉMONSTRATIONS, RÉFÉRENCES, NOTICES FRANCO

donne directement et rapidement, sur le papier, donc sans clichés, des copies photographiques impeccables, en nombre illimité, de tous documents : dessins, plans, esquisses, pièces manuscrites, contrats, chèques, comptes courants, gravures, dentelles, tissus.

Il réduit ou agrandit automatiquement à l'échelle jusqu'à cinq fois ; photographie le document aussi bien que l'objet en relief ; utilise le papier en bobine aussi bien que la plaque sèche (le papier en bobine se déroule automatiquement devant l'objectif) ; projette les corps opaques aussi bien que les clichés sur verre. Simplicité de fonctionnement. Pas d'apprentissage spécial.

TRAVAUX D'ESSAI

aux firmes intéressées au tarif le plus réduit

DE LONGUEVAL & C^{ie}, constructeurs
17, rue Joubert — PARIS



Pour tous renseignements :
S'adresser aux gares du réseau

Segments H. GRENIER

RECTIFIÉS

Segments traités "NOIRS"



Segments Raclo graisseur REX

Notre stock, le plus important d'Europe, est composé de 6.000 dimensions de segments ordinaires rectifiés et 5.000 dimensions en segments traités "NOIRS" 4.000.000 de segments à votre disposition

Essayez l'EXACTITUDE et la RAPIDITÉ de nos livraisons

MAGASIN DE VENTE

VINCENT PRIOTTI, Agent général
17, rue Carnot - LEVALLOIS

Téléphone : PEREIRE 13-14 et 20-13

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

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



La "RéBo"

Petite Machine à Calculer

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

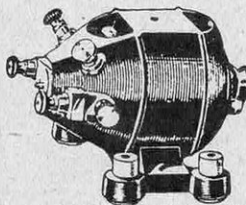
Etranger: Paiement d'avance, port en sus, 4 fr. par machine ou par socle

S. REYBAUD, 37, rue Sénac, MARSEILLE

(CHÈQUES POSTAUX 90-63)

LE MICRODYNE

Le plus petit moteur industriel du monde



MOTEURS UNIVERSELS
DE FAIBLE PUISSANCE



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

régie française

Cigare de Choix

PATRIOTA

à base de brésil

CAISSE AUTONOME D'AMORTISSEMENT

LE MEILLEUR ALIMENT MÉLASSÉ

8 GRANDS PRIX HORS CONCOURS
MEMBRE DU JURY DEPUIS 1910

PAIL'MEL

REGARDER SUR LES SACS

POUR CHEVAUX ET TOUT BÉTAIL

USINE FONDÉE EN 1901 À TOURY (EURE-ET-LOIR)
Reg. Comm. Chartres B.41

ASSURO

EXTINCTEUR AUTOMATIQUE
garanti 10 ans sur facture non seulement contre tous vices de fabrication, mais aussi au point de vue étanchéité et bon fonctionnement.

ÉTEINT TOUT EN UNE SECONDE

ASSURO

42, rue de Paradis, PARIS-X^e

**S. G. A. S.**ing^o-constr. br. S. G. D. G.
44, r. du Louvre, PARIS

Qui que vous soyez (artisan ou amateur), VOLT-OUTIL s'impose chez vous si vous disposez de courant lumière. Il forme 20 petites machines-outils en une seule. Il perce, scie, tourne, lime, meule, polit, etc., bois et métaux pour 20 centimes par heure.

NOTICE FRANCO

**TÉLEOBJECTIFS**

SUR TOURELLE

Film GEVAERT

à grain fin, 9,5 m/m, pour les cameras

"PATHÉ-BABY"

Ets FRED JEANNOT, 84, rue de Sèvres, PARIS

**TRÉSORS CACHÉS**

Sources et nappes d'eau souterraines, Gisements de houille, pétrole, minerais divers, filons d'or, etc., etc., sont trouvés par le Révélateur magnétique SCHUMFELL.

Notice et références contre timbre

LE PROGRÈS SCIENTIFIQUE

n° 111, PONTCHARRA (Isère)

CHEF DE SECTEUR,

mécanicien-ajusteur, ex-quartier-maître mécanicien d'aviation, moteurs à essence, diesel, semi-diesel, cherche emploi analogue France ou étranger.

Offres sous 2.953, Agence Havas, METZ.

LE PLUS MODERNE DES JOURNAUX

Documentation la plus complète et la plus variée

EXCELSIOR

SEUL QUOTIDIEN ILLUSTRÉ

ABONNEMENTS

PARIS, SEINE, SEINE-ET-OISE ET SEINE-ET-MARNE	Trois mois...	20 fr.
	Six mois.....	40 fr.
	Un an.....	76 fr.
DÉPARTEMENTS, COLONIES...	Trois mois...	25 fr.
	Six mois.....	48 fr.
	Un an.....	95 fr.
BELGIQUE.....	Trois mois...	36 fr.
	Six mois.....	70 fr.
	Un an.....	140 fr.
ÉTRANGER	Trois mois...	50 fr.
	Six mois.....	100 fr.
	Un an.....	200 fr.

SPÉCIMEN FRANCO

sur demande

En s'abonnant 20, rue d'Enghien, par mandat ou chèque postal (Compte 5970), demandez la liste et les spécimens des

PRIMES GRATUITES

fort intéressantes

CHEMINS DE FER DE PARIS-ORLÉANS

L'ANJOU en AUTOCAR

CIRCUITS AU DÉPART D'ANGERS

CENTRE DE TOURISME CÉLÈBRE PAR SES MONUMENTS

Du 12 Juillet au 21 Septembre 1932

Circuit I. — Tous les mardis.

Angers-gare St-Laud (départ. 13 h. 30). Les Pont-de-Cé, Rochefort-sur-Loire, Chalonnes, Château de Serrant, St-Florent-le-Vieil, Savennières, Béhuart, Angers (retour vers 19 h.).

Prix du transport par place... 40 fr.
Su te à billet aller et retour de Paris-Quai d'Orsay... 33 fr.

Circuit II. — Tous les mercredis.

Angers-gare Saint-Laud (départ. 13 h. 30), Durtal, La Flèche, Solesmes, Sablé, Brissarthe, Château-Neuf-sur-Sarthe, Briollay, Angers (retour vers 19 h.).

Prix du transport par place... 50 fr.
Suite à billet aller et retour de Paris-Quai d'Orsay... 43 fr.

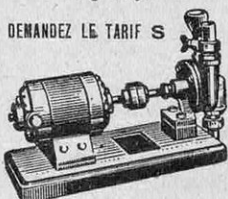
NOMBRE DE PLACES LIMITÉ

Location moyennant 2 francs par personne au SYNDICAT D'INITIATIVE, 71, rue Plantagenet, ou à son kiosque place de la Gare, Angers.

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

VOICI le groupe MOTO-POMPE que vous attendiez

DEMANDEZ LE TARIF S



Construit avec des matières premières en baisse, de première qualité.

DES CONCEPTIONS MODERNES

A un prix inconnu à ce jour :

675 FR.

Pour 1.000 litres-heure à 20 mètres d'élévation totale.

Etablissements SNIFED

44, rue du Château-d'Eau, PARIS-X^e

SÉCHEZ VOTRE GILLETTE

SANS LE DÉMONTER

GRACE AUX

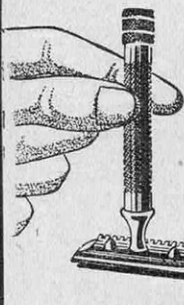
Feuilles TYPIA

Bisulfitées
Antiseptiques

o o o o

Le Carnet de 10 feuilles dure

UN AN



PRIX : 3 FRS

A DÉCOUPER

Veuillez m'adresser, franco de port, un Carnet TYPIA.

Ci-joint mandat de 3 frs (il n'est pas accepté de timbres).

Adresse lisible :

Laboratoire TYPIA, 2, pl. des Victoires
BAYONNE (Basses-Pyrénées)

Table à dessin "LUDION"

LA PLUS MODERNE

Encliquetage automatique toutes positions. Rien à bloquer ou à serrer. Pliage facile. Stabilité absolue.

BREVETÉE S. G. D. G.

Représentants demandés.

Treteaux à hauteur et inclinaison des barres réglables.

Modelage mécanique
ÉTUDE DE PRIX

Transféré :

D. FORGE, 41, rue des Fontaines
NANTERRE (Seine)

Notice franco — Vente directe



RIEN NE VAUT, RIEN NE REMPLACE LES

BOCAUX & CONSERVES



à Bouchage Pneumatique par Elimination d'Air
Système à Téton

Seuls ils assurent sécurité absolue, seuls ils procurent conservation parfaite et indéfinie des fruits, légumes, gibiers, etc.

J. BEAUSSART

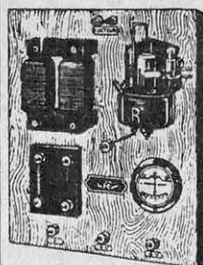
138, Rue Saint-Honoré - PARIS-1^{er}
Notice détaillée et les «BONNES RECETTES pour CONSERVES» envoyées franco.

VOIR ARTICLE PAGE 174

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

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

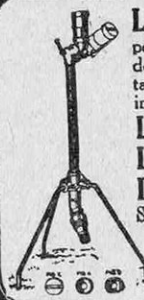
Notice gratuite sur demande
21, Champs-Élysées, PARIS

TELEPHONE : ELYSEES 66 60

8 ANS D'EXPÉRIENCE
25.000 APPAREILS
EN SERVICE

TOUT POUR LE JARDIN

L'ARROSEUR



L'Arroseur IDÉAL E. G.
pour tous débits et toutes pressions, donne l'arrosage en rond, carré, rectangle, triangle et par côté, il est garanti inusable et indé réglable.

Le Pistolet IDÉAL E. G.

Le Râteau souple IDÉAL E. G.

Le Pulvérisateur LE FRANÇAIS

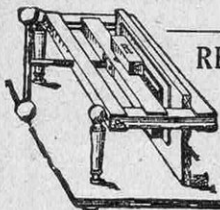
Seringues et toute robinetterie pour l'eau
Breveté S. G. D. G.

Et^g GUILBERT, Tél. Molitor 17-76

Notice franco sur demande

160, Av. de la Reine, BOULOGNE S/SEINE

IDÉAL E. G.



RELIER tout SOI-MÊME
avec la RELIEUSE-MÉREDIEU
est une distraction
à la portée de tous
Outils et Fournitures générales
Notice illustrée franco contre 1 fr.
Y. FOUGÈRE & LAURENT, à ANGOULÈME



PROJEX 920
LE PROJEX 920
Pulvérisateur de peinture, permettant
d'utiliser laques cellulose et peinture.
Fonctionne à la main et se branche sur
pompe, gonfleur, bouteille d'air, bougie
gonfleuse. — Prix : 60 francs.
PROJEX, 74, quai de Clichy, CLICHY

INVENTEURS
Pour vos
BREVETS
Adr. vous à: WINTHER-HANSEN, Ingénieur-Conseil
35 Rue de la Lune, PARIS (2^e) Brochure gratuite!



TRESORS CACHES

Tous ceux qui désirent connaître le
secret du pendule et des corps radiants
nous demanderont la notice du
"MAGNETIC REVEALATOR"
contre 2 francs en timbres
Permet de découvrir sources gisements
trésors, minéraux etc.....
SWEERTS FRÈRES Dépôt 52
36^{ème} RUE DE LA TOUR D'AUVERGNE, PARIS 9^{ème}

CHEMINS DE FER PARIS-ORLÉANS

LA ROUTE DES MONTS D'AUVERGNE EN AUTOCAR AU DÉPART DE ROCAMADOUR (Lot)

Du 4 juillet au 12 septembre 1932

Départ de Rocamadour-Gare tous les
lundis en juillet et septembre, tous les
lundis et vendredis en août.

1^{er} jour. — Rocamadour-Gare (dép. 7 h. 30),
Souillac, Brive, Tulle, Gimel, Egletons (dé-
jeuner), St-Angel, Bort, Tauves, La Bourboule,
(coucher);

2^e jour. — La Bourboule (dép. 8 h. 30), le
Mont-Dore, Murols, Besse, Condat (déjeuner),
Murat, Le Lioran, Vic-sur-Cère, Aurillac,
(coucher);

3^e jour. — Aurillac (départ 8 h. 30), Salers,
Pleaux, St-Privat (déjeuner), ruines de Merle,
Argentat, Beaulieu, Bretenoux, Rocamadour.

Prix du transport pour le voyage com-
plet : **350 francs.**

(Parcours partiels acceptés dans la me-
sure des places disponibles.)

Pour renseignements et billets, s'adresser aux AGEN-
CES DE LA COMPAGNIE D'ORLÉANS, 16, boulevard des
Capucines et 126, boulevard Raspail, ou à la MAISON
DE FRANCE, 101, avenue des Champs-Élysées, à Paris;
AUX PRINCIPALES GARES DE LA COMPAGNIE D'ORLÉANS;
à la SOCIÉTÉ DES AUTOCARS ROCAMADOUR-PADIRAC, à
Rocamadour (Lot).

CHEMINS DE FER PARIS-ORLÉANS

EXCURSIONS EN AUTOCAR

au départ des plages
et l'embouchure de la Loire

PORNICHET, LA BAULE LE POULIGUEN

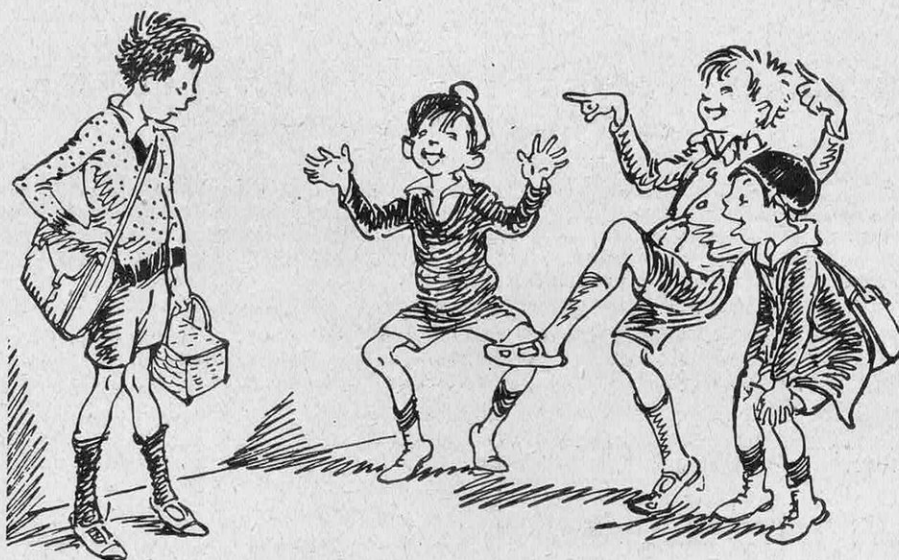
du 10 juillet au 24 septembre 1932

En dehors de la liaison La Baule-
St-Malo, la Compagnie d'Orléans or-
ganise quatre circuits automobiles
d'une journée ou d'une demi-journée
au départ de Pornichet, La Baule et
Le Pouliguen.

Ces circuits parcourent toute la pres-
qu'île Guérandaise, la Grande Brière,
Ploërmel, le château de Josselin, le pays
de Vannes, les monuments mégalithiques
de Carnac et la presqu'île de Quiberon.

Ils fonctionnent une fois par semaine,
et le prix de transport par place varie de
25 à 70 francs, que le point de départ soit
La Baule, Pornichet ou le Pouliguen.

Pour plus amples renseignements et
jours de mise en marche, s'adresser no-
tamment : aux Agences de la Compagnie
d'Orléans, 16, boulevard des Capucines et
126, boulevard Raspail; à la Maison de
France, 101, avenue des Champs-Élysées,
à Paris; aux gares de Paris-Quai d'Orsay
et Vannes et aux autres principales gares
du réseau; à M. Moulet, rue des Cales, à
St-Nazaire; au Bureau des Autocars, ave-
nue de la Gare, à La Baule; à la Nouvelle
Agence, à Pornichet; à l'Agence générale,
sur le port, au Pouliguen.



Hou, hou ! Anatole, pot à colle ! qui connaît pas le Dentol !

Le **DENTOL**, eau, pâte, poudre, savon, est un dentifrice à la fois souverainement antiseptique et doué du parfum le plus agréable. Créé d'après les travaux de Pasteur, il est tout particulièrement recommandé aux fumeurs. Il laisse dans la bouche une sensation de fraîcheur très persistante.



Dentol

Dépôt général :

Maison FRÈRE, 19, rue Jacob - Paris

CADEAU Pour recevoir gratuitement et franco un échantillon de **DENTOL** il suffit d'envoyer à la Maison FRÈRE, 19, rue Jacob, Paris, son adresse exacte et bien lisible, en y joignant la présente annonce de *La Science et la Vie*.

CHEMINS DE FER DE PARIS-ORLÉANS

LE PÉRIGORD EN AUTOCAR

Circuits au départ de PÉRIGUEUX et des EYZIES
du 10 Juillet au 25 Septembre 1932

Le Périgord, avec ses vieilles gentilhomnières, ses églises vétustes, ses calmes abbayes et ses vallées riantes ou sauvages, est un pays des plus charmants ; c'est aussi le plus riche en documents sur la préhistoire. — Périgueux, sa capitale, célèbre notamment par sa cathédrale Saint-Front, à coupes, a été choisie par la Compagnie d'Orléans comme point de départ des quatre circuits automobiles ci-après :

- 1) **VALLÉE DE LA DRONNE** (Brantôme, Bourdeille) ;
- 2) **VALLÉES DE L'AUVÉZÈRE ET DE L'ISLE** (Hautefort) ;
- 3) **VALLÉE DE LA VÈZÈRE** (Grottes préhistoriques) ;
- 4) **VALLÉE DE LA DORDOGNE** (Beynac, Domme, Sarlat).

Ils fonctionneront du 10 juillet au 25 septembre 1932 ; leur prix varie de **25 à 48 francs**.

Les circuits 3 et 4 peuvent être faits avec départ et retour aux Eyzies, véritable capitale préhistorique de la France ; leur prix est alors fixé respectivement à **25 et 33 francs**.

.....
Pour renseignements et billets, s'adresser : aux *Agences de la Compagnie d'Orléans*, 16, boulevard des Capucines et 126, boulevard Raspail, ou à la *Maison de France*, 101, avenue des Champs-Élysées, à Paris ; aux gares de *Périgueux* et des *Eyzies*, et aux principales gares du réseau ; à *M. Gonthier*, 53, rue du Président-Wilson, à Périgueux ; aux *Syndicats d'Initiative de Périgueux et des Eyzies* (Dordogne).

CHEMINS DE FER PARIS-ORLÉANS

CIRCUITS EN AUTOCAR

au départ de

QUIBERON

du 10 Juillet au 15 Septembre 1932

Circuit A. — Les Mercredis et Samedis.

Quiberon (dép. 7 h.) ; Saint-Pierre-Quiberon (dép. 7 h. 15), Penthièvre-Plage (dép. 7 h. 30), Auray, Vannes, La Roche-Bernard, Pornichet, La Baulé (déjeuner), Le Pouliguen, Batz, Le Croisic, Guérande, Quiberon (arrivée vers 20 h.). — Prix du transport par place : **60 francs**.

Circuit B. — Les Dimanches et Jeudis.

Quiberon (dép. 13 h.), Saint-Pierre-Quiberon (dép. 13 h. 15), Penthièvre-Plage (dép. 13 h. 30), Carnac (Église, Musée, Alignements), Tumulus Saint-Michel, La Trinité-sur-Mer, Locmariaquer, Quiberon (arrivée vers 18 h.). — Prix du transport par place : **20 francs**.

Pour tous renseignements et billets, s'adresser : aux **Agences de la Compagnie d'Orléans**, 16, boulevard des Capucines, et 126, boulevard Raspail, ou à la **Maison de France**, 101, avenue des Champs-Élysées, à Paris ; à la **gare de Quiberon** et aux principales gares du réseau d'Orléans.

NOMBRE DE PLACES LIMITÉ

Pour la location (2 fr. par personne), s'adresser à **M. Le Bayon**, rue de Port-Haliguen, à Quiberon.

CHEMINS DE FER DE PARIS - LYON - MÉDITERRANÉE

La Corse

à 24 heures de Paris



Le train 15 (première et deuxième classes, lits-salons, couchettes, wagons-lits de première et de deuxième classes, wagon-restaurant) assure la liaison rapide commode entre **Paris** et l'**île de Corse**.

Il part à 17 h. 40 de la gare de **Paris P.-L.-M.**

Il arrive le lendemain matin à 9 h. 50 à **Nice**.

Il faut prendre ce train le **lundi**, le **mercredi** ou le **vendredi** pour embarquer à **Nice** dès le lendemain sur le paquebot de Corse qui part à midi.

Un autobus P.-L.-M. transporte, de la gare au port, les voyageurs et leurs bagages.

La traversée est courte et agréable.

On déjeune à bord.

On débarque dans l'île à l'heure du dîner.

Le port de débarquement varie suivant les jours :

les **mardis** et **samedis**, on accoste à **Calvi** ;

le **jeudi**, c'est à l'**Île-Rousse** qu'on descend.

(Un autre paquebot quitte **Nice**, le **vendredi** à 9 heures, pour arriver à 18 h. 25 à **Ajaccio**.)

La visite de l'île est assurée par les autocars P.-L.-M. au départ des villes d'**Île-Rousse**, de **Calvi**, d'**Ajaccio**, de **Bastia** et de **Corte**.

Ces villes sont pourvues d'excellents hôtels. On y trouve des bureaux d'autocars P.-L.-M.

Les principales gares P.-L.-M. délivrent des billets et enregistrent les bagages à destination des ports d'**Ajaccio**, **Bastia**, **Calvi**, **Île-Rousse** et des gares de **Corte**, **Ghisonaccia** et **Vizzavona**, qui (ainsi que les bureaux P.-L.-M. d'**Ajaccio** et de **Bastia**) assurent les mêmes opérations pour le retour sur le Continent.

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

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

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

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

Attributions de l'Inspection du Contrôle

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

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

Nature et caractère de la fonction

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

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

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

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

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

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

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

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

Résidence

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

Traitements et indemnités (1)

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

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

Aux traitements s'ajoutent :

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

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

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

Congés

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

Accès aux grades supérieurs

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

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

Conditions d'admission (2)

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

(1) Fixe et accessoires, compte tenu des services militaires, le début peut former le chiffre d'environ 18.000 à 20.000 francs.

(2) Aucun diplôme n'est exigé. Age : de 21 à 30 ans, avec prorogation des services militaires. Demander les matières du programme à l'Ecole spéciale d'Administration, 4, rue Férou, Paris (6^e).