

Conditions d'utilisation des contenus du Conservatoire numérique

1- Le Conservatoire numérique communément appelé le Cnum constitue une base de données, produite par le Conservatoire national des arts et métiers et protégée au sens des articles L341-1 et suivants du code de la propriété intellectuelle. La conception graphique du présent site a été réalisée par Eclydre (www.eclydre.fr).

2- Les contenus accessibles sur le site du Cnum sont majoritairement des reproductions numériques d'œuvres tombées dans le domaine public, provenant des collections patrimoniales imprimées du Cnam.

Leur réutilisation s'inscrit dans le cadre de la loi n° 78-753 du 17 juillet 1978 :

- la réutilisation non commerciale de ces contenus est libre et gratuite dans le respect de la législation en vigueur ; la mention de source doit être maintenue ([Cnum - Conservatoire numérique des Arts et Métiers - http://cnum.cnam.fr](http://cnum.cnam.fr))
- la réutilisation commerciale de ces contenus doit faire l'objet d'une licence. Est entendue par réutilisation commerciale la revente de contenus sous forme de produits élaborés ou de fourniture de service.

3- Certains documents sont soumis à un régime de réutilisation particulier :

- les reproductions de documents protégés par le droit d'auteur, uniquement consultables dans l'enceinte de la bibliothèque centrale du Cnam. Ces reproductions ne peuvent être réutilisées, sauf dans le cadre de la copie privée, sans l'autorisation préalable du titulaire des droits.

4- Pour obtenir la reproduction numérique d'un document du Cnum en haute définition, contacter [cnum\(at\)cnam.fr](mailto:cnum(at)cnam.fr)

5- L'utilisateur s'engage à respecter les présentes conditions d'utilisation ainsi que la législation en vigueur. En cas de non respect de ces dispositions, il est notamment possible d'une amende prévue par la loi du 17 juillet 1978.

6- Les présentes conditions d'utilisation des contenus du Cnum sont régies par la loi française. En cas de réutilisation prévue dans un autre pays, il appartient à chaque utilisateur de vérifier la conformité de son projet avec le droit de ce pays.

NOTICE BIBLIOGRAPHIQUE

Notice de la Revue	
Auteur(s) ou collectivité(s)	La science et la vie
Auteur(s)	[s.n.]
Titre	La science et la vie
Adresse	Paris : La science et la vie, 1913-1945
Collation	339 vol. : ill. ; 24 cm
Cote	SCI.VIE
Sujet(s)	Sciences -- Vulgarisation Culture scientifique et technique Presse scientifique
Note	À partir de février 1943, le titre devient "Science et Vie". La bibliothèque du Cnam ne possède pas de collection, la numérisation a été faite grâce au prêt de la collection privée de M. Pierre Cubaud.

Notice du Volume	
Auteur(s) volume	[s.n.]
Titre	La science et la vie
Volume	Tome 41. n. 178. Avril 1932
Adresse	Paris : La Science et la Vie, 1932
Collation	1 vol.(XXXIV p.-p.[263-350]) : ill., couv. ill. en coul. ; 24 cm
Cote	SCI. VIE 178
Sujet(s)	Sciences -- Vulgarisation Culture scientifique et technique Presse scientifique
Thématique(s)	Généralités scientifiques et vulgarisation
Typologie	Revue
Langue	Français
Date de mise en ligne	10/12/2019
Date de génération du PDF	05/12/2019
Permalien	http://cnum.cnam.fr/redir?SCVIE.178

France et Colonies : 4 fr.

Nº 178. - Avril 1932

LA SCIENCE ET LA VIE



ELECTRICITÉ *médicale*

ULTRA-VIOLET.
INFRA-ROUGE
CHROMOTHÉRAPIE
DIATHERMIE
HAUTE-FRÉQUENCE
THERMOTHÉRAPIE

PHOTOGRAPHIE ET CINÉMATOGRAPHIE MÉDICALES

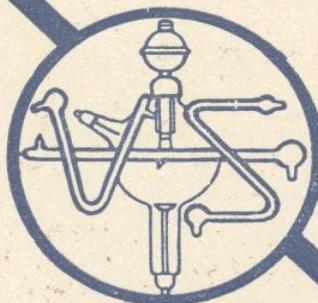
EXPOSITION :

Messieurs les Médecins trouveront dans nos nouvelles salles d'Exposition une collection extrêmement complète d'Appareils et d'Accessoires de toutes sortes, ainsi que des démonstrateurs avertis.

EXPÉDITION :

Nos Appareils et Accessoires sont toujours livrés dans les délais les plus rapides. Nos conditions d'expédition et de vente, ainsi que tous renseignements utiles et devis, sont adressés franco sur demande.

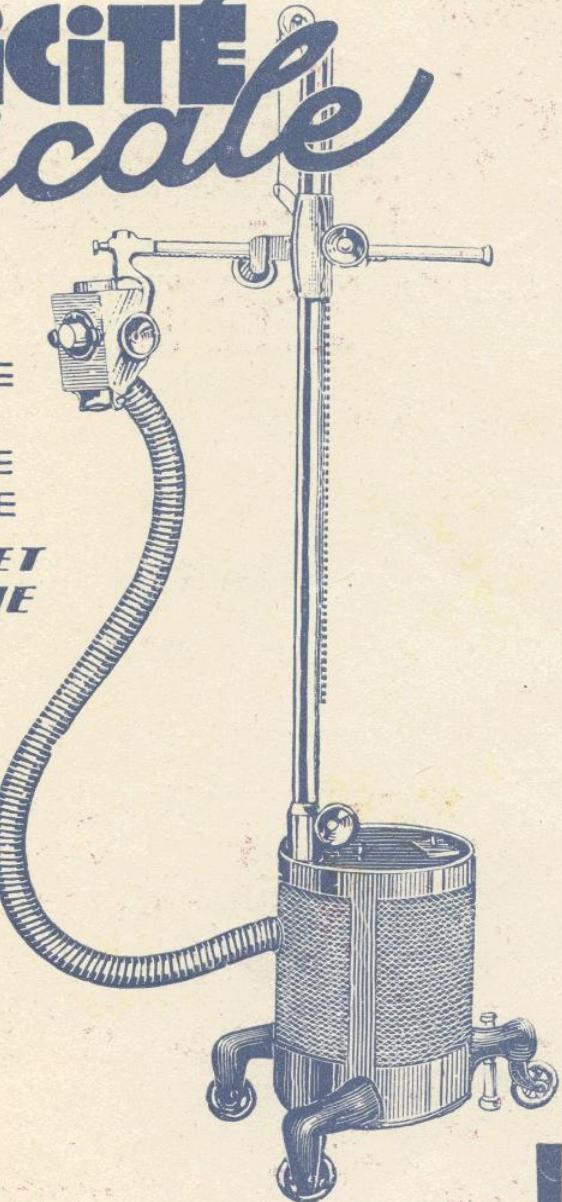
SERVICE DE LOCATION



LA VERRERIE SCIENTIFIQUE
12, AV. DU MAINE, PARIS-XV^e CATALOGUE FRANCO
SUR DEMANDE

Pour chacune de nos spécialités nous éditerons un fascicule, adressé également franco sur demande.

PUB GIORGI



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

DU GENIE CIVIL DE NAVIGATION

placées sous
le haut patronage de l'Etat

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

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

Cours sur place ou par correspondance

DES SITUATIONS

COMMERCE & INDUSTRIE

Obtention de Diplômes et accès aux emplois de

**SECRÉTAIRES
DESSINATEURS
CHEFS DE SERVICE
INGÉNIEURS
DIRECTEURS**

Préparation aux Concours

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

Programme gratuit N° 807

LUBIL-ELGY

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

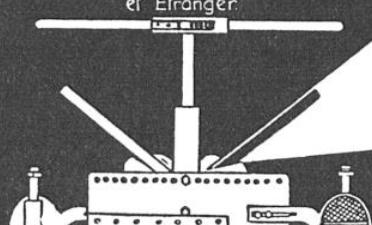
E. P. Racine

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

CINTREUSE MINGORI

A FROID SANS REMPLISSAGE

Syst. Renou-Mingori. B.^e France S.G.D.G
et Etranger

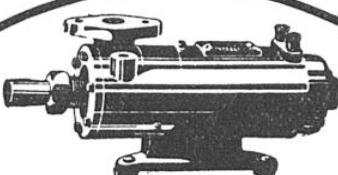


SEULE, TRAVAILLE
EN 3 POSITIONS
ET CINTRE AINSI

SUR N'IMPORTE QUEL PLAN

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

5 modèles du 12×17 au 102×114 inclus
PLUS DE 10.000 EN SERVICE
FOIRE DE PARIS 1932 GROUPE CHAUFFAGE-HYDROTHERAPIE Hall 3 Stand 314 ↑ Demander la Brochure n° 4



N'ALLEZ PLUS 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, BLINDEE et SILENCIEUSE, elle est qualifiée de "bijou" par ceux qui l'emploient. — Puissance du dernier modèle : 0.25 CV. — Débit : 2.400 litres à l'heure, au sol ; 1.500 litres à 15 mètres de hauteur. — Consommation : 230 watts.

PRIX : Depuis 650 FRANCS

(Catalogue gratuit en nommant ce journal)

CONSTRUCTIONS DE PRÉCISION A. GOBIN

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

Téléph. : GRAVELLE 25-37

Parlez au moins une langue étrangère-

LA MÉTHODE

LINGUAPHONE

LA PREMIÈRE MÉTHODE D'ENSEIGNEMENT DES LANGUES PAR LE PHONOGRAFHE

vous garantit ce résultat -

TIREZ un parti utile de votre phonographe. Apprenez une langue nouvelle par l'attrayante méthode Linguaphone. Vous n'aurez, pour cela, qu'à vous asseoir confortablement et à écouter les disques parlés par

***les meilleurs professeurs
de langues du monde***

en suivant dans un livre illustré, sans en perdre un mot, la leçon parlée.

Vous ne sauriez, par aucun autre moyen, avec si peu d'effort et une dépense si minime, acquérir un accent impeccable, un vocabulaire abondant et l'assurance nécessaire pour parler couramment.

***Faites un essai gratuit de huit jours,
chez vous***

Vous pouvez éprouver, sans obligation, la valeur et l'intérêt de la Méthode Linguaphone avant de prendre une décision définitive. La brochure gratuite de 24 pages vous donnera tous les détails sur cette méthode et ses possibilités et vous permettra de prendre un cours Linguaphone complet d'une semaine chez vous.

100 POSTES DE DÉMONSTRATION

L'Institut Linguaphone a soigneusement choisi 100 Postes Officiels de démonstration dans les grandes villes de France.

Adressez-nous dès aujourd'hui le coupon ci-contre. Vous recevrez toute la documentation désirable sur la méthode Linguaphone et les indications pour faire chez vous un essai gratuit de 8 jours.



Ph. Wide World.
H. G. WELLS
le grand romancier anglais

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

LINGUAPHONE INSTITUTE 12, rue Lincoln, PARIS

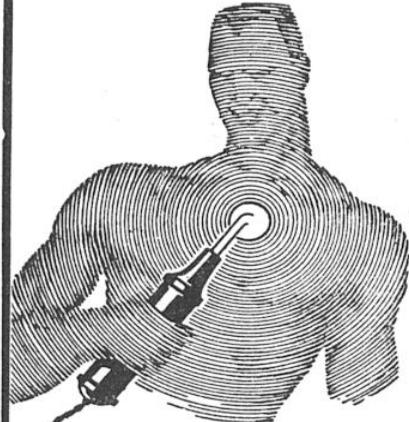
Veuillez m'adresser, sans engagement de ma part, toute la documentation sur la méthode Linguaphone, et les indications pour faire chez soi un essai gratuit de huit jours.

Nom.....

Adresse.....

Ville..... Départ.....

LES RHUMATISMES GUÉRIS PAR L'ÉLECTRICITÉ



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

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

Un essai gratuit :

Si vous êtes malade, faites un essai de ces merveilleux rayons violets. par une prise de courant à la lumière électrique.

Cela ne vous engage à rien.

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

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

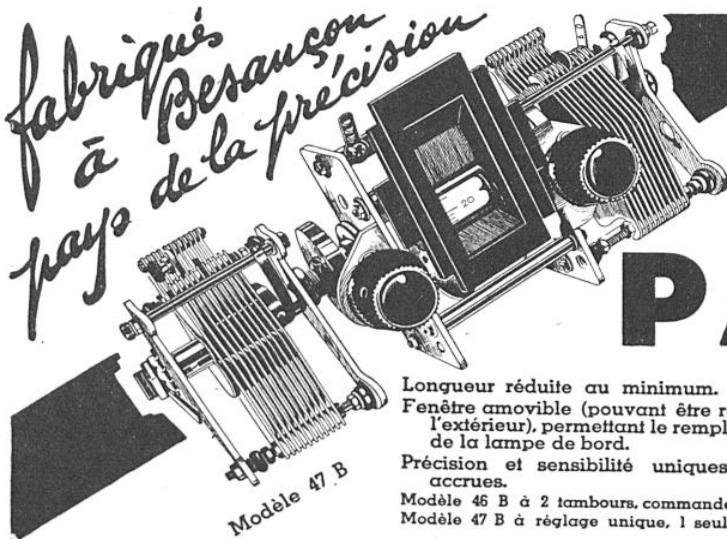
Cet appareil, nous vous le donnons absolument sans engagement et sans frais pendant DIX JOURS A L'ESSAI.

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

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

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

*fabriqués
à Besançon
pays de la précision*



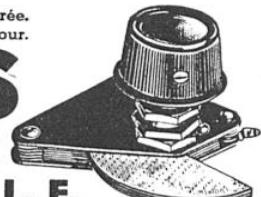
LES BLOCS PALF

Longueur réduite au minimum.
Fenêtre amovible (pouvant être retirée de l'extérieur), permettant le remplacement de la lampe de bord.

Précision et sensibilité uniques encore accrues.

Modèle 46 B à 2 tambours, commande séparée.

Modèle 47 B à réglage unique, 1 seul tambour.



... et la série **S**
Condensateurs à diélectrique solide.
Isolant spécial. Encombrement réduit.

LA PRECISION AUTOMATIQUE L. F.

16, Chemin des Saints - BESANCON
Agent à Paris LAXENAIRE, 29, rue Etienne-Dolet

Publ. R. L. Dupuy

MANUEL-GUIDE GRATIS
INVENTIONS *H. Boettcher Fils*
 BREVETS. MARQUES. Procès en Contrefaçon *Ingénieur-Conseil PARIS*
 21, Rue Cambon



Office Technique de Publicité

SOCIÉTÉ ANONYME FRANÇAISE
RENÉ VOLET
(OUTILERVÉ)

Capital : Frs 15.000.000

PARIS-12^e
20, aven. Daumesnil
Tél. : Did. 52-67
Outilervé-Paris 105

BUREAUX
à Bordeaux,
Toulouse, Lyon
et Marseille

SIÈGE SOCIAL :
VALENTON
(Seine-et-Oise)

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

LONDRES W. 1
8, Great Marlborough St.
Ph. Gerrard : 6.434
Outilervé-Wesdo-London

AGENCES dans les pays étrangers suivants :

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

ÉTUDES CHEZ SOI

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

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

L'ÉCOLE UNIVERSELLE

placée sous le haut patronage de plusieurs Ministères et Sous-Sécrétariats d'État
LA PLUS IMPORTANTE DU MONDE.

L'efficacité des méthodes de l'École Universelle, méthodes qui sont, depuis 25 ans, l'objet de perfectionnements constants, est prouvée par

LES MILLIERS DE SUCCÈS

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

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

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

BROCHURE N° 34.103, concernant les *classes complètes* de l'**Enseignement primaire et primaire supérieur** jusqu'aux Brevet élémentaire et Brevet supérieur inclusivement — concernant, en outre, la préparation rapide au *Certificat d'études primaires*, au *Brevet élémentaire*, au *Brevet d'enseignement primaire supérieur*, au *Brevet supérieur*, pour les jeunes gens et jeunes filles qui ont déjà suivi les cours complets d'une école — concernant enfin la préparation au *Certificat d'aptitude pédagogique*, aux divers *Professorats*, à l'*Inspection primaire*, etc...

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

BROCHURE N° 34.109, 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° 34.115, 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° 34.121, concernant la préparation aux concours d'admission dans **toutes les grandes écoles spéciales** : Agriculture, Industrie, Travaux publics, Mines, Commerce, Armée et Marine, Enseignement, Beaux-Arts, Colonies, etc...

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

BROCHURE N° 34.127, concernant la préparation à **toutes les carrières administratives** de la Métropole et des Colonies.

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

BROCHURE N° 34.133, 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° 34.139, concernant la préparation aux *carrières d'Ingénieur, Sous-Ingénieur, Dessinateur, Conducteur, Chef de chantier, Contremaitre* dans toutes les spécialités de l'**Industrie et des Travaux publics** : Electricité, T.S.F., Mécanique, Automobile, Aviation, Mines, Forge, Chauffage central, Chimie, Travaux publics, Architecture, Béton armé, Topographie, etc...

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

BROCHURE N° 34.145, 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° 34.151, 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° 34.157, concernant la préparation aux métiers de la **Couture, de la Coupe et de la Mode** : Petite-main, Seconde-main, Première-main, Couturière, Vendeuse, Vendeuse-retoucheuse, Modéliste, Modiste, Coupeuse, Coupe pour hommes, Lingère, etc..
(Enseignement donné par des Professeurs officiels et par des Spécialistes hautement réputées.)

BROCHURE N° 34.163, concernant la préparation aux **carrières du Cinéma** : Carrières artistiques, techniques et administratives.
(Enseignement donné par des Techniciens spécialistes.)

BROCHURE N° 34.169, concernant la préparation aux **carrières du Journalisme** : Rédacteur, Secrétaire de Rédaction, Administrateur-Directeur, etc...
(Enseignement donné par des Professeurs spécialistes.)

BROCHURE N° 34.175, concernant l'étude de l'**Orthographe, de la Réduction, de la Rédaction de lettres, de l'Eloquence usuelle, du Calcul, du Calcul mental et extra-rapide, du Dessin usuel, de l'Écriture**, etc...
(Enseignement donné par des Professeurs de l'Enseignement primaire et de l'Enseignement secondaire.)

BROCHURE N° 34.181, 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° 34.187, 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° 34.193, concernant l'**enseignement complet de la Musique** : Musique théorique (*Solfège, Harmonie, Contrepoin, 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° 34.199, 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)

SUR TOUS COURANTS { Lumière
5 ANS Batterie d'accus
DE SUCCÈS Piles

vous pouvez vous-même avec
Le pinceau électrique
LE GALVANIC-SOL

NICKELER, ARGENTER, DORER
tous objets ou appareils métalliques
SANS LES DÉMONTER NI LES DÉPLACER
F. SOLÈRE, 7, rue de Nemours - PARIS (11^e)
Notice détaillée sur demande
Demandez conditions spéciales de VENTE A CRÉDIT

Modèles professionnels et amateurs

UBU-EIG

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
MACHINES A CALCULER
ARMES DE CHASSE
VÊTEMENTS DE CUIR
etc.

MAISON FONDÉE EN 1894 CATALOGUE FRANCO SUR DEMANDE

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

LE ROBINET CARLONI, S^{té} A^{me}
Fabrication Le Bozec et Gautier, à Courbevoie

SIÈGE SOCIAL :
20, b. Beaumarchais PARIS-XI^e MAGASINS:
11, rue Amelot
Téléphone : ROQUETTE 10-86

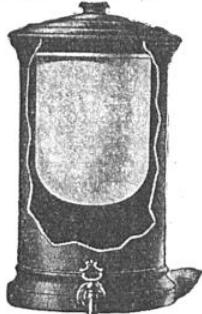
ROBINETS de puisage, lavabos, baignoire,
W.-C., cuisinière, comptoirs, parfumerie, etc.
— 148.000 pièces vendues en France —

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

RAQUETTES DE TENNIS	
MODÈLES	MODÈLES
La Boy 30. »	Handy 135. »
La Nassau ... 40. »	Spécial Meb. 160. »
La Champion. 60. »	Royal Meb.. 175. »
La Club..... 55. »	Extra Meb.. 225. »
La Superb ... 70. »	Cambrian ... 235. »
La Marvel ... 80. »	Scientific.... 275. »
La Daisy..... 85. »	Impérial Meb 300. »
L'Olympic. 95. »	Baz (argent). 320. »
La Richemond. 120. »	Suz. Lenglen 450. »
PRESSE-RAQUETTE "Zéphir", modèle déposé, aluminium léger, d'un encombrement restreint. 32. »	HOUSSÉ en toile basque; fermeture "Eclair" .. 39. »
BALLES DE TENNIS "Meb", taille réglementaire, recouverte de drap blanc. La douzaine..... 70 »	ÉTUÍ en toile havane supérieure, bordure simili cuir, poignée cuir. Depuis... 9 50
FILETS DE TENNIS goudronnés, 2 fils, qualité extra-supérieure. Long : 12 m. 60. 50. » Le même, fil fouet câblé 2 fils. 60. »	SOULIERS "Fleet Foot" , belle toile blanche, bouts renforcés, semelles crêpe. Hommes..... 42. » Dames..... 37. 50
CLUBS DE GOLF Forgan, Flag, Drapeau.	FILETS DE TENNIS pour match, longueur : 12 m. 80, fil chanvre goudronné, renforcé au centre..... 155. » Le même, fil fouet goudronné, renforcé au centre 255. »
Mid-Iron 130. » Mashie 130. » Mashie-Niblick. 130. » Niblick..... 130. » Putter..... 130. »	JEU DE SPIRA-POLE Appareil d'entraînement pour le tennis. En bois spécial verni, hauteur : 3 m., démontable en 4 pièces, balle, filet et corde avec trépied spécial. Recommandé : 125. » Le même, complet. Modèle renforcé avec 2 raquettes robustes à l'intérieur du couvercle.. 275. »
SAC EN TOILE Modèle léger... 395. » Le même, en valchette 695. »	
BALLES DUNLOP La pièce..... 12. »	
	TENYS PARTNER pour s'entraîner seul au tennis dans un espace restreint, salle, cour, jardin. Se monte en quelques secondes. Avec une balle "Partner Champion" ... 140. »

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, Électricité domestique, Matériel pour Villas, Fermes et Jardins, Tous les Sports, Chasse, Pêche, Photographie



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)

PUBL. ELGY

D'une saveur exquise et agréable

l'Alcool de Menthe

de *Ricqlès*

stimule,
rafraîchit,
favorise la digestion.



Quelques gouttes suffisent.

Volume-Controls "REXOR"
véritablement bobinés, à variation rigoureusement progressive

100.000 ohms, 4 millis	50.000 ohms, 6 millis
30.000 ohms, 10 millis	15.000 ohms, 15 millis
10.000 ohms 18 mil.	5.000 ohms 25 mil.

La marque qui domine...

REXOR

EN VENTE

L'appareillage de qualité...

GIRESS

PARTOUT

Etablissements GIRESS, 16, boul. Jean-Jaurès, CLICHY (Seine) - Tél. : Marcalet 37-81
Pour la Belgique : J. DUCOBU, 69, rue Ambiorix, LIÈGE

PUBL. RAPY

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

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

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

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

Attributions de l'Inspection du Contrôle

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

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

Nature et caractère de la fonction

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

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

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

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

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

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

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

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

Résidence

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

Traitements et indemnités (1)

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

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

Aux traitements s'ajoutent :

- 1^e L'indemnité de résidence allouée à tous les fonctionnaires par la loi du 13 juillet 1925 ;
- 2^e L'indemnité pour charges de famille, le cas échéant ;
- 3^e Une indemnité de fonction de 500 à 1.700 francs, le cas échéant ;
- 4^e Une indemnité d'intérêt de 50 francs par mois ;
- 5^e Une indemnité pour frais de tournée pouvant aller jusqu'à 2.000 francs et au delà de 3.000 francs sur le réseau d'Alsace-Lorraine ;

6^e Certains Inspecteurs ont également le contrôle de voies ferrées d'intérêt local et reçoivent, à ce titre, une indemnité spéciale (500 à 1.000 francs).

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

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

Congés

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

Accès aux grades supérieurs

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

LES caractères propres de chacun des cigares de la Régie française sont obtenus par un dosage minutieux des divers crus de tabac cultivés sur tous les points du globe.

Rien n'est plus nuancé que le goût du véritable amateur de cigares. La Régie française a cherché, par la création d'une gamme complète de produits, à répondre au désir de chaque fumeur, quel qu'il soit. Dans la collection complète qu'elle met en vente, l'amateur trouvera, exactement réalisé, le produit qu'il cherche, fabriqué avec le maximum de soins et présenté avec art.

Un grand nombre d'éléments interviennent pour modifier l'aspect et le goût d'un cigare. En premier lieu, la nature des tabacs qui entrent dans sa composition. Ainsi, les crus qui composent les fameux cigares **Imperiales**, **Olimpicos**, **Camponeas** et **Patriotas** sont caractérisés par un intérieur entièrement en tabac du Brésil, par une sous-cape (c'est-à-dire une enveloppe interne) en tabac de Java et par une cape (c'est-à-dire un enrobage externe) en tabac de Sumatra de premier choix. Mais ensuite entrent en jeu des éléments secondaires, qui, dans chaque groupe, diffèrent les divers cigares.

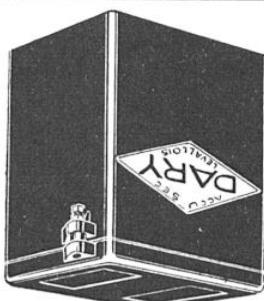
Dans la classe citée plus haut, le **Patriota**, qui est, avec le **Campeon**, le moins cher de ces cigares de choix, se distingue surtout par son aspect et par sa taille. Il est légèrement plus court que le **Campeon**, mais sa forme renflée et classique donne une fumée agréable et abondante. La durée de sa combustion n'est pas excessive comme celle de certains longs cigares, que, seuls, les fumeurs qui ont des loisirs peuvent se permettre d'acheter, s'ils veulent les déguster jusqu'au bout.

La qualité du **Patriota**, l'élégance de sa forme en font un cigare de grande classe ; son prix est cependant très abordable, même par ces temps de crise. C'est un cigare que l'on peut adopter pour les heures de travail, sans craindre d'être obligé de le rallumer plusieurs fois et de ne pouvoir le fumer jusqu'au bout. Faites-en l'expérience. Achetez-en un, il ne vous coûtera que 2 fr. 25 et, une fois que vous l'aurez goûté, vous lui resterez fidèle.

ACCU-SEC "DARY" INSULFATABLE

35, rue Chevallier
LEVALLOIS-PERRET (Seine)
Tél. : Péreire 03-64

TOUTES APPLICATIONS



SPÉCIAL POUR MOTO

Dimensions : 186 × 82 × 188 mm
Poids : 5 k. 300 - 6 v., 14 AH

Prix : 230 francs

Type BNA

PLUS DE VÊTEMENTS
BRULÉS PAR L'ACIDE

Si vous pouvez écrire Vous pouvez DESSINER

*HIER un agréable passe-temps,
le dessin est aujourd'hui une source de profits.*



Ce croquis au pinceau pourrait être l'œuvre d'un maître. Il a été exécuté par un élève de l'Ecole A. B. C., qui, après quelques mois d'études, a réalisé un dessin plein de verve, d'habileté et de vie.

Vous ne pouvez plus ignorer qu'il existe une méthode simple, pratique, vraiment moderne, qui vous permettra de devenir rapidement un artiste original.

Une merveilleuse méthode à votre disposition

L'ÉCOLE A. B. C., par sa lumineuse méthode, basée sur des principes absolument nouveaux, ingénieux, simples et rationnels, ne présente aucune difficulté et fait de l'apprentissage du dessin un véritable plaisir, une des plus attachantes distractions. Utilisant l'habileté graphique que chacun a acquise en apprenant à écrire, elle permet, dès les premières leçons, de faire de bons croquis, même d'après des modèles en mouvement. Elle porte sur tous les genres de dessin : croquis, portraits, caricatures, paysages, fleurs, animaux, etc... et conduit particulièrement au dessin pratique. Parmi les légions d'élèves enthousiastes ayant suivi des cours, il est de nombreux artistes qui ont acquis

un talent suffisant pour créer et vendre des dessins de toutes sortes : illustrations de livres et magazines, dessins d'annonces, affiches, décoration, mode, etc...

Vous pouvez, sans abandonner vos occupations journalières, quels que soient votre âge et votre résidence, suivre les cours de l'Ecole A. B. C. et acquérir en peu de temps toutes les qualités d'un excellent dessinateur.

Renseignez-vous

Venez nous voir, ou demandez-nous dès aujourd'hui notre brochure de renseignements en nous précisant les points qui vous intéressent particulièrement. Nous pourrons ainsi vous éclairer tout à fait sur les avantages que notre enseignement peut vous assurer.

ÉCOLE A.B.C. DE DESSIN

(Studio F 148) 12, rue Lincoln - PARIS

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

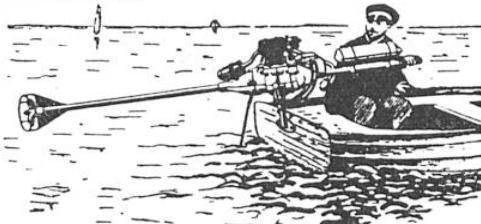
Véritable instrument de travail

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



TOUT CE QUI CONCERNE l'alimentation DES POSTES DE T. S. F.

RECHARGEURS D'ACCUS
de tous systèmes

REDRESSEURS DE TENSION PLAQUE

ALIMENTATION DIRECTE
PAR LE SECTEUR

RÉGULATEURS DE TENSION

TOUS ACCESSOIRES
(FERRIX, valves, condensateurs, lampes, etc...)

POSTES-SECTEUR "SOLOR"

Accessoires pour
TÉLÉVISION

et tous renseignements dans
SOLOR-REVUE, envoyée gratuitement
contre enveloppe timbrée à

SOLOR-LEFÉBURE

5, rue Mazet, 5
PARIS (6^e)



ROBUR SCIENTIFIC

CHAUFFAGE CENTRAL AU CHAUME



60% D'ECONOMIE

BON A DÉCOUPER

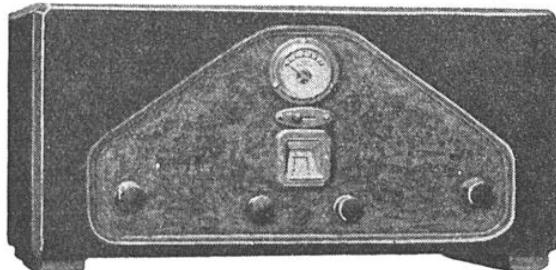
Veuillez m'adresser gratuitement la notice R.S.S.

NOM.....
RUE.....
VILLE.....
DÉPL.....

CAP-ROBUR, 15-17, r. Godefroy-Cavaignac
PARIS

CHAUFFE DE 2 A 10 PIÈCES CHAUFFE DE 2 A 10 PIÈCES

Tous les Concerts Européens à votre disposition



avec les appareils

"L'ALTERNAPHONE"

alimentés sur le secteur alternatif

Appareils complets depuis 990 francs

DEMANDER NOTICE A

B. Larinier, Constructeur

13, Passage des Roses, 13, AUBERVILLIERS (Seine)

Tél. : Flandre 00-47



Le premier film
avec attestation

Ce que vous remarquerez aussitôt en ouvrant la jolie boîte bleue et jaune de la pellicule **Voigtländer**, c'est le certificat de contrôle.

Toutes les émulsions sont contrôlées par un Institut neutre, qui certifie : que le film **Voigtländer** possède vraiment une sensibilité de 1.300 H&D (23° Scheiner) à la lumière du jour ou 2.100 H&D (25° Scheiner) à la lumière d'une ampoule Nitraphot, que l'émulsion possède une latitude de pose de 1 : 1.000 et que la sensibilité a été poussée à tel degré qu'un écran jaune Voigtländer « Alpha » n'augmente le temps de pose que de 2 fois seulement.

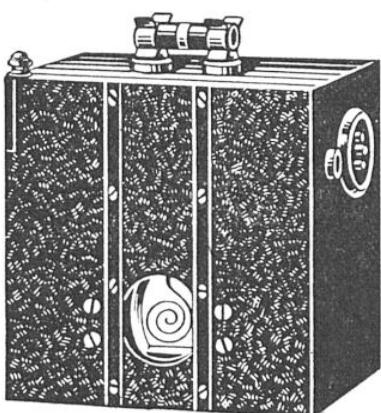
Vous n'avez plus besoin d'essayer la pellicule **Voigtländer**; le certificat de contrôle est la garantie de leurs qualités réelles.

La prochaine fois, ne demandez pas à votre fournisseur ; implement une pellicule, mais exigez le film

Voigtländer

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

**les Comparateurs
Photo-électriques R.P**



PERMETTENT DE MESURER, CONTRÔLER OU
ENREGISTRER TOUT PHÉNOMÈNE SUSCEPTIBLE
DE SE MANIFESTER PAR UN EFFET LUMINEUX.

SOCIÉTÉ DES USINES CHIMIQUES

RHÔNE-POULENC

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 75.000 000 DE FRS, SIÈGE SOCIAL : 21, RUE JEAN-GOUJON, PARIS (8^e)

86, Rue Vieille-du-Temple - PARIS (III^e)

NOUS VOUS OFFRONS !

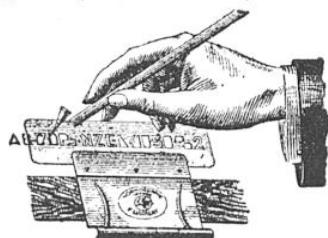
Contre remboursement

Un appareil « Perspect » 285. »



NORMOGRAPH (Trace-lettres) . . . 20. »

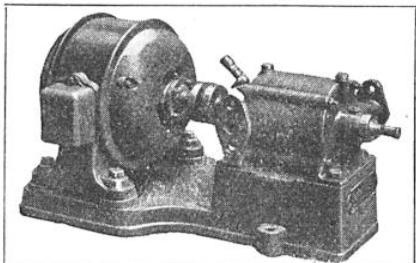
(Appareil complet RÉCLAME en 10 m/m de hauteur)



F. DARNAY, Ingénieur A. et M.
7, rue Coyrel - PARIS (XIII^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

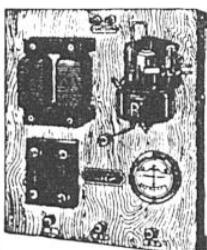
POMPES INDUSTRIELLES

tous débits, toutes pressions, tous usages

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-Elysées, PARIS

TELEPHONE : ELYSEES 66 60

8 ANS D'EXPÉRIENCE
25.000 APPAREILS
EN SERVICE

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

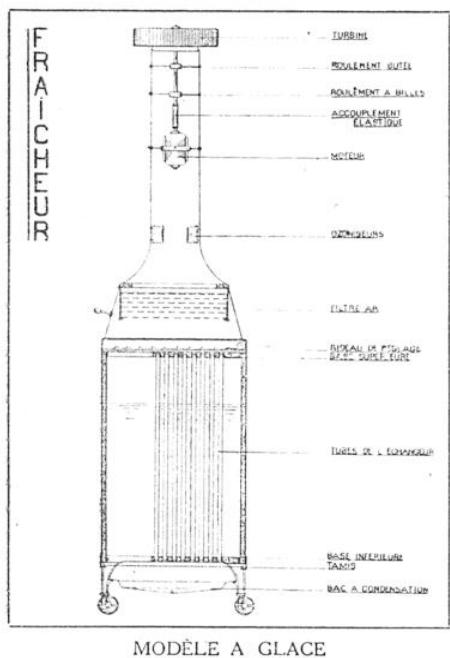
Essayez l'EXACTITUDE et la RAPIDITÉ
de nos livraisons

MAGASIN DE VENTE

VINCENT PRIOTTI, Agent général
17, rue Carnot - LEVALLOIS
Téléphone : PEREIRE 13-14 et 20-13

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

Aussi mobile qu'un poêle à essence



FRAICHEUR

Appareil mobile de rafraîchissement

L'ATMOSPHÈRE RAISONNÉE

en Europe et aux Colonies

Rafraîchit - Assèche - Epure

MODÈLE I. — Utilise la glace.

MODÈLE II. — Produit son froid la nuit.
Rafraîchit le jour.

MODÈLE III. — Industriel. Utilise la glace sèche.

BUREAU TECHNIQUE :

André DAUPHIN, Ing.-Conseil
9, rue des Arquebusiers, PARIS

TOUTES APPLICATIONS
DURÉE ILLIMITÉE

LE REDRESSEUR **OXYMETAL** WESTINGHOUSE

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

Brochure gratuite

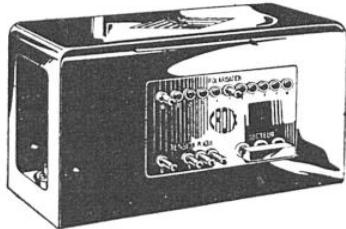


23, rue
d'Athènes
Paris

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

**Une tension plaque
“CROIX”**

idéale pour poste superhétérodyne



Débit 150 volts, 40 milliampères; Prises à 40 et 80 volts; Polarisation de 0 à 20 volts

Prix : 460 Francs

Demandez le Radio-Guide “CROIX”, adressé franco contre 1 fr. 25 en timbre-poste

Etablissements ARNAUD S. A.
3, rue Barbès - ISSY-LES-MOULINEAUX (Seine)

**LE CLASSEUR PRATIQUE
“GAX”**

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

Facilite le travail
Vous n'avez qu'à étendre le bras pour prendre, dans son tiroir, le renseignement désiré

Économise la place
Hauteur... 1 m. 85
Largeur... 1 m. 20
Profondeur 0 m. 32

Recherches faciles
Les tiroirs n'ayant pas de côtés, sauf demande spéciale

Grande capacité
Contient plus de 200 kilos de papiers.

“GAX” № 1, 60 tiroirs
Il n'a pas de rideau 1.900 francs, franco
Donc, élégance, propreté intérieure, accessibilité instantanée.

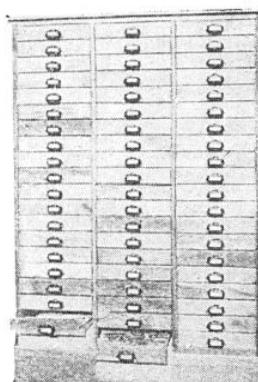
Construction garantie
Noyer ciré massif. Chêne ciré massif.

5 modèles de 20-40-60 tiroirs

Quel que soit votre cas, il existe un GAX pour vous

Etabl^{ts} GAX, MONTPON (Dordogne)

Recommandez-vous de *La Science et la Vie*



L'ECLAIRAGE INDIRECT ALA PORTEE DE TOUS PAR UNE MERVEILLE:
LA LAMPE TITAN

Une atmosphère intime dans notre Home!

COMPLETE AVEC AMPOULE: Frs. 240

DIFFUSEURS TITAN
1, RUE D'ENGHEN. PARIS. X^e.

LE FER DE L'EAU
LES EGLISES
ROMANES

BAYEUX
FALAISE
CAEN
LE MANS
POITIERS
SAINTES

*pour tous renseignements:
s'adresser aux gares du réseau*

INSTITUT PELMAN

Méthodes de travail, de pensée, d'action Développement scientifique des facultés Hygiène et gymnastique mentales

(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 ;
Développement de l'énergie, de l'imagination créatrice, de l'initiative, de l'autorité ;
Jeunes Gens, pour terminer bien vos études et vous orienter vers une carrière ;
Adultes, pour mieux vous adapter à la profession et réaliser votre personnalité ;
Apprenez à penser fructueusement et à organiser votre vie avec méthode et sans aucune entrave à vos obligations journalières ;
Par un entraînement d'un semestre : efficience et bon rendement la vie entière.

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

INSTITUT PELMAN, 33, rue Boissy-d'Anglas, PARIS-8^e Téléph. : ANJOU 16-65
LONDRES DUBLIN STOCKHOLM NEW-YORK DURBAN MELBOURNE DELHI CALCUTTA

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

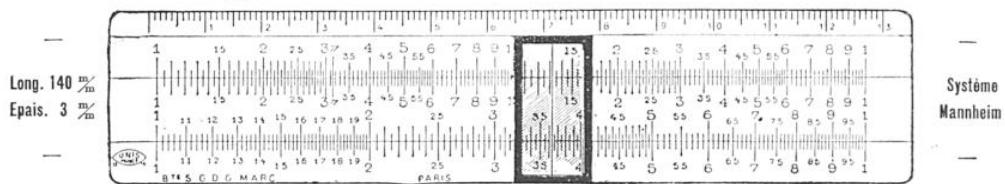
Comment apprendre à penser à propos d'un problème quelconque. Comment développer sa culture première. (Franco 26.50, Etranger 28.50)

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

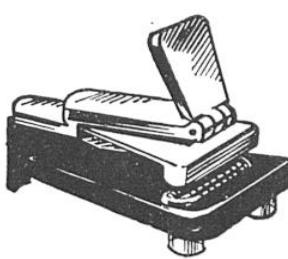
Mobilisation de l'Energie

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

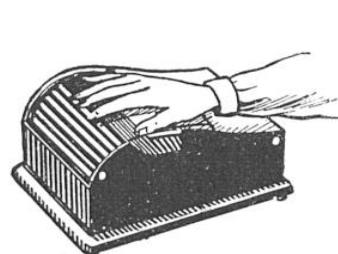
Les Règles à Calculs de Poche "MARC"



SYSTÈME MANNHEIM, SINUS, TANGENTES, ÉLECTRICIEN, depuis 24 fr.



LES FIXE-CHÈQUES
depuis 22 fr.



LA CACHETEUSE
350 fr.



LA DÉCACHETEUSE
120 fr.

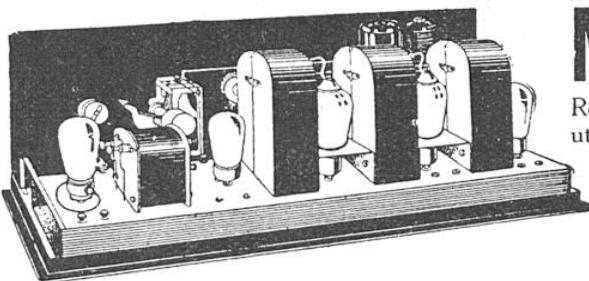
La Timbreuse 775 fr.

CONSTRUCTEURS-FABRICANTS

CARBONNEL & LEGENDRE

SOCIÉTÉ A RESPONSABILITÉ LIMITÉE AU CAPITAL DE 206.000 FRANCS

12, rue Condorcet, PARIS (9^e) - Tél. : Trudaine 83-13



AGENCE GÉNÉRALE EN BELGIQUE :
THIELEMANS, 244, avenue de la Reine, BRUXELLES

MONTAGES MAGNÉTOÏD ACER

Remarquablement faciles à monter, les appareils utilisant des Éléments "Magnétoïd" ACER (brevetés S. G. D. G.) sont inégalables comme fini, musicalité et rendement.

Notices et schémas franco sur demande aux
Ateliers de Constructions Électriques de Rueil
4^{ter}, avenue du Chemin-de-Fer, 4^{ter}
à RUEIL (Seine-et-Oise)

G. PONCET, Constructeur ANNECY (Haute-Savoie)

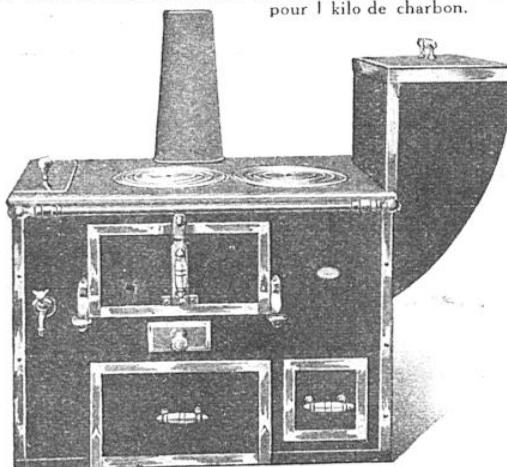
CUISINIÈRE A FEU CONTINU

Avec grille spéciale, système breveté S. G. D. G.

A grand magasin de combustible et chargeur

Brûlant économiquement : BOIS, DÉCHETS
DE BOIS, ÉCORCES, SCIURE, COPEAUX

Économie certaine de 50 % sur le charbon étant donné que le taux de remplacement est de 2 kilos de bois ou déchets pour 1 kilo de charbon.



CHAUDIÈRES A FEU CONTINU

à magasin de combustible et chargeur

Brûlant : BOIS, SCIURES, COPEAUX, etc.

Pour CHAUFFAGE CENTRAL,
villas, châteaux, ateliers, grands locaux, etc.

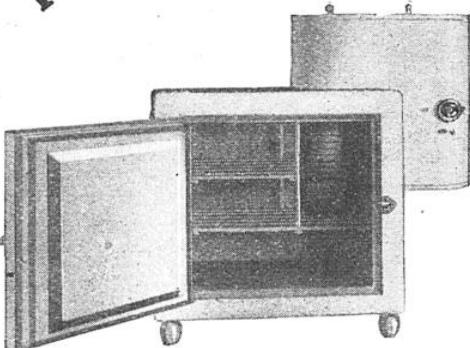
POELES A SCIURE

pour chauffage d'ateliers.

CATALOGUE et DEVIS gratuits sur demande

FRIGORIFIQUES

Appareils
à Glace



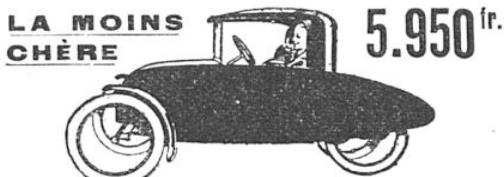
Les plus simples - Les plus pratiques
Armoires depuis 2.300 frs

fonctionnant avec n'importe quelle source de chaleur

Société FRIGLASS, 8, rue République, AVIGNON

Agents demandés dans le monde entier

LA PLUS PETITE VOITURE
DU MONDE



5.950 fr.

LA MOINS IMPOSÉE (5 francs par mois)
La mieux construite, la plus jolie, c'est...

"PTITAUTO"

Demandez la notice n° 107 — Etab. CH. MOCHET
68, rue Roque-de-Fillol, PUTEAUX (Seine)

Appareil télégraphique Hughes équipé avec un moteur universel

ERA.

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

MOTEURS

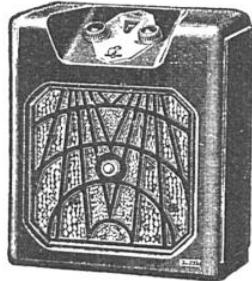
ERA

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

Publicité R-L Dupuy

1.375 F**LE MONOBLOC SECTEUR**

à 4 lampes dont 1 valve et diffuseur intérieur

PUR, PUSSANT, SENSIBLE, SÉLECTIF**— GARANTI UN AN —**

Remboursable après un essai de 10 jours, si les résultats promis ne sont pas obtenus

2.800 F

Lampes et licences TH et CSF comprises

UN MONOBLOC SECTEUR SUPERHETERODYNE

à 6 lampes dont 1 valve et haut-parleur dynamique

MIEUX - PLUS PUR - MOINS CHER QUE LES AMÉRICAINS

Même présentation que le modèle 4 lampes ci-dessus

Donne sur simple prise de terre et même sans aucun collecteur d'onde les principales stations européennes

GARANTI UN AN
Construction 100 % français**LEMOUZY**121, boul. Saint-Michel - PARIS-5^e

DÉMONSTRATIONS : Le mercredi de 20 à 23 heures, et chaque jour non férié, jusqu'à 19 heures.

PIUR. A. GIORGI

LE SOURD
ENTEND avec
le Sonophone
Envoi à l'essai
Demandez Notice explicative N° 20
Ets J.-PLISSON, 25, Bd Bonne-Nouvelle
PARIS

SOLIDARITÉ SCIENTIFIQUE & SANS-FILISTE

Deux revues en une seule
Organe mensuel technique et pratique d'entraide pour les
amateurs et les inventeurs.

TRADUCTION EXCLUSIVE DE DEUX LIVRES ayant fait sensation à l'ÉTRANGER

"**RADIOACTIVITAT'**
de MEYER et SCHWEIDLER, professeurs de physique à
l'Univ. de Vienne. - Traducteur, R. RAMBURE, ingén. E. T. P.

"**HILATURA DE ALGODON'**
de CASTELLS. - Traducteur, R. PETIT

RUBRIQUE D'AVIATION DE TOURISME
Tenue par J. BENIELLI, ingén. I. E. M., ex-officier aviateur.

RUBRIQUES DE T. S. F.
Tenues par : FAVERSIENNE, ingén. E. B. P.; ROUZÉ, ingén.-
conseil, directeur du laborat. radiophonique ; CHIFFLOT,
ingén. électricien ; J. CHEVRIER, membre de la S. I. F.

RUBRIQUES D'ÉLECTRICITÉ
Tenues par : DEMENET, ingén. E. T. P.; VERBIET, ingén.
électricien ; RAMBURE, ingén. E. T. P.

RUBRIQUE DES MINES MÉTALLIQUES
Tenue par GALLON, directeur des mines du Blayard
INVENTIONS, DE G.-C. RICHARD
Chimie, Automobile, Mécanique générale, etc...

EN VENTE PARTOUT -- LE NUMÉRO : 3 FR.
EXCLUSIVITÉ HACHETTE

Pour abonnements : J. CHEVRIER, directeur
9, rue Cambronne, SIDI-BEL-ABBÈS (Oran)

TOUT POUR LE JARDIN

L'ARROSEUR IDÉAL E. G.
L'Arrosoir 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 indétrangeable.

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.

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

160, Av. de la Reine, BOULOGNE S/SEINE

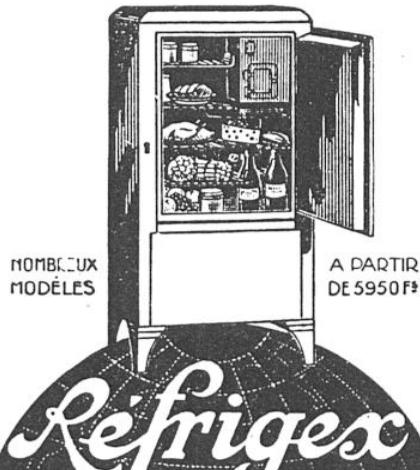
**PROPUSEURS
ARCHIMÈDES**

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.
Demander Notice 23 à
"ARCHIMÈDES"
27, Quai de la Guillotière — LYON

TOUTES INSTALLATIONS FRIGORIFIQUES INDUSTRIELLES ET COMMERCIALES

LA MEILLEURE ARMOIRE
FRIGORIFIQUE DU MONDE



Refrigex

133, Bd Haussmann PARIS

Table à dessin "LUDION"

LA PLUS MODERNE

Encliquetage automatique
toutes positions. Rien à
bloquer ou à serrer. Pliage
facile. Stabilité absolue.

BREVETÉ S. G. D. G.
Sièges à hauteur réglable.
Tréteaux à hauteur et inclinaison
des barres réglables.

Modèle mécanique
ÉTUDE DE PRIX

Transféré :
D. FORGE, 41, rue des Fontaines
NANTERRE (Seine)
Notice franco — Vente directe



Situation lucrative

agréable, indépendante et active

dans le Commerce ou l'Industrie, sans Capital

Pour faire travailler un ingénieur dans une usine, il faut vingt représentants apportant des commandes ; c'est pourquoi les bons représentants sont très recherchés et bien payés, tandis que les ingénieurs sont trop nombreux. Les mieux payés sont ceux qui ont des connaissances d'ingénier, même sans diplôme, car ils sont les plus rares et peuvent traiter les plus grosses affaires. Pour une situation lucrative et indépendante de **représentant industriel, ingénieur commercial** ou, si vous préférez la vie sédentaire, de **directeur commercial** ; pour vous préparer rapidement, tout en gagnant, il faut vous adresser à

L'Ecole Technique Supérieure de Représentation et de Commerce

*Fondée et subventionnée par "l'Union Nationale du Commerce Extérieur"
pour la formation de négociateurs d'élite.*

Tous les élèves sont pourvus d'une situation

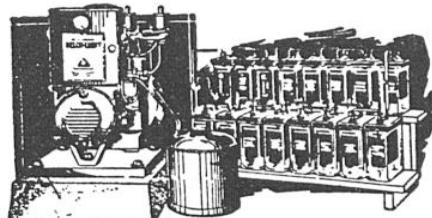
L'École T. S. R. C. n'est pas universelle, elle est spécialisée, c'est la plus ancienne, la plus importante en ce genre, la seule fondée par des hommes d'affaires qui sont les premiers intéressés à faire gagner de l'argent à leurs élèves en les utilisant comme collaborateurs, et qui, seuls, sont qualifiés pour décerner un diplôme efficace ; la seule de ce genre qui enseigne d'abord par correspondance les meilleures méthodes et qui perfectionne ensuite facultativement l'élève sur place en le faisant débuter sous la direction de ses professeurs, avec des gains qui couvrent ses frais d'études. Avant toute décision, demandez la brochure n° 66, qui vous sera adressée gratuitement avec tous renseignements, sans aucun engagement, à l'École T.S.R.C.

3 bis, Rue d'Athènes, PARIS

DELCO-LIGHT

L'ÉLECTRICITÉ A LA CAMPAGNE

pour une dépense minime

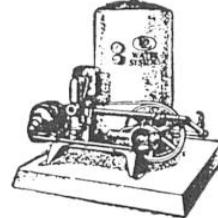


Groupe Electrogène, modèle 8 C 3. Entièrement automatique, monocylindrique à 4 temps, puissance 800 watts, 32 volts. Autres modèles, avec ou sans batteries, 800 ou 1.500 watts.

DELCO

L'EAU SOUS PRESSION A LA CAMPAGNE

pour une dépense minime

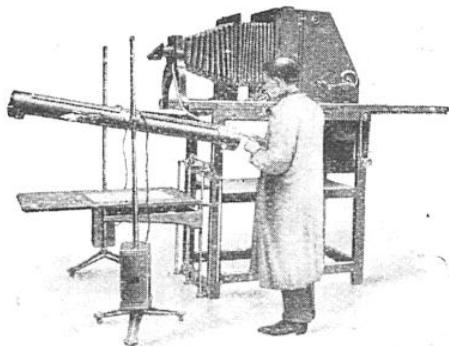


Pompes modèles 200 x et 400 x, à pistons à double effet, graissage par barbotage, moteurs répulsion-induction, forment un ensemble complet. Livrées avec réservoirs de pression 110 litres, manomètre et niveau d'eau. Autres modèles pour puits profonds ou peu profonds.

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 REPROJECTOR



DÉMONSTRATIONS, RÉFÉRENCES, NOTICES FRANCO

donne directement et rapidement, sur le papier, donc sans clichés, des copies photographiques impeccables, en nombre illimité, de tous documents : dessins, plans, esquisses, pièces manuscrites, contrats, chèques, comptes courants, gravures, dentelles, tissus.

Il réduit ou agrandit automatiquement à l'échelle jusqu'à cinq fois ; photographie le document aussi bien que l'objet en relief ; utilise le papier en bobine aussi bien que la plaque sèche (le papier en bobine se déroule automatiquement devant l'objectif) ; projette les corps opaques aussi bien que les clichés sur verre. Simplicité de fonctionnement. Pas d'apprentissage spécial.

TRAVAUX D'ESSAI
aux firmes intéressées au tarif le plus réduit

DE LONGUEVAL & Cie, constructeurs
17, rue Joubert — PARIS

CHEMINS DE FER ALSACE-ET-LORRAINE, EST, ÉTAT, MIDI, NORD, P.-O., P.-L.-M.
ALGÉRIENS P.-L.-M., ALGÉRIENS ÉTAT, TUNISIENS, SFAX ET GAFSA.

Billets de famille d'aller et retour : FRANCE - ALGÉRIE - TUNISIE

Ces billets spéciaux (1^{re}, 2^e, 3^e classes) sont établis, par les gares des réseaux sus-indiqués, sur demande présentée au moins quatre jours avant la date du départ.

Ils permettent d'effectuer des parcours conjugués sur les chemins de fer ci-dessus désignés de France, d'Algérie et de Tunisie.

Le prix des traversées n'est pas compris dans ces billets qui, délivrés jusqu'au 31 mai, sont valables 45 jours et peuvent être deux fois prolongés de 30 jours.

Ils ne sont accordés qu'en faveur d'un chef de famille voyageant, au moins, avec deux de ses proches parents ; les enfants de moins de 3 ans et les domestiques n'entrent pas en ligne de compte, et deux enfants de 3 à 7 ans ne comptent que pour un seul voyageur.

Ces billets ne sont établis qu'à condition qu'un trajet d'aller et retour d'au moins 200 kilomètres soit fait en France pour embarquer ou débarquer dans l'un des ports ci-après : Marseille, Sète, Port-Vendres, Alger, Bône, Bougie, Oran, Philippeville, Bizerte, Tunis, Sousse, Sfax.

Le décompte de ces billets s'établit comme suit : plein tarif pour la première personne ; 25 pour cent de réduction pour la deuxième ; 50 pour cent pour la troisième ; 75 pour cent pour la quatrième et les suivantes.



ESSUIE-MAINS ÉLECTRIQUE SNIFED

Propreté - Hygiène
Économie
Plus de linge sale
ou humide,
plus de gerçures.

DEMANDEZ PRIX ET CONDITIONS
DE VENTE PAR MENSUALITÉ

SNIFED
CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES
44, rue du Château-d'Eau
PARIS (X^e)

Protégez-vous contre le froid !

avec les

PLINTHES COULISSANTES

pour calfeutrer les bas de portes

Modèle automatique
entièrement métallique

ENVOI GRATUIT
de la notice explicative

WEYDER, 213, rue de Courcelles - PARIS-17^e
Téléphone : Percire 02-31

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

Le Stéréo
Un appareil photographique stéréoscopique Jules Richard
pour 400 fr.

Le Stéréo
est le dernier-né sorti des vastes ateliers des Établissements Jules Richard

E" Jules RICHARD

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

A CÉSAR CE QUI EST A CÉSAR...
... LA PRÉCISION AUX APPAREILS JULES RICHARD

R-29

Format 6x13 mm avec des objectifs anastigmat F: 6,3 de première marque

GLYPHOSCOPE VÉRASCOPE

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

Publicis

MINICUS

COURANT EN CONTINU COMME EN COURANT ALTERNATIF
MINICUS GARANTIT POUR SES MOTEURS "UNIVERSIEL" DE HAUTE VITESSE RENDEMENT

MOTEURS "UNIVERSEL" MONOPHASÉS COLLECTEUR 1/16 1/8 CV DYNAMOS ET ALTERNATEURS TOUT VOLTAGE JUSQU'A 1 K.W.

CONSTRUCTIONS ELECTRIQUES MINICUS
SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 450.000 FRS
39 Rue Maurice Bokanowski - ASNIÈRES - TEL. GRESILLON 07-11

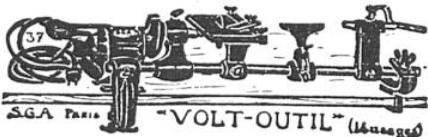
OFFICE TECHNIQUE DE PUBLICITÉ

**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 (Recommendé)..... 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)

**S. G. A. S. ingén.-
électri-** 44, rue du Louvre, Paris-1^e

NOS MACHINES ONT ÉTÉ DÉCRITES PAR « LA SCIENCE ET LA VIE »



UN ATELIER A TOUT FAIRE CHEZ SOI
Une petite machine auxiliaire d'usine.
Forme 20 machines-outils en une seule. Scie,
tourne, perce, meule, poli, etc..., bois et
métaux pour 0.20 de courant par heure.

LES PLUS HAUTES RÉFÉRENCES

LE PLUS MODERNE DES JOURNAUX
Documentation la plus complète et la plus variée

EXCELSIOR

SEUL QUOTIDIEN ILLUSTRE

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.

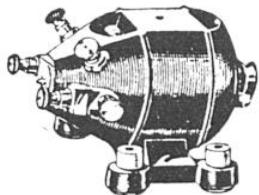
SPÉCIMEN FRANCO
sur demande

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

Le MICRODYN

Le plus petit moteur industriel du monde



MOTEURS UNIVERSEL
DE FAIBLE PUISSANCE

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

INDUSTRIELS, COMMERCANTS,
AGRICULTEURS, TOURISTES,

Faites vous-même la REMORQUE dont vous avez besoin
avec un montage DURAND.



N° 1. — Charge 250 kg. | N° 4. — Charge 1.500 kg.
N° 2. — Charge 500 kg. | N° 5. — Charge 2.500 kg.
N° 3. — Charge 800 kg. | N° 6. — Charge 3.500 kg.

ÉMILE DURAND
80, Avenue de la Défense, COURBEVOIE (Seine)
Téléphone : Défense 06 03

LA SÉRIE 39 COMME CINÉMA

Il y a deux usages que la **Série 39** remplit à la perfection : l'un est celui d'ossature métallique pour les salles de fêtes, et l'autre pour le cinéma.

Nous nous sommes déjà permis de soumettre à nos honorés lecteurs les observations de plusieurs clients qui ont employé la **Série 39** pour leurs salles de fêtes. Cette fois, c'est le tour du **cinéma**; et réellement, pour bien illustrer notre texte, pourrions-nous faire mieux que de reproduire textuellement la lettre suivante :

ARGENTEUIL (Seine)
le 10 février 1932.

Aux Etablissements John Reid, Rouen.

Je n'ai qu'à me louer et suis très satisfait de la charpente que vous m'avez fournie.

Je joins à ma lettre une photo du cinéma que j'ai monté avec votre charpente, dans laquelle j'ai eu toute satisfaction. Elle est très pratique et très solide.

VALLUY,
195, avenue Jean-Jaurès, Argenteuil.

Tout le monde connaît **Argenteuil**, et on peut y aller pour se rendre compte de la charpente fournie à **M. Valluy**. Il est vrai que l'on n'en apercevra pas grand'chose, car c'est bien revêtu par le plafond, la toiture et les parois : mais ce sera intéressant de voir ce qu'on peut réellement faire de la **Série 39**, si on l'étudie à fond.

M. Valluy apprécie la **Série 39**; il a su la combiner pour son cinéma et en tirer les avantages maxima, sans y mettre une somme exorbitante. En effet, la charpente en acier et la toiture de son **cinéma** se chiffrent comme suit :

Charpente en acier complète	13.859. »
Toiture en tôle ondulée galvanisée	7.620. »
Pannes en acier	2.961. »

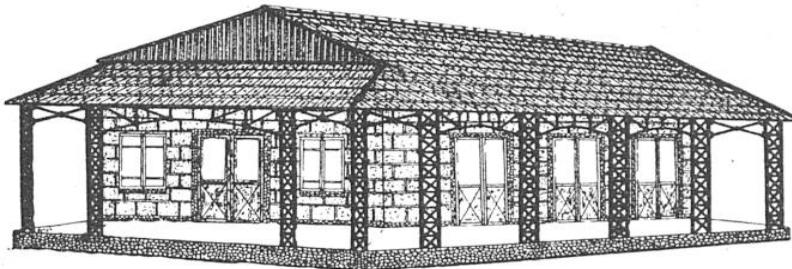
Pour du bon travail, bien étudié, bien usiné et se prêtant bien aux besoins de notre client, le coût n'était pas élevé. On pourrait dépenser bien plus sans avoir plus de contentement. La **Série 39** est le juste milieu. Si vous pensez construire, écrivez-nous aujourd'hui pour la brochure explicative : *Verbum sat.*



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

Les Pavillons d'habitation de la Série 46

avec ossature métallique et remplissage en briques ou agglomérés sont très goûtsés en Province



avons reçues au début de cette année. Ces lettres se rapportent aux pavillons d'habitations dont nous fabriquons les ossatures métalliques dans nos ateliers de Rouen. Veuillez bien nous permettre de les reproduire textuellement.

VIERZON

Le 20 Janvier 1932.

Aux Etablissements John REID, Rouen.

Le pavillon que vous m'avez fourni me donne la plus complète satisfaction. J'ai procédé au montage des fermes avec l'aide de deux voisins. J'ai monté le reste seul, en un mois environ, en y travaillant deux heures par jour et tous les dimanches.

En ce qui concerne la solidité, j'en ai eu la certitude le 2 novembre 1930, alors qu'un vent très violent soufflait sur la région, occasionnant de nombreux dégâts. A cette date, j'avais terminé le montage. Rien n'a bougé.

Votre système de charpente m'a permis de réaliser, pour un prix très modeste, une habitation de dimensions beaucoup plus importantes que celles qui se construisent tous les jours.

Jean BARUÉ, route de Méreau
Vierzon-Bourgneuf (Cher)

La Série 46 est trop connue dans les cinq parties du monde pour que nous fassions ses éloges aujourd'hui. Cependant l'appréciation de MM. Barué et Bonneau est tout autre chose. Voilà exactement, pourra-t-on dire, les deux clients débrouillards pour qui nous avons étudié et perfectionné, année par année, les diverses ossatures de la Série 46. Nous ne sommes pas encore trop blasés par le succès, pour ne pouvoir goûter leur enthousiasme. Au contraire, nous trouvons leur appréciation délicieuse. Nous avons toujours eu cette idée de faire de la Série 46 la charpente pratique, que l'homme débrouillard saura planter où il voudra et revêtir à son gré. MM. Barué et Bonneau l'ont fait, et ils en sont contents. Bien entendu, la partie métallique est la moindre des choses — notre contribution ne valant que Fr. 10.128 en ce qui concerne M. Barué et Fr. 3.144 pour M. Bonneau — chacun a dû dépenser peut-être 5.000 francs en plus, sans compter la valeur de son temps.

Pourquoi, cher Lecteur, ne vous promettez-vous pas le plaisir et le profit d'édifier votre propre villégiature de campagne ? Ce que ces deux clients ont fait, d'autres peuvent le faire. Les beaux jours seront bientôt ici. Documentez-vous à l'avance. La brochure N° 101 vous sera envoyée franco sur demande.

Ceux de nos honorés lecteurs qui sont eux-mêmes constructeurs, et ceux même qui ne le sont pas encore, comprendront parfaitement la satisfaction que nous donnent deux lettres que nous

BORDEAUX

Le 25 Janvier 1932

Monsieur John REID,

C'est avec plaisir que je vous donne des nouvelles de votre pavillon en fer.

C'est une petite villa avec son garage sur le bord de la route nationale. Beaucoup de curieux sont venus l'examiner. Au point de vue solidité, c'est parfait. De chez nous jusqu'à Bordeaux, c'est le seul que l'on rencontre.

Il ne manque plus que la peinture et un NOM pour qu'il soit fini. On a planté tout autour plus de 60 arbustes et rosiers, et j'espère qu'au mois de mai ce ne sera qu'un parterre fleuri.

Pierre BONNEAU,
39, rue Gambetta, Tonneins
(Lot-et-Garonne)

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



En France

et dans le monde entier, de nombreux industriels, administrateurs et commerçants ont adopté le système de la carte perforée pour leur comptabilité et pour les statistiques qui leur sont nécessaires pour baser leur action.

Pour tous renseignements et brochures documentaires :

SOCIÉTÉ INTERNATIONALE DE MACHINES COMMERCIALES

(Machines Hollerith)

S. A. française au capital de frs 200.000

29, boulevard Malesherbes
PARIS (8^e)

Téléph.: ANJOU 14-13

R. C. Seine 147.080



Voulez-vous

réaliser des économies de matières, supprimer les stocks inutiles, le coulage, etc... ?

réaliser des économies dans l'emploi de votre main-d'œuvre et de votre personnel ?

accroître considérablement vos capacités de direction et de gestion afin de développer vos affaires ?

En avion dans la stratosphère.

La France et l'Allemagne poursuivent la réalisation d'avions dits stratosphériques, qui, dans les hautes régions de l'atmosphère, atteindront des vitesses prodigieuses. C'est là un acheminement vers la navigation aérienne ultra-rapide à haute altitude...

L'exploration du monde atomique.

Les désintégrations et les intégrations artificielles des atomes — véritables transmutations de la matière — nous révèlent le mécanisme intime de l'univers. C'est là un des plus beaux chapitres de la physique moderne...

Que faut-il entendre par potentiel militaire des grandes nations?

Pour bien comprendre les débats de la Conférence du désarmement, il faut connaître les facteurs multiples qui sont à la base de la puissance militaire d'un pays et qui en constituent le potentiel de guerre...

Malgré la crise économique, par ses méthodes et sa technique, l'Amérique reste à l'avant-garde du progrès.

Voici ce que pense M. André Siegfried — l'économiste politique qui connaît le mieux les Etats-Unis — des répercussions de la crise économique sur l'industrie américaine...

Qu'est-ce que la géophysique?

Science de la haute atmosphère comme du sous-sol de la terre, la physique du globe a perfectionné sans cesse ses méthodes et son outillage et nous a apporté de précieux enseignements...

Aujourd'hui, grâce à la balance automatique, la pesée est aussi rapide qu'exacte.

L'indication instantanée du poids, ainsi que celle du prix de la marchandise, permet de rationaliser le commerce en gros comme au détail...

Dans un pneumatique de 200 francs, il y a 12 francs de caoutchouc.
Dans une enveloppe moderne, ce n'est pas la matière première qui coûte cher, mais les nombreuses et délicates opérations de sa fabrication scientifique...

Pour le trafic ferroviaire moderne, voici les gares modernes.

Régularité et sécurité du mouvement des trains, confort des voyageurs, tels sont les problèmes fondamentaux auxquels les progrès de la technique ferroviaire permettent aujourd'hui de donner des solutions basées sur l'électromécanique.

L'équipement scientifique d'une salle de chirurgie

Les sciences physiques permettent au chirurgien moderne de disposer d'un outillage perfectionné. Voici la salle d'opérations de demain, d'après l'un des maîtres de la chirurgie actuelle.

Comment est organisée la lutte contre les insectes nuisibles aux Etats-Unis.

Utilisation sur une vaste échelle des insecticides, en faisant même appel à l'aviation, organisation scientifique de la lutte entre les insectes utiles et les insectes nuisibles, telles sont les méthodes mises en œuvre en Amérique pour protéger les récoltes.

Qu'est-ce que la diathermie?

L'emploi des courants à haute fréquence dans la médecine moderne.

Un nouveau camion à dix roues qui peut emporter 14 tonnes de charge utile.

Les « à côté » de la science

Chez les éditeurs...

Le cerveau d'une gare moderne est constitué par la cabine centrale qui commande l'acheminement des trains. La couverture de ce numéro représente la cabine installée à la gare de Milan, récemment édifiée, qui peut être considérée comme un modèle, tant au point de vue de l'organisation des multiples services que doit assurer une gare moderne, qu'à celui du confort des voyageurs. On verra, dans l'article page 319 de ce numéro, comment est conçue aujourd'hui une grande gare à voyageurs dans une grande cité, telle que Paris (nouvelle gare de l'Est) et Milan (nouvelle gare Centrale).

Edmond Blanc 265

Ingénieur des Constructions aéronautiques.

L. Houlevigue 274

Professeur à la Faculté des Sciences de Marseille.

Lieut.-col. Reboul 280

Jean Labadié 287

Charles Maurain 296

Directeur de l'Institut de Physique du Globe de Paris.

F. Viaud 304

Ingénieur des Poids et Mesures.

R. Chenevier 313

Jean Marchand 319

Victor Jougla 329

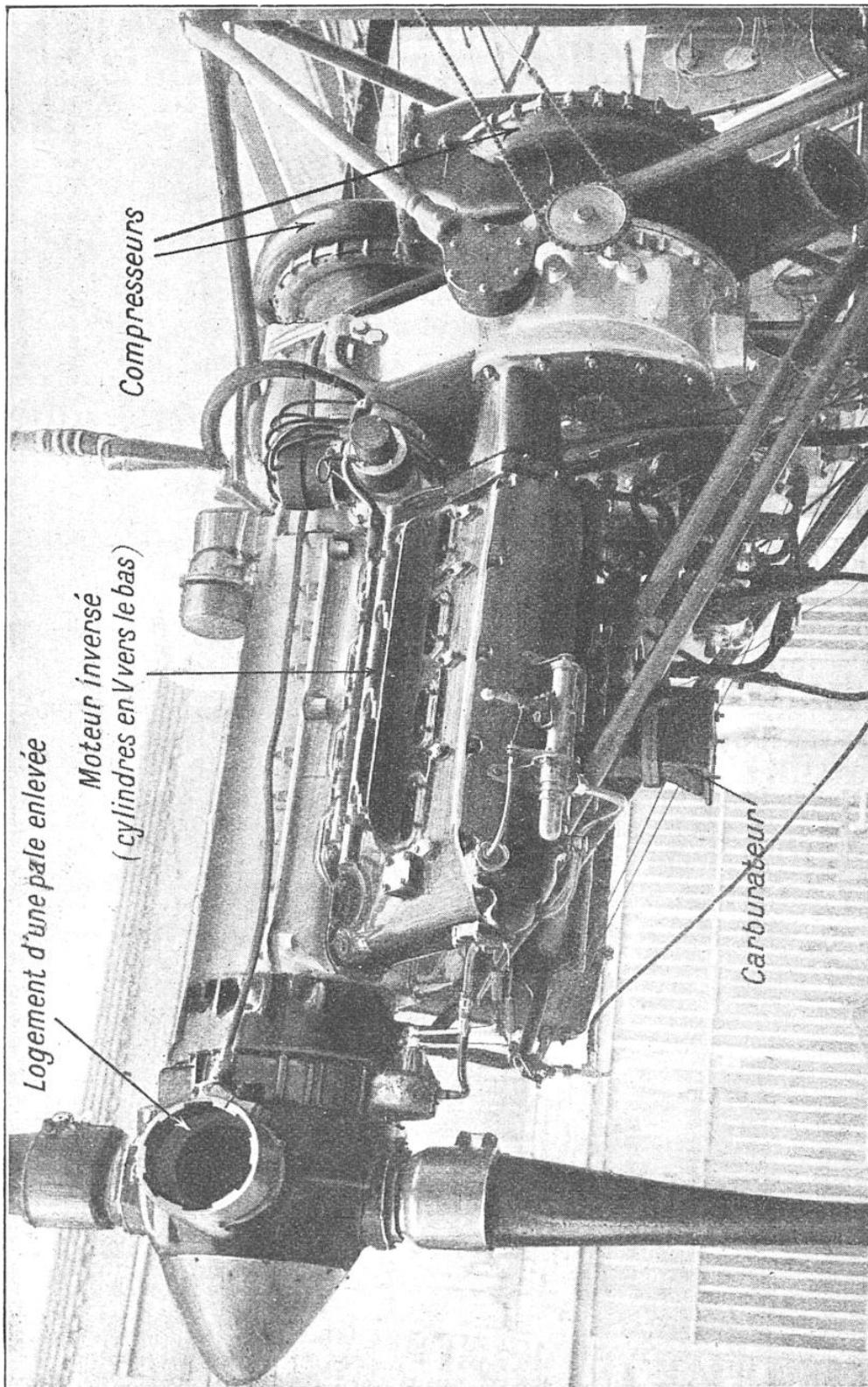
L. Kuentz 335

Roger Simonet 340

Paul Lucas 343

V. Rubor 345

J. M. 350



LE MOTEUR DE 350 CH DESTINÉ À L'AVION STRATOSPHERIQUE WASEIGE-FARMAN. C'EST UN MOTEUR A HUIT CYLINDRES EN V RENVERSÉS QUI REÇOIT L'AIR SOUS PRESSION DE TROIS COMPRESSEURS MONTÉS EN SÉRIE. L'HÉLICE, DE GRAND DIAMÈTRE (4 M 60), EST À PAS RÉGLABLE ET COMPORTE QUATRE PALES. DEUX DE CES PALES SONT ENLEVÉES SUR CETTE PHOTOGRAPHIE.

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. : Provençal 15-21

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

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

Tome XLI

Avril 1932

Numéro 178

EN AVION DANS LA STRATOSPHÈRE Les appareils en construction pour le vol à haute altitude

Par Edmond BLANC

CAPITAINE AVIATEUR, INGÉNIEUR DES ARTS ET MANUFACTURES
INGÉNIEUR DES CONSTRUCTIONS AÉRONAUTIQUES

On poursuit actuellement, en France et en Allemagne, la mise au point d'avions destinés à voler aux très hautes altitudes, au-dessus de 15.000 mètres, et appelés pour cela « avions stratosphériques ». L'intérêt de ces recherches est double : permettre d'explorer la stratosphère, où le professeur Piccard a déjà pénétré au cours de son ascension en ballon libre (1), assurer aux avions une grande vitesse, double ou triple de celle qu'ils réalisent aujourd'hui dans les couches atmosphériques plus rapprochées de la terre. Un tel problème présente de nombreuses difficultés, aussi bien en ce qui concerne la propulsion de l'appareil que la vie même du pilote à bord. Seule la suralimentation, qui consiste à fournir au moteur un mélange carburé comprimé à l'avance, permet d'obtenir une puissance constante avec l'altitude. En effet, sans turbo-compresseur, la puissance d'un moteur est réduite : de moitié à 5.600 mètres, au quart à 11.000 mètres, par suite de l'appauvrissement du mélange carburant résultant de la diminution de la pression atmosphérique. La suralimentation évite, en outre, le dangereux auto-allumage que provoquerait la simple surcompression des gaz par le moteur lui-même, en dépit des antidiétonants. Grâce aux compresseurs centrifuges modernes, débrayables et à plusieurs vitesses, on a réussi maintenant à mettre au point des dispositifs absorbant le minimum de puissance et n'échauffant pas les gaz comprimés. Mais il faut, en outre, que l'hélice trouve un point d'appui convenable sur un air raréfié. Il est donc nécessaire d'utiliser une hélice à pas variable, réglable par le pilote suivant les besoins. Plus tard, lorsque les vols d'essais auront démontré les conditions de vol à hautes altitudes, se posera le problème de l'hélice à pas variable automatique. Enfin, la vie, à bord d'un avion stratosphérique, exige l'emploi d'une cabine étanche dont les orifices de passage des commandes sont obturés par des joints spéciaux. La visibilité dans une telle cabine sera très faible, de sorte que le pilote devra naviguer en utilisant uniquement les appareils de mesure (pilotage sans visibilité). Un compresseur de cabine ravitaillera les aviateurs en air à la pression normale. Il est encore prématûr de prévoir à quelle date les avions Junkers (allemand), Waseige-Farman et Guerchais (tous deux français) pourront entreprendre leurs vols stratosphériques. Nul doute cependant que nous n'attendrons pas longtemps : Paris-New York en un jour ! Telle est l'ambition audacieuse des ingénieurs les plus qualifiés, ambition que légitime l'état actuel de la science aéronautique.

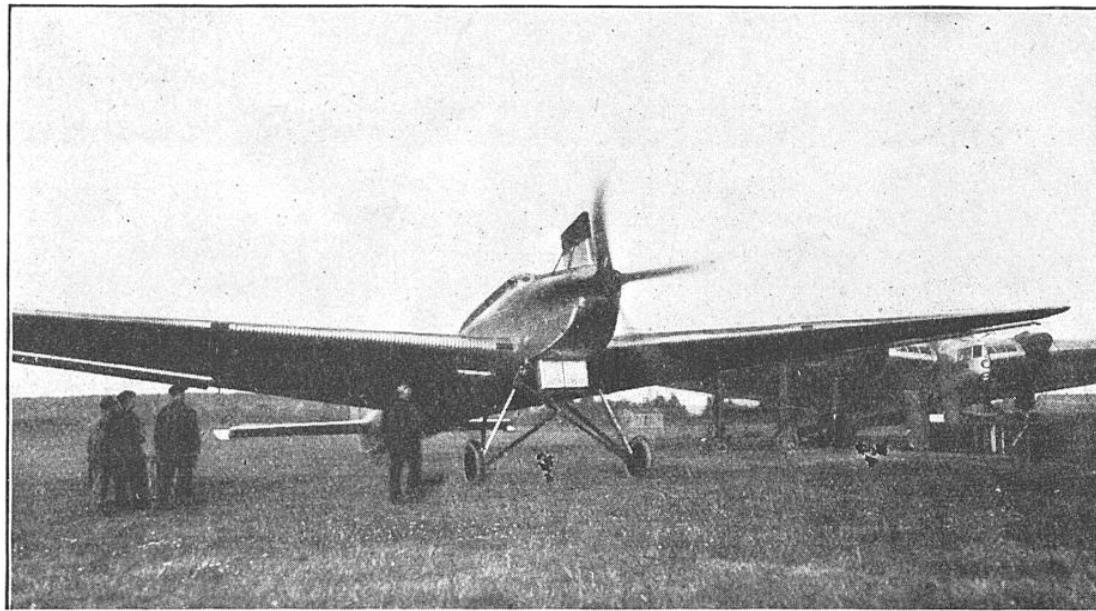
La réalisation d'un avion capable de voler dans les régions situées au-dessus de 12.000 mètres d'altitude fait, dans divers pays, l'objet de recherches méthodiques depuis quelques années. Si la question n'est pas nouvelle, il y a cependant peu de

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

temps qu'elle paraît assez mûre pour être présentée à l'opinion publique. Elle suscite un double intérêt : l'exploration de cette stratosphère (où Apollo Soucek pénétra jusqu'à 13.137 mètres, sans pouvoir faire d'observations, et où évolua le ballon de Piccard, sans pouvoir rapporter des conclusions définitives).

nitives) (1) et l'organisation du vol à grande altitude. Ce vol, qui assurerait aux avions militaires une certaine *invulnérabilité* et aux avions marchands l'avantage probable d'une vitesse doublée ou triplée, intrigue à juste titre. Son succès dépend de ce *calme relatif* escompté dans la stratosphère et mis en doute par un jeune savant de l'O. N. M., M. Philippe Wehrlé. Celui-ci pense, en effet, que, si ces zones supérieures, *sans nuages*, libèrent du souci des tempêtes, elles livrent, néanmoins, passage à d'assez violents cou-

10.000 mètres, on peut admettre que cette puissance utile décroît comme la pression atmosphérique. Mais, au delà, le travail résistant augmente, à cause de l'*abaissement de la température* et d'autres phénomènes influant sur le *graissage*, l'allumage et le refroidissement, de telle sorte qu'aux environs de 17.000 mètres, ce travail résistant fait équilibre au travail moteur, et la puissance *utile* tombe à zéro. Le moteur, quel qu'il soit, se heurte à un éternel plafond. Il se trouvait déjà fort anémie en arrivant aux



L'AVION STRATOSPHÉRIQUE JUNKERS, DE 18 MÈTRES D'ENVERGURE, ENTIÈREMENT MÉTALLIQUE, SELON LE PRINCIPE DU CÉLÈBRE CONSTRUCTEUR ALLEMAND

rants horizontaux. De toutes façons, il sied d'y aller voir. Quoi qu'il arrive, il en résultera un progrès important, qui nous affranchira des bornes fixées jusque-là aux aéronefs, et dont nous allons parler.

Pourquoi les moteurs ont-ils un « plafond » ?

Les moteurs à explosions ne peuvent, par eux-mêmes, prétendre à pénétrer dans la stratosphère.

Leur puissance indiquée (représentée par le travail de détente des gaz) décroît comme la masse de la cylindrée et, par suite, comme la densité de l'air admis. Les frottements et les résistances passives ne laissent sur l'arbre qu'une *puissance utile* égale à la précédente réduite de 10 à 15 %. Pratiquement, jusqu'à

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

portes mêmes de la stratosphère, car à 11.000 mètres sa puissance tombe au quart. On conçoit qu'il ne puisse aller beaucoup plus haut, car il lui faut tout de même assez d'énergie restante pour assurer à l'avion la vitesse nécessaire à la sustentation.

Il ne faut pas confondre surcompression et suralimentation

Les moteurs qui atteignent 5.800 mètres voient déjà leur énergie réduite de moitié. Pour porter remède à cette anémie, on usa tout d'abord de la *surcompression* en portant (grâce à une chambre d'explosions plus petite par rapport au cylindre) la compression des gaz avant l'allumage à 6, puis à 7 ou à 8, alors que sa valeur ordinaire était de 5. Mais la prudence imposa alors l'usage d'*anti-détonants*, qui ne suffirent pas à éviter de

fâcheuses conséquences : échauffement des bougies, soupapes, pistons, gommage des segments, etc... On songea alors à la *suralimentation*.

Au lieu de comprimer les gaz dans l'estomac du moteur, on imagina de lui épargner cette violence en lui offrant une nourriture préalablement comprimée.

On alimentera donc copieusement le moteur au moyen d'air carburé maintenu à sa densité normale ou même à une densité supérieure, compatible avec la robustesse des cylindres. Ainsi, alors que la nourriture s'appauvrit avec l'altitude, on use d'un dispositif qui lui rend sa valeur normale. Au lieu de sure comprimer, on introduit une plus grande quantité d'air carburé sous le même volume d'aspiration.

Pour y parvenir, on fait passer l'air extérieur dans des *compresseurs*, qui le portent à une pression égale ou supérieure à la pression atmosphérique avant de l'introduire dans le moteur. Ceci explique les confusions faciles entre suralimentation et sure compression.

La différence apparaît cependant encore dans les effets.

L'*auto-allumage*, fâcheux caprice qui résulte de la température des gaz, exagérément élevée par la surcompression, disparaît par la suralimentation, qui abaisse, au contraire, la température moyenne du mélange par l'apport d'une plus grande quantité de gaz frais. Nous verrons d'ailleurs comment on procède pour éviter que ces gaz ne s'échauffent, au préalable, dans les compresseurs.

Les secrets du moteur d'altitude

Le secret du moteur de grande altitude réside donc tout entier dans la suralimentation.

Aux avantages précités, cette méthode ajoute un nouveau bénéfice.

Des mesures de gain de puissance, faites, en effet, à Chalais-Meudon, montrent qu'un moteur de 500 ch, exactement suralimenté à 5.800 mètres (où sa puissance tomberait à la moitié), donne plus de sa puissance normale, soit 620 ch. Cela tient à ce qui se passe dans la chambre d'explosions lorsque le piston arrive au point mort haut.

En altitude, à 5.800 mètres, les gaz brûlés, restant dans le fond du cylindre et mis en communication avec l'extérieur par l'échappement, se trouvent à la pression d'une demi-atmosphère seulement.

Le compresseur assurant l'alimentation à la pression atmosphérique, il en résulte qu'il introduira une quantité de gaz frais plus grande qu'au sol, le bénéfice correspondant environ à la moitié du volume de la chambre d'explosions. On peut même escompter un gain supplémentaire, facile à obtenir par un *balayage* efficace des gaz brûlés, grâce à l'action du compresseur et à une légère modification des cannes.

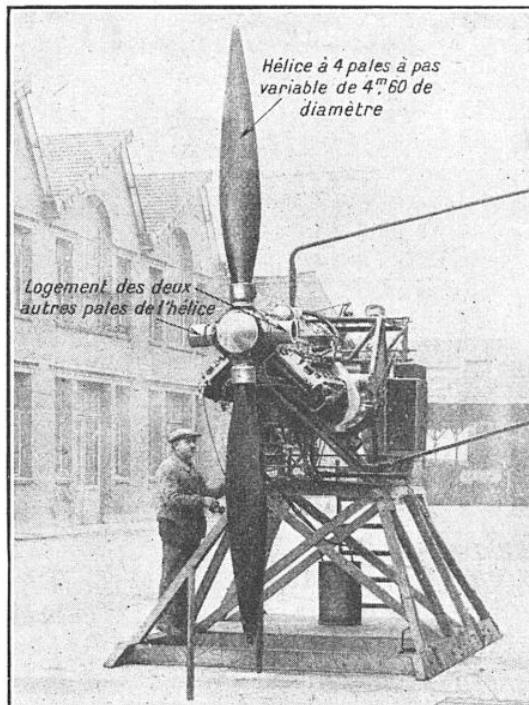
La suralimentation apporte donc de précieux avantages. Nous examinerons, en revanche, les reproches que l'on peut

adresser aux compresseurs en vue de leur application à l'aviation à haute altitude.

En France et en Allemagne, la mise au point des avions stratosphériques est activement poursuivie

Après cet indispensable préambule établissant la possibilité de réaliser l'avion stratosphérique avec les *moteurs actuels*, examinons l'état d'avancement des recherches sur la question.

Deux pays surtout s'y montrent attachés : la France et l'Allemagne. La Société Junkers a établi un appareil entièrement métallique, de 18 mètres d'envergure, qui paraît



GROUPE MOTEUR DE L'AVION STRATOSPHERIQUE FRANÇAIS FARMAN-WASEIGE

L'hélice à pas variable comportera quatre pales. Son diamètre, de 4 m 60, a nécessité le renversement des cylindres du moteur pour ne pas trop surélever le centre de gravité.

issu des principes habituels du constructeur allemand. En France, la Société Farman et le constructeur Guerchais, dont on connaît les réalisations en matière de tourisme, ont mis au point des avions de grande altitude.

A Billancourt, voici quelques années déjà, Henry Farman et Charles Waseige, celui-là pour la cellule, celui-ci pour le moteur, fixèrent l'équipement d'un Farman 190 à moteur de 350 ch avec compresseur. Une hélice de grand diamètre et une cabine étanche caractérisaient ce premier projet, que ses auteurs se proposaient, d'ailleurs, de faire évoluer par la suite.

Mais le directeur général de notre technique aéronautique, M. Albert Caquot, estima que ce projet, qui visait seulement à ramener en France le record d'altitude détenu par Apollo Soucek, était trop timide.

M. Caquot, considérant que le jeu n'en valait pas la chandelle et n'offrait, à tant d'efforts intellectuels et financiers, que la maigre récompense d'un record battu de quelques centaines de mètres, conseilla vivement d'aborder le problème stratosphérique dans son entier.

Et, de la sorte, naquit, il y a deux ans environ, le second projet Farman, dont l'objet n'est plus le vol à 13.000 ou 14.000 mètres, mais le vol à 15.000 ou 20.000 mètres, si possible.

Ainsi, les avions à un seul compresseur resteront dans la pratique courante, tels les avions militaires, pour lesquels l'altitude est un élément de la tactique, tels certains avions civils, comme le *Goliath*, auquel la suralimentation à un étage confère à 5.000 mètres une nouvelle jeunesse, cependant que, pour le grand problème stratosphérique, il convient d'associer plusieurs compresseurs, ainsi que le firent MM. Farman et Guerchais. Examinons ces dispositifs.

Chez Guerchais et chez Farman

Le moteur du Farman d'altitude est un 8 cylindres 350 ch en V renversé, qui reçoit

l'air sous pression de trois compresseurs montés en série et fixés sur une tôle faisant corps avec l'arrière du moteur. L'air raréfié, aspiré par le premier, arrive déjà comprimé au deuxième compresseur, qui l'envoie dans le troisième, lequel alimente enfin le carburateur.

Le moteur du Guerchais, un Lorraine « Orion » de 700 ch nominaux, utilise également des compresseurs montés en trois étages sur le même arbre, mais tournant à vitesse plus réduite. Les uns et les autres sont du type centrifuge : le compresseur du

Guerchais, construit en Suisse par la Maison Brown-Boveri, spécialiste des turbines, marche à 12.500 tours, tandis que celui de Farman atteint 25.000 tours. On remarquera qu'en revanche la puissance du moteur Farman est moitié de celle du Lorraine précédent. Mais, sur les deux appareils, les compresseurs adoptés furent du type centrifuge, à commande débrayable. M. Charles Waseige nous en exposa ainsi les raisons :

« Si les compresseurs volumétriques, par pistons ou pompes

rotatives, nous dit-il, semblent excellents pour les autos, au bas régime, en reprise ou en côte, ils apparaissent trop encombrants, trop lourds et d'un rapport de suralimentation trop faible pour les avions.

« Les compresseurs centrifuges de notre avion stratosphérique nous permettent, en effet, de porter à chaque étage la pression de sortie à 2,5 fois la pression d'entrée, tandis que, pour des raisons d'étanchéité, les compresseurs volumétriques ne permettent pas de dépasser le rapport de 1,8. »

Nous exprimons une remarque :

« Si chaque compresseur permet le rapport 2,5, vous pouvez certainement, avec quatre compresseurs, atteindre 20.000 mètres et même davantage!... »

« Oui, théoriquement, car, à cette altitude, où la pression atmosphérique standard tombe à 41 millimètres, on pourrait aisément alimenter le moteur à la pression normale avec

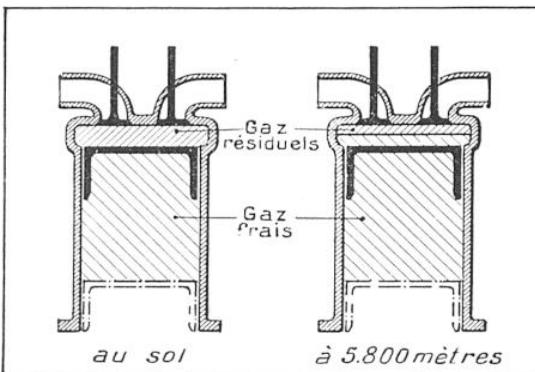


SCHÉMA D'UN CYLINDRE EN COUPE MONTRANT LE VIDAGE PLUS PARFAIT DES GAZ RÉSIDUELS A HAUTE ALTITUDE

A 5.800 mètres, la pression atmosphérique étant réduite de moitié par rapport au sol, les gaz résiduels, en communication avec l'atmosphère par l'échappement, sont à cette pression, ce qui permet, grâce au compresseur, d'augmenter la quantité de gaz frais admis à chaque cylindrée.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

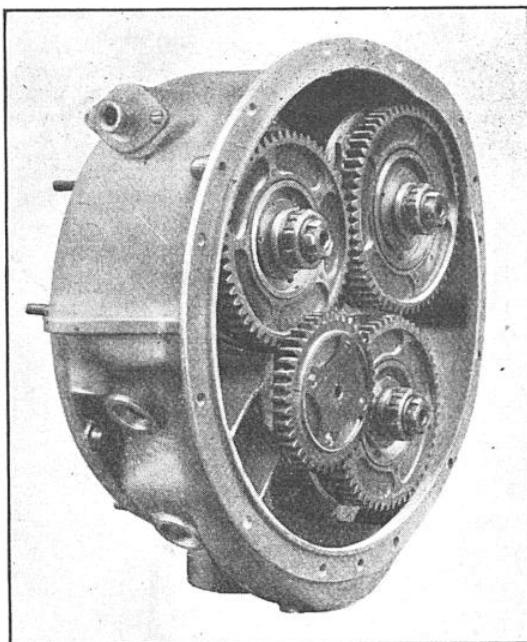
quatre compresseurs, mais ceux-ci constituaient une surcharge excessive...

« *Avec ses trois compresseurs et le propulseur, le moteur de 380 kg s'alourdit de 330 kilogrammes. Avec les 10 kilogrammes du compresseur de cabine, on arrive au total de 720 kilogrammes. M. Henry Farman et moi-même imaginons, en outre, les complications mécaniques qui en résulteraient. N'oubliez pas que ces dispositifs tournent à 25.000 tours à la minute. Il faut songer aussi à l'encombrement et enfin à l'absorption de puissance...»*

Les compresseurs absorbent 15 % de la puissance du moteur

Si les compresseurs rendent au moteur sa vitalité en altitude, ils exigent — revers de la médaille — qu'on leur fournisse l'énergie nécessaire à leur fonction. On évalue à 15 % la part qu'ils prennent au moteur, soit, au total, 180 ch pour l'ensemble des trois étages.

Encore ne faut-il point s'en plaindre, car, depuis 1924, la Maison Farman a amélioré ces dispositifs, qui absorbait alors près de 20 % et ne pouvaient dépasser 17.000 tours. On parvient actuellement à 28.000 tours. Cette grande vitesse de rotation permet l'emploi, pour un même débit, de pièces plus petites, donc plus légères et moins encombrantes. En somme, dans ces conditions, le moteur Farman pourrait accepter jusqu'à six compresseurs, théoriquement. Mais point n'est besoin de dépasser 20.000 mètres. A cette altitude, les trois compresseurs laisseraient encore près de 300 ch au moteur, qui donnerait, en réalité,



LES ENGRÈNAGES D'UN COMPRESSEUR À TROIS VITESSES PERMETTANT DE RÉTABLIR, À DIVERSES ALTITUDES, LA « PUISSANCE AU SOL » DU MOTEUR

non plus 350 ch, mais 480 ch, en vertu des récupérations dont nous avons parlé et de la *surpression* régnant dans la tubulure d'admission.

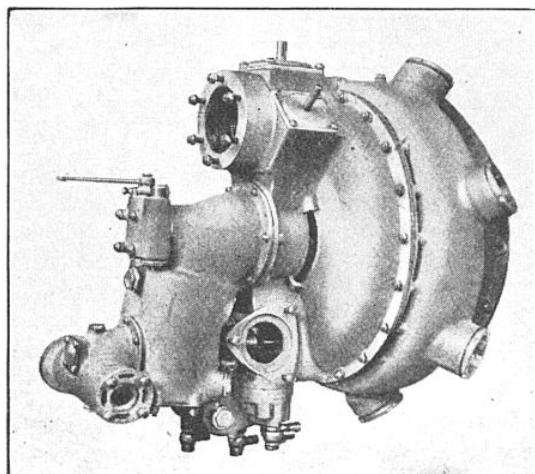
La tubulure d'échappement demeurant soumise à la dépression ambiante, il arrive, en effet, que l'*admission* devient *motrice* et récupère ainsi près d'un quart de la puissance absorbée par les compresseurs. En fin de compte, ceux-ci ne se montrent donc pas trop gourmands.

Cependant on ne saurait passer sous silence un défaut du compresseur centrifuge, qui absorbe sensiblement la même puissance si l'on ferme la vanne d'entrée. Aux basses altitudes, on ferme cette vanne pour éviter une pression exagérée à l'*admission* ; mais, malgré cela, il y a de la puissance gaspillée.

La commande débrayable et les compresseurs à plusieurs vitesses

Voici le remède apporté : le *débrayage*. Empêcher de tourner le compresseur est chose aisée ; mais, cependant, il ne fallait pas songer à faire passer la roue du compresseur de 25.000 tours à 0, et inversement (sans toucher au régime du moteur), au moyen d'un embrayage ordinaire.

La Maison Farman a alors mis au point



VUE EXTÉRIEURE D'UN COMPRESSEUR DÉBRAYABLE DESTINÉ À UN MOTEUR ANGLAIS DE 480 CH EN ÉTOILE

un embrayage *centrifuge*, dans lequel la pression sur les disques entraîneurs croît comme le couple nécessaire à l'entraînement, c'est-à-dire comme le carré de la vitesse. Pour embrayer, un levier de commande amène les leviers de masselottes en contact avec la plaque garnie de « ferodo », d'où friction avec glissement décroissant au fur et à mesure de la vitesse. La force centrifuge agit sur les masselottes, et, comme elle varie avec le carré de la vitesse, elle établit les conditions désirées pour l'entraînement. Au bout de cinq à dix secondes, suivant le poli des disques et la température de l'huile, l'embrayage est total, sans à-coups ni effet quelconque sur le régime du moteur.

Encouragés par ces résultats, les ingénieurs de la Société Farman conçurent une commande de compresseurs à plusieurs vitesses, permettant de régler l'action des compresseurs avec l'altitude, sans perte inutile de puissance et sans se soucier de vanner l'aspiration. On pourrait peut-être voir dans ces dispositions ingénieries l'explication du silence de l'Angleterre en ce chapitre.

Les Anglais ne disposent pas de compresseurs débrayables et sont désormais dominés par divers brevets. Il faut, en outre, déduire de ces faits que leur avance technique dont on parlait tant, à propos de la Coupe Schneider, n'a point l'étendue qu'on lui attribue.

La compression échauffe les gaz Comment évacuer les calories ainsi produites ?

Comme nous demandions à M. Waseige quel fut, dans cette mise au point, son plus grave souci, sa *bête noire*, il nous dit :

« Ma bête noire ? L'évacuation des calories de l'air comprimé... »

On pouvait s'y attendre, en raison même de la raréfaction de l'air avec l'altitude, ce qui entraîne une réduction des échanges thermiques. Cette situation militeraient encore en faveur de l'usage de plusieurs compresseurs, car la température de l'air comprimé par une seule turbine équivalente serait telle qu'elle infirmerait toute tentative.

Chacune des compressions successives

détermine, néanmoins, un échauffement sensible de l'air aspiré, à telle enseigne que des radiateurs deviennent nécessaires entre la sortie de chaque compresseur et l'entrée du suivant.

Enfin, avant l'entrée au carburateur, l'air traverse un radiateur d'air appliqué contre les parois de l'avion, afin de réaliser l'admission à une température comprise entre 20° et 30°. Ces radiateurs, constitués par des faisceaux tubulaires en aluminium, offrent une grande surface.

Tout cela s'ajoute, bien entendu, au radiateur destiné au refroidissement du moteur lui-même, et où l'eau est remplacée par de l'*ethyl-glycol*, qui bout à 160° seulement, ce qui permet de réduire les dimensions du système de refroidissement.

Beaucoup d'autres précautions s'imposèrent encore à la suite des études et des essais entrepris. Le radiateur du moteur, les réservoirs d'huile et d'essence durent être mis sous pression, ainsi que le carburateur lui-même, placé dans une enceinte étanche, afin d'éviter l'évaporation prématuree des liquides.

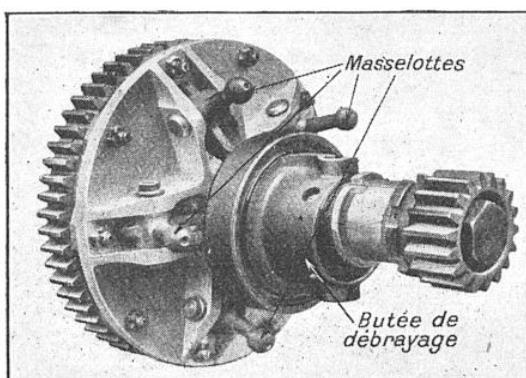
L'hélice à pas variable est indispensable pour l'avion stratosphérique

Le moteur choisi par Farman a ses cylindres en V à 90° et inversés. Cette solution, avantageuse dans tous les cas, s'impose ici à cause du grand diamètre que doit avoir l'hélice.

La décroissance de densité de l'air influe également sur le choix du propulseur, qui tend à s'affoler dans l'air raréfié, éventualité désastreuse pour le rendement. La seule façon de se tirer d'embarras, à toutes les altitudes, consistait dans l'emploi d'une hélice à quatre pales de diamètre important : 4 m 60, et de pas variable.

M. Farman disait à ce propos :

« Le réglage d'une hélice, quand on passe de 1.000 à 1.500 mètres, exige une étude sérieuse. Nous mettons au service du pilote un indicateur qui le renseignera sur les variations du pas de l'hélice, variations qu'il pourra gouverner, grâce à une commande par engrenages. Dans l'absence d'expériences préalables,



EMBRAYAGE CENTRIFUGE DES COMPRESSEURS FARMAN, AVEC SA BUTÉE DE DÉBRAVAGE

nous laissons au pilote le soin de tâtonner pour déterminer la meilleure utilisation de l'hélice...»

L'usage de l'hélice reste, d'ailleurs, subordonné à celui des divers compresseurs. Normalement, il est prévu que le premier compresseur agira seul vers 6.000 mètres, le second vers 10.000 mètres, le troisième au-delà de 15.000 mètres.

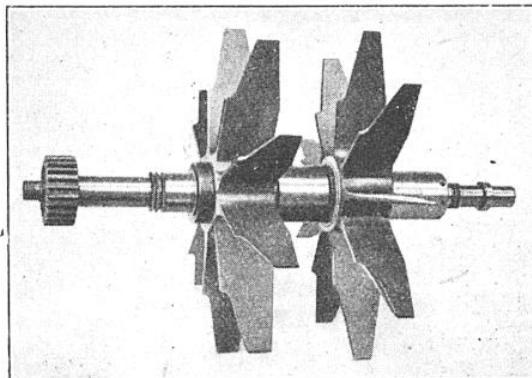
L'hélice, enfin (qui sera naturellement métallique), pourra jouer à l'atterrissement le rôle de *frein aérodynamique*. Il suffira, pour cela, que le pilote en renverse le pas et lui donne un pas négatif. Dans toutes ces recherches, soutenues par des essais au banc dans un laboratoire spécialement aménagé pour l'usage des compresseurs, la Maison Farman a surtout le souci de la *hauteur* beaucoup plus que celui de la vitesse, qui, de 200 kilomètres au sol, passera, vraisemblablement, à 500 kilomètres aux environs de 16.000 mètres d'altitude.

Grande surface portante, cabine étanche caractérisent l'avion stratosphérique

En vérité, la cellule des avions stratosphériques ne présentera rien, jusqu'à nouvel ordre, qui puisse surprendre. La surface portante sera un peu plus grande que d'ordinaire : 65 mètres carrés, au lieu de 40 pour le Farman 190, toujours en raison de la faible densité de l'air.

On conçoit, d'autre part, que ces avions puissent se contenter d'un modeste coefficient de sécurité, 4 par exemple, puisqu'ils seront dispensés de toute acrobatie.

L'appareil, en ordre de vol, pèsera 2.500 kilogrammes. Le fuselage ne présentera rien de particulier. Les surfaces de queue seront augmentées dans la même proportion que la voilure. Mais, si l'aspect extérieur de l'avion demeure ordinaire, l'intérieur présente un aspect inaccoutumé. Dans le fuselage est suspendue une cabine étanche, constituée par un cylindre en tôle de duralumin roulée et rivée d'un mètre de diamètre pour 2 mètres de longueur. A l'intérieur de ce caisson, ne prendront place, au début, que le pilote et son aide, car le faible espace sera envahi par des instruments de toutes



VOICI LES DEUX GROUPES D'AUBES MOBILES
D'UN COMPRESSEUR A DEUX ÉTAGES

sortes, pour la navigation et les mesures, et, naturellement, les commandes de pilotage. Les *orifices de passage* nécessaires à ces commandes exigèrent une grande attention. Ils seront obturés par des joints spéciaux en caoutchouc durci, avec amalgame d'une pâte dure comparable à la plombagine. Dans l'avion stratosphérique conçu par M. Guerchais, le caisson en tôle de duralumin de 20/10 laisse passer les commandes au travers de boîtes à huile munies de presse-étoupes à chaque extrémité.

Une coupole émerge du caisson, pourvue d'une série de hublots ronds, tandis que l'entrée est assurée par un panneau de 60 centimètres, aménagé en guise de trou d'homme dans la calotte de la coupole. L'étanchéité de cette issue donna quelque souci, comme l'établissement des hublots. Dans les deux types d'avions établis, ces hublots sont à double vitre. M. Guerchais emploie deux verres Triplex de 10 millimètres d'épaisseur, avec une circulation d'air chaud entre les deux glaces, pour éviter la formation de la buée... car il faut songer à la visibilité.

La vie à bord dans la stratosphère

L'aménagement de la cabine rappelle celui d'un petit sous-marin. La visibilité y sera faible, et le pilote, instruit du « pilotage aveugle » (créé à l'aérodrome Farman par le regretté Lucien Rougerie), pilotera au moyen des instruments prévus pour le « pilotage sans visibilité ». Il ne verra réellement clair qu'au moment de l'atterrissement, grâce à un dispositif permettant de soulever son siège pour qu'il puisse passer la tête hors du caisson.

M. Henry Farman disait à ce propos :

« Le pilote naviguera vraisemblablement dans une zone claire, mais avec des nuages sous lui, sans point de repère, sans horizon, et agira comme s'il pilotait dans le noir. Une incertitude subsiste cependant sur la manière dont se comporteront, aux environs de 20.000 mètres, les instruments du pilotage sans visibilité. Que dira l'indicateur de vitesse Badin, basé sur la dépression produite par la vitesse ? Pourra-t-il enregistrer des vitesses

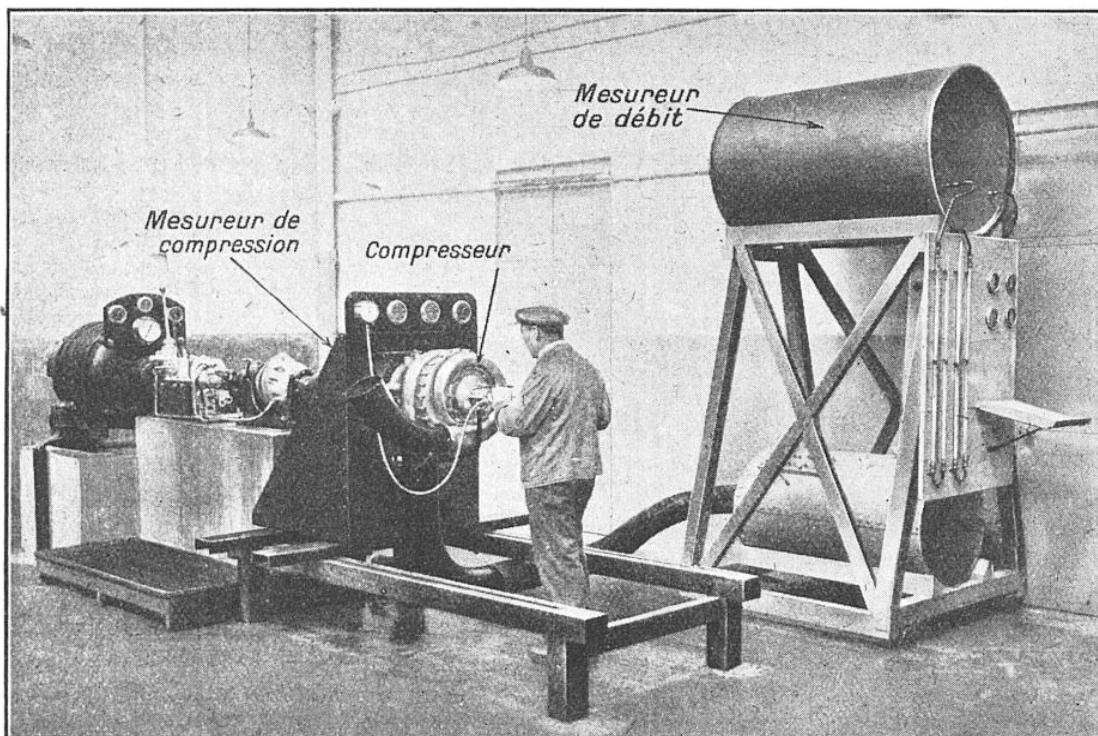
triples des vitesses habituelles par un froid de 50 ou 60 degrés au-dessous de zéro ?

Dans le caisson, où, la lumière solaire pénétrant faiblement, il faudra user de l'éclairage électrique, la pression sera maintenue à 760 millimètres, grâce à un *compresseur de cabine*, à piston, ravitaillant en air et maintenant la pression à la normale. Ces dispositions résolvent du même coup le problème des fuites de l'intérieur vers l'extérieur. L'air envoyé sera automatiquement chauffé

la cabine. Dans le caisson Guerchais, il a été prévu, en outre, des soupapes de sûreté et une série de vingt cartouches d'un produit spécial, qui, placé dans un panier au passage de l'air, absorbe et fixe le gaz carbonique, produit nocif de la respiration humaine.

De très beaux espoirs

Nous avons demandé à M. Waseige :
« — Peut-on savoir quel sera le pilote de votre avion stratosphérique ?... »



SALLE D'ESSAIS DES COMPRESSEURS AUX USINES FARMAN

Le compresseur est entraîné par le moteur électrique, visible à l'extrême gauche de la photographie. On mesure ainsi la pression de sortie, le débit et la puissance absorbée par le compresseur.

par la *compression* même et donnera aisément la température désirale, soit 30°. On pense même qu'il conviendra de le refroidir un peu.

Cette partie du programme ne souffrira point de difficultés. La cabine étanche paraît beaucoup plus sûre pour les existences humaines que l'usage des *inhalateurs d'oxygène*, de fonctionnement parfois délicat et d'usage souvent dangereux, soit qu'ils n'assurent pas une pression convenable dans nos poumons, soit qu'ils gênent le passager.

En cas de défaillance du moteur, il sera toujours temps de recourir aux *tubes d'oxygène*, prévus comme secours et disposés dans

« — Nous l'ignorons. Mais, ce qui est certain, c'est que les amateurs ne manqueront pas... L'information a déjà inscrit Lucien Coupet au programme.

« — Et quand pense-t-on procéder au premier essai de vol ?

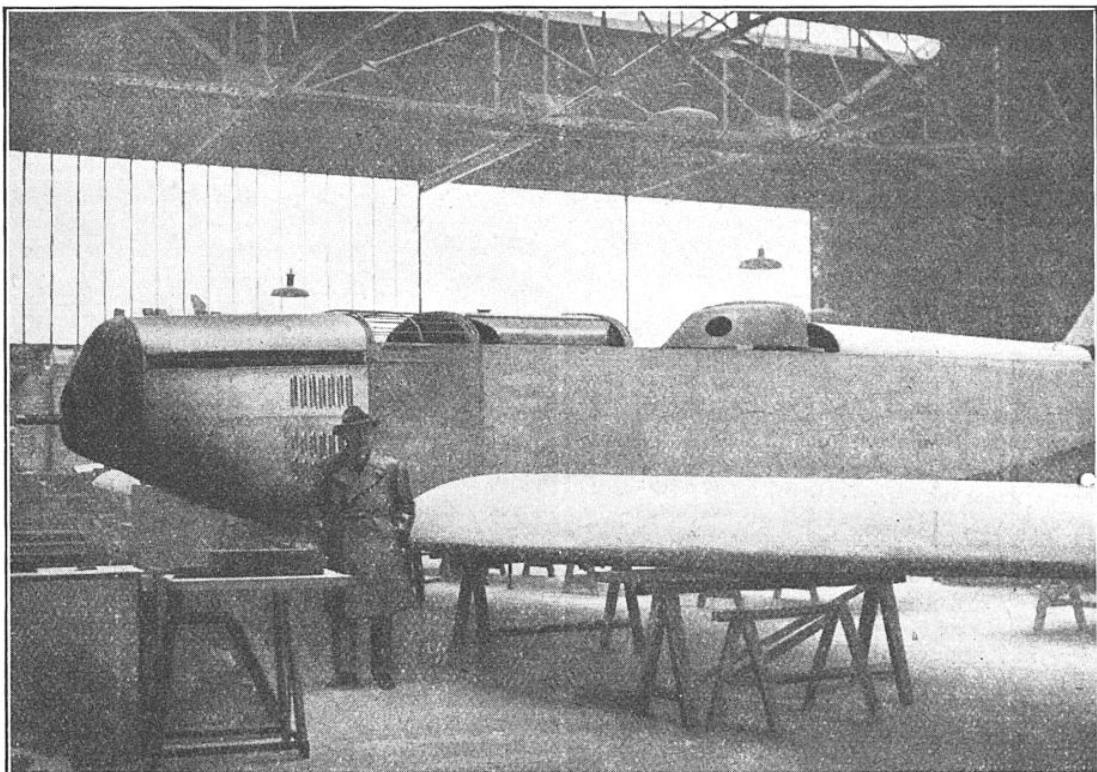
« — Je m'avancerais trop en vous parlant du printemps prochain... Il y a encore à régler une foule de petits détails. Rien ne saurait être laissé à l'aventure. Quant à la date du premier voyage, elle dépend des essais de la première machine et des renseignements rapportés par son pilote... Trois ans, cinq ans seront peut-être nécessaires... »

Nous demeurons plus optimistes. Le moteur a été essayé. La cabine est construite. L'hélice est à peu près au point...

M. Guerchais compte bien procéder aux premiers vols pour le printemps. Son avion, élégant monoplan à aile surbaissée de 18 mètres d'envergure, n'ambitionne point un plafond supérieur à 15.000 mètres. Il compte monter à 7.000 mètres en douze

de contrôle du vol et les appareils de mesure n'iront pas jusqu'à la paralysie ou la trahison, mais se contenteront de pécher par inexacititude, ce qui n'arrêtera pas la poursuite des essais.

L'inexactitude majeure n'afflige que les pronostics sur la *duree de la mise au point et des essais*. Mais, déjà, on peut entrevoir, même si ceux-ci ne donnent qu'une satis-



L'AVION GUERCHAISS, QUI DOIT MONTER PROCHAINEMENT A 15.000 MÈTRES

Muni d'un moteur Lorraine-Orion de 700 ch, avec compresseur centrifuge à trois étages, cet avion est prévu pour emporter une charge de 2.500 kilogrammes à 15.000 mètres, où sa vitesse dépassera 400 kilomètres à l'heure. Il doit atteindre 13.000 mètres en 41 minutes. La cabine étanche est en duralumin.

minutes et obtenir 400 kilomètres à l'heure à cette altitude. En quarante et une minutes, il doit atteindre 13.000 mètres.

MM. Henry Farman et Waseige, qui veulent obtenir plus encore, font preuve de beaucoup de circonspection, en raison même des basses températures de la stratosphère et de leur effet sur les métaux usuels (qui deviennent fragiles et cassants), comme sur les instruments de navigation. Cependant il convient de remarquer que le Farman 190 est, pour la plus grande part, construit en bois. D'autre part, on peut raisonnablement espérer que les dispositifs

faction partielle, de nouvelles chances de succès. Les progrès vers la légèreté des avions, par l'usage d'alliages comme l'électron, dont la densité est seulement 1,8, permettront un gain de poids, au bénéfice d'améliorations mécaniques variées.

Les voyages dans la stratosphère sont entrés dans les certitudes des prochaines années. Le voyage Paris-New York en une petite journée est annoncé par les plus réservés de nos ingénieurs. Les gouvernements passeront commande d'avions stratosphériques.

C'est tout dire.

EDMOND BLANC.

L'EXPLORATION DU MONDE ATOMIQUE

Ce que nous enseignent les désintégrations et les intégrations artificielles des atomes

Par L. HOULLEVIGUE

PROFESSEUR A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MARSEILLE

La transmutation de la matière est aujourd'hui réalisée. Non pas sous une forme massive, ce qui exigerait une formidable énergie que nous sommes incapables de produire, mais sous la forme atomique. Grâce aux travaux de Röntgen, Becquerel, M^{me} Curie, Rutherford, Maurice de Broglie, nous pouvons maintenant pénétrer au cœur même de l'atome, le désintégrer et en même temps en opérer la transmutation. Mieux que toutes les découvertes, cette transformation nous révélera ainsi le mécanisme intime de l'univers. Les méthodes expérimentales sont acquises, et l'exploration du monde atomique s'annonce comme d'une prodigieuse fécondité pour l'évolution de la physique moderne.

RÖNTGEN, Becquerel, M^{me} Curie, Rutherford : voilà les thaumaturges qui nous ont ouvert les portes du monde enchanté où les atomes vivent d'une vie prodigieuse, où la matière et l'énergie, prenant des formes nouvelles, se rapprochent jusqu'au point de se confondre et de devenir indiscernables. Lorsque sir Ernest Rutherford, en 1919, annonça au monde qu'il venait de réaliser un certain nombre de transmutations atomiques, cette découverte, venant après celle des désintégrations naturelles, nous faisait pénétrer au cœur même de l'atome, dans le noyau qui en forme le réduit fortifié. Le grand, et j'ajouterais le seul intérêt de ces expériences, c'est qu'elles nous aident à comprendre la structure interne de la matière. Mais elles nous montrent, en même temps, que les énergies nécessaires pour démanteler quelques atomes sont telles, que nous devons perdre tout espoir de réaliser, sur le plan industriel, une transmutation massive. Mais qu'importe ! Il est aussi intéressant de briser un seul atome qu'un milliard ; le but, ce n'est pas de faire de l'or (1), pour, finalement, avilir ce métal, mais de faire de la science pour enrichir l'esprit humain.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 100, page 261.

La représentation moderne de l'atome

C'est en démolissant l'atome qu'on est parvenu à savoir comment il est fait ; mais, inversement, c'est en connaissant sa structure interne qu'on s'explique les expériences de désintégration. Un exposé de ces expériences exige donc un rappel de notions, dont j'emprunterai l'essentiel à une récente conférence du physicien éminent qu'est M. Maurice de Broglie (1).

On admet aujourd'hui que chaque atome élémentaire est constitué par un noyau très petit, mais qui contient toute sa masse matérielle, autour duquel circulent en orbes concentriques des électrons « planétaires », de masse matérielle négligeable, ayant tous la même charge électrique négative $-e$; si N est le nombre de ces électrons planétaires, leur charge totale $-Ne$ est compensée, dans l'atome neutre, par la charge positive $+Ne$ du noyau : N est le *nombre atomique* ;

c'est aussi l'ordre de classement dans le tableau périodique de Mendeleef (2) ; c'est de lui que dépendent les propriétés chimiques et physiques ; par suite, c'est lui qui

(1) *Les récents progrès de la désintégration artificielle des éléments.*

(2) Voir *La Science et la Vie* n° 176, page 104.



MAURICE DE BROGLIE

Le savant physicien français qui a étudié les désintégrations et intégrations des atomes.

caractérise chaque corps comme élément.

Mais, d'autre part, le noyau possède une masse matérielle A , qui, rapportée à celle de l'hydrogène, prise pour unité, représente le nombre de noyaux d'hydrogène, ou *protons*, qui entrent dans sa constitution ; chacun de ces protons possédant la charge électrique positive $+e$, il résulte de là qu'un noyau doit contenir, en plus de A protons, $A - N$ électrons, si on veut que la compensation des charges électriques ait lieu exactement dans l'atome neutre.

Si on adopte cette représentation, les masses atomiques A , rapportées à l'hydrogène, devraient être des nombres entiers ; il s'en faut de peu, en général : c'est cette propriété approchée que l'Anglais Prout avait cru constater, il y a cent ans, et qui l'avait amené à supposer que tous les corps simples étaient des condensations de l'hydrogène ; nous sommes revenus, après de longs détours, à cette hypothèse, mais en l'entourant d'explications qui en précisent le sens.

La première a été fournie par la découverte des *isotopes*, c'est-à-dire de corps possédant le même nombre atomique N , mais avec des masses atomiques A différentes : ainsi, le chlore est constitué par le mélange de deux isotopes, de masses atomiques 35 et 37, et la proportion des constituants donne pour l'ensemble le nombre déterminé expérimentalement, $A = 35,19$. De même, la masse atomique, 10,83, du bore est due à l'existence de deux isotopes, de masses 10 et 11 ; celui du silicium, 28,08, résulte du mélange de trois éléments, de masses 28, 29 et 30, et ainsi de suite.

Ces listes, très complètes, des isotopes ont été dressées en Angleterre par les physiciens de la grande école de Cambridge ; elles représentent une des acquisitions les plus sûres de la science moderne ; mais, en même temps, elles nous apprennent que les masses atomiques, tout en étant très voisines de multiples exacts de celle du proton, leur sont légèrement inférieures. Eclairons ceci d'un exemple :

D'après les déterminations les plus précises, la masse atomique de l'hélium n'est pas égale à 4, comme il le faudrait si elle

était constituée par la simple juxtaposition de quatre protons, mais à 3,971 ; il y a donc une perte de masse égale à 0,029. La théorie d'Einstein permet de l'interpréter : d'après cette théorie, la matière n'est que de l'énergie condensée, chaque gramme matériel étant équivalent à 9×10^{20} (900 milliards de milliards) d'ergs. Nous sommes, par là, conduits à penser que cette perte de masse, 0,029, représente l'équivalent de l'énergie dégagée lorsque les quatre protons se sont agglomérés avec deux électrons pour former le noyau d'hélium ; le calcul, effectué sur ces bases, donne $4,4 \times 10^{-5}$ ergs pour l'énergie ainsi libérée. Or, il s'en faut qu'aucun des projectiles corpusculaires dont nous disposons puisse mettre en jeu une pareille énergie ; il est donc vain d'essayer de briser ce noyau d'hélium en le bombardant avec un de ces corpuscules ; en fait, on n'y a jamais réussi, et ce groupement de quatre protons paraît être une des constructions les plus solides qui se rencontrent dans l'architecture nucléaire.

En développant ce point de vue, le physicien Aston a représenté par le graphique de la figure 1 la perte d'énergie que chaque proton a dû subir, du fait de ces condensations nucléaires, dans les différents corps simples : l'ensemble des points obtenus se range sur une ligne continue, qui présente cependant une branche parasite correspondante à l'hélium ($A = 4$), au carbone ($A = 12$) et à l'oxygène ($A = 16$). La stabilité du noyau doit croître avec l'énergie dégagée ; elle serait donc maximum pour le fer, le nickel, le cuivre, dont les masses atomiques sont voisines de 60 ; les éléments légers, lithium, bore, glucinium, azote, fluor, paraissent être relativement instables ; en tout cas, ils le sont beaucoup plus que l'hélium, le carbone et l'oxygène, dont les masses atomiques sont des multiples de 4 ; on peut expliquer cette différence en admettant que ces trois éléments sont formés, non de protons séparés, mais de groupements de quatre protons, c'est-à-dire de *corpuscules alpha*, dont nous avons déjà constaté l'extrême solidité.

Mais cet obstacle n'est pas le seul qui s'oppose à la rupture du noyau : pour atteindre ce résultat de l'atome, en le bombar-

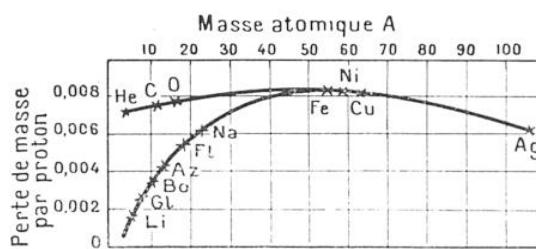


FIG. 1. — COURBE MONTRANT LA PERTE D'ÉNERGIE QUE CHAQUE PROTON A DÛ SUBIR DU FAIT DES CONDENSATIONS DU NOYAU ATOMIQUE DANS LES DIFFÉRENTS CORPS SIMPLES

dant avec un corpuscule électrisé (comme sont tous ceux dont dispose notre artillerie atomique), il faut d'abord franchir la *barrière de potentiel* que représente la figure 2 : d'après M. Maurice de Broglie, ce potentiel éprouve, tout autour du noyau, des variations dont la forme générale est *A B C*; il s'élève de *A* vers *B*, dans la région des électrons planétaires

planétaires, en créant un champ électrique qui retient ces électrons sur leurs trajectoires, puis s'abaisse au voisinage du noyau. Ainsi, un corpuscule alpha, lancé du dehors avec sa charge positive, devra remonter ce potentiel et franchir la barrière avant de pénétrer dans l'enceinte nucléaire. Le plus souvent, d'ailleurs, il sera repoussé par cette barrière.

Comment on réalise les bombardements atomiques.

Qu'en résulte-t-il ?

Quels projectiles pourrons-nous utiliser pour effectuer ces bombardements atomiques ? De tous ceux dont nous disposons actuellement, les corpuscules alpha, ou noyaux d'hélium, emportent avec eux la plus grande énergie, vingt à trente fois supérieure à celle des électrons les plus rapides. Encore cette énergie est-elle variable dans d'assez larges limites, suivant la vitesse avec laquelle ils sont projetés par les divers corps radioactifs ; les plus énergiques, ceux du thorium *C*, possèdent une vitesse initiale de 23.000 kilomètres par seconde et une énergie de $1,6 \times 10^{-5}$ ergs ; pour les autres, la vitesse peut tomber jusqu'à 14.000 kilomètres et

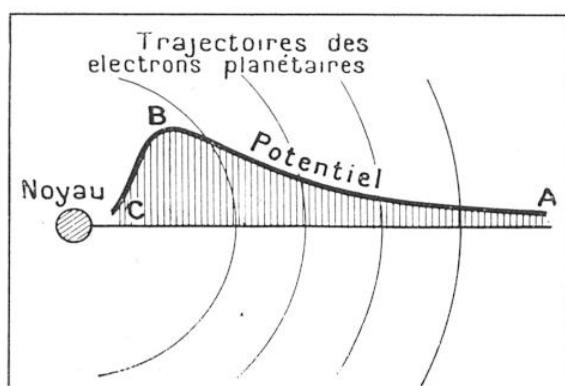


FIG. 2.— COURBE DES VARIATIONS DU POTENTIEL À L'INTÉRIEUR DE L'ATOME, D'APRÈS MAURICE DE BROGLIE

l'énergie descendre à $0,6 \times 10^{-5}$ ergs.

Tels sont nos projectiles ; étudions maintenant les effets de leur choc contre les noyaux atomiques.

Le plus ordinairement, le projectile alpha est impuissant à rompre les multiples enceintes qui défendent le noyau ; il vient buter contre la barrière de potentiel, qui le repousse, et

les résultats sont identiques à ceux que la mécanique classique nous enseigne dans le cas du *choc élastique* de deux corps, c'est-à-dire que la force vive se conserve, ainsi que la quantité de mouvement.

Pour étudier ces chocs interatomiques, la méthode la plus instructive est celle de la « chambre humide de Wilson », dont je me contente de rappeler le principe : on produit une détente brusque dans l'espace, saturé de vapeur d'eau, où est placé le corps radioactif, émetteur de corpuscules alpha ; dans ces conditions, la trajectoire des corps en mouvement est tracée par des milliers de gouttelettes liquides ; un instantané photographique tiré au bon moment, tel que celui représenté à la figure 3 ci-contre, fixe cet aspect fugitif. Le physicien Blackwell a obtenu, par ce procédé, près d'un million d'instantanés vraiment remarquables de ces chocs moléculaires, et il en a résumé les formes typiques dans les graphiques très simplifiés que représente la figure 4. On voit que, lorsque le projectile alpha rencontre un corps plus léger que lui, c'est-à-dire un noyau d'hydrogène, il est à peine dévié

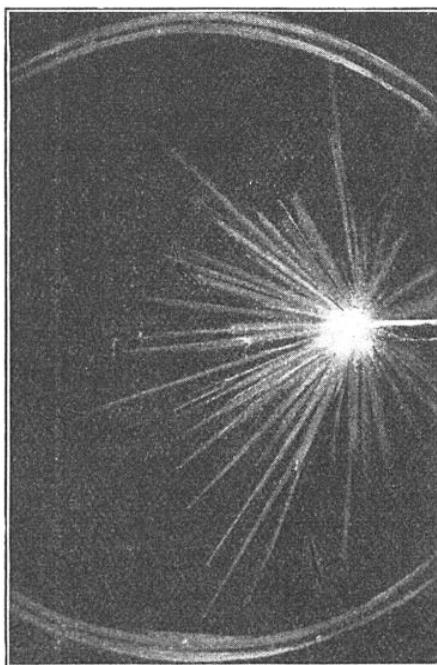


FIG. 3.— INSTANTANÉ PHOTOGRAPHIQUE DES CHOCKS MOLÉCULAIRES RÉSULTANT DE L'ÉMISSION DE CORPUSCULES « ALPHA » DANS UN ESPACE SATURÉ DE VAPEUR D'EAU

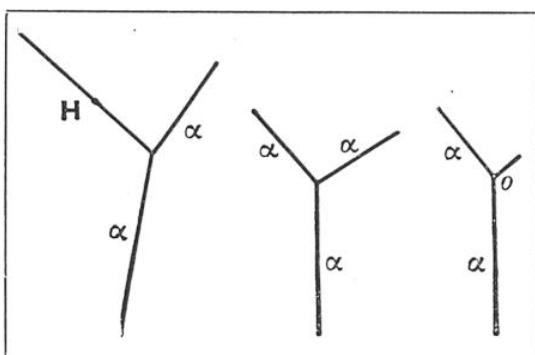


FIG. 4. — VOICI, D'APRÈS LE PHYSICIEN ANGLAIS BLACKWELL, COMMENT LES CORPUSCULES « ALPHA » SONT DÉVIÉS PAR DIVERS CORPS : HYDROGÈNE, HÉLIUM, OXYGÈNE

de sa trajectoire, tandis que le proton, violemment bousculé, est projeté à une distance qui atteint parfois 30 centimètres ; si on opère dans l'hélium, dont les noyaux atomiques sont identiques à ceux des projectiles alpha, l'égalité des deux masses en collision se traduit par l'égale longueur des deux branches de la fourche, qui font entre elles un angle droit ; enfin, la collision avec un atome relativement lourd, comme celui d'oxygène, projette celui-ci à petite distance en donnant une branche courte et épaisse.

Le choc réalise ainsi un nouveau type de rayonnement corporel, parmi lequel celui des protons, ou noyaux d'hydrogène, est le plus intéressant ; ces rayons *H naturels*, examinés à la chambre humide de Wilson, se caractérisent par la longueur et la finesse de leur trajectoire ; comme la masse du proton est le quart de celle du corpuscule alpha, leur parcours est à peu près quadruple, c'est-à-dire qu'il atteint 30 centimètres dans le cas du choc par les corpuscules alpha émanés du thorium *C* ; mais, en aucun cas, il ne dépasse cette limite, qui caractérise les rayons *H naturels*. D'ailleurs, il n'est pas nécessaire, pour les obtenir, d'opérer sur l'hydrogène libre et gazeux ; l'hydrogène combiné produit les mêmes effets ; on peut, par exemple, bombarder une lamelle de celluloid ou de paraffine, et l'émission de rayons *H* sera abondante : ce qui prouve combien les liens de l'affinité chimique sont fragiles vis-à-vis des forces nouvelles que la radioactivité met en œuvre.

Les expériences de désintégration

Les « fourches de Blackwell » représentent le cas ordinaire du choc entre atomes et projectiles alpha ; pourtant, au cours de

ses nombreuses expériences, le physicien anglais a rencontré un petit nombre de cas anormaux, où les trois branches de la fourche se réduisent à deux. Leur interprétation se présente naturellement à l'esprit : à la faveur de circonstances favorables et, d'ailleurs, exceptionnelles, le noyau d'hélium lancé avec violence a pu franchir la barrière de potentiel et pénétrer au cœur de l'atome ; il est resté encastré dans le noyau, comme l'obus pénétrant dans une plaque de blindage, accroissant en conséquence sa masse de 4 et sa charge électrique positive de 2 ; mais l'expérience nous apprend qu'à l'occasion de ce choc, le noyau a laissé échapper un proton ; de ce fait, sa masse matérielle diminue de 1 et sa charge électrique de 1 également. Finalement, l'atome nouveau aura une masse accrue de 3 et une charge électrique augmentée de 1 : il viendra prendre place, un rang plus loin, dans le tableau périodique de Mendeleef, et ceci constitue une véritable intégration atomique.

D'autres fois, il pourra advenir que le projectile alpha, emporté par la vitesse acquise, traverse complètement l'atome et s'en sépare, en même temps qu'un proton est expulsé ; dans ce cas, il doit y avoir désintégration, puisque la masse, comme le nombre atomique, diminuent l'une et l'autre d'une unité.

Nous allons voir, maintenant, jusqu'à quel point l'expérience justifie ces pronostics.

L'appareil utilisé par Rutherford pour ses premières observations de 1919 était formé, comme le montre la figure 5, d'un cylindre rempli d'azote, au sein duquel un dépôt actif de radium *C*, générateur de rayons alpha, pouvait être déplacé le long d'une glissière et, approché plus ou moins d'un écran fluorescent *F*, observé avec un microscope qui permettait de compter les scintillations, apparaîs-

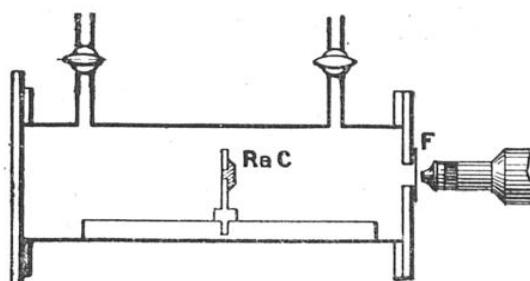


FIG. 5. — APPAREIL DE RUTHERFORD POUR LA DÉSINTÉGRATION DES ATOMES
Ra C, radium C ; F, écran fluorescent.

sant au delà de la zone de parcours des rayons alpha, étaient dues au choc des rayons H, ainsi qu'on peut s'en rendre compte en soumettant les trajectoires à l'action d'un champ électrique et d'un champ magnétique ; ces rayons se produisaient toujours avec la même fréquence, quelques précautions qu'on eût prises pour débarrasser l'azote de toutes traces d'hydrogène, libre ou combiné ; d'autre part, leur portée était supérieure à celle des rayons H naturels, et on pouvait les observer dans des directions très obliques, et même rétrogrades, par rapport à celle des rayons alpha incidents. Toutes ces constatations ne pouvaient s'interpréter que d'une seule manière : le noyau d'azote, frappé de plein fouet par un corpuscule alpha, aura perdu un proton, lancé avec une grande vitesse par l'explosion atomique, en donnant naissance à un atome nouveau et plus lourd, qui est peut-être l'un des trois isotopes de l'oxygène, dont la masse atomique est égale à 17.

Des expériences analogues, effectuées sur les éléments légers, depuis le bore jusqu'au potassium, ont régulièrement produit des rayons H, c'est-à-dire des protons provenant nécessairement d'une destruction du noyau atomique. L'aluminium, en particulier,

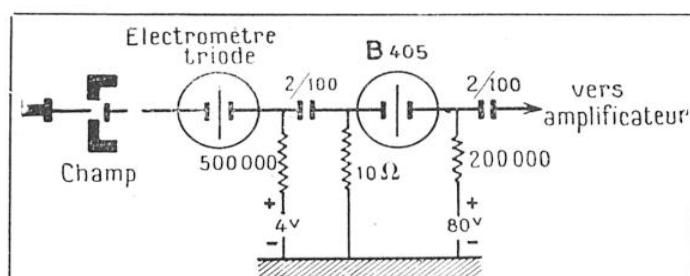


FIG. 7. — SCHÉMA DE L'AMPLIFICATEUR, RELIÉ, D'UNE PART, A LA LAME « A » DE L'APPAREIL PRÉSENTÉ PAR LA FIGURE 6 ET, D'AUTRE PART, A UN OSCILLOGRAPHIQUE, ET QUI PERMET D'OBTENIR LES COURBES DE LA FIGURE 8

donne des rayons H de désintégration dont la portée atteint jusqu'à 90 centimètres, ce qui donne une idée de l'énergie avec laquelle les protons sont lancés, comme par une fronde, hors du noyau éventré par le corpuscule alpha. En revanche, l'hélium, le carbone et l'oxygène ne donnent pas de rayons H, ce qui s'explique, comme nous l'avons dit, en supposant que leurs noyaux sont formés par des groupements, très stables, de quatre protons.

La méthode de scintillations était seule employée, jusqu'à ces dernières années, pour étudier ces nouveaux phénomènes ; de récentes recherches, effectuées en Angleterre, en Allemagne, en France, enfin, par MM. Maurice de Broglie et Leprince-Ringuet, utilisent des procédés plus compliqués, mais plus délicats et plus sûrs ; l'appareil employé par les deux physiciens français est une boîte cylindrique en métal (fig. 6) dans laquelle on peut faire le vide ; deux bras mobiles à l'intérieur portent : l'un, P, la préparation active de polonium (1), génératrice de rayons alpha ; l'autre, F, la substance à désintégrer ; les rayons H, produits par la désintégration, s'engagent dans un orifice G, qu'on peut munir d'écrans absorbants formés par des lames minces de mica ; ils pénètrent ensuite dans une chambre d'ionisation, où les ions produits sont recueillis par une lame isolée A, reliée elle-même à un oscilloscopie par l'intermédiaire d'une lampe triode et d'un système amplificateur, dont la figure 7 donne le schéma. Chaque entrée d'un corpuscule H dans la chambre d'ionisation se traduit alors, dans l'oscilloscopie, par un déplacement brusque de l'équipage mobile, qu'un rayon lumineux inscrit photographiquement sur un film en déroulement continu ; on obtient ainsi

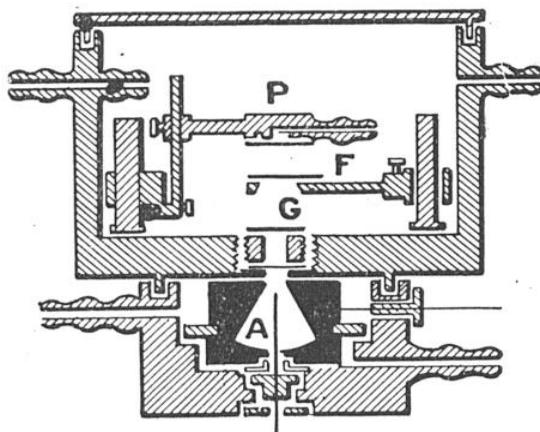


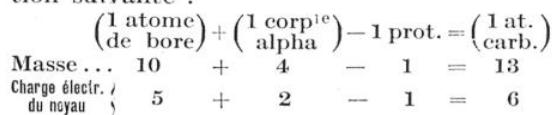
FIG. 6. — APPAREIL EMPLOYÉ PAR LES DEUX PHYSICIENS FRANÇAIS MAURICE DE BROGLIE ET LEPRINCE-RINGUET, POUR ÉTUDIER AVEC PRÉCISION LES PHÉNOMÈNES DE DÉSINTÉGRATION DES ATOMES

P, support de polonium ; F, support de la substance à désintégrer ; G, ouverture munie de lames de mica ; A, lame isolée.

(1) Choisi parce que son émission alpha est exempte de toute autre radiation, bêta ou gamma.

des inscriptions d'une netteté remarquable (fig. 8), qu'on peut ensuite étudier à loisir.

Cette technique perfectionnée a permis de préciser les premiers résultats annoncés par Rutherford ; on sait, par exemple, que le bore, bombardé par les rayons alpha du polonium, émet deux groupes de protons, dont les portées sont respectivement 32 et 76 centimètres ; on a des raisons de penser que le projectile reste encastré dans le noyau, c'est-à-dire que la transmutation s'exerçant sur l'isotope du bore, de masse atomique 10, donnerait l'isotope du carbone de masse 13, conformément à la réaction suivante :



Quant à l'aluminium, bombardé toujours par les rayons du polonium, il donne trois groupes de rayons H, dont les parcours sont égaux respectivement à 15, 32 et 60 centimètres ; on a des raisons de croire que l'une au moins de ces émissions, effectuées avec capture du projectile alpha, a pour conséquence la formation d'un atome de silicium.

Enfin, tout récemment, Bothe et Becker

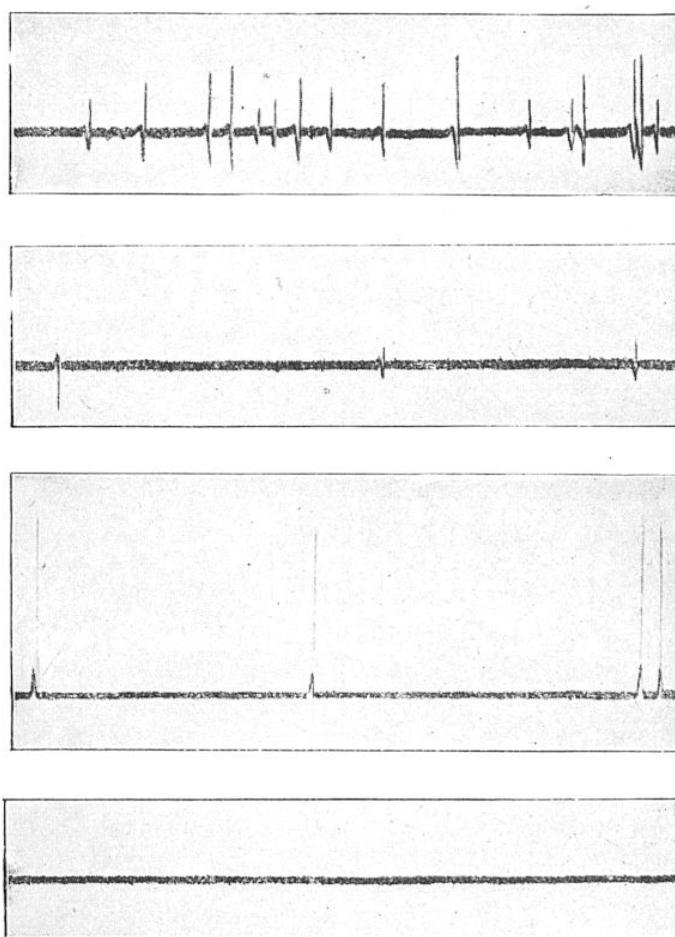


FIG. 8.— LES DEUX COURBES DU HAUT REPRÉSENTENT LA BANDE OBTENUE DANS LA DÉSINTÉGRATION DE L'ALUMINIUM, APRÈS 11 CENTIMÈTRES ET 24 CENTIMÈTRES D'ABSORPTION PAR L'AIR DES RAYONS « H ». CELLES DU BAS CORRESPONDENT A L'ENREGISTREMENT DES RAYONS « ALPHA » SUR LE MÊME PARCOURS ET LA BANDE DUE AU SOUFFLE SEUL DE L'APPAREIL AMPLIFICATEUR (FIG. 7)

ont signalé que, dans certains cas, l'émission de protons s'accompagnait d'un rayonnement, analogue aux rayons gamma de la désintégration radioactive, c'est-à-dire dont la nature participe de celle des vibrations lumineuses et des rayons X ; cette émission, sensible pour le lithium, le bore, le fluor, le sodium, le magnésium et l'aluminium, est particulièrement intense pour le métal léger que nous appelons, en France, glucinium et qu'ailleurs on désigne sous le nom de beryllium (1).

Tels sont les faits actuellement connus ; les méthodes expérimentales sont acquises, mais l'exploration du monde

atomique est à peine commencée. Le domaine qui vient de s'ouvrir à la recherche scientifique annonce une prodigieuse fécondité ; dès à présent, nous savons que le problème de la transmutation, vainement poursuivi par les alchimistes, a cessé d'être une chimère, non qu'il faille espérer une transformation massive, mais la création de toutes pièces d'un seul atome est une œuvre divine, qui, mieux que toutes les découvertes, nous révélera le mécanisme intime de l'univers.

L. HOULLEVIGUE.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 152, page 103.

QUE FAUT-IL ENTENDRE PAR POTENTIEL MILITAIRE DES GRANDES NATIONS ?

Par le Lieutenant-colonel REBOUL

La Conférence du Désarmement, qui se tient actuellement à Genève, a appelé l'attention du grand public sur toutes les questions dont dépend la puissance militaire d'un pays. Parmi les facteurs qui intéressent au premier chef ce que l'on appelle couramment le potentiel militaire d'une nation, apparaissent tout d'abord les effectifs du temps de paix, les effectifs mobilisables, la population d'ensemble du pays, sa capacité de production industrielle jointe à ses ressources naturelles, et enfin, bien entendu, l'armement, tant au point de vue de la qualité que de la quantité. Nous avons demandé au lieutenant-colonel Reboul d'exposer, dans cette étude d'ensemble, ces différents facteurs, en réservant momentanément l'examen comparé du point de vue technique des différentes armes actuellement en service dans le monde. Ceci permettra à nos lecteurs de se faire une idée du potentiel militaire des principales puissances européennes. Quant à l'armement, il découle naturellement des nouveaux engins et des perfectionnements techniques que la science moderne autorise presque chaque jour. Les différents matériels actuellement en service méritent, de par leur importance même, une étude particulière. En effet, les armes automatiques et semi-automatiques de l'infanterie et de la cavalerie, l'artillerie de tous calibres, les chars de combat lourds ou légers, le matériel chimique de guerre, les troupes de transmission, sans oublier les différentes aviations, constituent autant de chapitres importants de la défense nationale. Cette simple énumération suffit à démontrer l'impossibilité d'étudier tous ces chapitres dans un seul article d'ensemble.

COMPARER le potentiel militaire des principales puissances européennes est une tâche quasi impossible. Il est constitué, en effet, non seulement d'éléments connus (mais qui n'ont point de communes mesures parce que se référant à des conceptions différentes et parce que construits sur des bases dissemblables), mais aussi d'éléments inconnus sur lesquels on ne peut porter qu'une simple appréciation ; le jugement qu'on émettrait sur eux pourrait ne pas être admis par d'autres : les événements pourraient l'infirmer ; on ne peut donc leur affecter une valeur déterminée.

Le potentiel militaire d'une nation dépend de nombreux facteurs

Tout d'abord, que faut-il entendre par cette expression : « potentiel de guerre d'une puissance déterminée » ?

La formule, à la vérité, frappe l'esprit ; elle éveille l'idée de la force ; mais celle-ci se manifeste sous tant de formes !

Ce terme englobe tous les facteurs qui peuvent constituer un avantage pour l'une des parties. Pour l'évaluer, il ne suffit donc pas de dénombrer les effectifs des armées régulières, de recenser le matériel de guerre

dont elles disposent, de déterminer ses causes de supériorité ou d'infériorité par rapport à ceux des autres armées ; il faut aussi estimer la valeur des réserves. Quel est leur degré d'instruction ? Au bout de quel laps de temps pourraient-elles entrer en campagne ? Leur encadrement est-il assuré ? Disposeraient-elles d'un armement suffisant ? Quel serait leur état d'âme ? Consentiraient-elles les durs sacrifices qu'impose la bataille moderne ? Quand pourraient-elles être renforcées par les formations volontaires qui s'instruisent en dehors de l'armée ? Que valent ces dernières ? Viendront-elles animer l'armée d'un souffle nouveau, lui feront-elles partager leur ardeur, lui communiqueront-elles leur foi ? Les usines de guerre pourront-elles alimenter ces masses formidables en munitions, pourront-elles compenser rapidement les pertes en matériel qu'elles subiraient dans la bataille, sont-elles capables d'en construire de neufs ? Dans quels délais ? Disposent-elles actuellement de prototypes déjà au point ? Leurs réseaux ferré et routier se prêteront-ils à tous les transports, tant stratégiques que tactiques ? Avec leurs ressources en camions, pourront-elles assurer le ravitaillement des fractions enga-

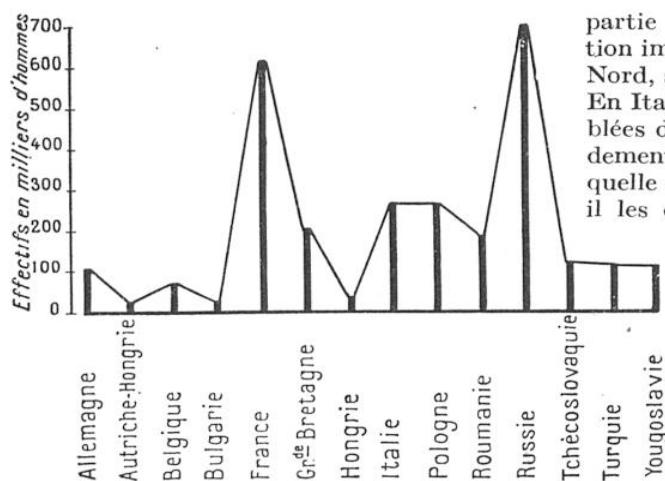


FIG. 1. — EFFECTIFS EN TEMPS DE PAIX DES DIFFÉRENTES NATIONS, TEUS QUE LES REPRÉSENTENT LES ALLEMANDS ET LES AUTRICHIENS

gées, tout en conservant des disponibilités pour jeter rapidement des forces réservées dans une région où leur entrée en ligne constituera « la surprise, l'événement » ? Trouveront-elles, sur leur territoire, les matières premières et les produits alimentaires nécessaires au ravitaillement des formations mobilisées et de la population civile ? Dans le cas contraire, comment pourvoieront-elles à ces besoins ? Pourront-elles compter absolument sur ces transports ? Leur industrie pourra-t-elle transformer toutes les matières premières que leur sol pourra fournir ? Les mesures ont-elles été prises dans l'ensemble du pays pour mettre ses centres vitaux et ses usines de guerre à l'abri des bombardements aériens de l'ennemi ? A-t-on veillé à ce que les populations civiles puissent résister à une vague de gaz qui serait brusquement répandue sur elle ?

A combien d'autres questions ne faudrait-il pas répondre, si l'on voulait essayer de définir exactement le potentiel militaire d'une nation ? Et, encore, ne pourrait-on point tirer, des chiffres ainsi obtenus, une conclusion brutale. Il faudrait les interpréter au préalable. Il faudrait presque affecter chacun d'eux d'un coefficient différent. Comment, en effet, comparer le rendement, sur le champ de bataille, d'un militaire de métier comme le soldat allemand, qui fait douze ans de service, avec celui de notre appelé, qui ne reste même pas douze mois à la caserne ? Comment, en effet, comparer les forces immédiatement disponibles en France et en Italie ? Chez nous, elles ne comprennent qu'une

partie de notre armée régulière ; une fraction importante « garnisonne » en Afrique du Nord, stationne dans nos colonies lointaines. En Italie, les formations régulières sont doublées d'unités fascistes, au moins aussi rapidement mobilisables que les premières. Sous quelle rubrique mentionner celles-ci ? Faut-il les englober dans les effectifs du temps de paix des armées régulières ? Ce serait juste.

Il est impossible, dans ces conditions, d'évaluer ces divers éléments, impossible même de fixer par un nombre leur valeur respective. Tout ce qu'on peut faire, c'est de déterminer à peu près les possibilités d'action de chaque armée et de rechercher si elles sont supérieures ou inférieures à celles d'une autre. Il ne faut point, pour le moment, essayer de dépasser ce stade dans le classement des nations les unes par rapport aux autres.

Les effectifs du temps de paix : premier facteur du potentiel militaire

Le premier facteur qu'on envisage d'habitude, quand on tente d'évaluer le potentiel militaire de diverses puissances, est celui des effectifs du temps de paix de ces nations. C'est le procédé auquel ont principalement recours Allemands et Autrichiens. Ils arrivent ainsi aux deux graphiques essentiels (fig. 1 et 2) qui sont impressionnantes, surtout le second (effectifs, en temps de paix, de la France et de ses alliés comparés à ceux des anciens empires centraux), mais qui sont complètement faux pour les motifs ci-après :

1^o L'Allemagne oublie de mentionner, dans ses formations régulières, les 150.000 hommes

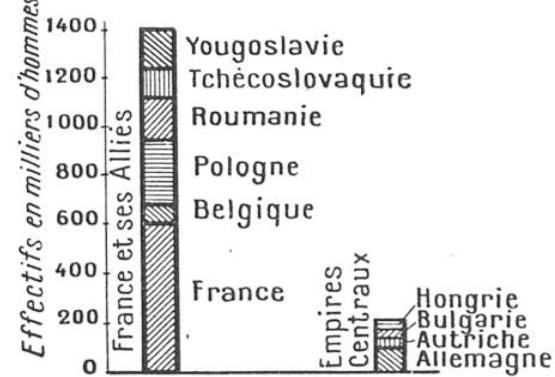


FIG. 2. — D'APRÈS LES ALLEMANDS ET LES AUTRICHIENS, VOICI LES EFFECTIFS ACTUELS DES ALLIÉS COMPARÉS A CEUX DES ANCIENS EMPIRES CENTRAUX

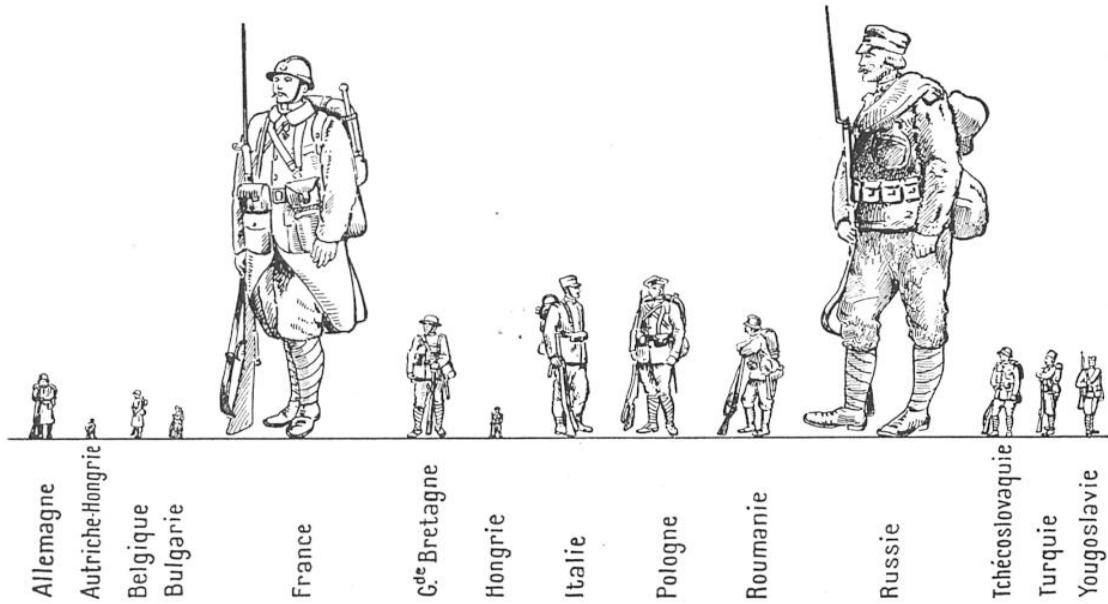


FIG. 3. — VUS PAR LES ALLEMANDS ET LES AUTRICHIENS, LES EFFECTIFS DU TEMPS DE PAIX DES DIVERSES NATIONS APPARAISSENT DANS LA PROPORTION CI-DESSUS

de sa Schupo (troupes de police), dont 35.000 sont encasernés et vivent en unités régulières, uniquement occupées de leur instruction militaire. Ces 150.000 hommes, distincts de la police des villes, qui, elle, est destinée à assurer la circulation ou à poursuivre et à réprimer les crimes, s'entraînent sans arrêt au maniement des armes, pratiquent des exercices avec la Reichswehr, manœuvrent avec elle ;

2^o Le Reich a également oublié toutes ses formations militaires illégales, qui, sous l'appellation de *Stahlhelm*, de *Nazis*, de *Grenzschutz*, s'occupent de former la jeunesse au métier des armes et perfectionnent sans arrêt son instruction militaire ;

3^o Par contre, ses publicistes comprennent, dans les effectifs français du temps de paix, les 130.000 hommes qui « garnisonnent » en Afrique du Nord, les 27.000 qui se trouvent en Indochine, les 14.000 du Levant ; ils englobent, dans ce total, les 37.000 hommes de la gendarmerie et de la garde républicaine, et, comme ils trouvent ce total encore insuffisant, pour qu'il impressionne davantage, ils le majorent généralement d'un dixième environ ;

4^o Dans l'armée polonaise, ils font entrer

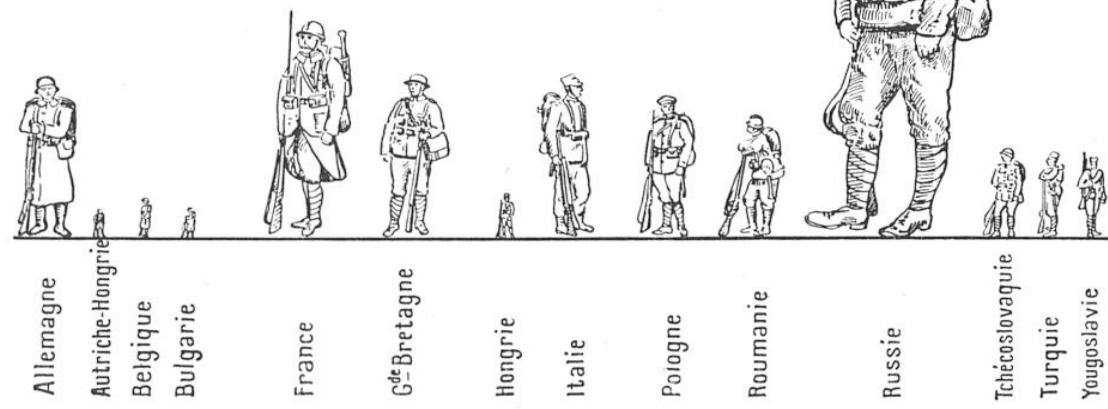


FIG. 4. — EN RÉALITÉ, VOICI COMMENT ON DOIT SE PRÉSENTER CES MÊMES EFFECTIFS

comme combattants les 6.059 gardes-frontières, qui ne sont pas instruits au point de vue militaire ; mais ils oublient de faire figurer les 13.000 douaniers, gardes forestiers, gardes-côtes allemands, sous prétexte que ces derniers ne peuvent pas être réunis pour assister à des exercices (alors qu'ils y participent souvent), de même que l'Allemagne prétend que sa Schupo ne doit pas compter dans ses effectifs militaires « parce qu'elle n'a aucune liaison avec les organes militaires, et ne reçoit pas d'instruction militaire » (1).

Si on reconstruit, sans parti pris, en conscience, les graphiques 1 et 2 (graphiques 5 et 6), en ne tenant point

compte des formations illégales, tant en Autriche et qu'en Hongrie, on arrive à des représentations figuratives déjà

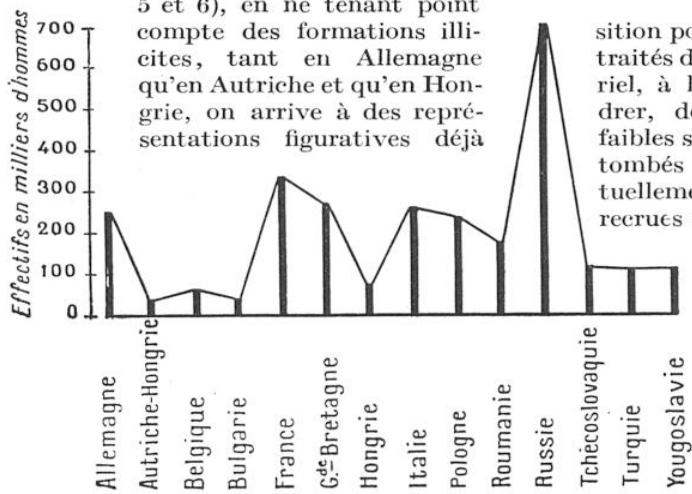


FIG. 5. — DE LA LECTURE DES BUDGETS DES NATIONS, VOICI COMMENT SE RÉPARTISSENT LES EFFECTIFS DU TEMPS DE PAIX, EN EUROPE

très différentes de celles qui précédent.

La disproportion des forces, entre les deux groupements de nations, est encore moins importante que ne le reconnaît le graphique 6, car, dans les effectifs de temps de paix des anciens empires centraux, il faudrait comprendre au moins les détachements d'assaut des Nazis, les formations analogues des Casques d'Acier et les Grenzschutz, et tous ceux qui, d'une manière générale, sont constamment sous les armes et s'entraînent comme de véritables soldats, soit au moins 100.000 hommes en Allemagne, 20.000 en Autriche, et autant en Hongrie. Le graphique 5 se transforme ainsi en un graphique 6 qui, lui, est assez voisin de la vérité.

Mais que représente cette notion des effectifs du temps de paix ? A la vérité, peu de chose, puisque les Etats qui furent nos ennemis pendant la guerre ont pris leur dispo-

(1) *Annuaire militaire de la Société de Nations de 1931*, page 2).

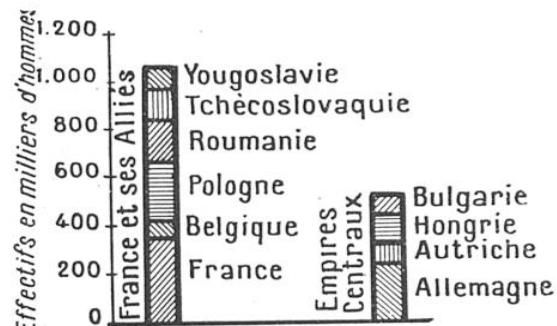


FIG. 6. — EFFECTIFS DES ALLIÉS ET DES EMPIRES CENTRAUX, D'APRÈS LEURS BUDGETS

sition pour instruire leur jeunesse, malgré les traités de paix. Ils auront tout le temps matériel, à la déclaration de guerre, de l'encauder, de la mobiliser. Nos effectifs, très faibles sur le territoire métropolitain (ils sont tombés de 530.000, en 1913, à 345.000, actuellement), composés en grande partie de recrues n'ayant encore reçu aucune instruction militaire, ne sont pas suffisamment forts, numériquement parlant, pour prendre l'offensive immédiatement et envahir le territoire ennemi. Nous devrons attendre que nos formations de réserve soient prêtes. Celles de l'ennemi le seront également au même moment.

Dans ces conditions, et sous la réserve que les Etats à effectifs limités aient pu se procurer à l'avance l'armement nécessaire pour leur jeunesse, sous la réserve que, patiemment, en usant de moyens détournés, ils aient pu lui inculquer les quelques notions militaires strictement indispensables, ce qui compte, ce sont les chiffres totaux des populations des diverses nations, leurs moyens de production, en tant qu'usines.

Le graphique 8 nous renseigne sur le chiffre de la population des

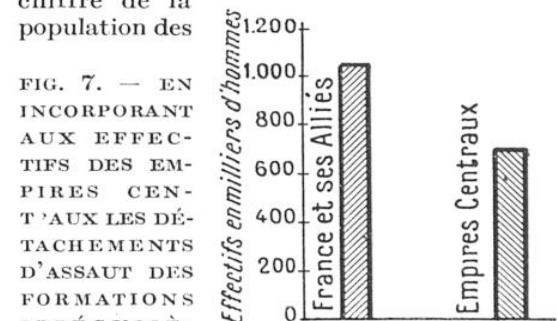


FIG. 7. — EN INCORPORANT AUX EFFECTIFS DES EMPIRES CENTRAUX LES DÉTACHEMENTS D'ASSAUT DES FORMATIONS IRREGULIÈRES, ON ARRIVE ENFIN A LA PRÉSENTATION CI-DESSUS, CONFORME A LA RÉALITÉ

divers Etats européens qui ont pris part au dernier conflit. Si nous groupons, d'une part, les populations de la France et de ses alliés, et, d'autre part, celles des anciens empires centraux, on s'aperçoit que l'équilibre des forces en présence se rapproche.

Tous ces graphiques, tant ceux des forces militaires du temps de paix que ceux de la population, font ressortir très nettement le

rôle très grand que pourraient jouer dans un conflit européen la Russie d'une part, l'Italie d'autre part.

Si cette dernière se joint aux anciens empires centraux, c'est l'égalité absolue entre les deux groupements

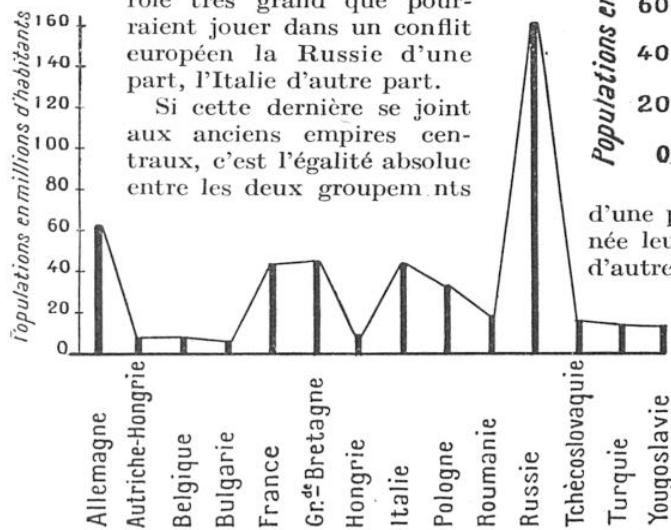


FIG. 8. — POPULATIONS DES DIVERS ÉTATS EUROPÉENS QUI ONT PRIS PART A LA GUERRE DE 1914-1918

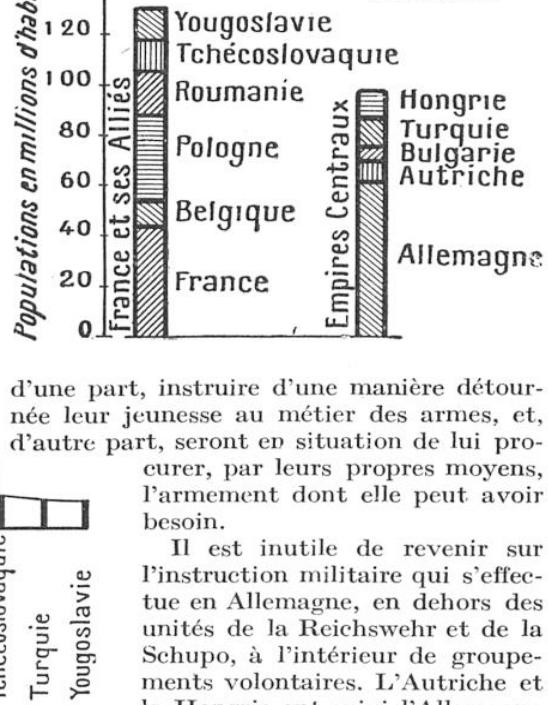
qui continuent à s'opposer. Au contraire, l'Italie agissant d'accord avec nous, c'est une supériorité très nette sur les anciens empires centraux.

La Russie, s'alliant à un des deux groupements, devrait faire pencher la balance en faveur de celui pour lequel elle aurait opté, mais, en plus de la valeur qu'on ne connaît point exactement, mais qui semble douteuse, de l'armée rouge actuelle, il faut tenir compte de son éloignement des théâtres d'opérations sur lesquels elle pourrait être amenée à agir.

D'autre part, il faudrait qu'elle continue à se ravitailler, en tant que munitions et armes, à ses bases distantes de milliers de kilomètres, car son matériel est nettement différent de celui des autres armées européennes. C'est là une grosse difficulté.

Cette égalité entre les deux groupements de forces que nous venons de considérer, ne pourra se réaliser, avons-nous dit, qu'autant que les anciens empires centraux qui, d'après les traités ayant mis fin à la dernière guerre, devraient avoir des armées à effectifs et à armements réduits, auront pu,

FIG. 9. — POPULATIONS DES ALLIÉS ET DES ANCIENS EMPIRES CENTRAUX



d'une part, instruire d'une manière détournée leur jeunesse au métier des armes, et, d'autre part, seront en situation de lui procurer, par leurs propres moyens, l'armement dont elle peut avoir besoin.

Il est inutile de revenir sur l'instruction militaire qui s'effectue en Allemagne, en dehors des unités de la Reichswehr et de la Schupo, à l'intérieur de groupements volontaires. L'Autriche et la Hongrie ont suivi l'Allemagne dans cette voie. Les *Heimwehre* autrichiens sont connus depuis le coup de force qu'ils ont tenté contre le gouvernement socialiste actuel, mais qu'ils n'ont pas osé pousser jusqu'à ses dernières limites, et que le gouverne-

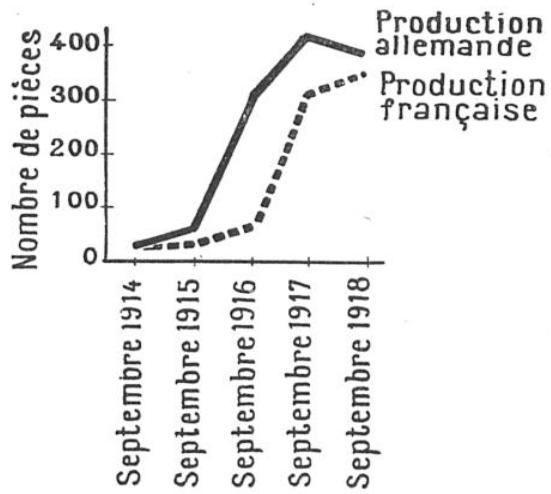


FIG. 10. — PRODUCTIONS MENSUELLES COMPARÉES EN ARTILLERIE LOURDE DE LA FRANCE ET DE L'ALLEMAGNE, PENDANT LA DERNIÈRE GUERRE DE 1914-1918

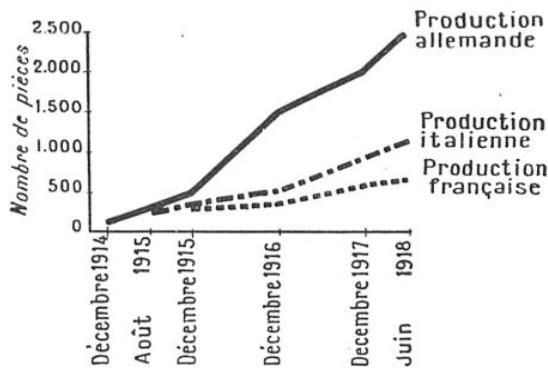


FIG. 11. — PRODUCTIONS MENSUELLES EN ARTILLERIE DE CAMPAGNE EN FRANCE, EN ALLEMAGNE ET EN ITALIE, DE 1914 A 1918

ment socialiste autrichien a réprimé doucement, sans conflit.

Avec de la bonne volonté, il est facile d'instruire des jeunes gens. Les armer est plus difficile. Comment y parvenir ? Quelles sont les possibilités de production en tant que matériel de guerre des divers grands pays européens ? C'est cette question que nous allons examiner.

La puissance d'armement des grandes nations

L'Allemagne est certainement capable, en quelques mois, de constituer un armement suffisant pour appeler toute sa population sous les armes. Ce qu'elle a fait pendant la guerre répond de ce qu'elle sera en situation de faire demain. Ainsi, si nous comparons ce qu'elle a produit, en tant que pièces d'artillerie lourde, à notre effort, malgré les difficultés de ravitaillement auxquelles elle se heurtait, nous arrivons aux chiffres suivants du graphique (fig. 10).

Pour son artillerie de campagne, sa production a été le triple de la nôtre. Nous l'avons résumée, par mois, dans le graphique (fig. 11).

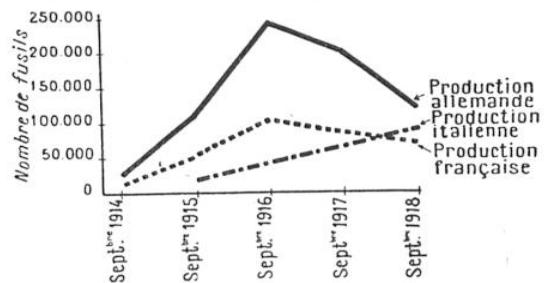


FIG. 12. — PRODUCTIONS MENSUELLES DE FUSILS EN FRANCE, EN ALLEMAGNE ET EN ITALIE, DE 1914 A 1918

Les fabrications de fusils et de mitrailleuses, dans les deux pays, fournissent des chiffres à peu près comparables (voir les graphiques, figures 12 et 13).

Les autres puissances européennes sont incapables d'un pareil effort industriel. Ainsi, la Russie des Soviets, par la mise en vigueur de son plan quinquennal, a établi de nouvelles usines, parfois admirablement aménagées. Mais celles-ci n'ont pas, à côté d'elles, des industries de transformation auxquelles elles pourraient livrer. Par suite, elles ne travaillent pas et s'abîment rapidement. L'U. R. S. S. serait donc incapable de sortir plus de matériel de guerre que ne le fit l'ancien empire tsariste. Or, qu'a pu fournir celui-ci à ses troupes ? Nous l'avons résumé dans le tableau de la page 286.

La Russie n'a pu, tant bien que mal, assurer à ses troupes l'armement nécessaire

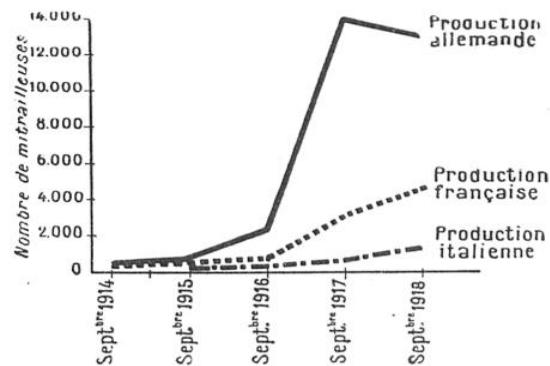


FIG. 13. — PRODUCTIONS MENSUELLES DE MITRAILLEUSES EN FRANCE, EN ALLEMAGNE ET EN ITALIE, DE 1914 A 1918

qu'en s'adressant à ses alliées, France et Angleterre, qui lui ont envoyé, pendant toute la période des hostilités, d'énormes cargaisons, tant comme matériel de guerre que comme munitions.

L'Italie s'est trouvée sensiblement dans la même situation. Sans doute, en 1914, son industrie se développait à peine ; depuis, elle a fait de grands progrès, mais ce qui l'a empêché de produire davantage, ce fut le manque de matières premières, surtout de combustibles, car elle a eu près d'une année de paix pour s'outiller convenablement en vue du conflit. Les mêmes faits peuvent se renouveler. Son industrie, ces dernières années, a été stimulée ; dans certaines branches, elle est même à la tête du mouvement. Elle dispose de grosses forces hydrauliques, d'électricité à bon marché, obtenue en tirant parti de ses nombreuses chutes

	Production mensuelle		Livraison par mois		
	en canons de campagne neufs	en fusils neufs	fusils	mitrailleuses	canons de campagne
Janvier 1915 . .	20	28.000	Juillet 1915. .	18.090	30
— 1916 . .	330	110.000	— 1916. .	40.000	500
— 1917 . .	358	200.000	— 1917. .	62.000	800
			— 1918. .	99.000	1.200
					1.350

CE QUE LA RUSSIE A PRODUIT EN ARTILLERIE ET FUSILS, PAR MOIS, PENDANT LA GUERRE

d'eau, mais elle manque toujours de matières premières. En cas de guerre, cela limiterait la puissance de production de ses usines. Pour la période de 1914-1918, elle a livré à ses armées le matériel mentionné dans le tableau de droite, ci-dessus.

Les richesses naturelles sont également un facteur du potentiel militaire

L'Italie, dans ses fabrications de guerre, a été fortement gênée par son manque de matières premières. C'est là une notion primordiale qu'il ne faut point perdre de vue.

Quelle est la situation des principaux Etats européens par rapport aux produits et matières premières intéressant la défense nationale ? Nous l'avons résumée dans le tableau ci-dessus, où les chiffres indiquent la production annuelle en millions de tonnes.

Ce tableau, où les vides sont nombreux, prouve la grande dépendance où se trouvent les puissances européennes par rapport aux pays gros producteurs de minerais, et l'importance de la liberté des communications par mer.

Ce que nous venons de faire pour les ma-

	Charbon	Minerai de fer	Minerai de cuivre	Minerai de plomb	Minerai de zinc
France	53.000	50.000			
Allemagne	170.000	6.500	1.000	167	
Autriche					
Hongrie					
Bulgarie					
Turquie					
Belgique	27.000				
Pologne	46.000				
Tchécoslovaquie	16.000	2.000			377
Yougoslavie					
Roumanie					
Angleterre	262.000				
Russie	38.000	7.500			
Italie					220

VOICI, EN MILLIONS DE TONNES, LES PRODUCTIONS ANNUELLES DES GRANDES NATIONS EUROPÉENNES

MALGRÉ LA CRISE ÉCONOMIQUE, PAR SES MÉTHODES ET SA TECHNIQUE, L'AMÉRIQUE EST A L'AVANT-GARDE DU PROGRÈS

Par Jean LABADIÉ

L'Institut de France vient d'élire l'un des hommes les plus représentatifs de l'économie politique, M. André Siegfried, qui, par son livre magistral sur les « Etats-Unis d'aujourd'hui », a attaché son nom à tout ce qui synthétise nos connaissances sur l'Amérique. L'an dernier, au retour d'un voyage d'études sur le nouveau continent, il concrétisait sa vision de la civilisation américaine actuelle en trois remarquables conférences devant l'Association « France-Amérique ». La même année, il exposait le même sujet devant les élèves de l'Ecole supérieure de Guerre, à Paris. M. Siegfried est, depuis lors, retourné aux Etats-Unis et, en présence de l'évolution des nouvelles tendances de l'économie américaine, nous lui avons demandé de nous faire connaître, pour les lecteurs de LA SCIENCE ET LA VIE, son sentiment à ce sujet. L'Amérique subit, en effet, au centre de notre civilisation moderne, la plus forte tempête économique qui ait secoué le monde civilisé. Aussi était-il intéressant de connaître toute la pensée de M. Siegfried, en présence des événements actuels, et de savoir si les méthodes et la technique américaines sont toujours à l'avant-garde du progrès contemporain. Sur ce point, en dépit de la cinématographie des événements présents et passagers, l'illustre maître maintient toujours sa conception : « Oui ! les Etats-Unis marchent — dans le domaine industriel — à la tête de l'évolution économique et technique. »

SUR de longs millénaires d'évolution, l'industrie humaine a connu successivement l'âge de la pierre, l'âge du bronze, l'âge du fer. Jusqu'à l'aurore des civilisations présentes, c'est donc la constitution matérielle de l'outil qui caractérisa le travail, dont le seul moteur était l'homme lui-même.

Au XIX^e siècle, on crut pouvoir recommencer la classification des « âges » par celui de la vapeur, avec, en perspective, l'âge de l'électricité, auquel de doux et savants rêveurs voyaient déjà succéder celui de l'énergie radioactive livrée à flots par la « désintégration de la matière ». L'énergie pour rien, tel était, enfin, « l'âge d'or » virgilien des nouveaux alchimistes. Déjà, la machine ne commençait-elle pas à soulager la peine des hommes dans des proportions inouïes ?

La crise actuelle nous oblige à déchanter.

Savamment hiérarchisées en des usines organisées par le génie de Taylor et de ses émules, avec le minimum de gestes humains et le maximum de rendement, les machines ont, en effet, accompli la tâche qu'on attendait d'elles. Elles ont inondé les marchés de leurs produits. Et l'on s'est aperçu qu'alors

se posait le problème de la consommation rationnelle — beaucoup plus difficile à résoudre que celui de la production intensive, parce que la consommation est le fait, essentiellement anarchique, de millions d'individus dispersés tandis que la production ne dépend, dans chaque compartiment, que des directives d'un état-major, parfois d'une seule tête. Un Henry Ford n'a-t-il pas, à lui seul, modifié les méthodes de production de l'automobile ?

De ce double point de vue (méthode de travail et conséquences économiques du travail), le drame de la civilisation se joue aux Etats-Unis beaucoup plus intensément que partout ailleurs. C'est ce que M. André Siegfried a si bien mis en lumière.

L'Amérique, qu'on le veuille ou non, tient aujourd'hui la tête de la civilisation, comme la tinrent autrefois l'Empire romain, puis la France de Louis XIV, et puis, jusqu'à la veille de la guerre, l'Angleterre de l'ère victorienne. Analyser la situation présente de l'Amérique avec M. Siegfried, c'est donc envisager scientifiquement l'avenir de la technique industrielle, qui est l'armature du monde moderne.

Les Etats-Unis bénéficient de conditions privilégiées

La nature a fait des Etats-Unis un immense chantier en puissance. Il n'y a, sur leur sol, qu'à se baisser pour ramasser la matière première.

Les frontières de ce pays n'englobent que 5,7 % de la surface du monde et ne contiennent que 6,1 % de sa population.

Etats-Unis est relativement clairsemée. La main-d'œuvre y est rare, autant par condition naturelle (pays neuf) que par tradition. L'immigration y est tenue en suspicion. Les règlements qui l'ont restreinte, une fois de plus, en 1921, consacraient par là même l'impérialisme des machines remplaçantes des hommes.

D'ailleurs, ce protectionnisme administratif se trouve secondé par un rempart

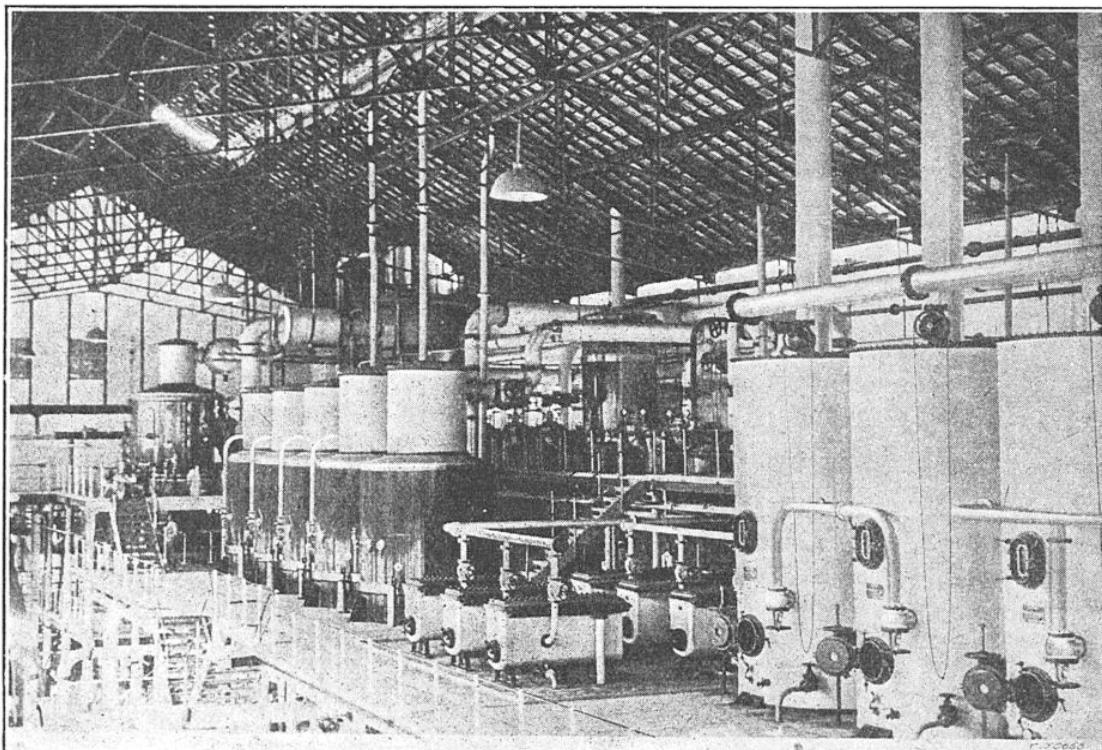


FIG. 1. — VUE INTÉRIEURE D'UNE SUCRERIE, AVEC LES APPAREILS DE CARBONATATION, D'ÉVAPORATION ET DE CUISSON (1)

Cependant, les Etats-Unis disposent, sur le marché universel, de 68 % du pétrole, 36 % du charbon, 49 % du cuivre, 44 % de la fonte, 47 % de l'acier. Les seules chutes du Niagara représentent 8 millions de chevaux — autant que nos Alpes et nos Pyrénées réunies.

Pour exploiter cette richesse naturelle, la vieille machinerie européenne eût été insuffisante, même si elle avait pu être desservie par une main-d'œuvre assez nombreuse. Or, nous l'avons déjà noté, la population des

naturel, auquel on ne fait pas assez attention : *la distance*. Comment l'importation européenne, déjà essoufflée quand elle aborde New York, pourrait-elle franchir les monts Alleghany et pénétrer seulement dans le Middle-West, sans même parler de San Francisco et de la côte occidentale défendue par l'immense Pacifique?

Les conséquences logiques de ces conditions de travail ressortent avec une extrême évidence : les Etats-Unis peuvent gaspiller les matières premières et les produits, mais liers qui leur sont proposés. C'est pourquoi M. André Siegfried nous a montré l'intérêt d'illustrer son étude par des photographies d'une industrie qui fait, en quelque sorte, exception à la tendance générale des méthodes américaines.

(1) N. D. L. R. — Les machines destinées aux sucreries ne peuvent être standardisées par suite des méthodes de travail spéciales à chaque sucrier et des types d'appareils sans cesse perfectionnés par les constructeurs, pour résoudre les problèmes particu-

doivent économiser l'effort humain, contrairement à ce qu'en fait l'Europe, qui lésine sur la consommation, tout en avilissant la main-d'œuvre. Nous exploitons des mines que les prospecteurs américains dédaignent à cause de leur pauvreté, quand ils les rencontrent chez eux.

Les « hauts salaires », qui ont fait de l'ouvrier américain un aristocrate du prolétariat (à supposer que ce mot ait encore un

ramment, aujourd'hui, « rationalisation ».

Le nombre d'heures de travail humain par unité produite doit être réduit au minimum.

Le travail à la main doit disparaître et la machine-outil se spécialiser en conséquence jusqu'à suffire à toutes les tâches, si complexes qu'elles soient.

Les forces motrices flexibles, abondantes et mobiles (un wagon de pétrole de 20 tonnes, colossal accumulateur d'énergie, transporte

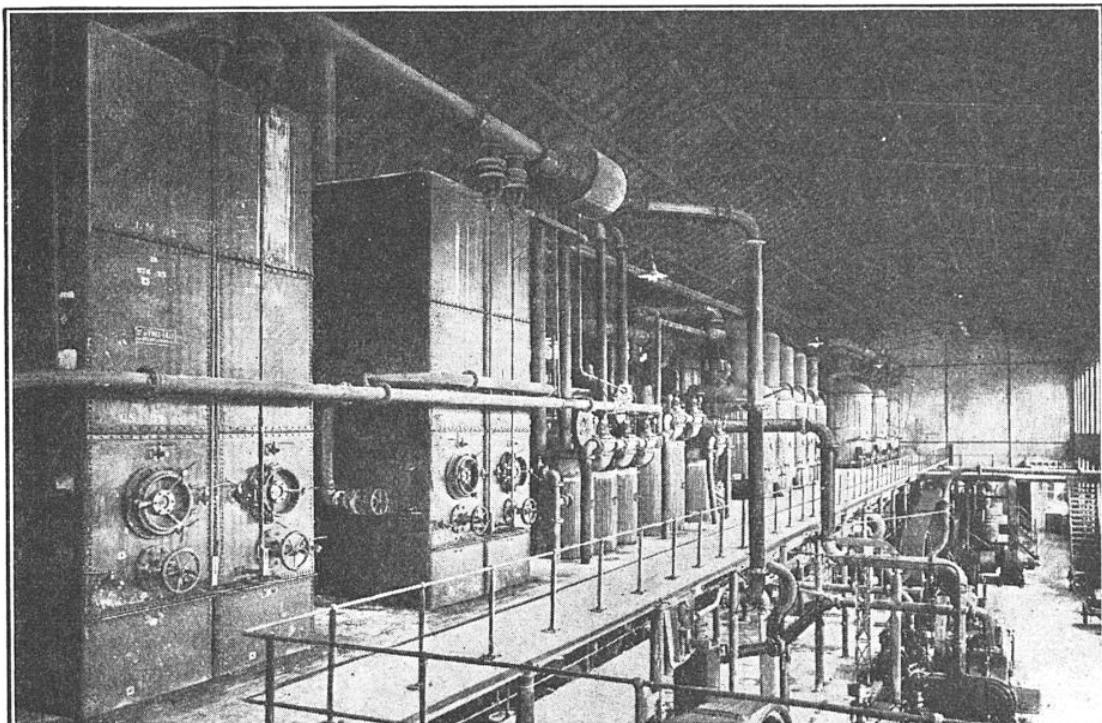


FIG. 2. — UNE SUCRERIE, DE MÊME CAPACITÉ DE PRODUCTION QUE CELLE REPRÉSENTÉE A LA FIGURE 1, UTILISE, POUR LES MÊMES OPÉRATIONS, UN OUTILLAGE TOUT DIFFÉRENT

sens outre-Atlantique), qui lui permettent d'aller à son travail en auto particulière et de borner sa tâche à la surveillance de machines ultra-perfectionnées, résultent par conséquent de conditions spéciales au territoire des Etats-Unis et non d'une prétendue « politique » de la production.

En fait, la nature semble avoir créé aux Etats-Unis, par plaisir, le type du travailleur ultra-civilisé, type normal de l'avenir.

Principes de la rationalisation américaine

Le problème posé par la nature à l'activité du peuple américain l'a donc conduit, le plus logiquement du monde, à établir les principes mêmes de ce qu'on appelle cou-

240 millions de calories), sont les aliments essentiels de l'industrie.

Le facteur temps doit enfin intervenir pour que cette énergie soit utilisée avec le maximum de rendement. D'où la « taylorisation » de leur emploi. L'ouvrier doit économiser ses gestes, tandis que la machine accélère les siens.

Mais la machine puissante, aussi coûteuse que la main-d'œuvre, ne paie que si elle fabrique de grandes quantités en série, c'est-à-dire sous un nombre réduit de modèles. Cette production massive entraîne à son tour la « normalisation » des produits, c'est-à-dire une première discipline de la consommation.

Tels sont les principes. Comment sont-ils appliqués aux Etats-Unis ?

RÉSULTATS D'ENSEMBLE				INDUSTRIE AUTOMOBILE		ACIÉRIES ET LAMINERIES	
	1899	1919	1927		1919	1927	
Force motrice.	100	294	390	Force motrice.....	100	485	Force motrice.....
Production ...	100	214	281	Production	100	988	Production
Nombre d'ouvriers.....	100	191	177	Heures de travail humain.....	100	319	Heures de travail humain.....
				Production horaire de ce travail.....	100	310	Production horaire de ce travail.....
							1919
							1927

LA PROGRESSION PRODIGIEUSE DE L'INDUSTRIE AMÉRICAINE

La plus grande zone libre-échangeiste du monde

Pour entreprendre avec confiance la production massive, il faut être assuré de son écoulement.

Cent vingt millions d'habitants peuplent le territoire des Etats-Unis. C'est le marché d'un seul tenant ou, si vous préférez, la plus grande zone libre-échangeiste qu'on ait jamais vue dans le monde. De plus, en raison des hauts salaires attribués à chacun de ces individus — dont aucun, pour ainsi dire, n'est oisif, — le pouvoir d'achat d'un tel marché est colossal.

Les usines, concentrées pour chaque genre de production au meilleur emplacement du territoire (à peu près toutes les automobiles sortent de Détroit et tous les pneumatiques de Akron), prennent alors le volume optimum pour le meilleur rendement et distribuent leurs produits avec la plus grande rapidité.

« Dans ces conditions, remarque M. Siegfried, les affaires deviennent une méthode et ne sont plus une aventure. » On peut envisager la création d'une « science » des affaires, en remplacement du vieux système anarchique consistant à laisser chacun se débrouiller comme il peut.

Et cette science des affaires est née précisément en Amérique : il n'est pas un bureau

de commerce américain important où l'on ne travaille sur des statistiques précises — l'économiste Fischer a fait une fortune supérieure à celle de feu Bottin par la publication de ses indices économiques. L'économie politique n'y est plus dès lors, comme chez nous, une simple matière à dissertations politiques. La méthode dans les affaires américaines devient le pendant logique de l'organisation rationnelle des fabriques.

Les résultats d'une telle organisation d'ensemble (tant à la production qu'à la consommation) ressortent merveilleusement du tableau ci-joint, qui montre à quel niveau s'est élevé le *standard of life* de la vie américaine. Le lecteur fera de lui-même les rapprochements qui s'imposent avec le niveau de vie des pays européens.

Les dangers du système américain

— Mais, alors, pourquoi la crise présente ? dira le lecteur réfléchi...

— Simple crise de croissance pouvons-nous répondre, sans trahir la pensée de M. Siegfried.

Le système américain — dont nous venons de montrer les grandes lignes en un raccourci schématique — est, aujourd'hui, animé de sa vie propre en raison même de son état de perfection et de la profondeur de ses racines. Il a, par conséquent, atteint à une sorte d'*automatisme* comparable à celui qui régit

AUTOMOBILES : 8 millions d'unités.	Alors que le monde entier n'en consomme que 6.295.000.	ACIER : 66 millions de tonnes.	Production qui a dû être réduite à 40 millions.
CHAUSSURES : 900 millions d'unités.	Alors que les Etats-Unis n'en consomment que 600 millions.	PÉTROLE : 5.950.000 barils (capacité de production).	Pour 4 millions de besoins américains.
MINES DE CHARBON : 750 millions de tonnes de capacité.	Alors que les Etats-Unis n'en demandent que 500 millions.	LAINE : la production de 1927 évaluée à 1.750 millions de dollars.	A dû être ramenée, en 1929, à 656 millions seulement.

QUELQUES EXEMPLES DE LA PRODUCTION AMÉRICAINE EN 1929

les fonctions commandées, dans le corps humain, par la moelle épinière, le grand sympathique ou le plexus solaire. Nous prévoyons, dès maintenant, qu'à ce grand corps nouveau-né de la civilisation moderne il manque un cerveau — c'est-à-dire une maîtrise réfléchie de sa propre activité.

Cet automatisme comporte des dangers, que les romanciers moralistes n'ont pas manqué de mettre en relief, quitte à simplifier les choses en préconisant le retour en arrière. La fable de « l'apprenti sorcier » a été cent fois rappelée : le mécanisme de la production massive étant déclenché, il devient aussi impossible d'en endiguer le flot que d'arrêter le fameux seuil magique charriant l'eau de la rivière à la maison. L'inondation et la noyade sont à la fin de tout cela, *si la consommation ne croît pas à mesure*.

Or, la faculté de consommation d'un peuple en confort moderne, en automobiles, en vêtements, en chaussures, en baignoires, en phonographes, en stylos, en téléphones, en boîtes de conserve, en parfums et en *ice-cream*, est fatalement limitée, alors que la production usinière ne l'est pas.

La crise de saturation est donc fatale.

Il faudrait, pour y remédier, que les Etats-Unis s'installent fournisseurs du monde entier. En effet, ils fabriquent, en quatre jours, tout ce qu'ils peuvent consommer,

SALAIRE PAYÉ		COUT DE LA VIE		SALAIRE RÉEL	
EN 1913	EN 1928	EN 1913	EN 1928	EN 1913	EN 1928
100	260,6	100	139	100	153

LES HAUTS SALAIRES AMÉRICAINS ET LES PRIX CORRESPONDANTS DE LA VIE AUX ÉTATS-UNIS

pour l'instant, dans la semaine. En vertu de quoi, le jeudi, le vendredi et le samedi doivent être ou chômés ou consacrés à l'exportation.

Mais, à l'éco-

le américaine, le reste du monde — d'ailleurs protégé à son tour par la distance qui est la chose la plus réciproque du monde — a appris à se défendre. Ne possède-t-il pas, d'ailleurs, un excès de main-d'œuvre, cette « chair à canon » de l'industrie ?

— C'est le moment pathétique du drame dont l'essor industriel fut le prologue, nous dit M. André Siegfried.

De cette crise, un premier progrès commence toutefois par surgir : la lutte contre la mévente oblige à organiser la vente le plus rationnellement possible. La loi de concurrence remplit alors sa fonction épuratrice. Les professions se reclassent.

Le chômage entraîne l'organisation du loisir. M. Henry Ford est le premier à préconiser cinq jours de travail par semaine afin d'utiliser les deux autres à user ses voitures. Que les fabricants de tous les produits arrivent à penser de même et voilà conjurée toute crise. Le travail devient la chose accessoire de la vie, pour tout un peuple.

En attendant, l'effort psychologique du commerçant, aussi splendide en son genre que l'effort technique proprement dit, aboutit à transcender le fameux automatisme, honni des moralistes, qu'avait installé l'industrie.

Le Français moyen consacre sur son budget :	L'Américain moyen consacre sur son budget :
60 % à la nourriture.	35 % à la nourriture.
32 % à l'entretien de sa maison et de son habillement.	45 % à l'entretien de sa maison et de son habillement.
8 % à ses plaisirs.	20 % à ses plaisirs.
En 1928, sur 27.000.000 de foyers américains , on trouvait :	
18.000.000 de baignoires.	4.900.000 ventilateurs électriques.
15.000.000 de fers à repasser.	4.540.000 grille-pain électriques.
6.828.000 d'aspirateurs.	2.600.000 radiateurs électriques.
5.000.000 de machines à laver.	750.000 réfrigérateurs électriques.
Sur cent maisons urbaines américaines :	
83,9 ont des cuisines.	L'Amérique disposait, en 1928, de :
82,2 — lavabos.	14.630.000 automobiles.
68,3 — baignoires.	18.522.767 téléphones (15 % de personnes au lieu de 1,6 % en Europe).
71,3 — bains-de-pieds.	7.500.000 appareils de radio.
28,3 — buanderies.	

UN TABLEAU SUGGESTIF DU BIEN-ÊTRE AMÉRICAIN

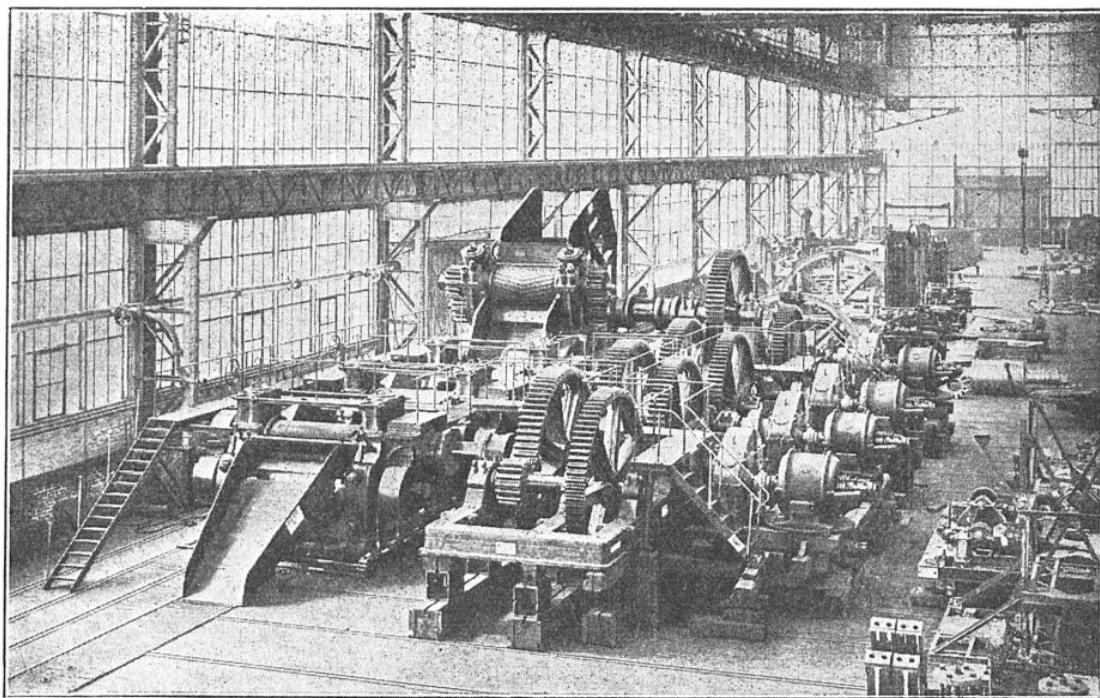


FIG. 3. — MOULIN PERMETTANT DE BROyer 1.200 TONNES DE CANNES A SUCRE PAR JOUR ET ACTIONNÉ PAR LES MOTEURS ÉLECTRIQUES VISIBLES A DROITE DE LA PHOTOGRAPHIE

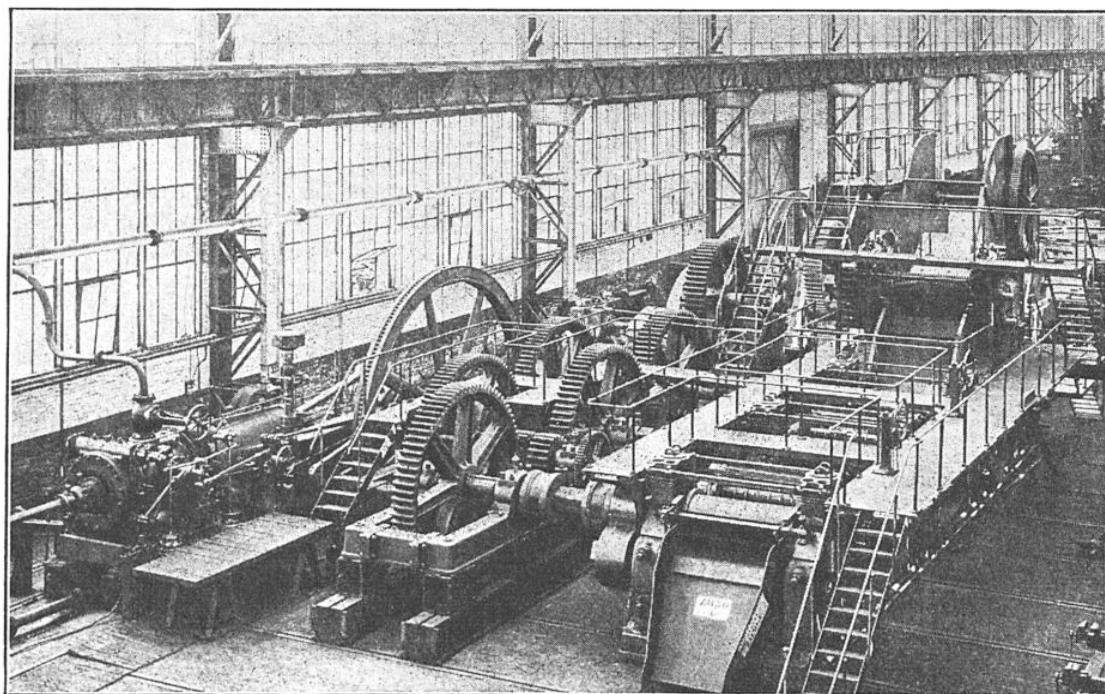


FIG. 4. — CET AUTRE MOULIN, CAPABLE DE BROyer SEULEMENT 600 TONNES DE CANNES A SUCRE PAR JOUR, EST ACTIONNÉ PAR LA MACHINE A VAPEUR VISIBLE A GAUCHE

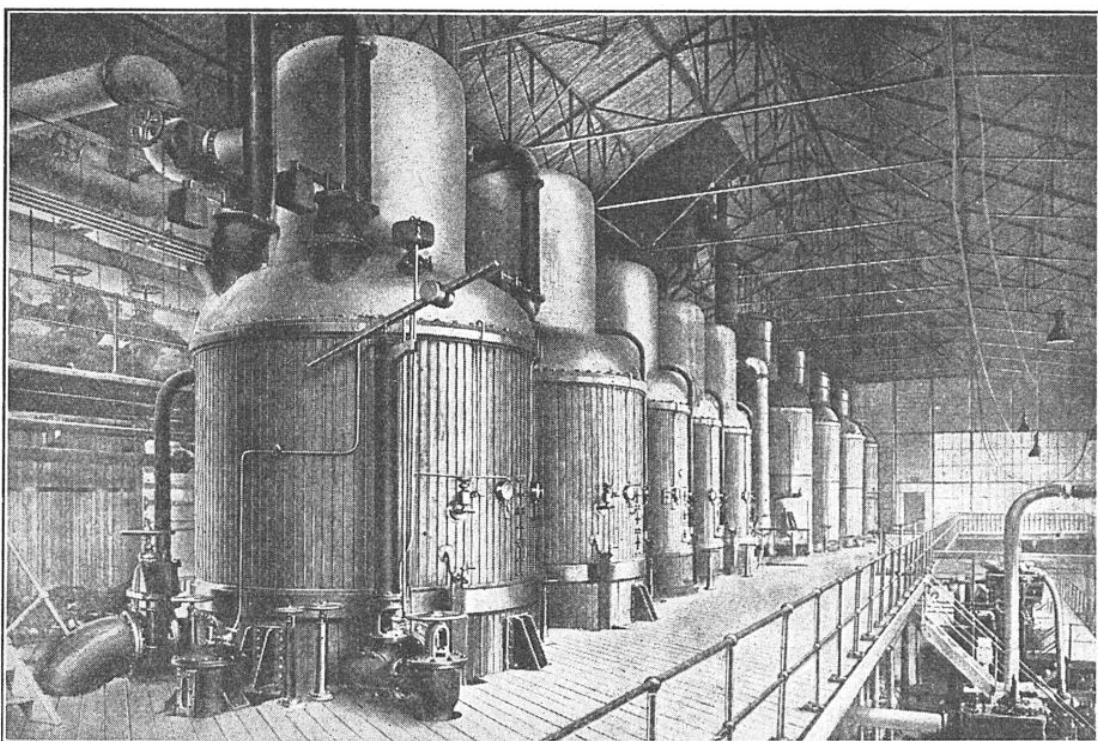


FIG. 5. — APPAREIL A CINQ « CAISSES » POUR L'ÉVAPORATION DES JUS SUCRÉS

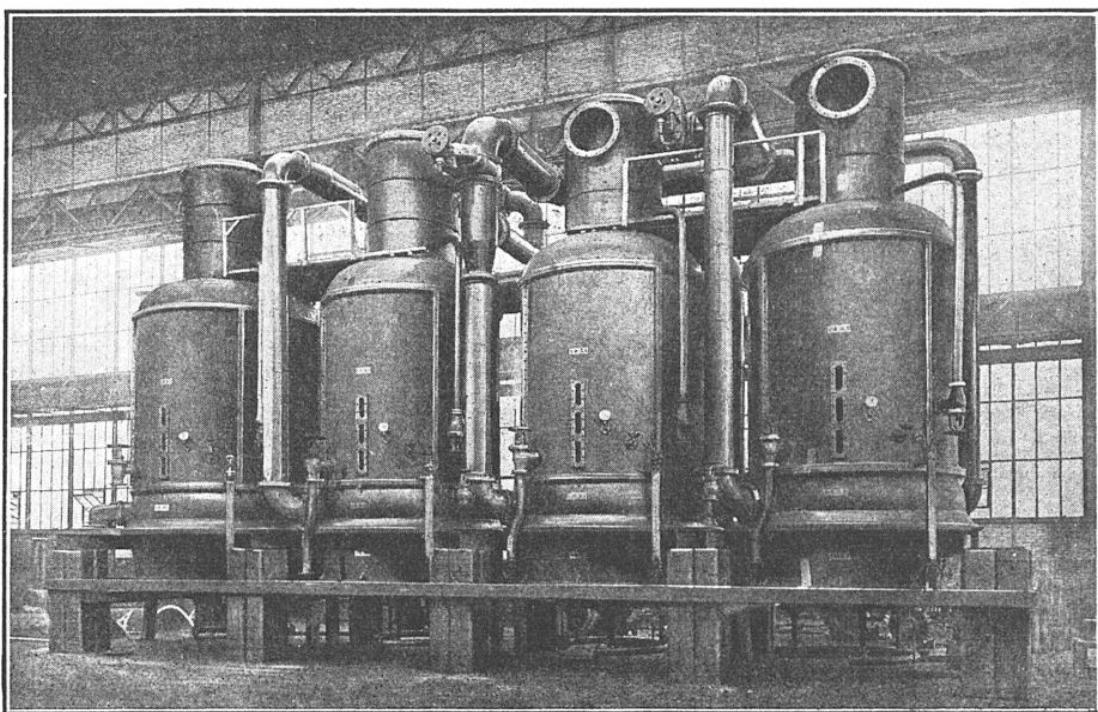


FIG. 6. — AUTRE OUTILLAGE A QUATRE « CAISSES » POUR L'ÉVAPORATION DES JUS SUCRÉS

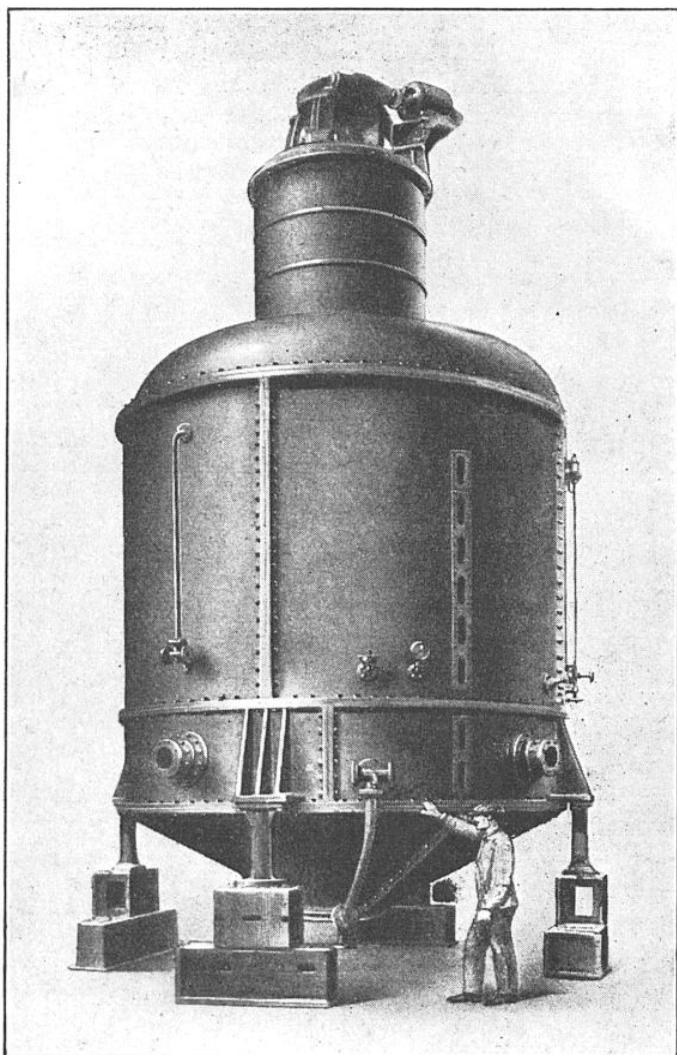


FIG. 7. — CHAUDIÈRE POUR CUIRE LE JUS SUCRÉ, CHAUFFÉE PAR UN FAISCEAU TUBULAIRE PARCOURU PAR DE LA VAPEUR A BASSE PRESSION

La bataille de la publicité

Et l'on assiste, de ce fait, à de curieuses batailles sur un terrain où l'esprit de routine, le soi-disant abrutissement taylorisé n'ont vraiment plus la moindre place : *celui de la publicité*.

L'Amérique dépense annuellement 37 milliards et demi de nos francs en publicité — les deux tiers du budget de la France !

Les journaux quotidiens vivant de cette manne tirent à 36 millions d'exemplaires. Les hebdomadaires, à 25 millions.

L'automobile participe à ce budget de

publicité pour 27 % (soit 10 milliards de francs) ; les produits pharmaceutiques et de toilette pour 18 % (soit 6 milliards et demi) ; les conserves et l'épicerie pour 13 % (4 milliards et demi) ; les cigarettes consacrent 3 milliards 700 millions à vanter la douceur de dépenser son argent en fumée ; on ne voyage pas en Amérique sans avoir préalablement consulté pour 2 milliards et demi d'affiches et de prospectus de toutes sortes.

Mieux encore, la concurrence publicitaire ne se fait pas seulement, aux Etats-Unis, entre marques différentes d'un même produit. Les industries du fer s'organisent pour faire connaître au public, en un ensemble touchant, la supériorité de leurs charpentes sur les constructions en ciment ; le pétrole proclame, en bloc, à tous les coins de rue, que le charbon n'existe pas. Mais celui-ci proteste, bien entendu. Les industriels de la soie artificielle se groupent pour afficher leur mépris de la soie naturelle, quittes à mettre en charpie, après ça, devant le public, leurs travaux réciproques de bonneterie.

Les fabricants de glace luttent, dans un anonymat farouche, contre les fabricants de réfrigérants électriques, et la cigarette (déjà nommée) fait une guerre sans merci au chewing-gum. Les villes, enfin, luttent contre les villes, pour avoir les touristes.

— Désordre et scandale ! crie l'Européen attardé.

— En apparence, peut-être, mais c'est par de tels désordres que les sociétés montent d'un degré dans le bien-être, condition première de tous les autres progrès.

Devons-nous imiter l'Amérique ?

Ayant ainsi présenté la tragédie que l'Amérique donne en spectacle — et en exemple — à l'ancien monde, M. André Siegfried ne préjuge pas de l'issue du conflit ni, surtout, de sa durée.

Revenant à l'Europe, variée à l'infini, divisée en trop de pays et trop de civilisations, avec ses populations trop denses toujours prêtes à se disputer les territoires comme les

individus, à « partager » plutôt qu'à « produire », M. Siegfried montre que la vieille péninsule atlantique se trouve fortement handicapée sur le terrain industriel, au regard du nouveau continent.

Par contre, en raison même de son passé, de ses traditions remontant à la Grèce et à la Rome antiques, l'Europe garde un charme irremplaçable : son esprit ne doit pas périr. Mais, même du point de vue technique, ses méthodes peuvent efficacement corriger celles de l'Amérique. Autant, par exemple, celle-ci est inexpugnable dans le domaine de l'automobile, autant la France et l'Angleterre demeurent supérieures pour les tissus de laine (Manchester) ou les soieries (Lyon).

Tels sont les termes du « drame le plus émouvant qu'ait jamais vécu l'humanité ». Nous y assistons. Sachons le comprendre.

A ceux qui, s'appuyant sur les conditions naturelles exceptionnelles d'où l'essor américain a surgi et qui contesteraient les mêmes possibilités à la vieille Europe, je me permettrai de faire observer ceci : la première des conditions de l'essor des Etats-Unis est, sans conteste, la profusion de l'énergie naturelle offerte à la consommation des machines américaines.

Supposez que, par une technique inéluctable, la « mobilité » dont jouit *seul* aujourd'hui le pétrole, soit conférée, un jour prochain, à l'électricité par l'invention d'un accumulateur pratique. Aussitôt l'énergie naturelle [vents (1), marées (2), toutes les chutes d'eau, énergie thermique des mers recueillie par le système Claude-Boucherot (3)] déferlera sur l'Europe et même sur l'Asie, tout comme le pétrole submerge présentement l'Amérique. Et l'industrialisation qui s'ensuivra obligera les vieux continents à

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 146, page 112.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 161, page 355.

(3) Voir *La Science et la Vie*, n° 161, page 420

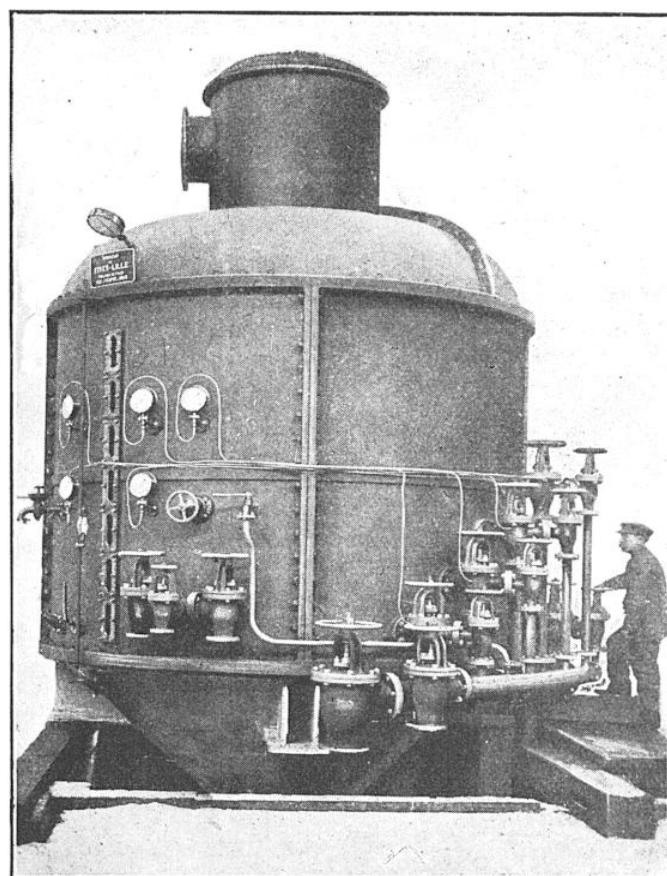


FIG. 8. — AUTRE TYPE DE CHAUDIÈRE POUR LA CUISSON DU JUS SUCRÉ, CHAUFFÉE PAR DES SERPENTINS CIRCULAIRES POUR VAPEUR A HAUTE PRESSION

s'engager à leur tour, bon gré mal gré, dans la surproduction tant redoutée.

Espérons qu'à ce moment l'Amérique aura appris à orienter sa propre activité vers une production moins anarchique et des buts sociaux mieux définis, avec le maximum de loisirs pour le travail de l'esprit.

Dans ces conditions, sa crise présente, et plus généralement la crise universelle, constituerait (soyons optimistes) une sorte de classe préparatoire à l'école du bonheur — d'un bonheur à venir qui trouvera, naturellement, de nouveaux prétextes à demeurer essentiellement relatif.

JEAN LABADIÉ.

QU'EST-CE QUE LA GÉOPHYSIQUE ?

Par Charles MAURAIN

MEMBRE DE L'INSTITUT, DOYEN DE LA FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS,
DIRECTEUR DE L'INSTITUT DE PHYSIQUE DU GLOBE

La prospection des gisements miniers, tant en France que dans ses colonies, a mis en lumière l'intérêt de la recherche scientifique en vue de déterminer la constitution géologique du globe. Ce n'est là, cependant, qu'un chapitre de la géophysique, dont le but est d'accroître nos connaissances dans le domaine terrestre, aussi bien vers la stratosphère que vers le centre de la terre. C'est ainsi que des travaux récents ont démontré que la température, au lieu de décroître constamment au fur et à mesure qu'on s'élève, passe par un minimum (environ — 60°) pour remonter ensuite et atteindre 100° dans la très haute atmosphère. De même, l'étude des propriétés électriques des hautes couches de l'air présente une grande importance pour le développement de la T. S. F. Quant à l'intérieur du globe terrestre, sa constitution nous est surtout révélée par la propagation des ondes séismiques, par la répartition de la force de la pesanteur, du magnétisme terrestre et de la conductibilité électrique du sol. Notre éminent collaborateur, M. Ch. Maurain, a bien voulu exposer ici pour nos lecteurs l'état actuel de nos connaissances en géophysique et l'intérêt de développer une science qui, issue du laboratoire, peut donner lieu à de fécondes applications pratiques.

L'ATTENTION a été appelée dans ces derniers temps sur la géophysique, par les applications qui en ont été faites à l'étude du sous-sol et, en particulier, à la prospection. La recherche des gîtes miniers dans la métropole et les colonies est un problème très important. La découverte de pétrole, de charbon ou de minéraux, en différents points, transformeraient les conditions économiques et allégerait le tribut payé à l'étranger pour s'y procurer les produits qui manquent sur notre territoire ou qui s'y trouvent en quantités insuffisantes. Or, les méthodes géophysiques apportent à la géologie, dans cette recherche, une aide déjà précieuse. Exprimons l'espoir que, d'une part, l'application de ces méthodes aura des conséquences heureuses pour notre pays, et que, d'autre part, leur intérêt pratique incitera les pouvoirs publics à favoriser l'étude de la géophysique, qui n'a pas encore, chez nous, une place comparable à celle qu'elle a en plusieurs pays étrangers.

Je dirai plus loin quelques mots des méthodes géophysiques applicables à la prospection, mais je voudrais d'abord montrer, par quelques exemples, l'intérêt des études de physique du globe.

Qu'est-ce que la géophysique ?

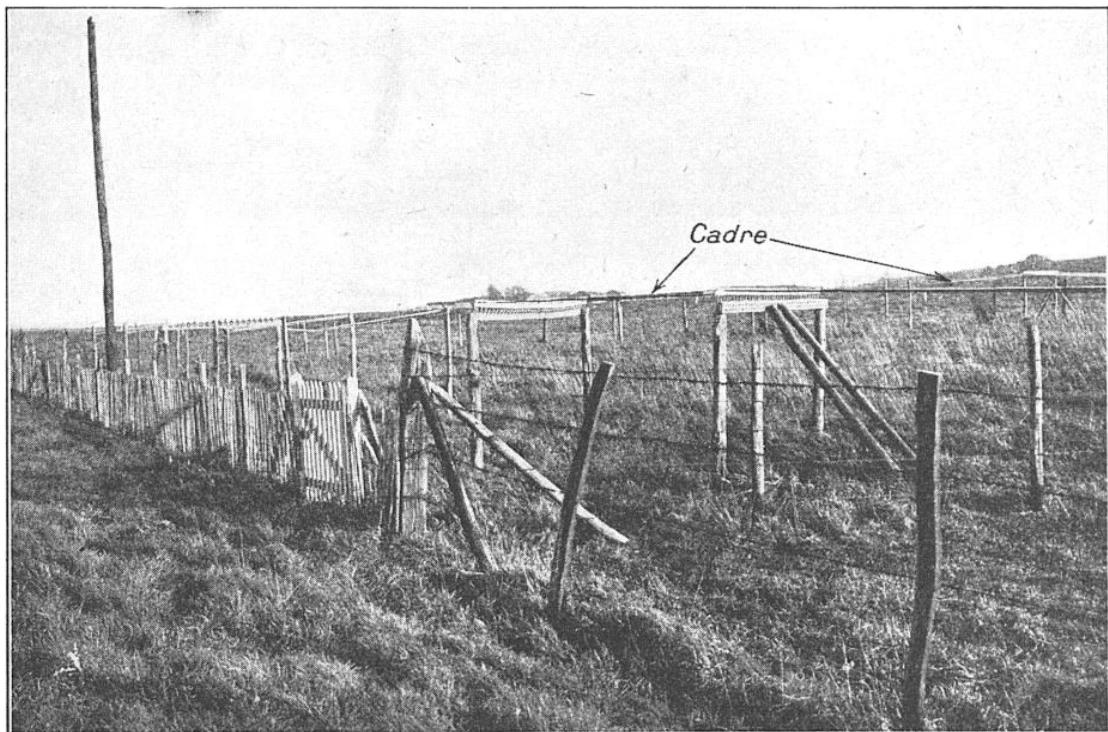
La connaissance générale de l'Univers a fait, aux époques récentes, des progrès extraordinaires. Il y a seulement quelques siècles, l'humanité, bien qu'elle vécût déjà

depuis un temps un grand nombre de fois plus long, faisait encore de la Terre le centre du monde. Maintenant, la Terre est située comme une minuscule partie du système solaire, lequel n'est, lui-même, qu'un point dans l'immense Univers ; chaque jour, nous apprenons à mieux connaître des astres séparés de nous par des distances tellement énormes qu'on ne peut les chiffrer que par le temps — en nombreuses années — que la lumière rapide met à venir d'eux jusqu'à nous. On pourrait penser, devant de pareils progrès, que la connaissance de la Terre elle-même est un petit chapitre facile à parcourir. Or, il n'en est rien. L'étude de la Terre, qui nous intéresse au premier chef, est très difficile. L'état de l'intérieur du globe terrestre est presque inconnu, et les quelques renseignements qu'on possède à ce sujet ne permettent pas de s'en faire une idée quelque peu précise. L'état de l'atmosphère, à une hauteur de quelques dizaines de kilomètres, est aussi très mal connu ; on ne sait même pas quelle est sa température ; il y a seulement dix ans, on pensait qu'un froid intense y régnait, alors qu'on a maintenant de fortes raisons de croire que la température s'y relève jusqu'à devenir de l'ordre de celle de l'eau bouillante au voisinage du sol.

Le problème le plus général de la géophysique consiste à accroître nos connaissances sur le domaine terrestre, vers le bas et vers le haut : on possède, comme base, les résultats de mesures directes qu'on peut faire

à la surface ; on ajoute naturellement à ces mesures, autant qu'on le peut, des mesures faites en dehors de la surface et pénétrant le plus possible dans les espaces qu'on veut étudier, vers le bas ou vers le haut ; mais on est vite arrêté, surtout vers le bas, et il faut, pour savoir ce qui existe et ce qui se passe plus loin de la surface, établir des méthodes de recherche indirectes. L'effort des géo-

puisque les deux aéronautes ont pu travailler jusqu'à environ 16.000 mètres, alors que le record de la hauteur était d'environ 10.500 en ballon monté, et 13.200 en avion. L'intérêt de telles ascensions est double. D'une part, on peut ainsi étudier les divers éléments caractéristiques de l'atmosphère : température, composition, conductibilité électrique, ionisation, etc. D'autre part, n'ayant



A L'OBSERVATOIRE DU VAL-JOYEUX, PRÈS DE PARIS, UN GRAND CADRE HORIZONTAL DE 80.000 MÈTRES CARRÉS PERMET DE MESURER ET D'ÉTUDIER LES VARIATIONS DE LA COMPOSANTE VERTICALE DU CHAMP MAGNÉTIQUE TERRESTRE

Les fils conducteurs sont tendus entre les colonnes d'isolateurs portés par des poteaux.

physiciens se partage entre le développement de ces méthodes indirectes et l'extension des mesures directes, et il rencontre, dans ces deux voies, des problèmes d'un grand intérêt. J'en rappellerai seulement quelques exemples les plus caractéristiques.

L'étude de la stratosphère : le rayonnement cosmique et la température

L'admirable entreprise récente de Piccard (1) avait pour objet de porter plus loin vers le haut les mesures effectuées directement par l'homme. Elle a parfaitement réussi,

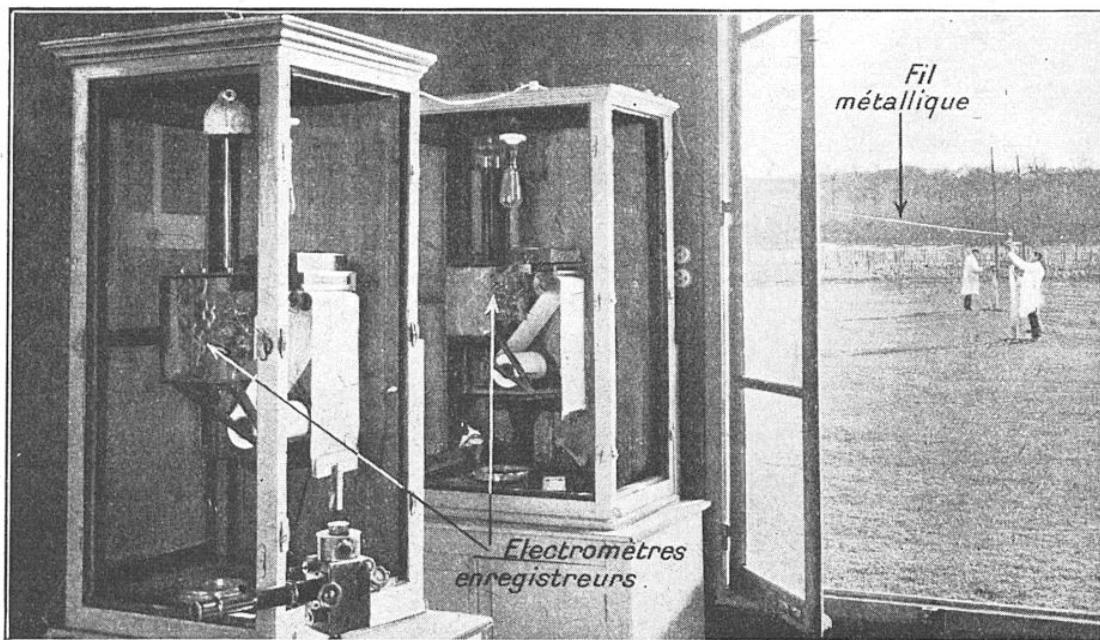
(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 170, page 89.

plus alors au-dessus de soi qu'une petite partie de l'atmosphère (un dixième seulement de la masse atmosphérique dans le cas de l'ascension de Piccard), on peut étudier avec plus de précision qu'au sol les phénomènes produits par des actions ayant leur origine dans les espaces extérieurs à la Terre et subissant une absorption dans l'atmosphère terrestre. C'est, en particulier, comme on sait, pour étudier le rayonnement cosmique auquel est due, en partie, l'ionisation atmosphérique, que Piccard a décidé son entreprise.

Dans l'étude de la haute atmosphère, un problème très intéressant est celui que je citais tout à l'heure : la recherche de la tem-

pérature. La température moyenne décroît d'abord à mesure qu'on s'élève. C'est tout ce qu'on savait il y a trente ans. A ce moment, Teisserenc de Lort a montré, par des mesures faites à l'aide d'appareils enregistreurs emportés par de petits ballons, qu'au-dessus de 11.000 mètres (dans nos régions), la température moyenne devenait sensiblement constante (56° au-dessous de zéro dans nos régions). Cette zone à température peu

des ondes séismiques dans le sol, et sur les explosions elles-mêmes, ont donné, dans ces divers domaines, d'intéressants résultats. En particulier, elles ont manifesté une courbure des rayons sonores dans la haute atmosphère avec retour vers le sol, courbure qui nécessite un accroissement de la vitesse de propagation avec la hauteur ; si on élimine l'hypothèse d'une variation de la composition de l'atmosphère, que d'autres études



MESURE ET ENREGISTREMENT DU CHAMP ÉLECTRIQUE DE L'ATMOSPHÈRE, A L'OBSERVATOIRE DU VAL-JOYEUX, PRÈS DE PARIS

Une prise de potentiel au radium est fixée à un fil métallique tendu horizontalement à 2 mètres au-dessus du sol. Ce fil, bien isolé, après avoir pénétré dans un petit pavillon, est relié aux deux électromètres enregistreurs de sensibilités différentes qui y sont installés, afin que les fortes valeurs du champ électrique soient enregistrées avec la même précision que les faibles.

variable suivant la verticale (stratosphère), s'étend jusqu'aux plus grandes hauteurs atteintes par les ballons-sondes, 25.000 à 30.000 mètres environ. Au delà, on n'a plus de mesures directes.

En 1923, une étude sur les météores conduisit les physiciens anglais, Lindemann et Dobson, à la notion d'un relèvement de la température, laquelle, vers 50 ou 60 kilomètres, redeviendrait égale ou même supérieure à la température au voisinage du sol. L'observation de la propagation des ondes aériennes de fortes explosions a corroboré ce résultat ; ces expériences, entreprises à cette époque en vue de diverses études sur l'atmosphère, sur la propagation

récentes rendent peu probable, cet accroissement de la vitesse est attribuable à un relèvement de la température ; les résultats des expériences de la Courtine (1926) conduisent, dans cet ordre d'idées, à une température de l'ordre de 100° au-dessus de zéro ou même davantage, et des évaluations du même ordre ont été déduites d'observations analogues faites dans d'autres pays. D'ailleurs, la présence de quantités notables d'ozone dans la haute atmosphère, découverte par Fabry et Buisson, vient appuyer l'idée de températures élevées dans ces régions, en même temps qu'elle en apporte une explication : la température en un point de l'atmosphère dépend de l'absorption et de

l'émission de rayonnement calorifique qui s'y produisent ; dans les régions basses de l'atmosphère, la proximité du sol et la présence en grande quantité de vapeur d'eau entraînent des conditions complexes ; plus haut, dans la stratosphère, il semble que s'établisse un équilibre radiatif (1) auquel serait due la constance relative de la température suivant la verticale ; plus haut encore, l'ozone modifie ces conditions ; ce gaz absorbe fortement le rayonnement ultra-violet du Soleil ; d'autre part, il ne possède que de faibles bandes d'absorption dans l'infrarouge, et, de ce fait, rayonne peu à la température à laquelle il se trouve dans l'atmosphère ; il résulte de là une tendance au maintien d'une température relativement élevée, de l'ordre de celle indiquée par les considérations précédentes.

Voici donc un problème, l'évaluation de la température de la haute atmosphère, auquel des méthodes diverses apportent des solutions paraissant concordantes. Un autre problème, rendu particulièrement important par le développement de la T.S.F., est l'étude des propriétés électriques de la haute atmosphère (2) ; mais c'est là un domaine devenu rapidement très vaste, et je ne l'aborderai pas ici, préférant prendre un autre exemple qui nous ramènera à la prospection géophysique.

(1) C'est-à-dire un équilibre entre l'absorption et l'émission des rayons calorifiques.

(2) On sait que l'on attribue à la présence d'une couche électrisée dans la haute atmosphère certains phénomènes, comme le « fading ».

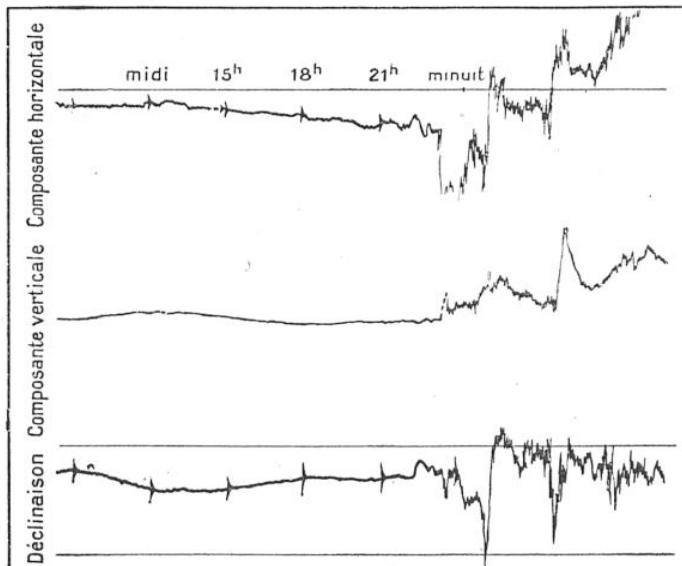
La propagation des tremblements de terre nous renseigne sur la constitution du globe terrestre

On a tenté, par bien des méthodes, d'étudier l'intérieur du globe. Celle qui paraît donner les meilleurs espoirs est fondée sur la séismologie. Les ondes produites par les tremblements de terre sont de diverses

sortes ; parmi elles, certaines se propagent en pénétrant dans les couches profondes et en s'incurvant vers le haut de manière à venir retrouver la surface ; celles qui parviennent ainsi en un certain point de la Terre se sont enfoncées (en principe) d'autant plus profondément que ce point est plus éloigné de l'origine du mouvement.

Cette incurvation des trajectoires des ondes séismiques indique, comme l'incurvation des rayons sonores dans l'atmosphère, que la vitesse de propagation croît avec la distance au sol.

Les diagrammes obtenus dans les observatoires séismologiques permettent de connaître la vitesse de propagation des ondes aux diverses profondeurs, et, comme cette vitesse est reliée à la densité et aux coefficients d'élasticité des couches traversées, on peut avoir ainsi des renseignements sur ces propriétés des couches profondes. L'homme utilise ainsi, pour étudier les régions qu'il ne peut atteindre lui-même, les ondes qui les parcourent, soit celles dont il peut disposer, ondes sonores et ondes électromagnétiques, soit celles que lui fournit la nature, ondes lumineuses et ondes séis-

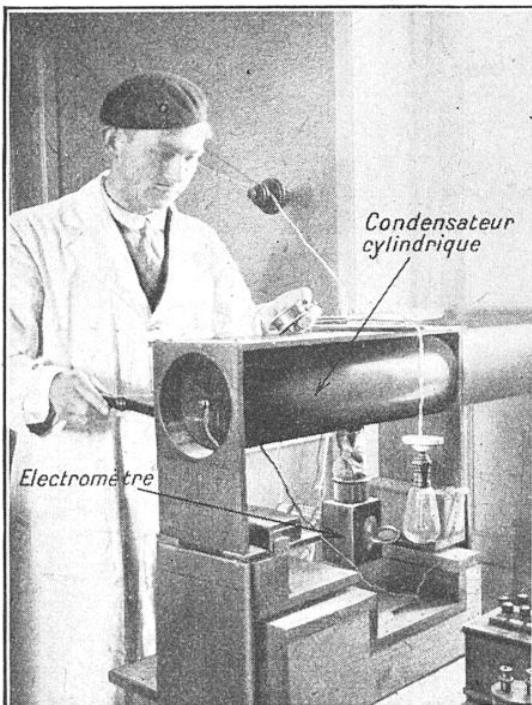


COURBES ENREGISTRÉES A L'OBSERVATOIRE DU VAL-JOYEUX, PRÈS DE PARIS, LORS D'UNE DES PLUS FORTES PERTURBATIONS MAGNÉTIQUES DE CES DERNIÈRES ANNÉES (JUILLET 1928)

Pendant les journées calmes au point de vue magnétique, les courbes sont à peine ondulées. Dans la nuit du 7 au 8 juillet 1928, la déclinaison a subi des variations dont l'amplitude a dépassé 1 degré 1/3. On voit ici les variations des composantes horizontale et verticale de cette déclinaison ainsi que celles de la déclinaison elle-même. Ce phénomène était dû à une aurore polaire qui eut lieu à ce moment et s'étendit jusqu'à de basses latitudes ; les communications télégraphiques furent troublées, ainsi que les communications radiotélégraphiques par ondes courtes.

miques. On a pu, en ce qui concerne l'intérieur du globe, définir, à l'aide des ondes séismiques, une couche rocheuse superficielle, dont l'épaisseur moyenne est de l'ordre de 50 à 60 kilomètres, puis, au-dessous, des couches ayant certaines propriétés des fluides, car elles apparaissent comme déformables sous l'action d'efforts prolongés, mais aussi certaines des propriétés des solides, car elles permettent la propagation d'ondes dont l'existence exige l'élasticité des solides ; il semble qu'on ait décelé plusieurs zones concentriques de propriétés différentes ; une surface de séparation (ou plutôt une zone de transition) serait vers 1.200 kilomètres, une autre vers 2.500 kilomètres ; les renseignements, encore bien peu précis pour ces couches, le sont encore moins pour les régions plus centrales ; cependant, il semble bien que celles des ondes qui exigent pour leur propagation les propriétés élastiques des solides, ne se transmettent plus dans un noyau central assez ample, qui aurait donc les propriétés des fluides.

C'est la méthode fondée sur l'étude des ondes séismiques qui se présente actuellement comme la plus favorable, pour l'étude de l'intérieur du globe terrestre ; il en existe d'autres, d'application moins générale quant à l'étude de l'ensemble de l'intérieur du globe, mais dont certaines ont l'intérêt que, convenablement adaptées, elles se prêtent, ainsi d'ailleurs que la méthode séismique, à une étude détaillée des couches les plus superficielles. Ce sont les seules que je citerai ici, eu égard à l'application qui en a été faite à la prospection. Ce sont l'étude de la gravité, du magnétisme terrestre, de la conductibilité électrique.



MESURE DE LA CONDUCTIBILITÉ ÉLECTRIQUE
DE L'AIR ATMOSPHÉRIQUE A L'OBSERVATOIRE
DU VAL-JOYEUX, PRÈS DE PARIS

Un ventilateur à main fait passer un courant d'air, venant de l'extérieur, dans un condensateur cylindrique chargé. La décroissance de la charge, et par suite la conductibilité de l'air, est mesurée à l'aide de l'électromètre placé sous le condensateur.

Voici d'autres méthodes pour l'étude du sous-sol

Telles sont les méthodes fondées sur l'étude de la répartition de la gravité, de la répartition du magnétisme terrestre, de la conductibilité électrique, et quelques autres actuellement moins développées.

Les deux premières sont assez analogues.

Occupons-nous d'abord de la méthode gravimétrique. La pesanteur étant un cas particulier de l'attraction universelle, sa répartition à la surface dépend, dans une certaine mesure, de la répartition, dans le sous-sol, des masses, c'est-à-dire de substances de différentes densités. On conçoit donc que, de la première répartition, on puisse déduire des renseignements sur la seconde. Mais le problème est difficile ; en effet, le problème direct, qui consisterait à partir de la distribution de la gravité à la surface pour en déduire la distribution des masses dans le sous-sol, n'est pas déterminé : à une certaine distribution de la gravité à la surface peuvent correspondre une infinité de distributions des masses dans le sous-

sol. Par contre, le problème inverse a une solution précise : à une certaine répartition des masses en correspond une bien déterminée de la gravité. On peut donc dresser à l'avance, et une fois pour toutes, les représentations des distributions de la gravité à la surface, qui correspondent aux principaux accidents géologiques ou aux dispositions les plus caractéristiques des gîtes miniers, et s'aider ensuite de cette sorte d'atlas pour interpréter une distribution de la gravité obtenue par une série de mesures à la surface. Beaucoup d'inconnues se pré-

sentent : les surfaces de séparation des couches peuvent être plus ou moins profondes, les différences de densité plus ou moins grandes ; la forme même des surfaces de séparation, tout en étant d'un type déterminé (plane horizontale ou inclinée, en dôme, en anticlinal, etc.), peut être plus ou moins accusée et nette. Il semble, à priori, extrêmement difficile d'arriver à un résultat de quelque précision, ou, du moins, de quelque probabilité. C'est, en effet, difficile, mais il y a, heureusement, diverses circonstances qui rendent le problème général plus abordable ou qui en facilitent la solution dans de nombreux cas. En voici quelques-unes.

Par exemple, il peut s'agir de préciser les limites d'un gisement dont on connaît l'un des points par une première exploitation, un sondage ou tout autre moyen, ou de suivre un filon dont une partie est connue. Les incertitudes sur la profondeur, la densité, la nature des couches voisines, etc., disparaissent alors plus ou moins. D'ailleurs, bien que la variété possible de la disposition des couches soit infinie, le nombre des cas types les plus fréquents n'est pas illimité. On peut, d'autre part, combiner les renseignements obtenus par plusieurs procédés géophysiques. Enfin, et surtout, on a toujours, sur la région à étudier, des ren-

seignements préliminaires d'ordre géologique, et, actuellement, on ne doit considérer, dans la prospection, les méthodes géophysiques que comme les aides des méthodes géologiques.

Des considérations analogues s'appliquent à l'emploi de la méthode magnétique ; au lieu que ce soit la densité des substances qui intervienne comme dans la méthode gravimétrique, ce

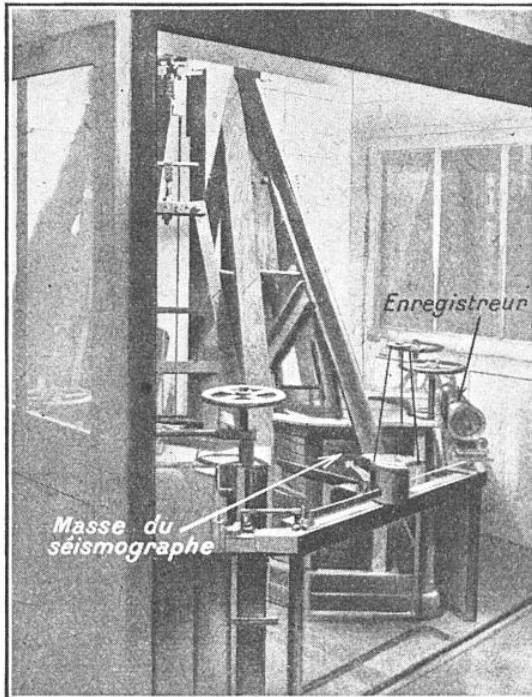
sont ici leurs propriétés magnétiques, qui influent sur la distribution des forces magnétiques à la surface. La méthode s'applique naturellement de manière particulièrement favorable à certains minéraux de fer dont les propriétés magnétiques sont très accentuées ; mais elle est assez sensible pour s'appliquer aussi à la recherche de la position de roches dont le magnétisme est très faible.

La méthode électrique est aussi très employée pour la prospection. Elle est fondée sur la grande diversité des valeurs de la conductibilité électrique des différents terrains et roches ; en particulier, les minéraux métalliques sont généralement beaucoup plus conducteurs que les autres roches. Cette méthode est appliquée sous des formes très diverses. Par exemple, on peut dresser ce qu'on appelle la carte des potentiels : deux électrodes, enfoncées dans le sol, sont reliées aux pôles



EXEMPLE D'UN MOUVEMENT HORIZONTAL DU SOL ENREGISTRÉ A L'OBSERVATOIRE DU PARC SAINT-MAUR, PRÈS DE PARIS, LORS D'UN TREMBLEMENT DE TERRE (TREMBLEMENT DE TERRE DE CORINTHE, DU 22 AVRIL 1928, COMPOSANTE EST-OUEST)

L'amplitude du mouvement du sol à Saint-Maur a été de 2/10^e de millimètre. On distingue sur le graphique les trois principales sortes d'ondes sismiques qui parviennent successivement en un point éloigné de l'origine du séisme.

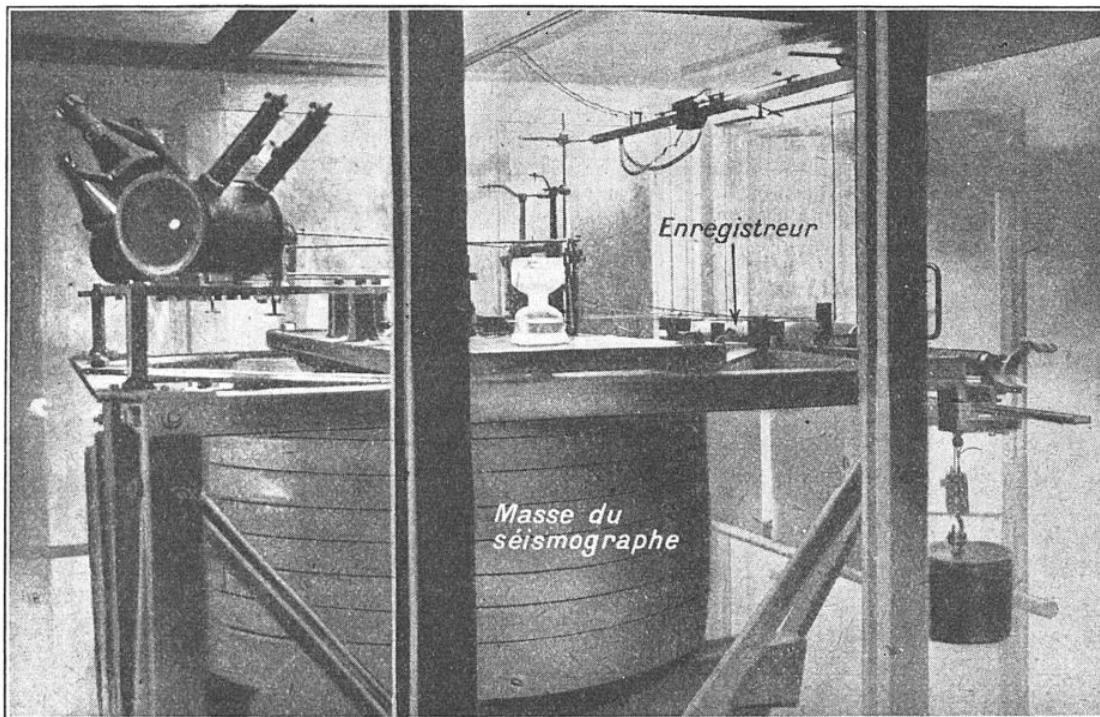


ENSEMBLE DU SÉISMOGRAPHIE MAINKA EN SERVICE A L'OBSERVATOIRE DU PARC-SAINT-MAUR, PRÈS DE PARIS

Deux appareils semblables, comportant des masses de 450 kilogrammes, enregistrent les mouvements horizontaux du sol dans deux directions rectangulaires (est-ouest et nord-sud).

d'une source d'électricité, pile ou petite dynamo ; si le terrain était indéfini et de conductibilité uniforme, la distribution des potentiels autour des électrodes aurait une forme bien déterminée présentant une certaine symétrie ; si, dans le sous-sol, existe un gisement d'une matière ayant une conductibilité électrique différente de celle du reste du terrain, la répartition du courant dans le sous-sol, et, par suite, celle

appliquée aussi à l'étude des couches superficielles. On produit de petits tremblements de terre par la déflagration d'explosifs enfouis dans le sol, et on en utilise les effets de diverses manières. Par exemple, si on dispose, dans différentes directions, des appareils récepteurs des ondes séismiques, on peut mesurer la vitesse de propagation des ondes dans ces directions, et en déduire des renseignements sur la nature des terrains, les



SÉISMOGRAPHIE WIECHERT EN SERVICE A L'OBSERVATOIRE DU PARC-SAINT-MAUR, PRÈS DE PARIS
La masse du séismographe, formée par un empilement de rondelles, est de 1 tonne. Dans le haut, à gauche, apparaissent les amortisseurs à air ; à droite, l'enregistreur.

des potentiels à la surface, sont troublées, et de la différence entre la distribution théorique pour un milieu indéfini et la distribution déterminée expérimentalement, on peut déduire des renseignements sur la position du gisement. En faisant varier la distance des électrodes, suivant une ligne droite, de part et d'autre d'un centre, on peut étudier la variation de la conductibilité avec la profondeur. L'emploi, au lieu de courant continu, de courants alternatifs de diverses fréquences, se prête à des applications de la méthode sous des formes très variées.

La méthode séismique, qui, comme je l'indiquais plus haut, permet l'étude des couches profondes du globe, peut être

valeurs de la vitesse étant différentes pour les différentes roches. On peut déduire d'autres renseignements de l'étude détaillée du graphique obtenu en un point ; les ondes peuvent, en effet, parvenir par plusieurs chemins, les unes directement, les autres après une ou plusieurs réflexions ou réfractions ; si on décèle sur le graphique plusieurs arrivées différentes, on peut connaître la position des surfaces de séparation où se sont produites les réflexions ou réfractions, et avoir aussi des indications sur la nature des terrains traversés.

Quelques autres phénomènes encore ont été utilisés pour l'étude du sous-sol : propriétés radioactives, répartition de la tem-

pérature, propagation du son. Mais ce sont surtout les méthodes précédentes qui se sont développées dans ces dernières années. On ne saurait, dans un bref article, entrer dans le détail des applications, d'autant plus que ce détail se présente de manière assez complexe (1). Le nombre croissant des sociétés constituées pour exploiter ces procédés de prospection semble montrer qu'ils conduisent à des résultats pratiques importants ; comme il est assez naturel, ces sociétés ne font guère connaitre leurs travaux et les résultats qu'elles entrent. Il convient de bien remarquer que, à côté des applications pratiques, ces méthodes ont des applications scientifiques de grand intérêt, puisqu'elles viennent en aide à la géologie pour l'étude de la structure des couches superficielles du globe. Leur emploi comporte, malheureusement, des dépenses assez

fortes en appareils et en personnel, et, de ce fait, le nombre des travaux purement scientifiques qu'elles ont permis, est encore assez faible. Mais ce nombre augmentera ; d'ailleurs, les sociétés privées autoriseront

(1) On pourra se reporter à des articles plus étendus ou à des ouvrages spéciaux, où l'on trouvera aussi une bibliographie des publications nombreuses, à l'étranger surtout, sur ce sujet. Voir, par exemple : E. ROTHÉ, *Les méthodes de prospection du sous-sol*, Paris, Gauthier-Villars, 1930 ; G. A. BOUTRY, *Les méthodes géophysiques de prospection appliquées à la recherche du pétrole*, Paris, La Revue Pétrolière, 1929 ; CH. MAURAIN, *L'étude du sous-sol par les méthodes géophysiques*, Recherches et Inventions, n° de mars 1931. Et, pour la Physique du Globe en général, le petit livre : CH. MAURAIN, *Physique du Globe*, 2^{me} édit., Paris, Armand Colin, 1929.

sans doute, avec un certain retard, des publications quand celles-ci n'auront plus d'inconvénients pour elles. Et, certainement, ce nouveau domaine scientifique s'enrichira rapidement.

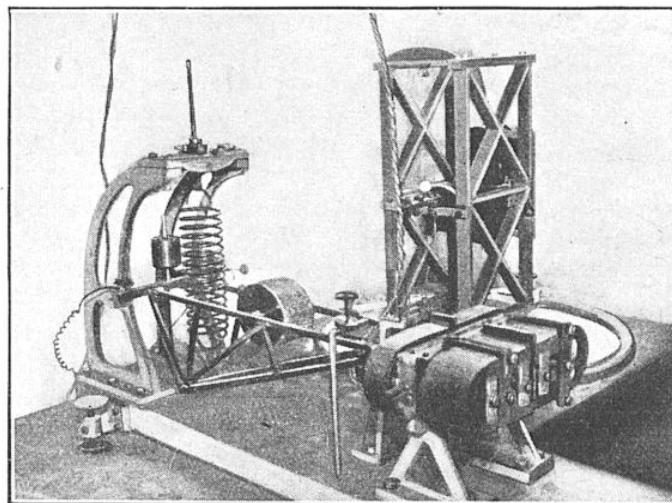
Du laboratoire à la pratique

J'exprimais, en commençant, l'espérance que ces nouvelles applications pratiques de la géophysique inciteront les pouvoirs publics à favoriser l'étude générale de cette partie de

la science. Mais je voudrais insister, une fois de plus, sur l'importance primordiale qu'il y a, même au point de vue pratique, à subventionner les recherches de science pure sans se préoccuper aucunement des applications immédiates que peuvent avoir ces recherches. Les applications viennent ensuite, et on ne peut les prévoir. La plupart des découvertes qui ont ouvert un champ nou-

veau à l'activité humaine ont été le fruit de travaux scientifiques désintéressés, dont les auteurs n'avaient en vue aucune application. Telles les découvertes d'Ampère et de Faraday d'où est sortie l'industrie électrique, ou celles de Hertz, d'où est sortie la T. S. F. Et, peut-on ajouter, c'est justement parce que ces grands hommes se livraient à la pure curiosité scientifique qu'ils ont fait des découvertes vraiment originales. Assurément, il est très important, et même nécessaire, que de nombreux travailleurs s'attaquent directement aux applications de la science, mais ce qui est fondamental, c'est le développement de la science elle-même.

CH. MAURAIN.



SÉISMOGRAPHHE GALITZINE, EN SERVICE À L'OBSERVATOIRE DU PARC-SAINT-MAUR, PRÈS DE PARIS

L'appareil comprend trois parties : l'une, à gauche, pour l'étude des mouvements verticaux du sol ; les deux autres, identiques mais disposées à angle droit, utilisées pour l'étude des mouvements horizontaux.

LE PROGRÈS SCIENTIFIQUE AU SERVICE DU COMMERCE

AUJOURD'HUI, GRACE A LA BALANCE AUTOMATIQUE, LA PESÉE EST AUSSI RAPIDE QU'EXACTE

Par F. VIAUD

INGÉNIEUR DES ARTS ET MANUFACTURES
INGÉNIEUR DES POIDS ET MESURES

La condition essentielle à laquelle doit satisfaire une balance pour remplir le rôle qui lui est dévolu, est évidemment une précision convenable, en rapport avec la valeur des marchandises pesées. Dans le commerce, on admet que cette précision doit être comprise entre le millième et le centième de la charge à mesurer. Toutefois, cette condition n'est pas suffisante, car le gain de temps dans la pesée constitue, lui aussi, un facteur important. Il faut donc amortir les oscillations de l'appareil pour obtenir ce résultat. En outre — toujours pour opérer de plus en plus rapidement — on a supprimé le décompte des poids faisant équilibre à la marchandise. Enfin, grâce à un barème approprié, on a aussi supprimé le calcul du prix suivant le poids. C'est ainsi que sont nées, depuis une dizaine d'années, des balances, dites automatiques, donnant, par lecture directe sur un cadran, le poids exact et, sur certains modèles, le prix calculé d'après celui de l'unité de poids. Notre collaborateur, spécialiste de ces questions fort délicates, expose ici comment a évolué la balance, depuis le simple fléau oscillant de jadis jusqu'aux merveilles de la mécanique moderne, aussi précises que rapides.

LES balances et bascules utilisées dans les opérations commerciales et industrielles sont, d'une façon générale, des appareils robustes et rapides qui n'ont rien de commun avec les fragiles et délicates balances de précision de nos laboratoires. La précision qui leur est demandée est comprise entre le 1.000^e et le 100^e de la charge à peser. On comprend, en effet, qu'une erreur de 1 gramme sur 1.000 grammes est absolument négligeable, tandis qu'une erreur de 10 grammes est généralement excessive ; ou bien, comme le poids sert, en définitive, à calculer le prix de la marchandise, cela revient à dire qu'une erreur de 1 franc sur 1.000 francs est insignifiante, mais qu'une différence de 10 francs est peu tolérable. La rapidité de l'opération, le temps étant de l'argent, est encore essentielle. Cette

rapidité s'obtiendra, d'une part, par l'amortissement des oscillations, d'autre part, en évitant la manipulation des poids suivie d'une addition parfois longue (fig. 1). On lira donc directement, sur un cadran bien apparent, le résultat de la pesée, à cinq grammes près, dans les cas les plus défavorables.

La balance sera semi-automatique (fig. 2), si nous avons dû parfaire le résultat de la pesée à l'aide de poids ; elle sera automatique (fig. 3), si nous n'avons pas manipulé de poids.

Très souvent, en dessous de la graduation qui donne les poids, nous trouvons, dans une sorte de table de multiplication correspondant aux divers prix du kilogramme, le prix de la marchandise pesée, ce qui évite des erreurs possibles de multiplication et fait encore gagner du temps.

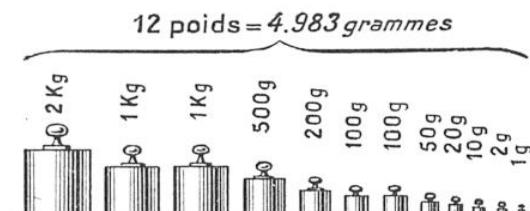


FIG. 1. — PESÉE A L'AIDE DE POIDS
Pour réaliser 4.983 grammes, il faut manipuler 12 poids (sans compter ceux essayés qu'on a dû rejeter parce que trop lourds) et faire une addition. Le prix de la marchandise s'obtient ensuite en faisant une multiplication.

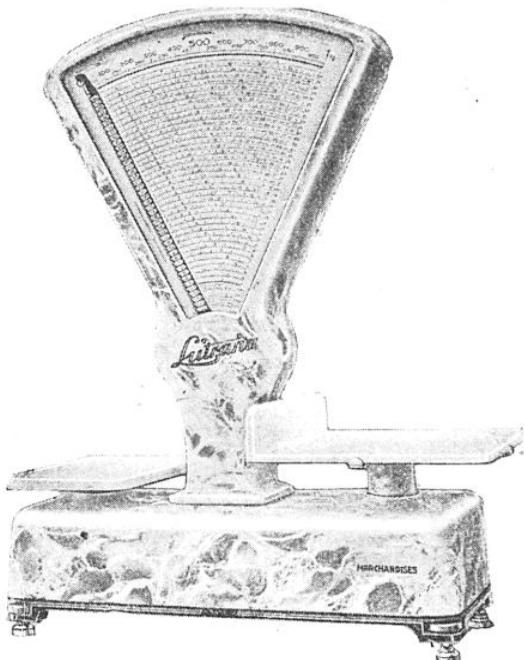


FIG. 2. — BALANCE SEMI-AUTOMATIQUE A DEUX PLATEAUX

Pour les pesées supérieures à 1 kilogramme, on ajoute les poids marqués placés dans le plateau de gauche à l'indication du cadran. Les manipulations de poids sont ainsi très réduites.

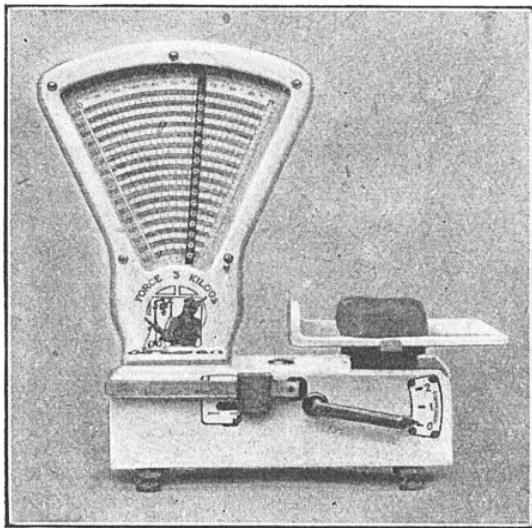
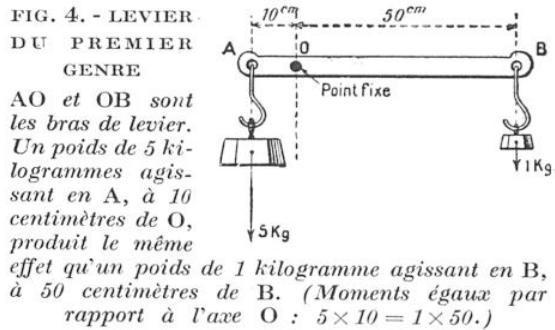


FIG. 3. — BALANCE AUTOMATIQUE A UN SEUL PLATEAU

Pour les pesées supérieures à 1 kilogramme, portée du cadran, on manœuvre la manette des kilogrammes qui déclenche des masses de 1 kilogramme que l'on ajoute à l'indication du cadran. Toute manipulation de poids est ainsi supprimée.



Pour la commodité des pesées, les balances automatiques seront évidemment à plateaux découverts, comme les balances « Roberval » ou « Béranger » classiques.

En résumé : justesse comprise entre le millième et le centième, opération rapide avec oscillations amorties, plateaux découverts, lecture directe de la pesée, et parfois de la valeur de la marchandise, telles sont les conditions générales que nous cherchons à imposer aux balances automatiques.

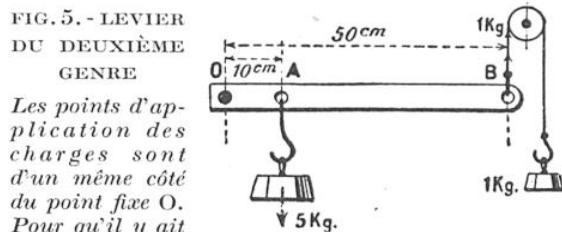
Nous nous proposons d'expliquer, en rappelant rapidement les principes des anciens dispositifs que l'on retrouve encore dans les balances actuelles, comment sont réalisées les balances automatiques, comment on a pu à la fois rendre l'opération plus rapide et augmenter la précision.

Le levier, organe essentiel des balances

Dans son expression la plus simple, un levier est une barre rigide, possédant un point fixe autour duquel il peut tourner, et recevant deux forces, la puissance et la résistance.

Ces forces se font *équilibre* si leurs « moments » (c'est-à-dire, pour chacune, le produit de l'intensité par la distance au point fixe) sont égaux et de sens contraire.

On voit de suite qu'en cherchant à réaliser



équilibre, les forces doivent tendre à faire tourner le levier autour de O dans des sens contraires, tout comme pour le levier du premier genre. La force de 1 kilogramme doit donc être ici dirigée vers le haut. Le levier du deuxième genre sert, en balançerie, pour réduire certaines charges ou pour inverser le sens d'action d'une charge.

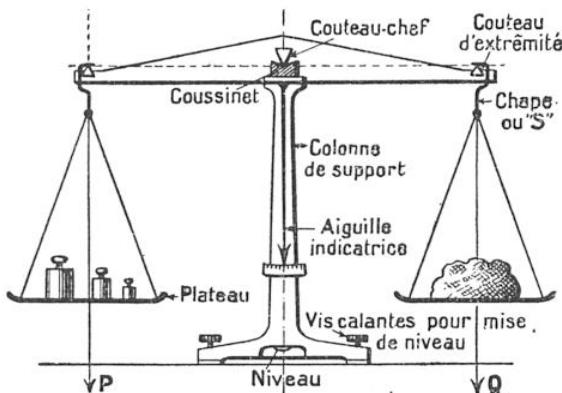
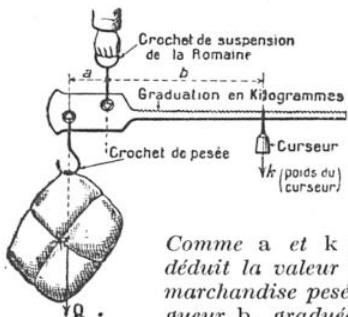


FIG. 6. — BALANCE-FLÉAU À BRAS ÉGAUX
Le fléau oscille, puis se met en équilibre, de telle manière que l'aiguille soit bien verticale. A ce moment, le poids de la marchandise Q est égal aux poids P placés dans le plateau opposé. L'axe d'oscillation du fléau est constitué par la fine arête d'un « couteau », en acier trempé ou en agate (variété de silice très dure), reposant sur un « coussinet » également très dur.

l'équilibre sous l'action de deux forces dont l'une est connue, on en déduit la valeur de l'autre, si les « bras de levier » sont connus (fig. 4 et 5).

En particulier, si les bras de levier sont égaux, les deux forces sont égales, quand l'équilibre est réalisé. Si donc l'une de ces forces est donnée par des poids marqués connus et que l'autre est le poids inconnu, on connaît immédiatement le poids cherché. C'est la *balance à bras égaux* (fig. 6).

On peut, au contraire, faire varier l'un des bras de levier à l'extrême duquel agira une charge fixe constituée par le poids d'un curseur et connaître la valeur de la charge pesée, par la position de ce curseur. C'est la *romaine* (fig. 7), très employée dans les opérations de pesage où il faut se déplacer (marchés, enlèvement des bagages à domicile, etc.). Limoges, Saint-Etienne sont, en France, des centres de construction des romaines.



Comme a et k sont fixes, on en déduit la valeur Q du poids de la marchandise pesée en lisant la longueur b, graduée en kilogrammes. Le curseur peut être constitué par un manchon de cuivre entourant le fléau de la romaine.

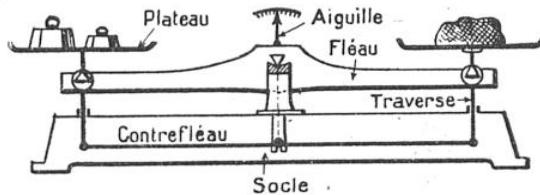


FIG. 8. — BALANCE ROBERVAL

Grâce à une tige guidée portée par chaque plateau, celui-ci demeure horizontal, tant à la position d'équilibre qu'au cours des oscillations de faible amplitude accomplies par le fléau (voir fig. 9).

Un premier perfectionnement : les balances à plateaux découverts « La Roberval », « La Béranger »

Afin de pouvoir manipuler les marchandises, on rechercha de bonne heure des balances à plateaux découverts.

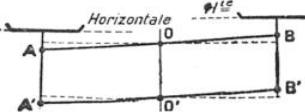


FIG. 9. — SCHÉMA DE LA BALANCE ROBERVAL

Les quadrilatères AOO'A' et BOO'B', qui se déforment en restant des parallélogrammes, sont caractéristiques du système Roberval. Nous les retrouverons dans les balances automatiques dérivées de ce système, où le contre-fléau est en deux pièces et disposé à la partie supérieure du fléau.

Plus tard, en 1867, un Français, Béranger, inventa, aux usines de la Mulatière, près de Lyon, la « balance-pendule », en même temps que de nombreux appareils de pesage qui revinrent de l'étranger avec une vogue croissante. Cette balance (fig. 10), qu'on trouve encore dans de nombreuses boulangeries, charcuteries, etc., est construite aujourd'hui en grande série. Certains modèles sont d'une grande précision.

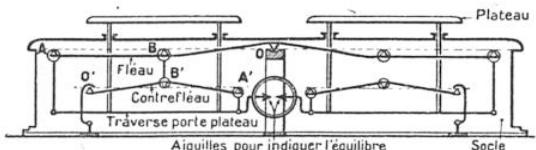


FIG. 10. — BALANCE-PENDULE BÉRANGER

Combinaison d'un fléau du premier genre avec deux contre-fléaux du deuxième genre. Les rapports des leviers sont tels que OA et O'A' soient doubles de OB et O'B'. Grâce à cette condition, les pesées sont indépendantes de la position respective des poids et de la marchandise dans les plateaux, et ceux-ci demeurent horizontaux au cours des oscillations.

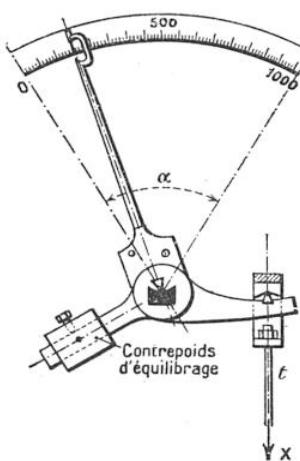


FIG. 11. — PESON, DIT « PESON À TANGENTE »
La masse à peser X agit à l'extrémité d'une tringle t. Le peson tourne et l'aiguille solidaire indique la charge inconnue. Dans ce peson, les charges sont proportionnelles aux tangentes des arcs décrits, d'où son nom de peson à tangente. Les divisions se resserrent vers les fortes charges. L'amplitude de rotation du peson est généralement limitée au maximum de 60 degrés, pour éviter le glissement du couteau central sur le coussinet.

Le peson, appareil automatique

Dans le peson, la charge se trouve déterminée par l'inclinaison que prend une sorte de levier coudé équilibré par une masse lourde de poids fixe. Une aiguille, solidaire du corps du peson, se déplace devant une graduation donnant directement la masse pesée.

Les traits de cette graduation ne sont pas rigoureusement équidistants quand il s'agit d'un peson à tangente (fig. 11) ou d'un peson à sinus (fig. 12).

Peson « rectifiés ». Appareil « Dujour ». Cames rectificatrices

On a cherché à obtenir des divisions équidistantes, de manière à conserver au peson une « sensibilité constante », c'est-à-dire à

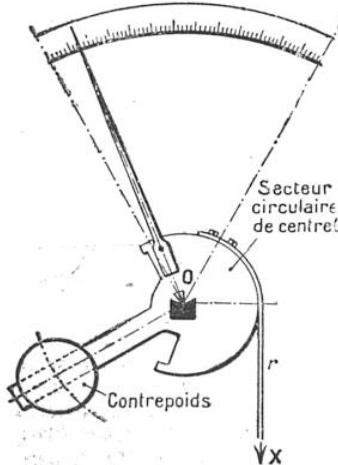
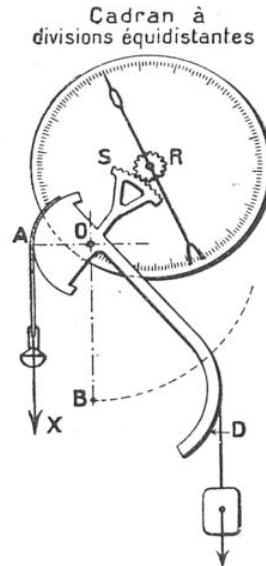


FIG. 12. — PESON, DIT « PESON À SINUS »
La charge X agit à l'extrémité d'un ruban d'acier r fixé sur la circonference d'un secteur circulaire de même centre que le centre d'oscillation du peson (bras de levier constant). L'aiguille, solidaire du secteur, indique la charge inconnue. Dans ce peson, les charges sont proportionnelles aux sinus des arcs décrits. Les divisions de la graduation sont resserrées vers les faibles charges.

FIG. 13. — SCHÉMA DE L'APPAREIL « DUJOUR » (PESON À SINUS « RECTIFIÉ »)

La charge à peser, réduite proportionnellement au moyen de leviers du deuxième genre placés sous le « tablier » d'une bascule, agit en X, à l'extrémité du ruban s'enroulant sur le secteur de rayon OA. Le contrepoids agit à l'extrémité d'un ruban s'enroulant sur la courbe D, développante du cercle de rayon OB. Les rotations du peson sont ainsi proportionnelles aux charges. Grâce au train d'engrenages (secteur denté S et roue R), l'aiguille indicatrice peut décrire un cercle complet. Elle doit être très rigide pour ne pas se déformer.



lui faire décrire des arcs proportionnels aux charges pesées (« rectification » du peson).

Une des premières solutions fut trouvée par Dujour, ingénieur à la Cie P.-L.-M., qui,

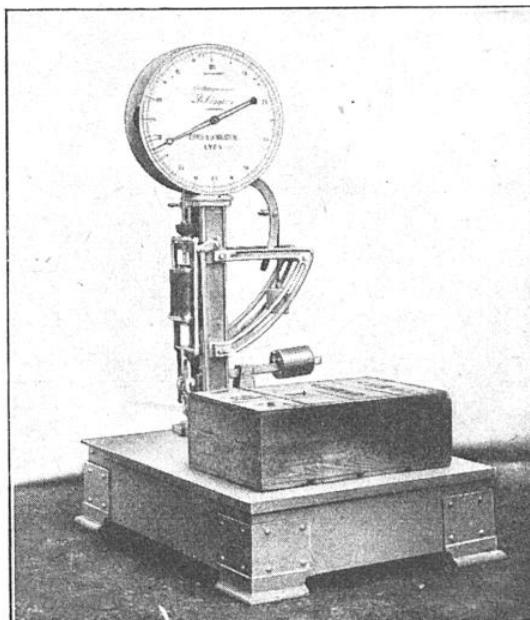
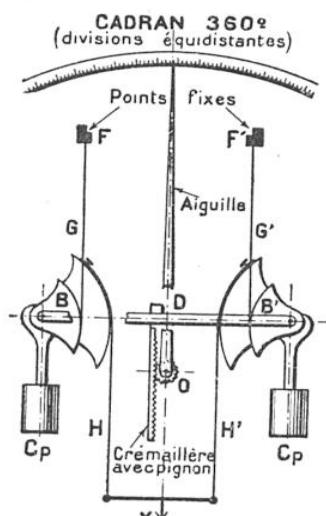


FIG. 14. — BASCULE « DUJOUR » DE 100 KILOGRAMMES GRADUÉE PAR 100 GRAMMES

On remarquera la courbe « Dujour » du côté du contrepoids. A gauche, amortisseur des oscillations. En bas, levier de tare pour tarer les récipients vides, afin d'avoir directement le poids net.



quel est fixée l'aiguille indicatrice des masses pesées. Les divisions sont ici équidistantes.

en 1879, rectifia un peson à sinus en faisant agir le contrepoids d'équilibre à l'extrémité d'une courbe en *développante de cercle* (fig. 13). Il amplifia, d'autre part, les rotations de l'aiguille, au moyen d'un train d'en-grenages. On a ainsi la bascule « Dujour », très employée dans les gares pour le pesage des bagages (fig. 14).

Pour les appareils de plus petite portée, exigeant plus de précision, on emploie souvent, pour avoir des graduations équidistantes, le peson à tangente rectifiée, où

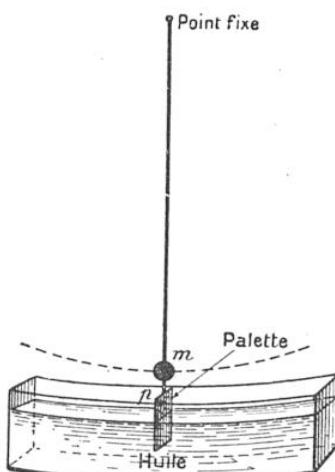


FIG. 16. — DISPOSITIF D'AMORTISSEMENT D'UN PENDULE, PAR IMMERSION PLUS OU MOINS GRANDE DE LA PALETTE « P » DANS L'HUILE

FIG. 15. — APPAREIL AUTOMATIQUE QUE A DEUX PESONS A DOUBLE CAME CHACUN

Sous l'action de la charge X, les deux rubans H H' se déroulent ; les pesos décrivent des arcs proportionnels aux charges ; les rubans G G' s'enroulent sur la deuxième came et soulèvent les pesos. La barre d'accouplement BB' entraîne une crémaillère commandant un pignon O, sur lequel est fixée l'aiguille indicatrice des masses pesées. Les divisions sont ici équidistantes.

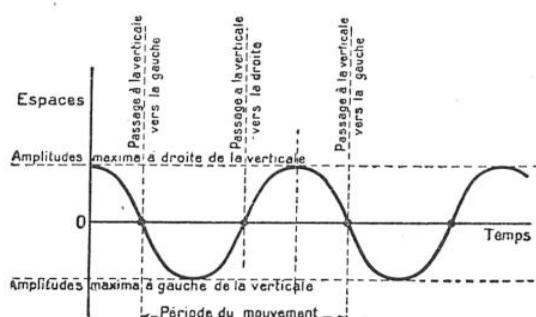


FIG. 17. — MOUVEMENT PENDULAIRE NON AMORTI, LA PALETTE DE LA FIGURE 16 ÉTANT COMPLÈTEMENT HORS DE L'HUILE
Les amplitudes maxima se conservent à droite et à gauche de la verticale.

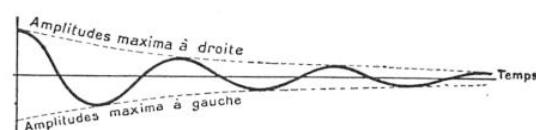


FIG. 18. — MOUVEMENT PENDULAIRE AMORTI MODÉRÉMENT
Les amplitudes maxima décroissent suivant une loi exponentielle. La période du mouvement se conserve sensiblement.

nage au tour dans des conditions économiques.

Enfin, certains pesos, d'une très bonne précision, comportent deux cames et fonc-

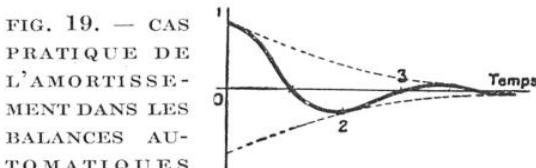


FIG. 19. — CAS PRATIQUE DE L'AMORTISSEMENT DANS LES BALANCES AUTOMATIQUES
L'aiguille effectue une oscillation à droite (1) et à gauche (2) de sa position. Pratiquement, en 3, le mouvement est amorti.

tionnent à la manière d'un mouflage (fig. 15). Ce sont d'excellents appareils « réversibles », aptes au réglage de charges.

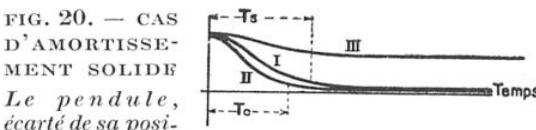


FIG. 20. — CAS D'AMORTISSEMENT SOLIDE
Le pendule, écarté de sa position d'équilibre, ne peut y revenir qu'au bout d'un temps infini (courbe I). Parmi ces courbes, la courbe II correspond à l'amortissement « critique » : le pendule revient très rapidement vers sa position d'équilibre au bout d'un temps très court (Tc), mais sans atteindre cette position. En III, le pendule s'arrête au bout d'un certain temps (Ts) avant d'avoir atteint sa position d'équilibre.

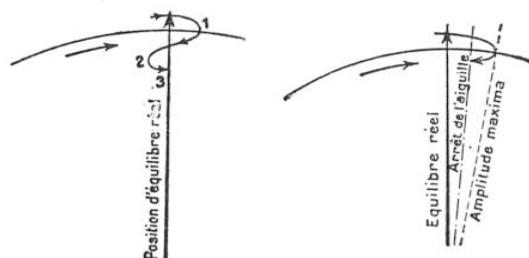


FIG. 21 ET 22. — AMORTISSEMENT CORRECT (A GAUCHE) ET AMORTISSEMENT INCORRECT DE L'AIGUILLE INDICATRICE (A DROITE)

A gauche, l'aiguille effectue une oscillation de part et d'autre de sa position d'équilibre (amortissement correct). A droite, l'aiguille, ayant dépassé sa position réelle d'équilibre sous l'action d'une pression du plateau « marchandises », ou d'un choc, ne peut y revenir exactement et s'arrête dans une position incorrecte.

L'amortissement des oscillations est nécessaire dans les appareils automatiques

Quand on étudie l'amortissement d'un « pendule », en fixant, par exemple, une palette à la masse constituant ce pendule et en immergeant cette palette plus ou moins profondément dans de l'huile (fig. 16), on observe que les oscillations s'amortissent d'autant plus rapidement que la résistance offerte à la palette est plus grande (fig. 17 à 20), jusqu'à ce qu'on arrive à empêcher toute oscillation (cas du frottement « solide », fig. 20).

Ce serait le cas d'une balance dont les articulations (couteaux, coussinets, chapes, etc.) seraient rouillées ou encore d'une balance munie d'un amortisseur réglé trop « dur ». Ceci pourrait être dangereux

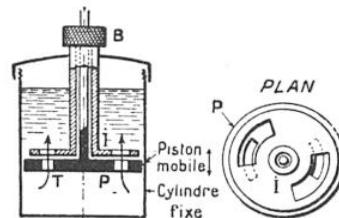


FIG. 23. — SCHÉMA D'UN AMORTISSEUR A AIR
On règle le frein plus ou moins « dur » en fermant plus ou moins le robinet R.

FIG. 24. — SCHÉMA D'UN AMORTISSEUR A LIQUIDE (HUILE)

Dans le mouvement descendant du piston P,

l'huile passe à travers les lumières T, qu'on peut obturer partiellement en tournant la plaque I par l'intermédiaire du bouton moleté B.

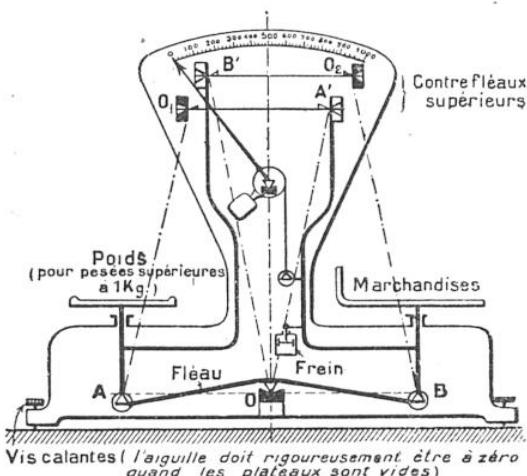


FIG. 25. — BALANCE SEMI-AUTOMATIQUE, MÉCANISME ROBERVAL, A CONTRE-FLÉAUX SUPÉRIEURS

On retrouve en AOO_1 A' et en BOO_2 B' les parallélogrammes Roberval (O_1 et O_2 fixes). Le mécanisme est combiné avec un peson à tangente rectifiée, attaqué par ruban flexible.

pour l'exactitude des pesées et il est toujours bon de s'assurer que l'aiguille exécute au moins une oscillation de part et d'autre de sa position d'équilibre (voir fig. 21 et 22).

Les amortisseurs des balances sont à air (fig. 23) ou à liquide (fig. 24). Ils se composent essentiellement d'un cylindre fixé au bâti et d'un piston articulé sur une des parties oscillantes de l'appareil. Le réglage s'obtient en créant une plus ou

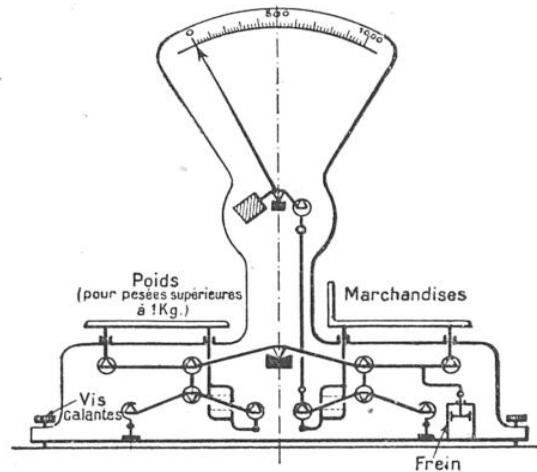


FIG. 26. — BALANCE SEMI-AUTOMATIQUE, MÉCANISME TYPE BÉRANGER

Le mécanisme est combiné avec un peson à tangente, attaqué par une tringle verticale.

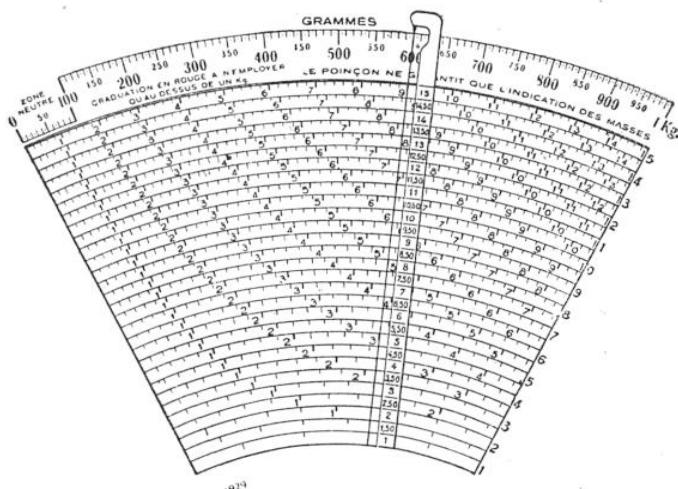


FIG. 27. — REPRODUCTION D'UN CADRAN DE BALANCE AUTOMATIQUE AVEC BARÈME DES PRIX

L'aiguille indique 600 grammes. Si la marchandise pesée vaut 10 francs le kilogramme, on lit instantanément le prix des 600 grammes à l'intersection de l'aiguille indicatrice et de l'arc correspondant au prix de 10 francs, soit 6 francs.

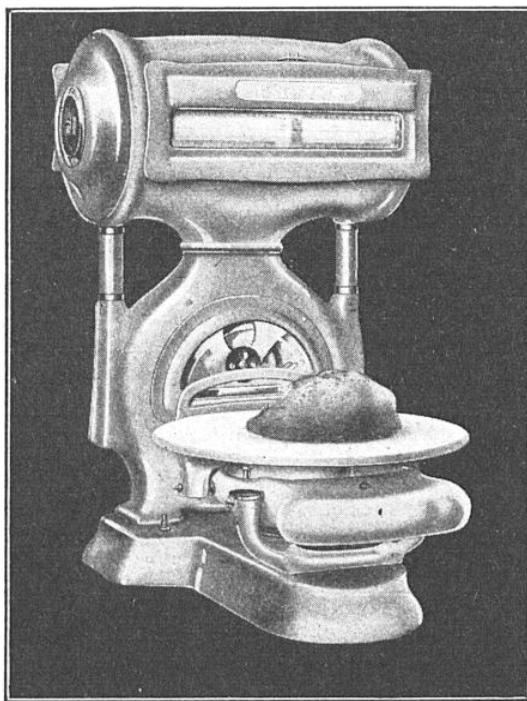


FIG. 28. — BALANCE AUTOMATIQUE A UN SEUL PLATEAU

La lecture du poids se fait, au centre, sur la bande qui se déroule. La lecture de prix correspondant au prix de base considéré se fait à droite et à gauche de la bande centrale, sous la ligne de visée horizontale.

moins grande résistance au mouvement du piston.

Les balances automatiques du commerce

Nous pouvons maintenant comprendre la construction et le fonctionnement d'une balance automatique dont l'aspect extérieur est si familier aujourd'hui (fig. 2 et 3).

Ces balances comprennent essentiellement un mécanisme type Roberval, à contre-fléaux inférieurs ou supérieurs (fig. 25), ou Béranger (fig. 26), attelé à un peson, généralement à tangente, rectifié ou non, c'est-à-dire à came rectificatrice et ruban (fig. 25) ou à tringle (fig. 26), dont l'aiguille indicatrice se déplace sur un cadran gradué.

Les mécanismes sont très robustes, de manière à éviter toute flexion : les couteaux et les coussinets sont très soignés (acier trempé ou agate).

Le cadran peut être aussi constitué par un cylindre gradué qui suit les mouvements d'oscillation de la balance par l'intermédiaire d'un pignon et d'une crémallière. La lecture se fait en face d'un trait fixe (fig. 28).

La graduation de l'arc des masses sur les



FIG. 29. — BALANCE COMpteUSE POUR PETITES PIÈCES

On dépose une pièce type dans une des coupelles de la romaine placée contre le cadran, et les pièces à compter dans le plateau de la balance. L'aiguille du cadran reste au zéro quand on place 10 ou 100 pièces dans ce plateau, suivant que la pièce type a été déposée dans l'une ou l'autre des deux coupelles de la romaine. Inversement, le plateau étant chargé, si on doit mettre dans une des coupelles 2 pièces types et 4 dans l'autre, on détermine ainsi le nombre de pièces du plateau, soit 240.

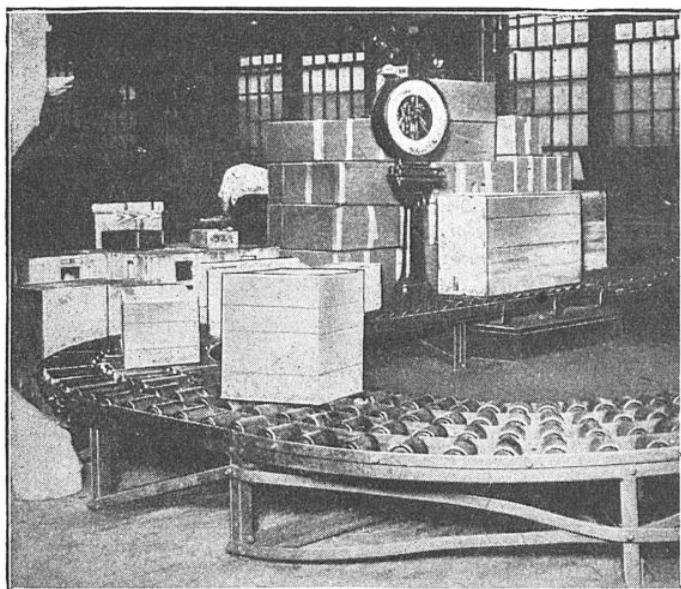


FIG. 30. — EXEMPLE DE BASCULE AUTOMATIQUE ADAPTÉE SUR UN TRANSPORTEUR À ROULEAUX

cadrans (fig. 27) se fait généralement par décagrammes avec indication, par un trait un peu plus court ou un point, de la demi-division (5 grammes).

En définitive, on lit le poids de la marchandise avec une approximation variant de 2 à 5 grammes, dans les conditions d'utilisation courante de ces balances. C'est ce qui a conduit à la notion de la « zone neutre » dans laquelle on ne devrait théoriquement faire aucune pesée et que l'on trouve au début de la graduation de l'arc des masses : elle s'étend généralement sur 100 grammes pour un cadran de 1 kilogramme.

De nombreux pays ont supprimé cette zone neutre, qui est une gêne pour les appareils automatiques.

En fait, il faut considérer cette zone neutre plutôt comme une indication, un avertissement, valable aussi bien pour l'acheteur que pour le vendeur, et le seul bon sens indique qu'on ne doit pas effectuer de faibles pesées notamment pour produits chers, dans la zone neutre des appareils de trop forte portée. L'erreur peut, en effet, dans ces conditions, devenir « relativement » très grande.

Enfin, les balances et bascules automatiques se prêtent à de nombreuses autres applications industrielles, comme le pesage continu

Le développement du pesage automatique

La détermination du poids des marchandises prend chaque jour une importance plus considérable : le contrôle de la fabrication, de la production, de la consommation s'impose impérieusement dans l'industrie, où la notion de prix de revient devient actuellement capitale.

Les exemples d'utilisation industrielle du pesage abondent :

S'agit-il de contrôler une production en grande série ? On emploiera une balance « compteuse » qui dénombrera les objets fabriqués : billes, écrous, etc., avec une exactitude et une rapidité remarquables (fig. 29).

S'agit-il de contrôler le poids des marchandises manutentionnées de diverses façons, sans en interrompre le cycle ? Le pesage automatique s'impose (fig. 30).

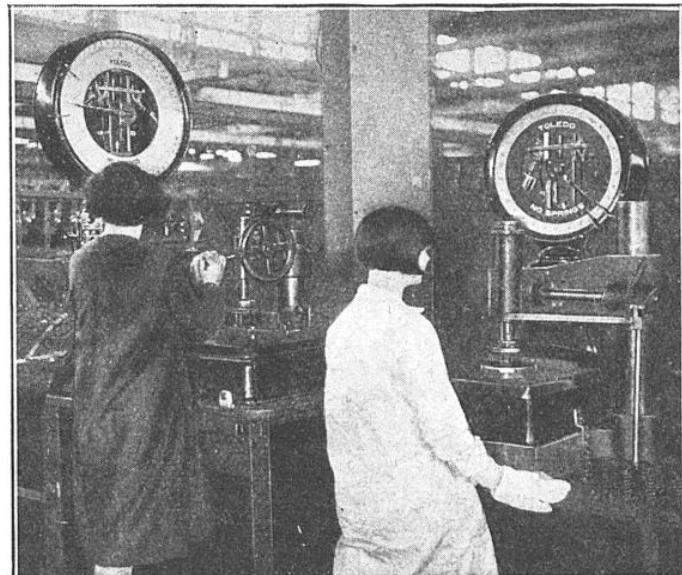


FIG. 31. — TARAGE DES RESSORTS AU MOYEN DE BALANCES AUTOMATIQUES

A l'aide d'une presse, on comprime le ressort à essayer (à droite, ressorts à boudin, à gauche, ressorts à lame) et on lit sur un cadran la charge supportée. Les ressorts qui donnent des indications comprises entre deux repères fixes sur le cadran sont seuls « bons ».

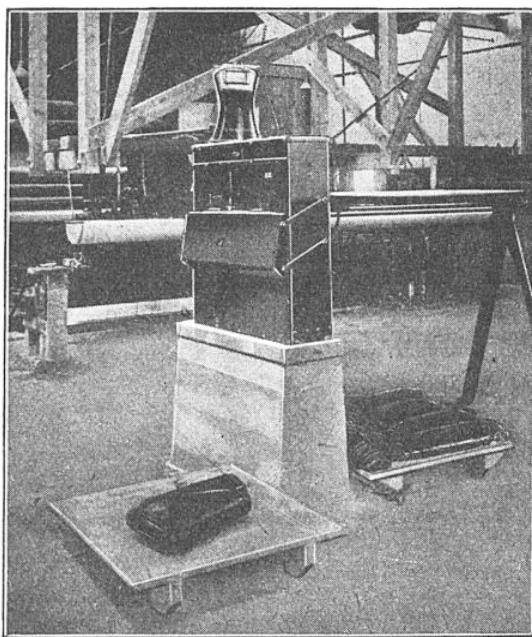


FIG. 32. — CONTROLE DE L'ÉPAISSEUR DE TISSUS CAOUTCHOUTÉS, AVEC ENREGISTREMENT GRAPHIQUE DU POIDS TROUVÉ

des produits en feuilles en cours de fabrication, afin d'en contrôler la régularité de l'épaisseur (tissus caoutchoutés, etc., voir fig. 32), le tarage des ressorts (fig. 31), la standardisation et la classification des bielles de moteurs à explosion, la mesure de l'élasticité des segments, la détermination du pourcentage d'humidité contenue dans les échantillons de laine, coton, etc., la classification des tubes de verre pour la fabrication des lampes à incandescence, l'ensachage rapide des chaux, ciments, plâtres, en sacs d'un poids déterminé, à des cadences atteignant 100 tonnes à l'heure, etc.

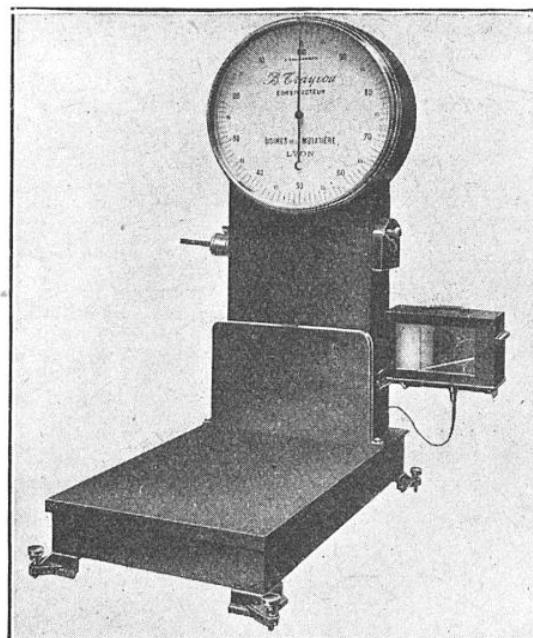


FIG. 33. — BASCULE AUTOMATIQUE AVEC « CHRONO ENREGISTREUR » INSCRIVANT L'HEURE EXACTE DE CHAQUE PESÉE

Des dispositifs d'enregistrement des pesées permettent de suivre sur un graphique, soit les pesées successives, soit les pesées continues ; des appareils chrono-enregistreurs (fig. 33) permettent de s'assurer si les pesées ont bien été effectuées aux intervalles prescrits (contrôle des chaufferies, des dosages dans l'industrie chimique, etc.).

Ces quelques indications montrent quel parti l'industriel peut tirer d'appareils de pesage automatiques qui lui révèlent, en quelque sorte, les pulsations de cet immense organisme qu'est une usine moderne.

F. VIAUD.

Le rôle de la science dans la lutte entre les peuples est apparu particulièrement déterminant du jour où la chimie a enfanté les poudres et les explosifs. Si le chimiste allemand Haber n'avait pas inventé, en effet, le procédé qui porte son nom et permet d'obtenir l'azote synthétique et ses dérivés, jamais l'Allemagne n'aurait fait la guerre en 1914. Chacun sait que l'azote est aujourd'hui à la base de toutes les poudres et explosifs modernes ; or, jusqu'à l'invention géniale du chimiste allemand, les nitrates du Chili constituaient la seule source d'azote industriel pour l'Allemagne. Son ravitaillement serait devenu impossible et la guerre, par suite, terminée faute de munitions, les alliés étant maîtres de la mer.



la cloture de sécurité

..défendant efficacement habitations, parcs, tennis, volières, usines, ne peut être le fait que d'une grande firme puissamment outillée : **GANTOIS**.

Cela, grâce à un effort poursuivi avec d'énormes moyens, à tous les stades de la fabrication, de la matière première au mur de fer posé sur place par des spécialistes.

Les qualités de robustesse et de sûreté du grillage défensif **GANTOIS** à simple torsion assurent à cette vieille marque la confiance des propriétaires et des industriels.

Tôles perforées, toiles métalliques, tôles pour salles de machines, trommels, etc., toiles pour essoreuses, tamis, etc...

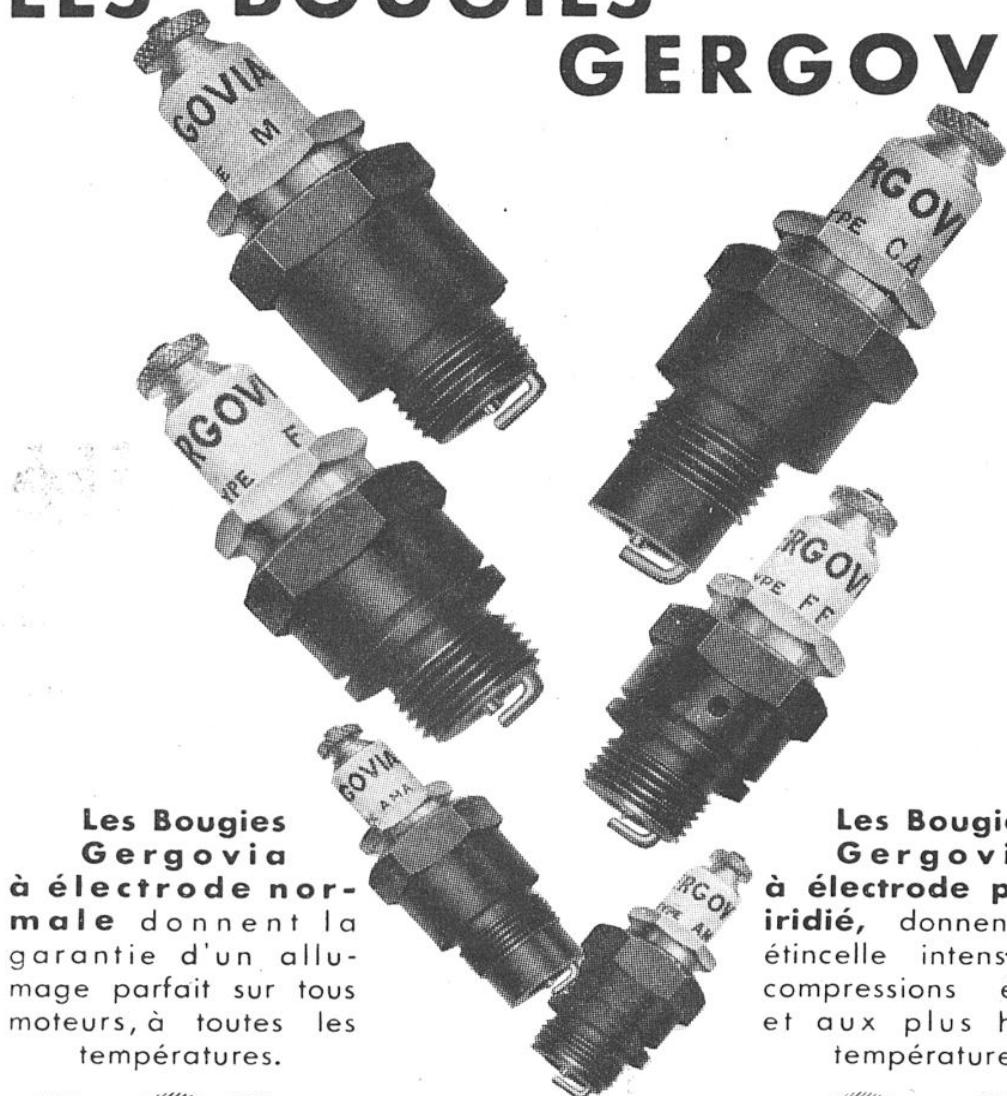


Demandez documentation, devis gratuit et échantillons aux

ET'S GANTOIS
SAINT DIÉ (VOSGES)

32

POUR TOUTES COMPRESSIONS
POUR TOUS RÉGIMES
**LES BOUGIES
GERGOVIA**



**Les Bougies
Gergovia**
à électrode normale donnent la garantie d'un allumage parfait sur tous moteurs, à toutes les températures.

**Les Bougies
Gergovia**
à électrode platine iridié, donnent une étincelle intense aux compressions élevées et aux plus hautes températures.

16^{Fr}

Types CA, M, F, FF
pour voitures françaises.

Types AM et AMA
pour voitures américaines.

24^{Fr}

GERGOVIA

Guide d'allumage sur demande aux Ets H PINGEOT, Clermont-Ferrand.



DANS UN PNEUMATIQUE DE 200 FRANCS, IL Y A 12 FRANCS DE CAOUTCHOUC

Par R. CHENEVIER

Devant la baisse considérable du prix de la gomme (1) au cours de ces dernières années, on est en droit de se demander si le prix du pneumatique a baissé lui-même en conséquence. Après une enquête minutieuse et impartiale dans les différents milieux qualifiés, nous exposons ci-dessous notre manière de voir à ce sujet. Si l'on se souvient, en effet, que le caoutchouc est passé, de 1928 à nos jours, du prix de 68 francs à 3 fr 30 le kilogramme, — ce qui représente une diminution de l'ordre de 95 %, — on peut se demander pourquoi les tarifs de vente des pneumatiques n'ont baissé que de 33 % environ. C'est que, tout d'abord, la gomme n'entre dans la constitution d'un pneumatique que pour 45 % en poids, le reste étant constitué par du coton, dans la proportion de 40 %, et de l'acier, dans la proportion de 10 %, sans oublier les produits divers (charges chimiques, etc.), qui figurent pour 5 %. De tout ceci il résulte que, dans une enveloppe de modèle courant vendue 200 francs, la valeur de toutes les matières premières qui entrent dans sa fabrication ne représente que 90 francs, dont 12 francs de caoutchouc seulement. Un tel écart provient uniquement de la complexité et de la multiplicité des opérations délicates de la fabrication d'une enveloppe moderne, sans oublier les frais d'amortissement d'un outillage mécanique des plus perfectionnés et des plus coûteux, et aussi l'importance d'une main-d'œuvre spécialisée. Il y a loin, en effet, de la gomme reçue sous forme de feuilles de crêpe provenant des plantations tropicales à l'enveloppe complètement terminée. Traitements chimiques pour obtenir la qualité désirable, confection du câblé, pose de la chape, pose de la bande de roulement, enfin vulcanisation ; telles sont les principales opérations. Il est juste de constater que, depuis dix ans, les progrès réalisés dans cette vaste industrie du caoutchouc sont des plus appréciables. En effet, en 1913, un pneumatique « vivait » 2.000 kilomètres ; aujourd'hui sa longévité dépasse 15.000 ! On peut dire, sans exagérer, que la technique du pneumatique a été ainsi l'un des facteurs les plus favorables au développement de la traction automobile dans le monde. Si le « pneu » d'une « 10 chevaux » coûtait 200 francs en 1932, par rapport à 90 « francs-or » en 1913, on voit que la durée d'une enveloppe a considérablement diminué les frais d'entretien de la voiture ordinaire. Ajoutons enfin que c'est aux progrès réalisés dans la fabrication des pneumatiques que nous devons aujourd'hui le poids lourd, confortable et rapide.

AFFECTÉ, depuis plusieurs années, par la lutte sévère qui met aux prises les producteurs britanniques de caoutchouc et les industriels américains transformateurs de la gomme, le marché du caoutchouc, avons-nous exposé dans notre précédent numéro (2), connaît des jours sombres. En sept ans de temps, les prix de la matière se sont littéralement écrasés de 60 pence la livre anglaise de 453 grammes à 2 pence. De tels cours ne payent plus le producteur de ses frais. Par contre, ils sont tout à l'avantage de l'industriel transformateur, lequel, bien naturellement, s'efforce de les maintenir.

Mais il est, dans cette lutte singulière et quelque peu épique, un troisième personnage

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 177, page 223.
(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 177, page 223.

dont le rôle, pour être passif, n'en est pas moins essentiel. C'est le consommateur.

Le consommateur, en l'espèce l'automobiliste, ne s'efforce point de pénétrer les mystères de l'économie et ne s'inquiète pas du pourquoi des choses. Il ne juge que d'expérience, et, pour lui, l'expérience se traduit par le prix qu'il paye son pneu d'automobile. Or, ce prix lui paraît encore singulièrement élevé par rapport à la chute des cours du produit. Il s'en étonne, il accuse, et, dans le défaut de péréquation absolue qu'il croit remarquer, il discerne des mobiles dont l'intérêt n'est pas toujours exclu.

A-t-il raison ? A bien juger, il ne le semble pas, ou alors, ce n'est que de peu. Prenons, par exemple, un pneu d'automobile du format courant et de grande consommation, le 13 × 45. Au début de 1930, il valait

297 francs. Le 3 mai 1930, une première baisse le ramène à 290 francs. Le 4 juillet 1930, il tombe à 265, à 240 le 20 octobre, à 225 le 25 avril 1931 et, enfin, à 200 francs le 4 novembre 1931. Soit cinq paliers de baisse en vingt mois, réduisant le prix de 97 francs ou 33 %.

De prime abord, cette baisse, pour si importante qu'elle soit, ne traduit pas exactement celle qui a affecté le caoutchouc brut et, pas davantage, celle qui a ramené le

matières employées, on arrive à moins de 90 francs, représentant le prix de toutes les matières premières incorporées. Or, le prix de vente actuellement pratiqué est de 200 francs.

Comment l'écart peut-il se justifier ?

Par la complexité et la multiplicité des opérations de fabrication, opérations qui nécessitent un outillage de précision ainsi que l'emploi d'une main-d'œuvre particulièrement spécialisée et coûteuse.

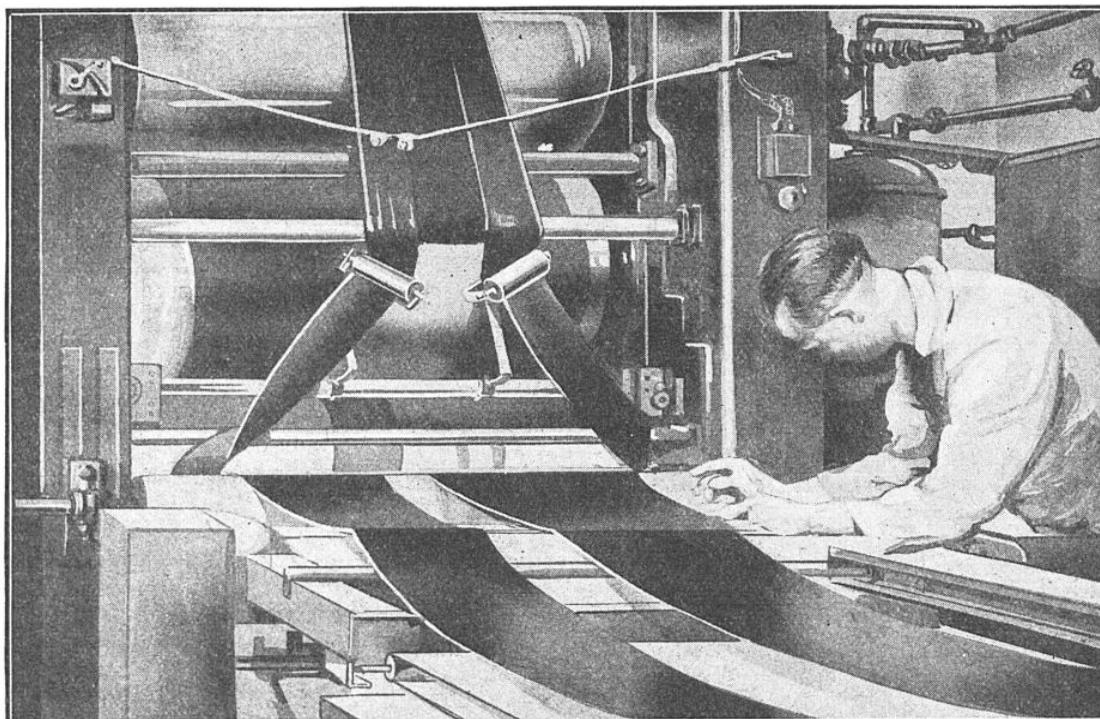


FIG. 1. — FABRICATION DES CHAPES, OU BANDES DE ROULEMENT, D'UN PNEUMATIQUE
Calandre à quatre rouleaux pour la fabrtcation des chapes, ou bandes de roulement. Cette calandre agit comme un véritable laminoir, qui donne à la gomme la forme voulue.

coton filé de 17 fr. 60 le kilogramme en 1928 à 5 fr. 25 en 1932. Mais, à l'examen, cette critique paraîtra secondaire, car, chose curieuse, si le pneumatique est le symbole du caoutchouc, celui-ci n'entre qu'en assez mince quantité dans sa fabrication. C'est ainsi que dans un pneu d'automobile du format envisagé 13×45 , pesant 8 kg 400, il entre : 40 % de coton, 10 % d'acier, 5 % de produits divers (charges minérales) et 45 % de caoutchouc. Or, au cours actuel de 2 pence, le prix du caoutchouc intégré dans la fabrication d'un tel pneu, revient, tous droits payés, à moins de 12 francs. En chiffrant à 70 francs le prix total des autres

Au reste, pour plus de clarté explicative, développons le schéma de la fabrication d'un pneumatique d'automobile.

La naissance d'un pneu

La fabrication d'un pneu se décompose en une suite d'opérations dont les unes affectent la préparation de la gomme en vue de la vulcanisation, les autres la formation du câblé, ou enveloppe gommée, et la construction de sa carcasse.

Tel qu'il a été embarqué à Ceylan, Java ou Singapour, le caoutchouc parvient à destination sous la forme de feuilles de crêpe de moyenne dimension. Quand il y a lieu, un

lavage immédiat le débarrasse des impuretés accumulées en cours de transport. Après quoi, le véritable traitement chimique de la gomme commence.

Ce traitement constitue peut-être l'un des plus grands perfectionnements qui aient été apportés dans la fabrication du pneumatique. En effet, rien n'empêche que le caoutchouc, une fois lavé, ne soit directement soumis à la vulcanisation. Mais celle-ci, telle que la pratiquait Goodyear, lente et insuf-

de fumée, blanc de zinc, rouge d'antimoine, etc.

Cette intégration s'accomplit au moyen de mélangeurs, fortes machines composées de deux cylindres creux tournant en sens inverse. Pour que le mélange soit intime, une certaine plasticité est donnée à la gomme par laminage entre les cylindres. Seulement, comme le laminage s'accompagne d'une production de chaleur qu'il importe de limiter, on la combat au moyen d'une circula-

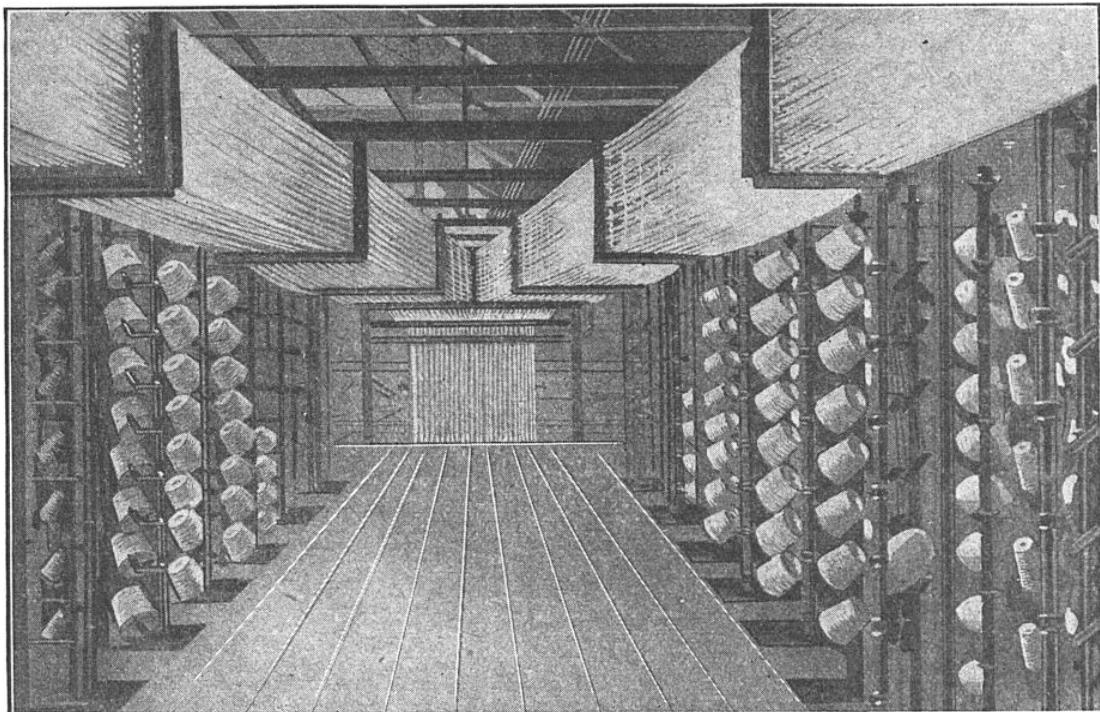


FIG. 2. — CONFECTION DU CABLÉ, QUI SERA ENSUITE CHARGÉ DE GOMME

Sur des supports, appelés « centres », sont fixées des bobines qui déroulent, en parallèle, les innombrables fils dont la toile de chaîne formera le câblé et qui sera ensuite imprégné de gomme.

fisante, ne donnerait pas à la gomme la souplesse et la nervosité requises pour l'emploi auquel on la destine.

Aussi, pour parer à cette double infériorité, les fabricants font-ils subir à la gomme une véritable préparation chimique. D'une part, pour réduire le temps de la vulcanisation, ils font appel à des produits destinés à hâter l'action du soufre, tels que la litharge, la magnésie carbonatée, la chaux, et quelques autres produits nouvellement découverts, dits accélérateurs. D'autre part, dans le but d'accroître souplesse et nervosité, les fabricants intègrent à la gomme un certain nombre de charges minérales, telles que noix

tion d'eau froide à l'intérieur des cylindres.

Cette opération essentielle n'exige guère plus d'une heure. Mais elle demande un soin extrême, car de sa réussite dépend le succès de la vulcanisation et la qualité du pneu. Une fois terminée, la gomme est refroidie et mise en stock.

Désormais, elle est prête à être vulcanisée. Seule une opération mécanique interviendra avant cette dernière phase de traitement. Opération dont l'objet est de donner à la gomme sa forme. Dans le cas de la fabrication du pneu, c'est une boudineuse ou une calandre qui interviendra. Si c'est la boudineuse, la gomme, remise à l'état plastique

et poussée par une vis sans fin, sera contrainte d'épouser le profil de la machine et de sortir par l'orifice sous forme de bandes ayant la dimension requise.

La confection du câblé

La confection du câblé va de pair avec celle de la carcasse. Composé de fibres de coton disposées en chaîne, ayant un diamètre constant, un poids rigoureusement calculé

chine, nommée « calandre », parachève le gommage et uniformise sa surface.

Parvenue à ce stade de fabrication, la nappe, dont la longueur moyenne est d'environ 120 mètres et la largeur de 1 m 75 environ, est ensuite mise en bandes, au moyen de découpeuses verticales et horizontales. Ce sont ces bandes qui vont servir à la formation de la carcasse.

Un ouvrier prend une bande qu'il super-

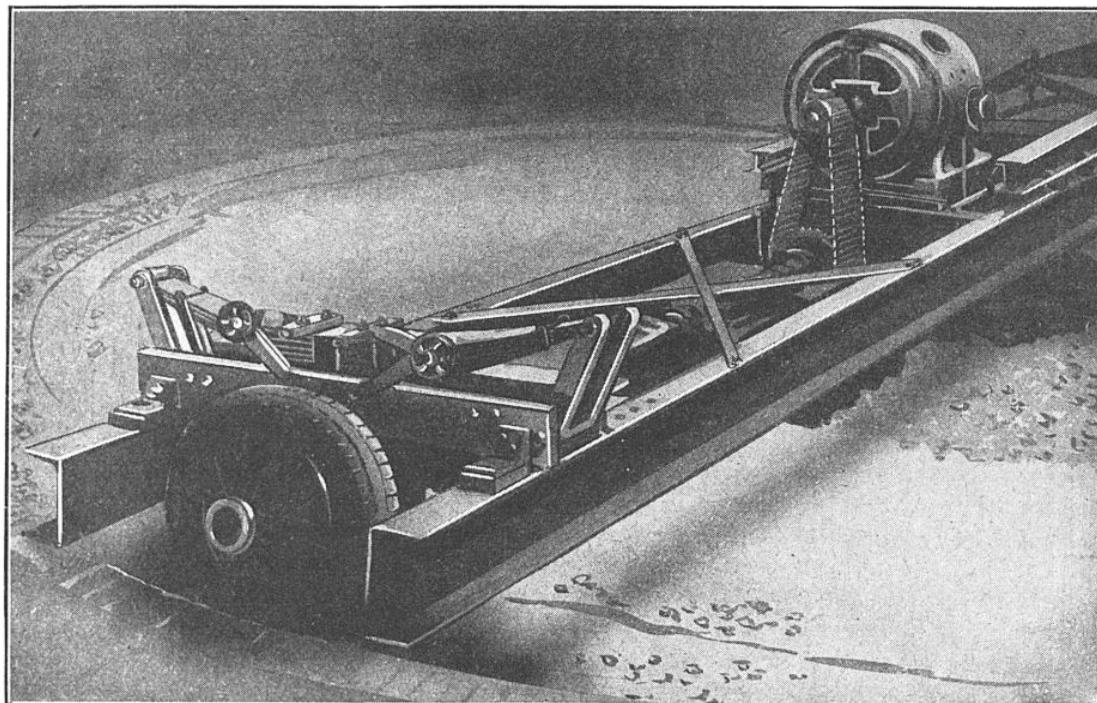


FIG. 3. — AVANT D'ÊTRE FABRIQUÉS EN SÉRIE, LES MODÈLES DE PNEUMATIQUES SUBISSENT DES ESSAIS RIGoureux, DANS LES CONDITIONS LES PLUS VOISINES POSSIBLE DE LA PRATIQUE

Le pneumatique roule ici sur une piste saupoudrée de silex, sous l'action de cette machine, qui permet de régler la pression du pneu sur le sol. Remarquer que c'est bien le pneumatique, dont la roue est commandée par le moteur électrique, qui entraîne l'ensemble, comme il entraîne réellement l'automobile.

et une surface extérieure aussi grande que possible de manière à favoriser l'imprégnation de la gomme dans laquelle il sera noyé, le câblé est de préparation délicate. Déroulés au départ de multiples bobines, les fils de chaîne parviennent parallèlement à un peigne, lequel les dispose toujours parallèlement, de manière à former une véritable nappe d'une longueur qui peut être supérieure à 100 mètres. Cette nappe est ensuite saisie entre les rouleaux d'une machine à gommer et se trouve chargée de gomme, à raison d'un poids sensiblement égal ou même supérieur au sien propre. Une seconde ma-

pose à une autre bande en ayant bien soin d'opposer le sens des fils, cela pour renforcer la résistance. Il obtient donc un véritable bracelet qu'il applique sur un noyau métallique dont le galbe se rapproche du creux de l'enveloppe moulée. Il répète l'opération dont le nombre est proportionnel au nombre de bracelets, après avoir posé entre ces bracelets des tringles constituées de fils d'acier entourés de toiles gommées. Ces tringles, au nombre de deux, composent les bords ou « bourrelets » du pneu. Leur rôle étant essentiel, puisque d'elles dépend la parfaite adaptation du pneu à la jante, leur pose

constitue encore une opération délicate.

Désormais, le pneu est prêt à être terminé, mécaniquement du moins. Le noyau sur lequel est fixée la carcasse est transporté sur un support articulé permettant la pose en échelon de bandes gommées pour renforcer les bords de l'enveloppe, puis la pose de la chape et enfin celle de la bande de roulement.

L'enveloppe est terminée. Mais ce n'est encore qu'une enveloppe inapte aux services que l'on attend d'elle. Seule la vulcanisation la parachèvera, clôturant le cycle de fabrication.

De la vulcanisation surgit le pneu

Opération capitale, la vulcanisation nécessite des apprêts minutieux et une abondance de soins particuliers. La moindre impureté, la plus minime trace d'eau entraîneraient son échec complet. Ne va-t-on pas jusqu'à redouter la moindre goutte de sueur sur les mains de l'ouvrier ?

Retirée du noyau, l'enveloppe est nantie d'une chambre à air spéciale, confectionnée en un caoutchouc particulièrement résistant à la cuisson, et dont l'objet est de comprimer fortement le pneu contre les parois du moule de vulcanisation.

Composé de deux bagues, destinées à monter les bourrelets contenant les tringles, et de deux coquilles d'acier, dont le sommet porte un profil sculpté pour rendre le pneu antidérapant, le moule reçoit l'enveloppe solidement maintenue dans son creux par la chambre à air spéciale. Les coquilles sont rabattues l'une sur l'autre, et solidement maintenues par des entretoises spéciales montées à l'aide d'une presse hydraulique.

A cet instant, la chambre à air spéciale est gonflée à une pression de 10 à 15 kilogrammes suivant le cas, puis le moule est porté par convoyeurs dans une presse autoclave pour cuisson, où il séjourne environ deux heures pour une enveloppe de dimensions moyennes. Une fois la cuisson terminée, le moule est automatiquement refoulé de l'autoclave, la chambre à air dégonflée et l'enveloppe démoulée. Si nulle défectuosité n'est relevée à la vérification, le pneu, après ébarbage, toilette et emballage, est prêt pour la vente après quinze jours de magasin.

Ce bref schéma des diverses opérations qui interviennent dans la fabrication d'une enveloppe pneumatique permet d'apercevoir, tout d'abord, que l'intervention de la main-d'œuvre est presque constante.

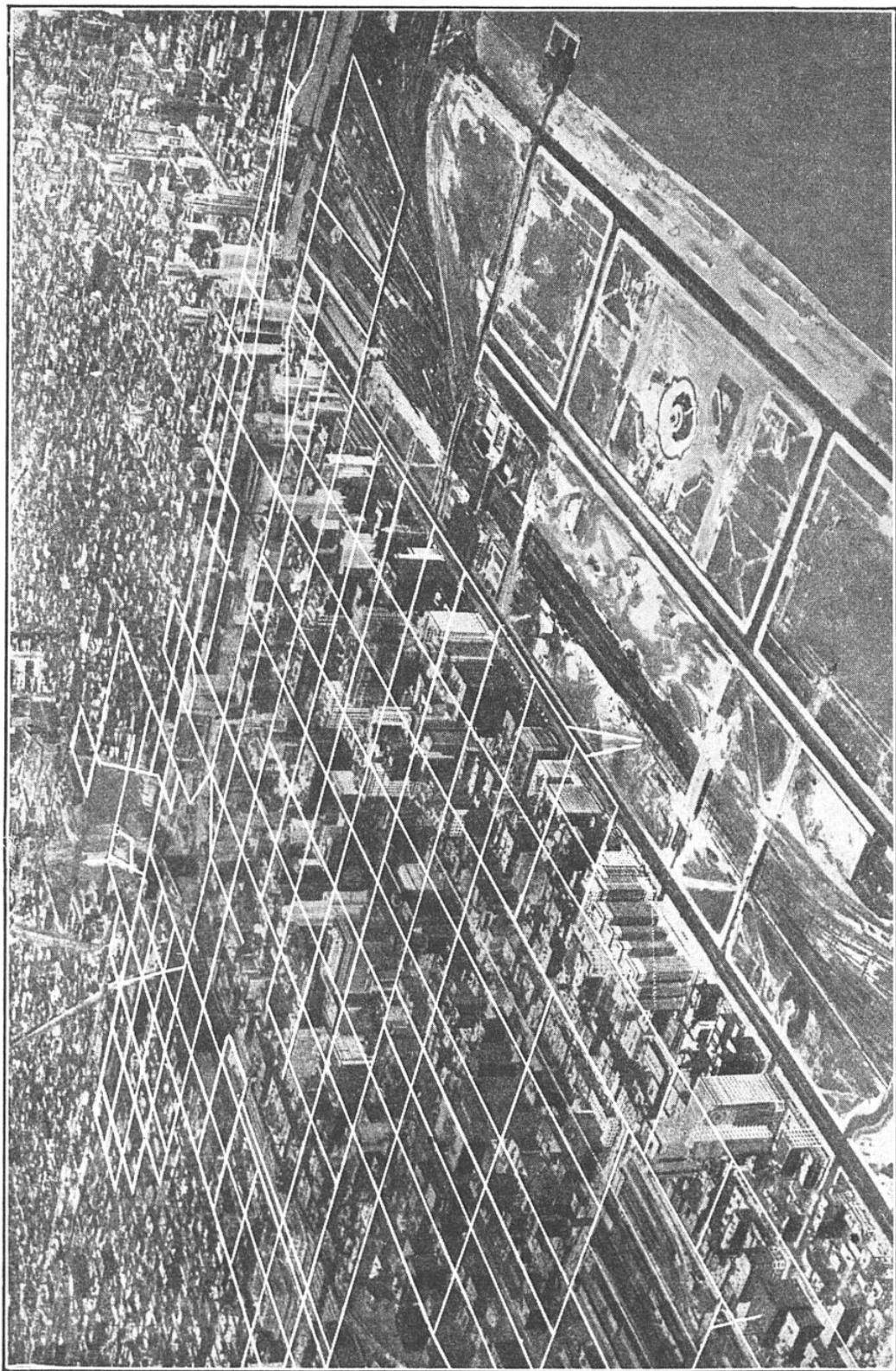
En second lieu, on voit que les machines sont particulièrement nombreuses, chaque intervention nécessitant un appareillage spécial. Enfin, la technique en elle-même est fort délicate, la main-d'œuvre joue un rôle essentiel, et on ne saurait, à proprement parler, user à son propos du terme : fabrication en série, telle qu'on l'entend dans les industries mécaniques.

Les qualités du pneumatique ont été fortement améliorées depuis vingt ans

Par ailleurs, les fabricants ont indiscutablement amélioré la qualité des pneus. Certes, le poids des voitures automobiles n'est plus aujourd'hui comparable à ce qu'il était avant guerre. Mais il n'a cependant pas diminué dans une proportion telle qu'on puisse admettre que c'est à cette réduction de poids et, à elle seule, qu'il soit possible d'attribuer l'accroissement des services du pneu. En 1913, un pneu tenait 2.000 kilomètres en moyenne. Aujourd'hui, il en tient 15.000. Cette supériorité de service a sa part dans les prix de revient. Mais, sans doute, est-elle responsable des fautes de prévision des planteurs, mal informés des progrès considérables de la fabrication des pneus. Dès lors, il est aisément d'apercevoir que ce qui caractérise la fabrication d'un pneu d'automobile, c'est la gamme des opérations qu'elle nécessite, bien plus que le poids de matière intégrée. Aussi l'effort d'abaissement de prix fait par les fabricants ne traduit-il pas exactement les fluctuations de cours de la matière première. Simplement, il gagnerait à être moins tardif, plus spontané, et à tenir davantage compte de la théorie économique du cours de remplacement.

Mais, cela admis, les doléances ou les étonnements des consommateurs méritent d'être ramenés à de justes proportions. Dans la grande lutte dont le caoutchouc est actuellement l'enjeu, leur sort est encore plus enjeu que celui des producteurs, incertains du lendemain.

R. CHENEVIER.



▲ CHICAGO, LE SERVICE DES BAGAGES ET DES MARCHANDISES EST ASSURÉ, DE TOUS LES POINTS DE LA VILLE, VERS LES SERVICES SPÉCIAUX DE LA GARE, PAR UN CHEMIN DE FER SOUTERRAIN, DONT LE TRACÉ EST PRÉSENTÉ CI-DESSUS

POUR LE TRAFIC FERROVIAIRE MODERNE, VOICI LES GARES MODERNES

Par Jean MARCHAND

Si, en parlant de l'Amérique, on a pu dire que le chemin de fer a créé les villes, il n'en est pas de même sur l'ancien continent où, au contraire, les voies ferrées ont été établies pour desservir les agglomérations urbaines. Il en est résulté que la gare, primitivement conçue pour un trafic donné et limité, s'est rapidement trouvée insuffisante devant l'augmentation continue de ce trafic. Aussi, assistons-nous plus souvent à des transformations (gare de Limoges, gare de l'Est et gare Saint-Lazare, à Paris) qu'à des constructions entièrement neuves (gare de Milan). L'aménagement d'une gare dépend d'ailleurs essentiellement de l'espace dont on dispose dans la ville même. Il serait donc vain de vouloir en tracer le plan à priori. Les ingénieurs doivent cependant mettre en œuvre un certain nombre d'idées générales dont le but est, d'une part, de faciliter au voyageur l'embarquement et le débarquement; d'autre part, d'assurer sa sécurité et son confort. Voici un exposé clair et précis des tendances actuelles qui président à l'établissement d'une gare vraiment moderne, et de leur application dans deux cas bien différents : l'agrandissement d'une gare déjà existante, telle que la gare de l'Est, à Paris; la création d'une nouvelle gare à grand trafic dans un grand centre, telle que la grandiose gare de Milan.

TRACER à priori les plans d'une gare moderne est, évidemment, impossible. La gare est, en effet, fonction, au premier chef, des services particuliers qu'elle est appelée à assurer. Le plus souvent, elle n'est que le résultat d'agrandissements successifs nécessités par l'accroissement du trafic. Nous n'envisageons, d'ailleurs, ici que la gare de voyageurs. Par conséquent, apparaît immédiatement un facteur essentiel : l'espace dont on dispose. La gare ne peut donc plus être considérée aujourd'hui uniquement en elle-même, c'est-à-dire comme un simple lieu de débarquement et d'embarquement, mais, en même temps, dans ses rapports avec la ville.

Les accès à la gare doivent être bien dégagés

Condition essentielle : une gare moderne doit être rapidement accessible de tous les points de la ville. Il faut donc tout d'abord étudier la circulation des voitures et en séparer les différents courants. Une gare située en bordure de la voie publique et sans cour de départ est donc à éviter formellement. Un exemple remarquable d'un aménagement rationnel de voies d'accès à la gare est celui de Montréal (Canada). Les artères qui aboutissent à la station ne coupent pas à niveau les voies publiques, mais les franchissent sur des ponts. Il faut signaler également, à

New York, le nouveau terminus de Buffalo, construit à cheval sur Curtiss street et auquel on parvient par de larges avenues, grâce à des raccordements inclinés qui aboutissent à la cour de la gare, surélevée par rapport à la rue. Afin que les voyageurs ne soient pas obligés de traverser cette place au milieu des voitures, une rue terminus a été établie en dessous, où les voitures peuvent charger et décharger les voyageurs.

Signalons, à ce sujet, qu'aux Etats-Unis, l'embouteillage dans les cours des grandes gares est considérablement réduit par l'absence de bagages accompagnés par les voyageurs. Des entreprises spéciales, habilitées auprès des compagnies de chemins de fer, se chargent, en effet, au prix, d'ailleurs, d'un tarif élevé, de prendre les bagages à domicile et de les faire enregistrer sans que le voyageur ait à s'en préoccuper. A Chicago, notamment, existe tout un réseau souterrain qui draine les marchandises de tous les points de la ville pour les amener à la gare.

Arrivé à la gare, le voyageur doit être guidé et servi rapidement

Il est évident, tout d'abord, que, dans une gare moderne, la circulation des voyageurs partants doit être complètement distincte de celle des arrivants. La salle des guichets doit, bien entendu, être bien éclairée et la signalisation des lignes qu'ils desservent doit

éviter toute hésitation. La récente salle des pas perdus de la gare Saint-Lazare, à Paris, est, à ce dernier point de vue, fort bien aménagée. (V. *La Science et la Vie*, n° 160, p. 332.)

Au guichet, l'attente doit être réduite au minimum. Les billets doivent donc être rapidement délivrés. Une grande complication provient, en France, des nombreuses sortes de billets : trois classes distinctes, billets spéciaux (circulaires, familles nombreuses, etc.).

Un autre problème délicat à résoudre, notamment à Paris, est celui des voyageurs de banlieue. Les carnets de billets, les cartes

d'abonnement évitent une distribution trop abondante de billets. Néanmoins, les dimanches, les veilles de fêtes, le service serait difficilement assuré sans les machines distributrices de tickets. Ces machines, de divers modèles, peuvent, soit répondre au service des grandes lignes, c'est-à-dire grand nombre de destinations et vitesse relativement réduite, soit aux services de banlieue, grande vitesse de distribution et nombre de destinations moins important.

Muni de son billet, le voyageur doit accéder rapidement au quai de départ où, là encore, une signalisation bien ordonnée et claire doit lui permettre de trouver, sans erreur possible, le train qu'il doit prendre.

Ce n'est pas tout cependant. Il faut donner au voyageur qui attend son train le maximum de confort et de commodité compatible avec une stricte économie. Il faut aussi lui rendre agréable son séjour dans la gare dont l'esthétique ne doit pas être négligée ; sans faire appel à un luxe qui serait de mauvais ton, les réseaux français, et en particulier le réseau du Nord, se sont efforcés, depuis une vingtaine d'années, de soigner l'esthétique et le confort des gares, et d'éviter

la monotonie qu'engendre la répétition de style administratif. L'architecture de la gare de Noyon, par exemple, s'harmonise à la fois au style régional et au caractère industriel du chemin de fer.

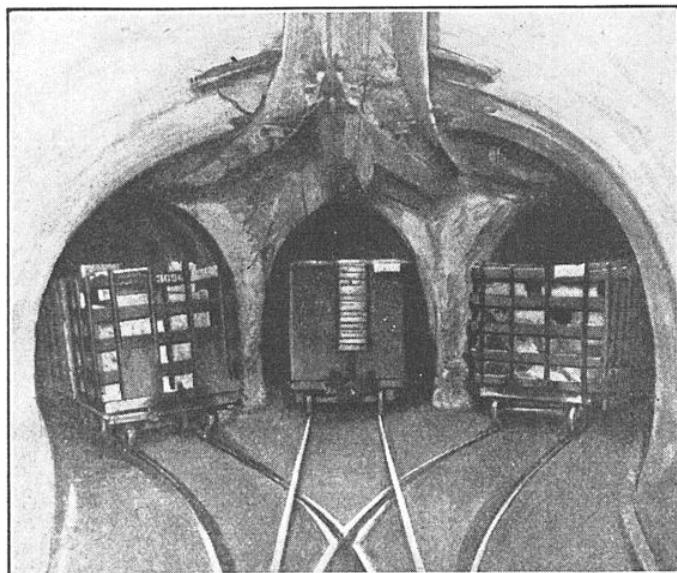
A Milan, les chemins de fer italiens ont édifié un véritable monument sur lequel nous reviendrons plus loin. Mais, en outre, il ne faut pas oublier que la gare est un lieu excellent pour le commerce. L'installation de vitrines d'exposition, de galeries marchandes, comme à la gare Saint-Lazare, animera donc les vastes halls où l'on stationne toujours.

Un service de bagages rationnel

Nous avons dit comment, en Amérique, était résolu le problème du transport des bagages à la gare et de leur enregistrement. En France, une grande simplification a été apportée à ce service par la pesée préalable et la délivrance d'un bulletin provisoire avant même que le voyageur ait pris son billet. Dans ces conditions, les mal-

les peuvent être remises immédiatement dans les mains des agents de la Compagnie et le voyageur peut aller librement au guichet des billets, puis à celui de l'enregistrement, où il paye la taxe et reçoit le bulletin définitif.

Bien entendu, toute gare moderne est pourvue, aujourd'hui, de tracteurs électriques à accumulateurs qui transportent les bagages à quai. Il y a cependant un grand progrès à réaliser : réservé un quai spécial aux bagages pour que les tracteurs électriques et leurs remorques ne soient nullement gênés par la foule. Enfin, pour terminer cet exposé des relations du voyageur et de la Compagnie, il faut remarquer la commodité résultant des quais surélevés permettant de pénétrer aisément dans les voitures. Cela n'est pas toujours possible, et la gare toute récente de



EMBRANCHEMENT DES LIGNES SOUTERRAINES DE CHICAGO, QUI DRAINENT VERS LA GARE BAGAGES ET MARCHANDISES VENANT DE TOUS LES POINTS DE LA VILLE

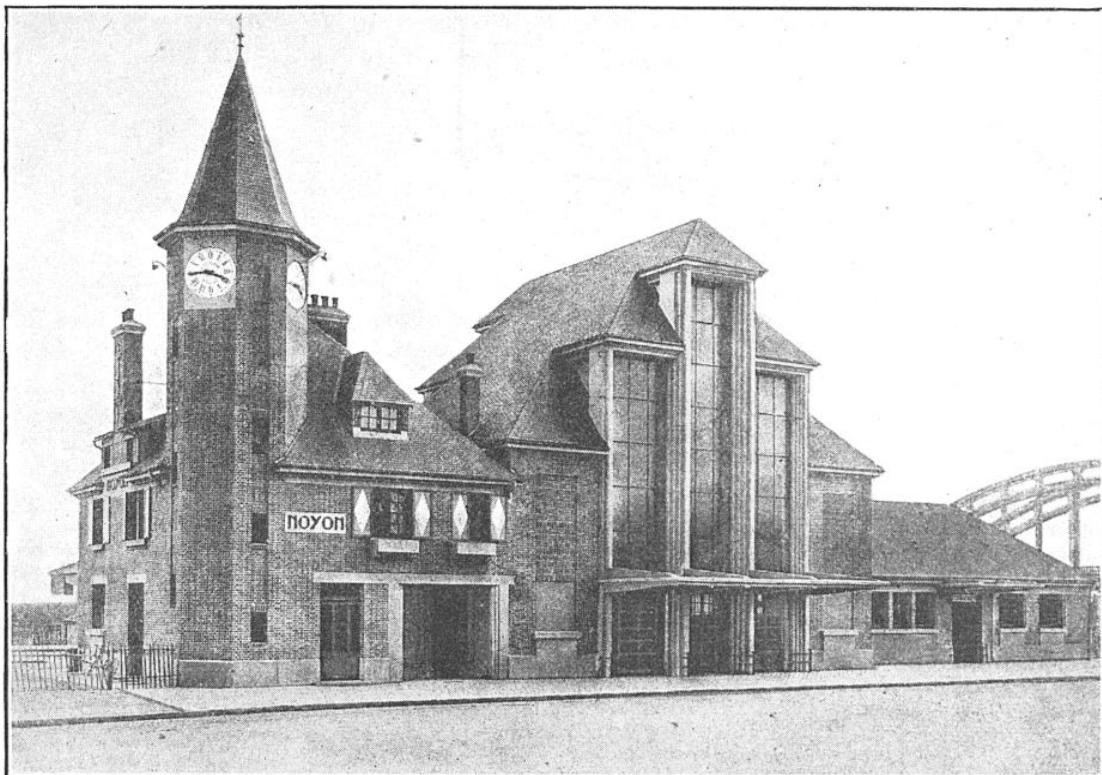
Limoges (1) n'a pu bénéficier de cet avantage, car les agents de l'entretien doivent visiter les roues, boîtes à huile, etc... pendant l'arrêt des trains.

La gare technique moderne

Tout ce que nous venons de dire concerne la gare, considérée uniquement du point de vue du voyageur. Ce n'est là, cependant, qu'un chapitre de l'établissement d'une gare

des enclenchements, c'est-à-dire des dispositifs particuliers n'autorisant certaines manœuvres d'aiguilles ou de signaux pour un itinéraire que lorsqu'elles ne présentent aucun danger vis-à-vis d'autres itinéraires, sortirait du cadre de cet article. C'est un chapitre très délicat de la sécurité dans les gares.

Dans les gares terminus des grandes villes, notamment à Paris, et plus particulièrement à la gare Saint-Lazare, la circulation intense



UN BEL EXEMPLE D'ARCHITECTURE DE GARE MODERNE : LA GARE DE NOYON

moderne. Il faut, en outre, que les trains soient acheminés régulièrement vers leurs destinations respectives.

Il faut distinguer ici deux types de gares : la gare terminus, en cul-de-sac, et la gare de transit.

Le problème que pose cette dernière est le suivant : acheminer les trains provenant d'un certain nombre de lignes vers un autre groupe de lignes, tout en ne présentant qu'un nombre restreint de quais. Ce problème est résolu grâce à l'emploi des aiguilles et à la signalisation. Dans la gare terminus, il faut chercher à réduire au maximum la durée de stationnement des rames à quais. L'étude

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 147, page 239.

des trains de banlieue est un des éléments les plus importants du trafic. Plus de 300.000 voyageurs passent chaque jour par cette gare pour effectuer de courts trajets, dont la valeur moyenne est de 10 km 400. Or, ces voyageurs affluent surtout à certaines heures (60.000 de 18 h 15 à 19 h 15, soit 61 trains expédiés). Cette même gare achemine, par jour, 1.025 trains de voyageurs (banlieue et grandes lignes). D'où la nécessité de spécialiser les lignes, car, devant les rapides, il faut « faire le vide ». La traction électrique des trains de banlieue facilite grandement le trafic.

Mais, dans une gare terminus, ce qu'il faut surtout éviter, pour dégager rapidement les

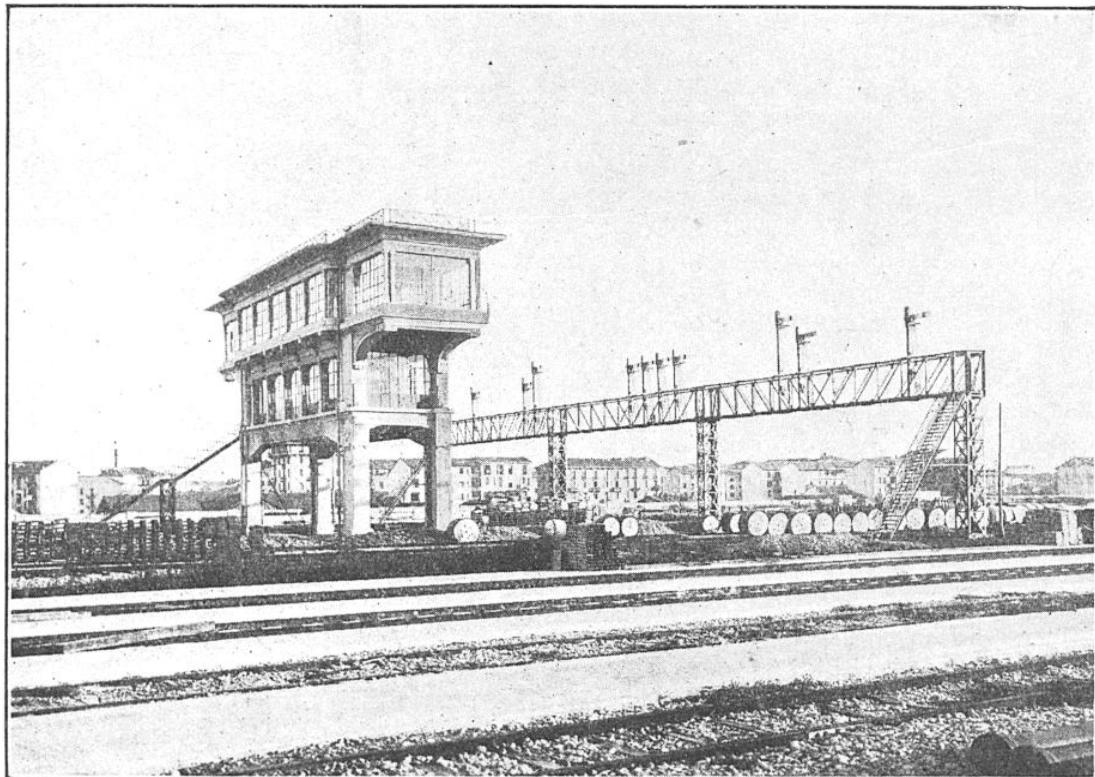
voies après l'arrivée des trains, c'est que l'itinéraire conduisant le matériel vers le dépôt des machines et des voitures coupe les lignes aboutissant à la gare. Non seulement, en effet, cet état de choses — qui existe, notamment, à Saint-Lazare — exige des mesures très sévères concernant la sécurité, mais encore immobilise le matériel et les agents. Un mécanicien, qui conduit un rapide de Paris au Havre et qui doit amener

que les gares terminus les plus modernes.

Les deux exemples les plus récents sont ceux de la gare de l'Est, à Paris, et de la gare de Milan (Italie). Ils nous permettront de voir ce que l'on peut faire dans le cas d'une transformation ou d'une construction neuve.

Les transformations de la gare de l'Est

La gare de l'Est avait reçu déjà, en 1900, certains agrandissements. Cependant, le



LA PASSERELLE DES SIGNAUX ET LE POSTE D'ENCLENCHEMENT QUI COMMANDE LES VOIES
ABOUTISSANT AUX VINGT-QUATRE QUAIS DE LA GARE DE MILAN

son train à quai assez longtemps avant le départ, passe plus de temps au dépôt et en gare que pour le parcours lui-même.

Une gare bien aménagée comportera donc des « sauts-de-mouton », permettant aux rames et aux machines de passer sous les voies d'accès à la gare.

Les gares modernes : la gare de l'Est, à Paris, et la gare de Milan

La Science et la Vie a signalé déjà (1) les perfectionnements apportés à l'établissement d'une gare de transit, telle que la gare de Limoges. Nous ne considérerons donc ici

(1) Voir *La Science et la Vie* n° 147, page 239.

nombre annuel de voyageurs étant passé de 8 millions à 25 millions, les installations se révélèrent insuffisantes pour assurer ce trafic. Il fut donc décidé, dès 1912, de lui faire subir de grandioses transformations qui devaient permettre de porter à vingt-quatre le nombre de voies et d'élargir le goulot de sortie qui ne comportait que six voies. Par la suite, on a décidé de porter à trente le nombre de voies de la nouvelle gare. Les travaux sont, aujourd'hui, terminés. Ils ont nécessité, notamment, la déviation d'une artère importante de la circulation parisienne.

Ainsi, la nouvelle façade mesure 270 mètres.

Les installations de départ comportent

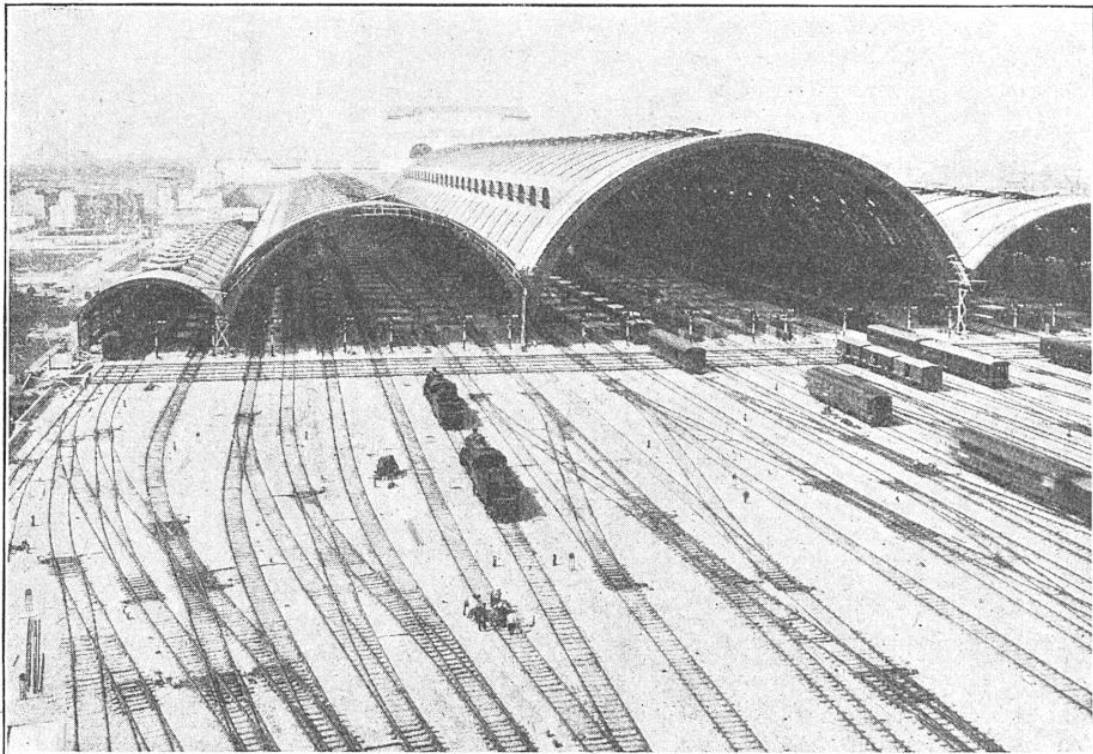
deux halls pour la distribution des billets et, entre les deux, une salle unique pour l'enregistrement des bagages. Chaque hall comprend trente-deux guichets d'un accès facile, de sorte que la circulation dans la partie centrale (bagages) ne gêne en rien celle des voyageurs. Chaque guichet est muni d'une machine à distribuer les billets, et seize bascules assurent le pesage des bagages.

A l'arrivée, les voyageurs sans bagages

est de 300 mètres. Cinq des quinze quais comprennent des galeries souterraines pour le service des bagages.

Quant aux signaux et aux aiguilles, ils sont commandés électriquement. Il faut signaler la mise en pratique du *dispatching* (1), qui facilite l'organisation du mouvement.

La gare de l'Est ne comportant aucune voie électrifiée, il a fallu prévoir, pour l'exploitation des lignes de banlieue, l'appro-



ENSEMBLE DES CINQ HALLS MÉTALLIQUES QUI ABRITENT LES VINGT-QUATRE QUAIS DE LA GARE DE MILAN. LEUR LONGUEUR ATTEINT 341 MÈTRES

peuvent sortir directement, soit par le côté de la gare, soit par une salle souterraine en communication avec le métro. Quant aux voyageurs avec bagages, ils descendent, au moyen d'ascenseurs, dans la salle des bagages à l'arrivée, dont la cour est accessible aux voitures. Cette salle, de 200 mètres de long, est située sous les extrémités des même voies, ce qui facilite la descente des bagages par ascenseurs ou par transporteurs à courroie.

Sur les quinze quais desservant les trente voies, les cinq de gauche sont réservés au départ des grandes lignes, les six du centre au service de banlieue, les quatre de droite à l'arrivée des grandes lignes. Leur longueur

visionnement en eau des machines à proximité même des quais. Des prises d'eau ont été installées à cet effet sur toutes les voies de banlieue. Elles sont raccordées aux canalisations d'eau de la Ville de Paris. Un réservoir de secours de 300 mètres cubes a été construit pour pallier à toute panne d'alimentation.

Enfin, il faut signaler les installations de chauffage à la vapeur produite par deux chaufferies qui assurent le chauffage des rames en stationnement et celui de la gare.

Une annexe importante de toute gare moderne est le service postal. L'administra-

(1) Voir *La Science et la Vie* n° 54, page 41.

tion des P. T. T. a donc profité des travaux d'agrandissement de la gare pour améliorer et étendre les installations postales. Des voies spéciales sont réservées à ces services ; des ascenseurs électriques assurent le transport des sacs postaux.

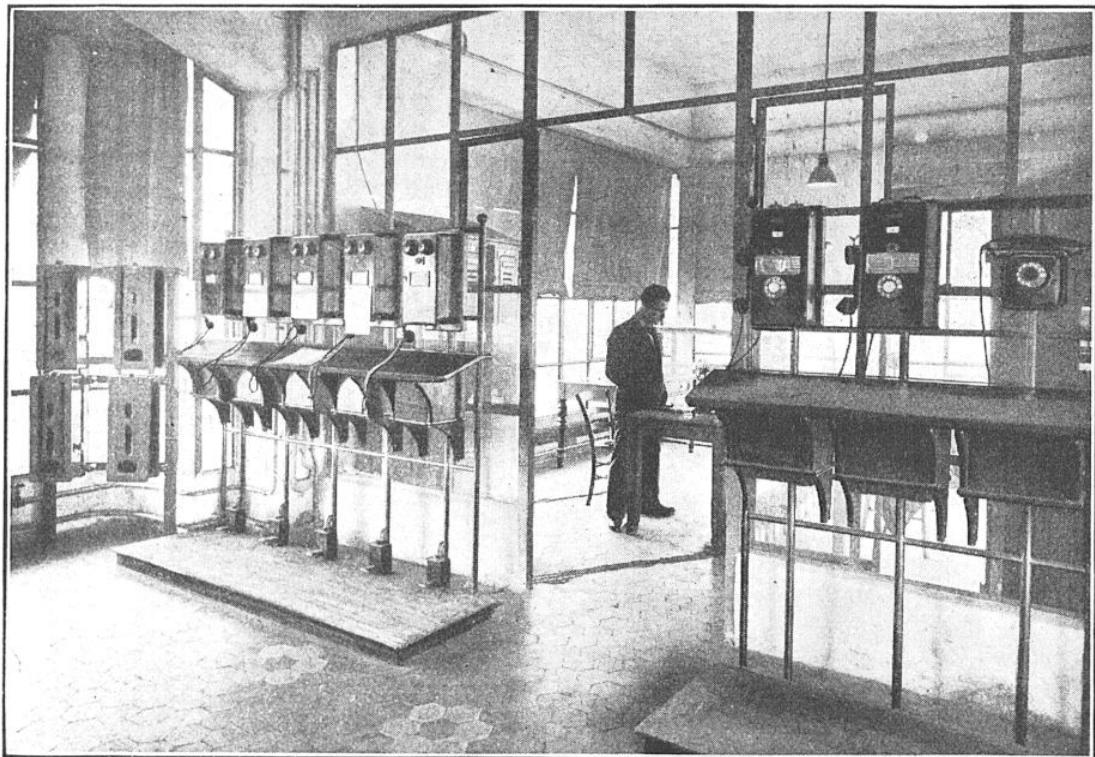
La gare de Milan

Situé à l'embranchement des lignes Londres-Paris-Brindisi et Berlin-Stuttgart-

de cette nouvelle gare vraiment moderne.

Avec ses vingt-quatre quais, ses nombreux passages souterrains, ses services bien organisés, la nouvelle gare, dont les dimensions la placent au deuxième rang en Europe, après Leipzig, peut assurer sans défaillance le transit le plus intense.

Gare « terminus », elle se compose d'un bâtiment principal de 185 mètres de façade et de deux bâtiments latéraux, perpendi-



LES SERVICES TÉLÉPHONIQUES QUI RELIENT LA CABINE CENTRALE DES SIGNAUX DE LA GARE DE MILAN AUX HUIT AUTRES CABINES, AFFECTÉES CHACUNE A UNE ZONE DE VOIES

Brindisi, Milan, capitale de la Lombardie, qui a vu sa population passer, en trente ans, de 400.000 à 995.000 habitants, est un lieu de passage dont 6 millions de voyageurs empruntent, chaque année, la gare centrale. Pour assurer ce trafic, une nouvelle gare grandiose, dont le projet remonte d'ailleurs à 1900, a été établie et inaugurée l'année dernière. Nous devons à notre correspondant dans cette ville, M. Henry Blanc, que les éminents ingénieurs Lo Cigno et Saracito, le directeur provincial des Chemins de fer et celui des P. T. T., ont bien voulu renseigner pour les lecteurs de *La Science et la Vie*, une documentation précise sur les services

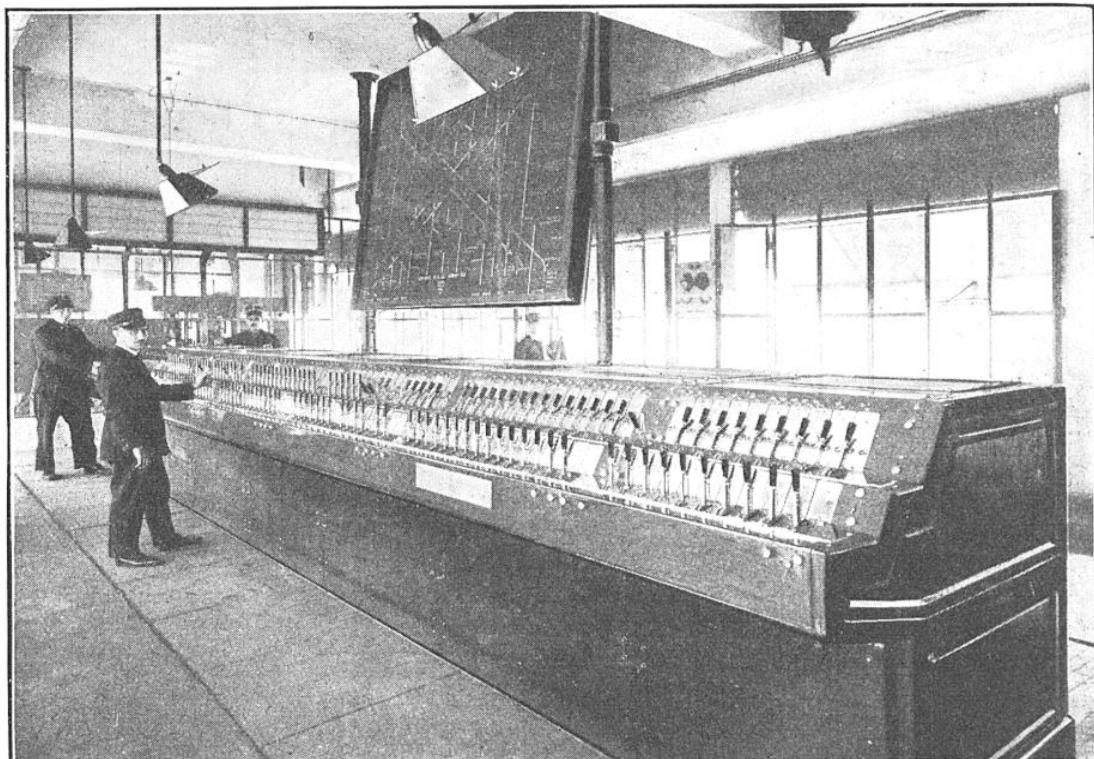
culaires au premier et parallèles aux quais, de 150 mètres de long sur 13 mètres de large. La construction d'un tel monument, dont la superficie dépasse 430.000 mètres carrés, risquait de gêner la circulation intense de la ville. Aussi, le niveau des quais a-t-il été établi à 7 m 40 au-dessus des rues transversales qui peuvent ainsi continuer à assurer par-dessous leur service normal.

Trois grandes arcades, de 9 mètres sur 16 mètres, laissent entrer les voitures dans une galerie longue de 185 mètres, large de 24 mètres, haute de 27 mètres. Au centre, un passage amène les voyageurs au hall de départ, long de 63 mètres, large de 34

et surmonté d'une voûte de 42 mètres.

Trois grands escaliers de marbre conduisent le voyageur à une galerie « de tête » perpendiculaire aux quais, longue de plus de 200 mètres, large de 22 mètres, haute de 27 mètres, toute ornée de granit rose. Là, il trouve, clairement énoncées, toutes les indications relatives à la marche des trains. Deux cents horloges distribuent l'heure électrique

brées à 12 kilogrammes produisent 13.500 kilogrammes de vapeur à l'heure. Un accumulateur permet de « passer » les « pointes » de consommation. Il est rempli presque complètement d'eau, que deux pompes maintiennent en circulation constante avec l'eau des chaudières. Aux moments des « pointes », quand la pression tombe au-dessous de 12 kilogrammes par centimètre carré, l'alimentation des chaudières se ferme automatiquement, de sorte que c'est l'eau de cet accumulateur, déjà à température voisine de celle de la vaporisation, qui les alimente. La production de vapeur s'en trouve immédiatement accélérée.



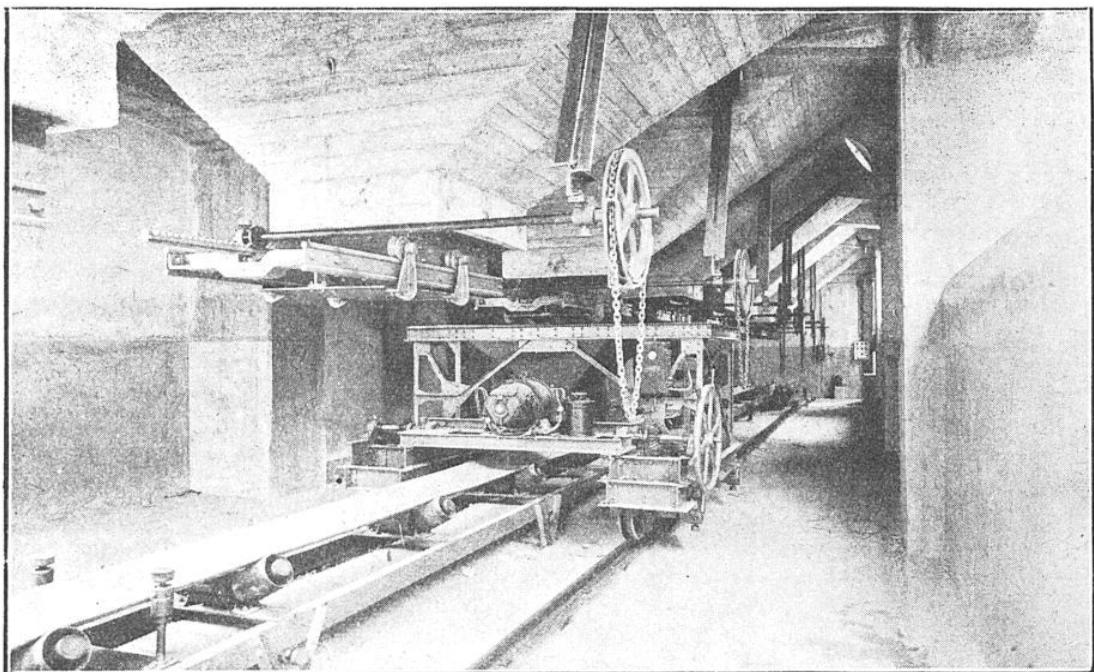
LA TABLE D'ENCLENCHEMENT DE LA CABINE CENTRALE DE LA GARE DE MILAN COMPORTE DEUX CENT-VINGT LEVIERS, COMMANDANT LES ARRIVÉES ET DÉPARTS DES TRAINS RAPIDES DANS TOUTES LES DIRECTIONS

dans toutes les parties de la gare. Et voici maintenant les hangars métalliques colossaux, qui abritent les quais. Au nombre de cinq (trois grands au centre, un plus petit de chaque côté), ils ne mesurent pas moins de 341 mètres de long.

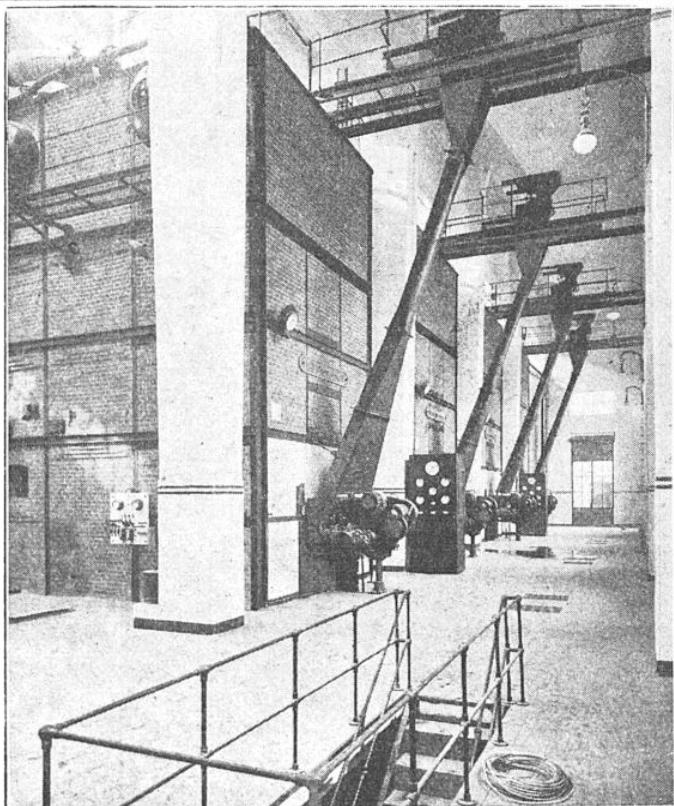
Le ciment armé, le fer sont à la base de toute la construction : 90.000 mètres cubes de ciment, 46.000 mètres cubes de ciment armé, 4.870 tonnes de fer (sans compter les hangars), etc. Non moins moderne est l'aménagement de la gare, où une usine centrale thermique produit la vapeur nécessaire au chauffage des bâtiments et des rames des wagons en attente. Quatre chaudières tim-

mentation des chaudières se ferme automatiquement, de sorte que c'est l'eau de cet accumulateur, déjà à température voisine de celle de la vaporisation, qui les alimente. La production de vapeur s'en trouve immédiatement accélérée.

Seul, le bâtiment des voyageurs n'est pas chauffé à la vapeur, mais à l'air chaud. Fondé sur le principe du « conditionnement de l'air », ce chauffage permet de reprendre l'air dans les salles, de le filtrer et de lui donner le degré d'humidité convenable avant d'être à nouveau refoulé. En été, de l'air refroidi assure une température agréable dans toutes les salles.



L'exploitation ferroviaire bénéficie également des derniers progrès de la technique. Signalisation, manœuvre des aiguilles sont électriquement assurées. De plus, grâce au *dispatching system*, l'ingénieur chargé de la marche des trains, en liaison téléphonique constante avec les postes d'aiguillages, avec les stations et gares voisines, connaît à tout instant les circonstances de la circulation. Il peut, sciennement et dans le minimum de temps, prendre les décisions né-



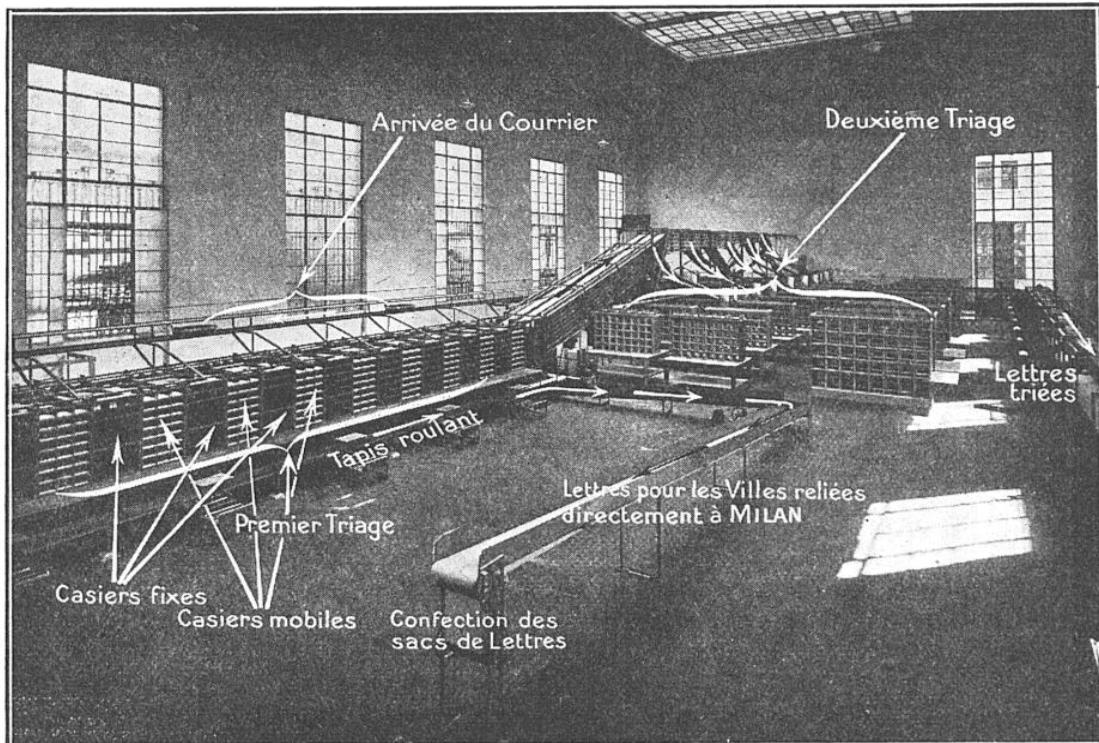
LA CENTRALE THERMIQUE DE LA GARE DE MILAN
En haut, trémies de chargement du charbon ; en bas, les quatre chaudières à foyer automatique de la centrale thermique.

cessaires à une exploitation régulière.

L'ensemble des voies, dont la longueur atteint 62 kilomètres, ne comporte pas moins de 450 aiguillages, dont neuf cabines se répartissent les 1.300 leviers de commande automatique. Trois de ces cabines assurent la circulation des trains, cinq autres sont chargées de régler la composition des rames de voitures en formation. Enfin, la neuvième cabine, au centre de la gare, est, en quelque sorte, le «cerveau» qui coor-

donne l'ensemble — si complexe — des arrivées et des départs des trains. Aussi 220 leviers y commandent-ils les arrivées, les départs et les aiguillages des voies pour les trains rapides dans toutes les directions. Télégraphe, téléphone, récepteur et transmetteur pneumatiques, signaux lumineux, haut-parleur complètent ce magnifique équipement électromécanique. Au moyen de huit boutons-poussoirs, cette cabine centrale correspond avec chacune des

taires, les lettres sont déposées dans des boîtes qu'un tapis roulant entraîne entre deux files de vingt-quatre employés chacune, chargés du premier triage véritable. A cet effet, chaque agent est placé devant deux casiers : un casier fixe et un casier dit mobile, comprenant chacun dix-huit cases. Le premier reçoit les lettres à destination des villes reliées directement à Milan. Les lettres de chaque case sont ficelées par ville, et les paquets, tombant sur un tapis roulant,



VUE D'ENSEMBLE DE LA SALLE DE TRIAGE DU BUREAU DE POSTE DE LA GARE DE MILAN

huit autres cabines affectées chacune à une zone de voies. Elle les prévoit des manœuvres effectuées par elle-même et indique celles qui restent à faire. Un système d'enclenchements électriques relie ces neuf cabines, de telle sorte que la position des leviers de commande des aiguilles et des signaux ne peut être modifiée que lorsque le train engagé sur une voie a dépassé un point déterminé (signal de protection).

Voici, enfin, la remarquable installation postale réalisée dans un bâtiment contigu à la gare.

Les sacs plombés, provenant des trains de la gare voisine, sont montés par un ascenseur et ouverts. Après un triage rudimen-

taire, les lettres sont déposées dans des boîtes qu'un tapis roulant entraîne entre deux files de vingt-quatre employés chacune, chargés du premier triage véritable. A cet effet, chaque agent est placé devant deux casiers : un casier fixe et un casier dit mobile, comprenant chacun dix-huit cases. Le premier reçoit les lettres à destination des villes reliées directement à Milan. Les lettres de chaque case sont ficelées par ville, et les paquets, tombant sur un tapis roulant,

sont amenés directement du côté de la salle où sont préparés les sacs pour le départ. Quant aux casiers mobiles, ils reçoivent, dans leurs dix-huit cases, les lettres triées par régions. Ces lettres sont placées sur des tapis roulants de longueurs différentes, qui aboutissent chacun à un nouveau système de tapis roulants perpendiculaires aux premiers, qui les emmènent vers le deuxième triage. Ces tapis aboutissent chacun à une glissière métallique au bas de laquelle les agents du deuxième triage les prennent et les répartissent dans les cases situées devant eux.

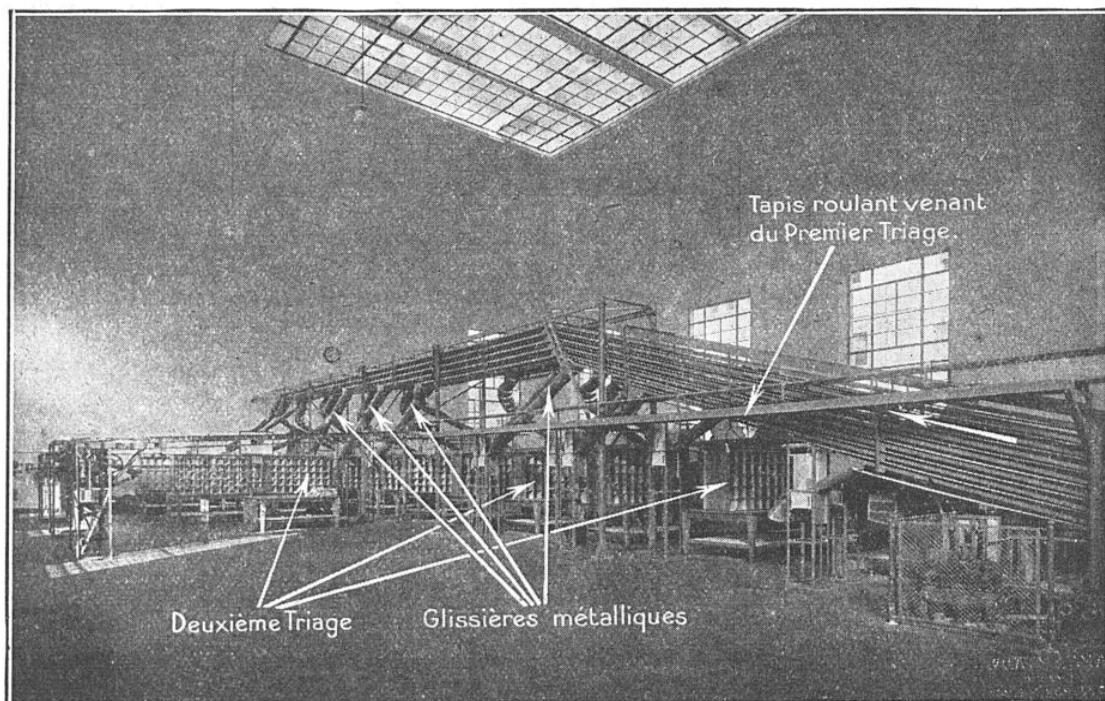
De là, les correspondances triées sont placées sur un autre tapis roulant, à l'extré-

mité duquel sont préparés les sacs pour le départ. Ceux-ci sont tout d'abord descendus au sous-sol, d'où un monte-chargé les transporte dans la gare, devant le wagon postal.

Le service particulier de la ville de Milan bénéficie également des progrès de la mécanique appliquée. Dans une autre salle de ce véritable Palais des Postes, des transporteurs à chaînes, comportant quatre-vingts plateaux, circulent devant les répartiteurs du

teurs sur ce pupitre, les boîtes, qui sont munies de pitons fixés à une hauteur convenable, s'arrêtent devant le facteur intéressé.

Voici, pour terminer, le service des colis postaux. Il est situé au niveau de la rue, c'est-à-dire à 7 mètres au-dessous des quais. Les wagons chargés sont descendus en une seule opération à ce niveau. Là, ils sont ouverts et les colis sont emportés par un tapis roulant devant les employés chargés de les répartir. Suivant la ville destinataire, ceux-ci



LE COURRIER, APRÈS UN PREMIER TRIAGE, EST AMENÉ AUTOMATIQUEMENT VERS LE DEUXIÈME ET DERNIER TRIAGE PAR DES TAPIS ROULANTS ET DES GLISSEURS MÉTALLIQUES

courrier. Dans chaque plateau a été placé, pour un premier triage, le courrier correspondant à l'une des huit zones en lesquelles la ville de Milan a été divisée. Automatiquement, chaque plateau bascule devant le répartiteur auquel il est destiné. Celui-ci trie les lettres dans les casiers qu'il a devant lui, portant le numéro du facteur auquel elles sont destinées. En même temps, circule devant le répartiteur un tapis roulant portant de petites boîtes numérotées de la même façon. Il y place le courrier correspondant.

Quant aux facteurs distributeurs, ils se trouvent devant un pupitre au-dessus duquel circule ce tapis roulant. Automatiquement, grâce à des crochets placés à diverses ha-

mettent un numéro sur le colis et le replacent sur le tapis roulant. Des agents, qui n'ont à lire que le numéro inscrit, prennent les paquets qui leur incombent et les rangent ainsi triés dans des paniers qui sont dirigés mécaniquement vers le départ.

Ainsi l'établissement d'une gare moderne présente de nombreux problèmes fort délicats, aussi bien pour assurer la régularité du mouvement des trains que le confort des voyageurs. Les progrès de la technique, tant en ce qui concerne la sécurité que la rapidité du trafic des voyageurs et des bagages, ont permis de les résoudre complètement et de répondre à toutes les exigences d'un trafic de plus en plus intense.

J. MARCHAND.

L'ÉQUIPEMENT SCIENTIFIQUE D'UNE SALLE DE CHIRURGIE

Par Victor JOUGLA

La médecine et surtout la chirurgie font de plus en plus appel aux sciences physiques. La salle d'opérations, en particulier, doit bénéficier de tous les progrès de la technique, aussi bien en mécanique (télécommande des appareils) qu'en optique (éclairage parfait du champ opératoire). C'est à l'électricité qu'il est fait appel, bien entendu, pour cette réalisation. Voici comment, d'après le professeur Lambret, de la Faculté de Lille, on peut concevoir aujourd'hui une salle de chirurgie vraiment moderne, où l'opérateur, tel un ingénieur, met en œuvre tout l'outillage multiple et perfectionné que la science appliquée met à sa disposition.

NOTRE époque assiste à un phénomène remarquable : l'envahissement de la médecine par les méthodes physiques. Un médecin vraiment moderne doit connaître la technique des rayons X et savoir apprécier l'activité thérapeutique des divers rayonnements. Il ne peut ausculter le cœur, dans certains cas difficiles, sans recourir à l'enregistrement des courants électriques que fournit son battement (electrocardiographie). Des méthodes récentes de diagnostic utilisent des appareils d'optique extrêmement ingénieux, qui permettent l'observation directe ou la photographie de l'intérieur de viscères, comme l'estomac, de l'état quasi microscopique de la rétine, de l'élasticité des cordes vocales. Mais c'est principalement la chirurgie qui marche à grands pas vers une technique de plus en plus rationnelle.

On a dit d'un grand chirurgien qu'il travaillait d'après le système Taylor. Rien n'est plus exact. Le chronométrage d'une opération est chose capitale : le champ opératoire ne doit, en effet, rester ouvert que durant un strict minimum de temps, afin de réduire les chances d'infection ainsi que l'intensité de la réaction postopératoire ou « shock ». Comme ceux de l'ouvrier taylorisé, les gestes de l'opérateur doivent suivre les trajets les plus courts (par économie de temps) et les plus précis (leurs conséquences étant irréparables dès qu'ils sont accomplis) — ce qui est, d'ailleurs, toute la raison d'être de l'immense variété des instruments chirurgicaux, lesquels dérivent des métiers les plus usuels : ciseaux de menuisier et ciseaux de tailleur, couteaux, pinces, scies, rabots, extenseurs, écraseurs, dont les formes minutieusement établies en vue d'un geste souvent unique, ne durant qu'une seconde, se

comptent dans chaque catégorie par douzaines.

Ceci étant aujourd'hui bien acquis, il reste encore à fournir son atelier le plus rationnel à ce prototype d'ouvrier manuel qu'est le chirurgien, au sens littéral du mot (en grec, *cheir* : main ; *ergon* : travail). Autrement dit, si l'ouvrier chirurgien doit être rompu à la discipline de Taylor, son atelier doit être « rationalisé » à l'extrême et posséder, dans l'ordre le plus logique, tout l'appareil utile scientifiquement réalisable.

La salle d'opérations idéale

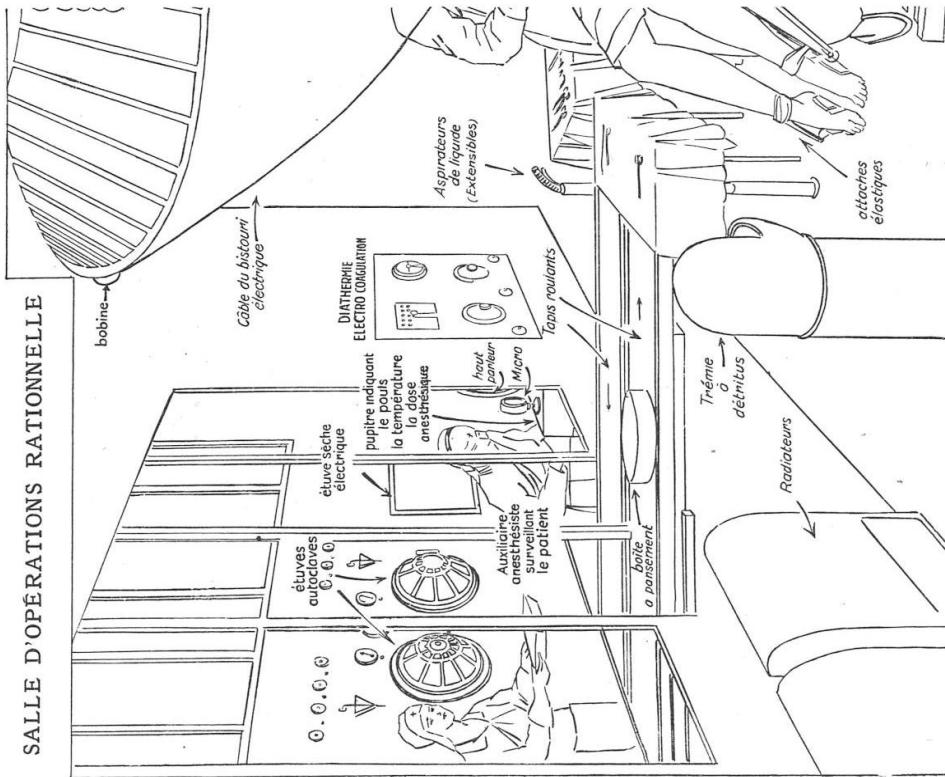
Cet idéal est encore loin d'être atteint, aux yeux des maîtres de la chirurgie.

Se faisant leur porte-voix, le professeur Lambret, de la Faculté de Lille, a tracé dernièrement, lors du Congrès international de chirurgie qui s'est tenu à Paris, un schéma remarquable de la salle d'opérations véritablement scientifique. Ce schéma, l'éminent chirurgien nous a permis de le concrétiser dans la planche ci-après, dont le dessin ne constitue, cela va sans dire, qu'une première ébauche, la réalisation finale exigeant de minutieuses études techniques.

« La salle d'opérations de demain, a dit le professeur Lambret, ne présente au premier coup d'œil rien de spécial. Elle est presque vide ; un ou, au maximum, deux aides évoluent autour du chirurgien. Sur une table, quelques instruments peu nombreux, mais bien choisis. A portée des mains et des pieds de l'opérateur, un clavier de commande (de préférence à pédales).

« La table d'opérations est construite pour adopter toutes les positions possibles, et le malade fait vraiment corps avec elle. Il n'y a plus de manivelles pour la mouvoir. Le chi-

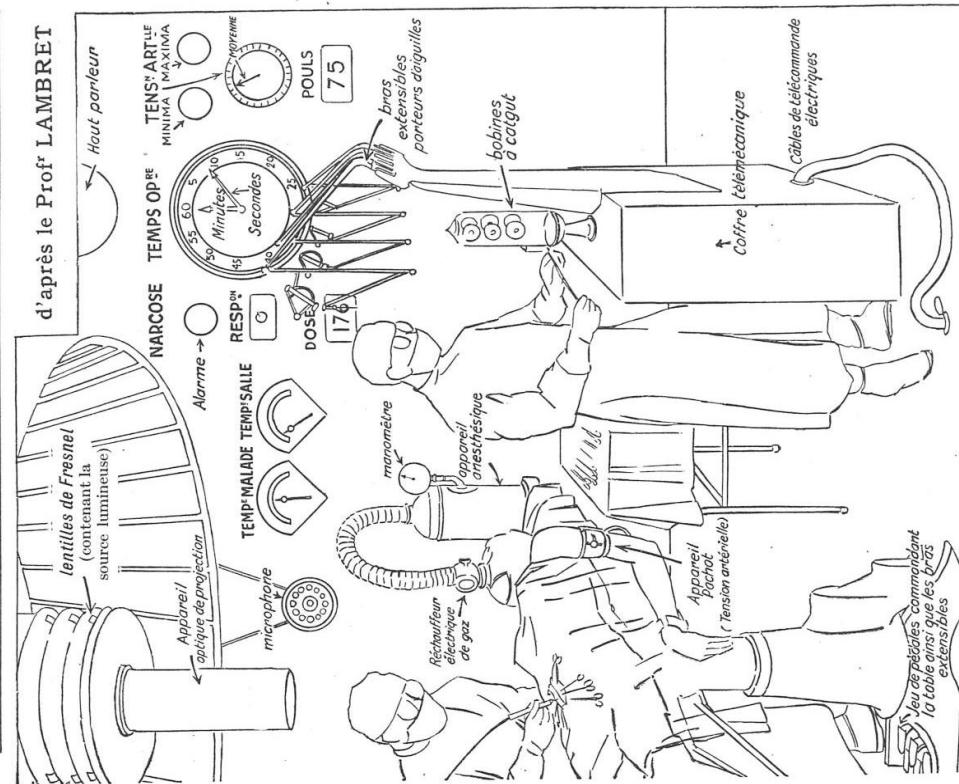
SALLE D'OPÉRATIONS RATIONNELLE



LES SERVICES AUXILIAIRES DE LA SALLE D'OPÉRATIONS

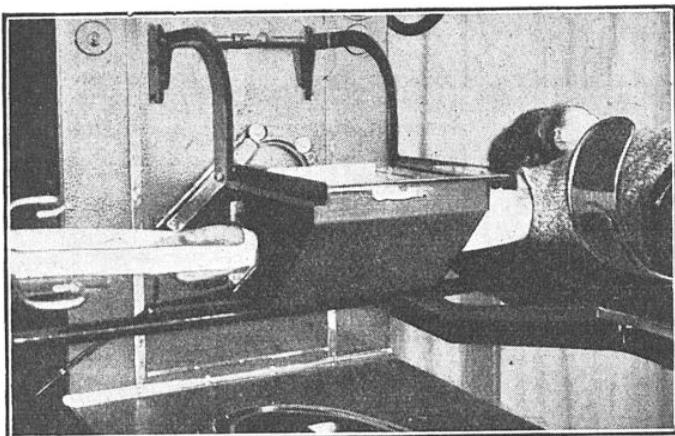
La salle d'opérations proprement dite comporte, en manière de vestibule, une salle auxiliaire dont elle est servie par une large baie vitrée. Derrière cette baie, les aides infirmières veillent au service d'antiseptique. Elles disposent des étuves antiseptiques classiques, ainsi que l'utile sèche électrique. Elles répondent aux ordres du chirurgien qui leur parvient par haut-parleur en déposant les objets demandés sur un tapis roulant qui les conduit à portée de la main du chirurgien. Le tapis roulant en sens inverse rapporte les ustensiles ayant servi. Une aide spéciale, l'anesthésiste, a devant elle un microphone, par lequel s'inscrivent tous les renseignements relatifs à la narcose du malade : le pouls, la température et la dose d'anesthésique qu'elle peut, d'ailleurs, régler elle-même, grâce à un tableau indiquant relativement à ce service (diathermie, électro-coagulation) est posé de l'autre côté de la cloison, dans la salle d'opérations, à la vue du chirurgien, véritable cerveau de cette usine scientifique.

d'après le Prof LAMBRET



L'AMÉNAGEMENT DE LA SALLE D'OPÉRATIONS ELLE-MÊME

La table qui supporte l'opérateur prend toutes les positions que commande l'opérateur au moyen de piedales. Le même élément commande des bras extensibles, porteurs des aiguilles d'injection utilisées par la situation : ces mouvements sont réalisés par un appareillage télemécanique concentré dans un coffre. Dans l'exécution riche, il pourrait, d'ailleurs, trouver place dans l'épaisseur des murs. L'anesthésie est donnée en circuit fermé. La respiration du patient inscrit son rythme sur un rouage à échappement, an-lessons d'un circuit fermé. Un indicateur de la dose correspondante de narcotique. La température du malade, prise par des aiguilles thermoelectriques ; la tension artérielle, prise par le Paolo classique, ainsi que le pouls, s'inscrivent de même, par télécommande, sur des cadres très visibles disposés autour du chronomètre à secondes. Un signal d'alarme joue si le maximum ou le minimum de tension se trouve dépassé. Le regard est, ici, supposé parfaitement, l'appareil de projection traversant le phare. Cet appareil permet de projeter sur un écran tous les détails de l'opération. Un seul aide évite autour du chirurgien,



LES RAYONS X SUR LA TABLE D'OPÉRATIONS

La table d'opérations du docteur Pascalis est agencée de telle sorte que la réduction d'une fracture osseuse s'y effectue pendant qu'en double projection radioscopique l'opérateur en suit toutes les phases. On voit ici comment le bras fracturé du patient est inséré (sous tension mécanique) au-dessous de l'écran radioscopique horizontal, qu'un simple basculement peut rendre vertical. Les deux biseaux de la fracture étant en place, on retire l'appareillage radiographique (contenu dans le meuble à angle droit, qui est mobile) et on coule le plâtre autour du membre ainsi fixé dans la position optimum pour la réduction de la fracture.

rurgien actionne son clavier et, avec beaucoup de souplesse, la table monte, descend, vire, s'incline et se cambre au degré voulu.

« Nos ligatures, nos compresses se présentent à nous automatiquement ; nos mains les saisissent sans l'intermédiaire d'aucune aide. Tout ce qui a servi disparaît dans une trémie.

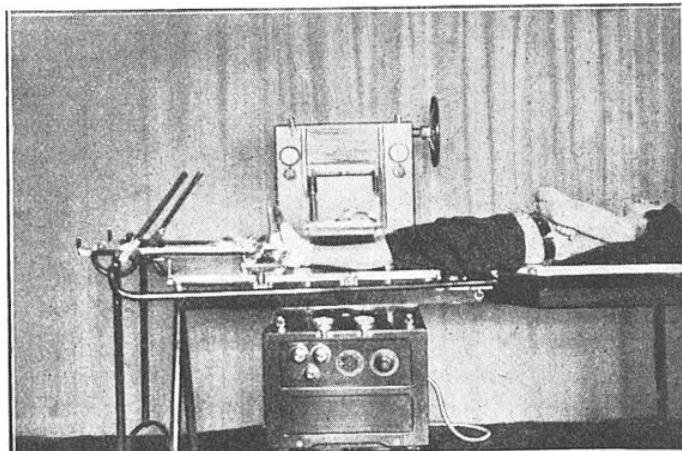
« Notre éclairage est installé de telle manière que les photophores sur rail, les scyphalitiques suspendus prennent leur inclinaison, braquent leurs feux et, à notre commandement, inondent de lumière le fond des cavités !

« De même, des aspirateurs évacuent les liquides et le sang, s'interrompent et repartent quand nous le voulons.

« L'électro-coaguleur (bistouri électrique) est tout près : il suffit d'étendre la main pour l'utiliser ; également faciles à saisir, des aiguilles pendent à notre portée, en communication avec des récipients contenant des liquides divers. Ainsi, nous injectons à volonté la solution pour l'anesthésie locale ou régionale, ou bien le sérum salutaire, si le

technicien

comportent, évidemment pour l'ingénieur chargé de réaliser ses vues, l'appel aux sciences les plus diverses.



LA MÉCANIQUE A LA SALLE D'OPÉRATIONS

Sur la table du docteur Pascalis, ce sont des leviers à crémaillère (analogues à ceux du freinage des automobiles) qui tirent le membre du patient. La traction est ainsi précise, continue, et peut s'orienter en torsion avec la même précision. L'ancienne méthode faisait intervenir des auxiliaires humains, avec toutes sortes de heurts et d'inconvenues dans la manœuvre. Au centre, le meuble contenant deux tubes de Coolidge qui permet la radioscopie en double projection simultanée de l'opération effectuée.

manomètre, consulté du regard, indique une baisse de la pression artérielle. L'anesthésie générale est tellement simplifiée que, d'un geste, l'opérateur la règle, en dosant les mélanges qui vont au masque, sans possibilité d'alerte.

« Tandis que les spectateurs (confrères ou étudiants), confortablement assis dans une salle voisine, en suivent sur un écran toutes les péripéties, l'opération s'accomplit dans le calme et le silence, n'exigeant que des gestes précis et mesurés, l'atmosphère n'étant pas troublée par les allées et venues d'aides en surnombre. L'intervention se termine à l'instar d'un voyage aérien au cours duquel le pilote, sans prononcer un mot, a dirigé l'avion vers son but et manœuvré seul les leviers de commande. »

La réalisation télémechanique et les services électriques

Ces quelques phrases du hardi

La télémécanique interviendra pour mouvoir :

1^o La table d'opérations par des servomoteurs ;

2^o Les tapis roulants qui apportent et emportent les objets nécessaires ;

3^o Divers bras extensibles qui présentent à l'opérateur les aiguilles chargées des liquides à injecter.

L'anesthésie se donnant en circuit fermé, l'auxiliaire qui la règle est hors de la salle d'opérations

proprement dite, dont il est séparé par une baie vitrée, en liaison acoustique avec l'opérateur par microphone et haut-parleur.

Il lit, sur des cadrans indicateurs, les rythmes du pouls et de la respiration du patient, ainsi que sa tension artérielle et sa température prise au moyen de couples thermoélectriques. Par des télécommandes, il dispose de la dose d'anesthésique appliquée et qui doit varier en fonction de ces données. Celles-ci, d'ailleurs, se trouvent répétées sur des indicateurs à grande échelle, appliqués au mur de la salle, que le chirurgien ne cesse de consulter.

Ces appareils visuels sont accompagnés d'un signal sonore qui bat sourdement au même rythme que la respiration du patient, le synchronisme étant donné par la circulation des gaz dans le masque anesthésique. Des voyants d'alarme (disques verts et rouges), doublés, s'il le faut, de timbres, avertissent l'opérateur dès que les maxima ou les minima physiologiquement admissibles sont dépassés, tant dans le rythme respiratoire que dans la tension artérielle.

Naturellement, tous ces appareils (de mesure ou de commande) sont animés électri-

quement. L'électricité intervient encore pour le chauffage des gaz narcotiques dans le circuit du masque, comme pour le chauffage des étuves sèches situées dans la salle auxiliaire derrière la baie vitrée. C'est elle qui assure également le maintien de la température dans l'organisme du patient, lequel est soumis, durant toute l'opération, soit aux courants de haute fréquence (diathermie) (1), soit à l'action d'ondes hertziennes ultracourtes, dont l'effet de « fièvre artificielle »

est analogue à celui de la diathermie proprement dite. D'où l'importance du tableau de « diathermie », visible sur l'un des murs de la salle, qui règle cette partie du service « physique » de la salle d'opérations. Des appareils de sécurité empêchent les électrodes diathermiques placées sous les reins du malade de s'échauffer dangereusement par contact imprécis.

Les courants de haute fréquence alimentent également le bistouri électrique, dont le câble descend d'une bobine au-

toenrouleuse fixée au plafond. On connaît le principe de cet appareil : les étincelles de haute fréquence qui oscillent entre son extrémité, formant électrode, et le tissu du patient, constituant l'autre électrode, suffisent soit à provoquer une entaille aussi franche que celle d'un scalpel, soit à coaguler le sang à mesure qu'au cours de l'opération se rompent les vaisseaux capillaires, sous l'avancement de la lame.

Par une pédale, le chirurgien obtient l'une ou l'autre de ces fonctions de son instrument. Les deux sortes de courants, « coupant » et « coagulant », peuvent, d'ailleurs, être donnés à intervalles très courts.

(1) Voir page 340 de ce numéro.

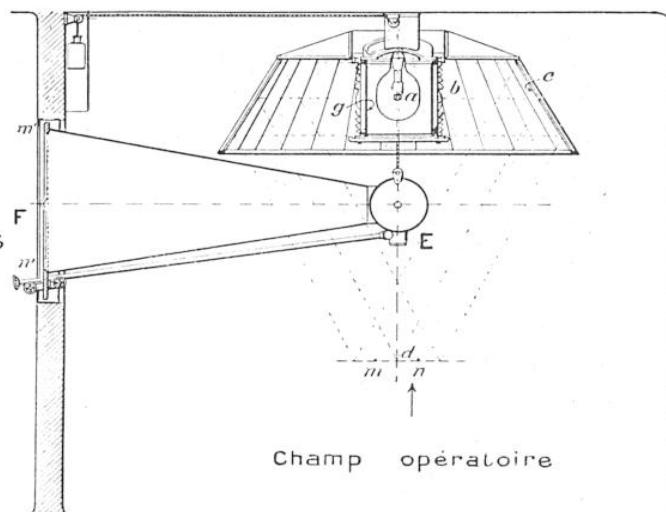


SCHÉMA DE FONCTIONNEMENT DU SCYALISCOPE DU PROFESSEUR CONSTANTINI

Le champ opératoire est éclairé par toute la lumière que fournit l'ampoule a. Cette lumière est, en effet, condensée par les lentilles b à échelons (de Fresnel), qui l'entourent suivant un cylindre g. Les rayons horizontaux vont frapper les miroirs inclinés c qui les renvoient en m n. En E, se trouve un objectif maintenu constamment braqué sur le champ opératoire par une longue tige de réglage. Par le système optique (F E) non détaillé sur le schéma, l'image du champ opératoire vient se projeter dans la salle sur l'écran S, suivant m' n'.

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

Le rôle de la lumière visible et invisible

Et voici, pour finir, le rôle de la lumière dans la salle d'opérations idéale.

En aucun cas, l'opération ne saurait s'effectuer sous le seul éclairage du jour naturel. Il convient, en effet, d'éviter à tout prix les ombres portées sur le champ opératoire ; la pointe du scalpel doit être entourée d'une lumière uniforme, travaillant au fond d'une cavité. Les appareils, aujourd'hui connus sous le nom de seyaltiques, pourvoient à cette distribution intense et uniforme de la lumière. Ils sont constitués par une source puissante située en leur centre, et dont la lumière est projetée, par un système de lentilles à échelons (de Fresnel), sur un vaste cône de miroirs convergeant sur le champ opératoire au degré de concentration que l'on désire.

Un important perfectionnement a été apporté aux seyaltiques par le professeur Constantini (d'Alger), qui leur a adjoint un système optique capable de projeter l'image agrandie du champ opératoire sur un écran extérieur à la salle, devant un véritable amphithéâtre d'étudiants. L'appareil se dénomme alors un « seyaliscope ».

Cette projection cinématographiée permet à l'opérateur de faire, après coup, la critique de son propre travail — puisqu'il le revoit avec ses mouvements fortement amplifiés.

Mais la lumière ne borne pas ses services au seul éclairage du champ opératoire. Il est des praticiens qui prétendent utiliser, en cours d'opération, l'action bienfaisante des rayons ultra-violets. On peut supposer que ceux-ci sont fournis soit par des lampes supplémentaires ajoutées au seyaltique, soit par des photophores mobiles spéciaux (d'usage courant en radiothérapie). Le chirurgien sera

muni, naturellement, de lunettes protectrices contre l'ultra-violet.

Enfin, dans certaines opérations très spéciales, notamment dans la réduction des fractures osseuses, les rayons X eux-mêmes doivent intervenir pour montrer au chirurgien les péripéties de la remise en place des éléments fracturés.

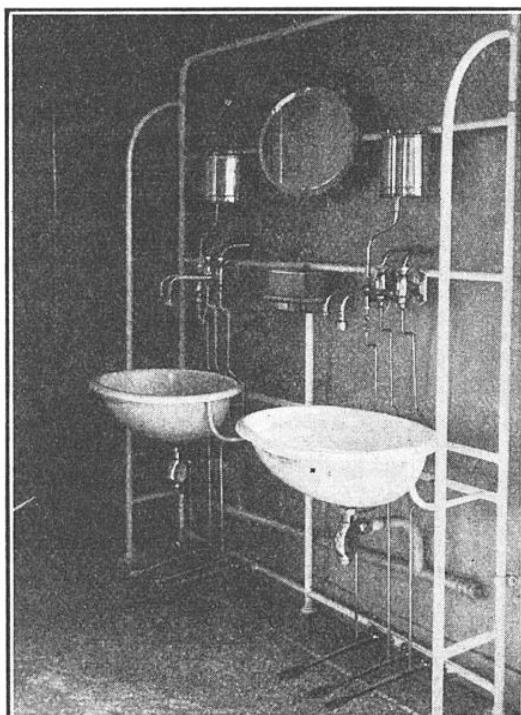
A ce propos, il nous a semblé intéressant de montrer ici la table particulièrement étudiée à cet effet par un spécialiste de ce genre d'opérations, le docteur Georges Pas- calis. Cette table est agencée de telle sorte

que la fracture osseuse apparaisse, à tout instant du travail de remise en place, suivant deux projections radioscopiques orthogonales. L'aide-chirurgien tire sur les membres du patient au moyen de leviers à crémaillère et imprime à ces membres les mouvements de torsion convenables jusqu'à ce que les biseaux de la fracture osseuse apparaissent géométriquement soudés, aux yeux de l'opérateur. A ce moment, le membre est immobilisé et le chirurgien fixe la gouttière de plâtre. Le docteur Pas- calis envisage même de remplacer l'action mécanique de l'aide-chirurgien par celle de servo-moteurs, infini-

ment plus doux, qu'il commanderait à l'aide de pédales. Ainsi conduirait-il l'opération à son gré, directement, sans aucun ordre verbal intermédiaire. La pensée du docteur Pas- calis rejoint ainsi l'idée générale du professeur Lambret.

En un temps où le corps humain presque entier ressort de la technique chirurgicale, depuis les organes les plus profonds jusqu'à l'épiderme, depuis les os jusqu'aux nerfs, il serait inconcevable que les vues théoriques et si rationnelles du professeur Lambret ne soient pas réalisées à bref délai.

VICTOR JOUGLA.



(Cliché Pascalis.)

LE LAVABO DU CHIRURGIEN

Toutes les manœuvres de robinets se font au pied, même celle qui laisse tomber dans la paume de la main la brosse aseptique enfermée dans le coffret métallique central entre les deux lavabos.

COMMENT EST ORGANISÉE LA LUTTE CONTRE LES INSECTES NUISIBLES AUX ÉTATS-UNIS

Par L. KUENTZ

On évalue à près du dixième de la récolte mondiale (fruits et coton) les ravages causés par les insectes qui les dévorent. Organiser rationnellement la lutte contre ces parasites est donc une nécessité absolue, car le développement extrêmement rapide de ces espèces nuisibles menacerait d'étendre leurs méfaits dans une proportion beaucoup plus grande. C'est surtout aux Etats-Unis que cette lutte est activement poursuivie. Non seulement on s'attaque directement aux individus adultes, aux larves, aux œufs, en les ramassant ou en les arrosant d'insecticides au moyen d'avions spécialement équipés ; mais encore on utilise, en les faisant venir de leurs pays d'origine, les insectes qui vivent aux dépens des parasites dévastateurs (1). Grâce à des mesures rigoureuses, on a déjà fait disparaître complètement dans certaines régions, notamment en Floride, des insectes qui menaçaient de ruiner des exploitations fruitières qui ont retrouvé aujourd'hui leur prospérité.

DANS la concurrence vitale qui, à la surface du globe, met aux prises tous les êtres organisés, l'homme n'a pas de plus implacable rival que les insectes nuisibles qui, chaque année, dévorent le dixième de toutes les récoltes de l'univers.

Pour remédier à un état de choses aussi désastreux, on emploie les moyens les plus variés : le ramassage des œufs, des larves, des adultes ; la chasse aux parasites par leurs propres congénères (1) et surtout l'épandage de produits chimiques qui, appliqués au moment voulu, sont, la plupart du temps, très efficaces. L'application de ces produits est, certes, fort onéreuse, mais, en présence d'une invasion de parasites menaçant de ruine telle ou telle culture, on ne doit pas hésiter.

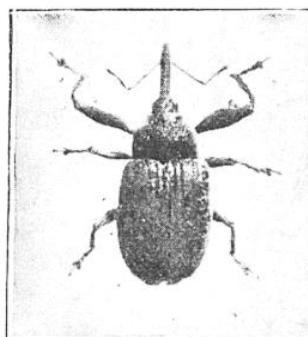
La récolte cotonnière menacée par un insecte en Amérique

Sous ce rapport, nous pouvons citer l'exemple des Américains qui ont su, à temps, prendre les dispositions nécessaires contre trois redoutables envahisseurs de leur principales

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 162, page 489, *La lutte des parasites contre les parasites*.

cultures : l'anthonome du cotonnier ou boll-worm (*Anthonomus grandis*), le scarabée japonais (*Popillia japonica*) et un diptère (*Ceratitis capitata*), mouche blanche appelée mouche méditerranéenne.

L'anthonome, ou charançon du cotonnier, originaire du Mexique, est un insecte long de 6 à 8 millimètres. Le tiers environ de sa taille est pris par une trompe munie à son extrémité d'une espèce de rostre armé de deux puissantes mandibules.

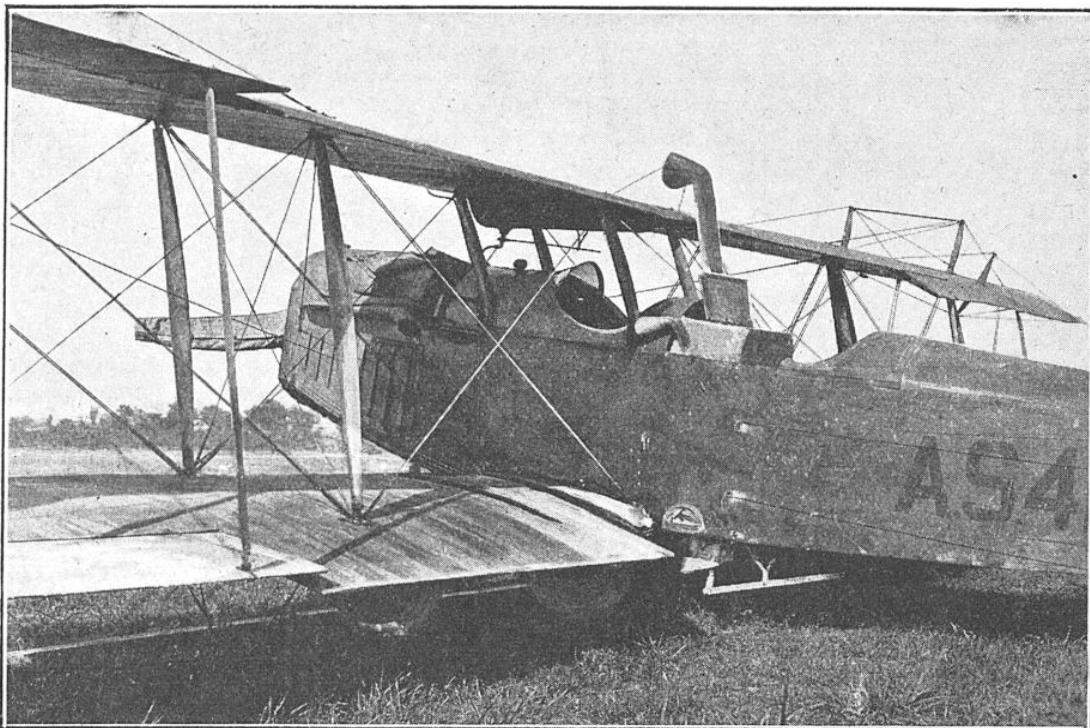


LE CHARANÇON DU COTONNIER

Le tiers environ de la taille de cet insecte, de 6 à 8 millimètres de long, est pris par une trompe munie, à son extrémité, d'un rostre armé de deux puissantes mandibules.

apparaît, et l'opération recommence. On a calculé qu'un seul couple peut donner naissance, en une seule saison, à 12.755.100 individus.

Cet insecte malfaisant apparut pour la première fois au Texas ; il se répandit peu



CE BIPLAN PEUT EMPORTER 300 KILOGRAMMES D'ARSÉNIATE DE CHAUX ET LES RÉPANDRE SUR LES PLANTATIONS DE COTON POUR LES DÉFENDRE CONTRE LES RAVAGES DES CHARANÇONS

Le passager règle de son siège l'ouverture d'une porte à glissière pratiquée au bas et à l'arrière du réservoir d'arséniate de chaux en poudre.

à peu, dans presque toute la zone cotonnière, où, certaines années, les dégâts occasionnés par lui s'élèveront à près de 500 millions de dollars.

Emu par la crise menaçante de l'industrie cotonnière, le gouvernement fédéral chargea le docteur Coad, entomologiste, de trouver un moyen permettant de lutter contre l'infatigable ennemi



VOLANT A 120 KILOMÈTRES A L'HEURE, A 4 MÈTRES ENVIRON AU-DESSUS DES PLANTATIONS DE COTON, L'AVION RÉPAND 5 KILOGRAMMES D'ARSÉNIATE DE CHAUX PAR HECTARE ET PEUT TRAITER EFFICACEMENT 26 HECTARES PAR MINUTE.

du coton. Après de longues et patientes recherches, le savant découvrit qu'un produit chimique très connu, l'arséniate de chaux, possédait les vertus nécessaires pour restreindre, dans de larges proportions, les déprédatrices de l'anthonome du cotonnier.

Des avions insecticides

Pour traiter les cotonniers, les fermiers

se servirent d'abord d'une petite poudreuse portée par un homme ; plus tard, ils utilisèrent des machines attelées à une ou deux mules, ou actionnées par un moteur à essence. Comme les cultures de coton s'étendent, en général, sur des surfaces assez grandes, les dirigeants du Bureau Entomologique eurent l'idée de remplacer ces machines par des avions de 180 ch que le gouvernement mit à la disposition des fermiers, à raison de un dollar par acre (40 acres).

Chaque appareil emporte 300 kilogrammes de produit placés dans une trémie accrochée à l'extérieur du coffre du biplan, près de la place du passager. Une porte à glissière, commandée par une tirette, dont la poignée est à la portée du passager, règle l'ouverture pratiquée en bas du réservoir et sur la face arrière.

Pour opérer ce traitement, l'avion vole très bas, 3 m 50 environ, et marche à raison de 120 kilomètres à l'heure. Le poudrage

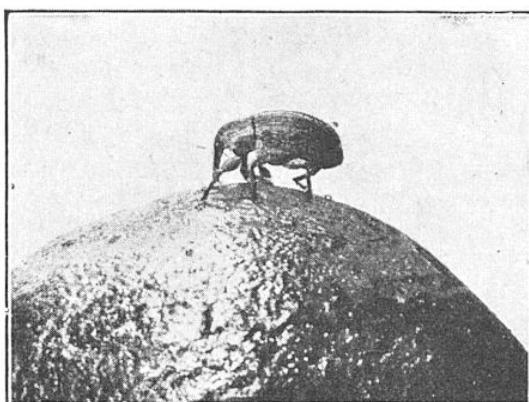
est réglé de façon à distribuer 2 kg 500 par acre (40 acres) et à traiter 40 acres à la minute. Un appareil travaillant pendant quatre heures par jour peut faire autant que quatre poudreuses mécaniques se déplaçant sur le sol. Les résultats obtenus par ces nouvelles méthodes sont marquants, au point que les producteurs, dont la plupart se résignaient à délaisser la culture du coton, ont repris confiance et courage.

La lutte des parasites contre les parasites (1)

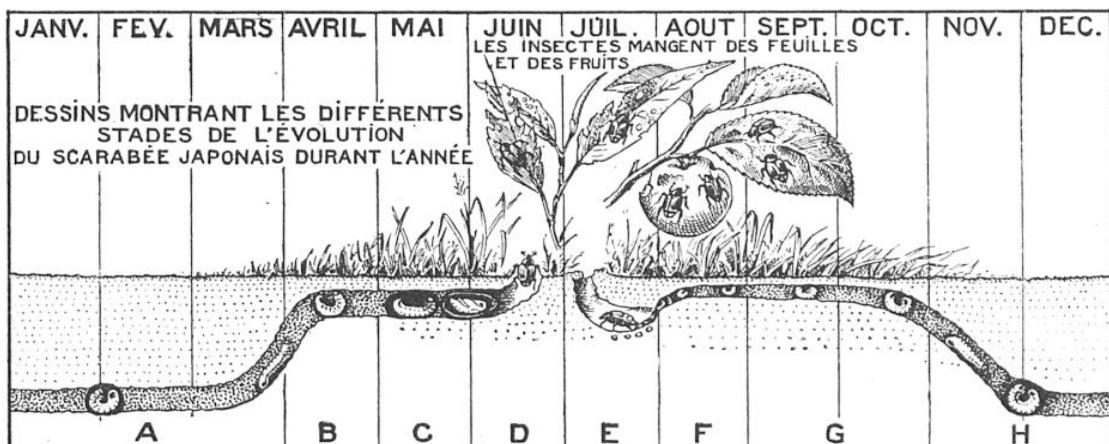
En 1916, M. Dickerson, entomologiste de l'Etat de New Jersey, trouva par hasard, dans une pépinière, près de Riverton (New

Jersey) un insecte qu'il ne connaissait pas. Cet insecte fut identifié plus tard par M. Schwarz, du Bureau entomologique fédéral : c'était le scarabée japonais (*Popillia Japonica*), introduit dans la contrée dans un chargement d'iris et d'azalées.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 162, page 489.



LE SCARABÉE JAPONAIS, INSECTE DE 12 A 15 MILLIMÈTRES DE LONG, S'ATTAQUE À PRÈS DE DEUX CENTS ESPÈCES DE VÉGÉTAUX DONT IL DÉVORE LES FEUILLES ET LES FRUITS



LES DIFFÉRENTS STADES DE L'ÉVOLUTION DU SCARABÉE JAPONAIS

Pendant le premier trimestre de l'année (A), la larve demeure dans sa cellule hivernale ; en avril (B), elle vit près de la surface et, en mai (C), se prépare une cellule pour se transformer. En juin (D), la larve se change en nymphe, puis en adulte, pour sortir de la terre. Le scarabée pond des œufs dans le sol en juillet (E) ; ces œufs éclosent en août (F), les jeunes larves vivent près de la surface et continuent à manger et à grandir en septembre et octobre (G) ; elles s'enfoncent dans le sol à une profondeur de 7 à 30 centimètres en novembre et décembre (H), époque à laquelle elles forment leurs cellules d'hiver.

Ce scarabée, long de 12 à 15 millimètres, au corps et aux pattes d'un vert éclatant, aux ailes brun cuivre, s'attaque à près de deux cents espèces de végétaux, dont il dévore les feuilles et les fruits. Il raffole plus spécialement des fruits précoce qu'il détruit entièrement.

Ces êtres maléfiques se multiplient avec une rapidité foudroyante : c'est au point que l'on a pu ramasser jusqu'à 278 individus sur une seule pomme. On peut par là juger de l'importance de leurs dégâts.

En présence de cette invasion calamiteuse, le gouvernement fédéral eut encore recours à ses entomologistes. Partant de cette donnée que, dans son pays d'origine, le scarabée japonais ne se montre pas sérieusement nuisible, ceux-ci furent conduits à admettre qu'il devait s'y trouver maintenu en échec par des parasites spéciaux de ce pays (1). C'est pourquoi le directeur du Laboratoire fédéral d'entomologie envoya deux de ses savants au Japon. Ceux-ci y découvrirent plusieurs insectes parasitant le scarabée, parmi lesquels une mouche de la famille des tachinaires était la plus intéressante. Cette mouche pond ses œufs sur la carapace du *Popillia*; les larves qui en sortent gagnent le défaut de la cuirasse (partie articulée de tous les coléoptères) et pénètrent jusqu'au cerveau qu'ils dévorent.

C'est en 1921 qu'on a importé les premiers adversaires des *Popillia*, dont on fait l'élevage dans les laboratoires de la station entomologique de Moorestown (New Jersey).

Distribués par milliers aux horticulteurs et répandus dans les cultures envahies, ces parasites permettent de réduire notablement le nombre des néfastes déprédateurs.

Jugeant insuffisants les résultats de la lutte biologique, les Américains s'adressèrent

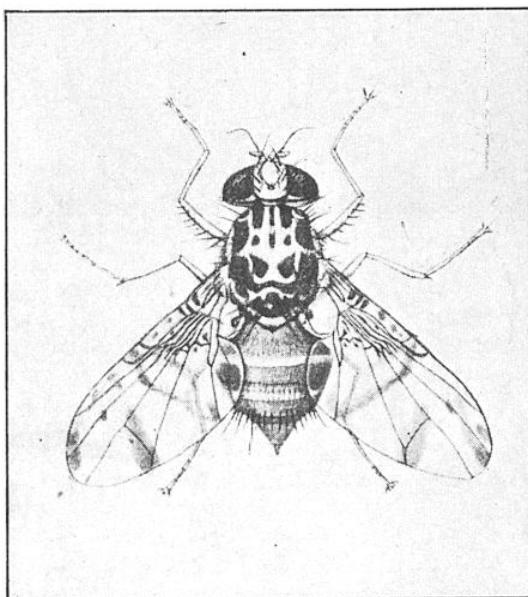
(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 162, page 489.

rent, comme pour le charançon du coton, à l'arsenal des produits chimiques. Leurs entomologistes trouvèrent là encore deux produits toxiques très efficaces : contre les larves, une solution diluée d'une émulsion de sulfure de carbone appliquée en couche légère sur les gazons infestés, et, contre les adultes, un mélange d'arséniate de plomb et de divers savons à base de zinc ou d'aluminium, permettant d'obtenir une bonne adhérence. En traitant les plantes avec cette bouillie, les fermiers ramènent l'invasion à des proportions acceptables.

Des mesures d'une extrême rigueur ont permis de triompher dans la lutte entreprise

La mouche blanche (*Ceratitis capitata*), que les Américains appellent *Mediterranean fruit fly* (mouche des fruits, d'origine méditerranéenne) ressemble, en taille et en forme, à notre vulgaire mouche, dont elle diffère cependant par la coloration et par les mœurs.

La femelle, qui vit près de quatre mois, pique des trous dans la peau des fruits pour



LA MOUCHE BLANCHE, OU MOUCHE MÉDITERRANÉENNE, ATTAQUE NON SEULEMENT LES AGRUMES (ORANGES, MANDARINES, ETC.), MAIS JUSQU'A SOIXANTE-DOUZE ESPÈCES DE FRUITS DIFFÉRENTES

y déposer ses œufs à raison de quatre à six par jour. Après quelques jours, ces œufs donnent naissance à de menues larves qui se nourrissent du fruit, tombent sur le sol où elles s'enfoncent pour se métamorphoser en nymphes. Elles sortent de leurs cachettes sous forme de mouches. Cette série de métamorphoses se déroule en l'espace de quinze jours, et elle recommence après un intervalle de quatre jours.

Ce diptère est particulièrement dangereux parce qu'il attaque non seulement toutes les agrumes, oranges et mandarines comprises, mais jusqu'à soixante-douze espèces de fruits différents.

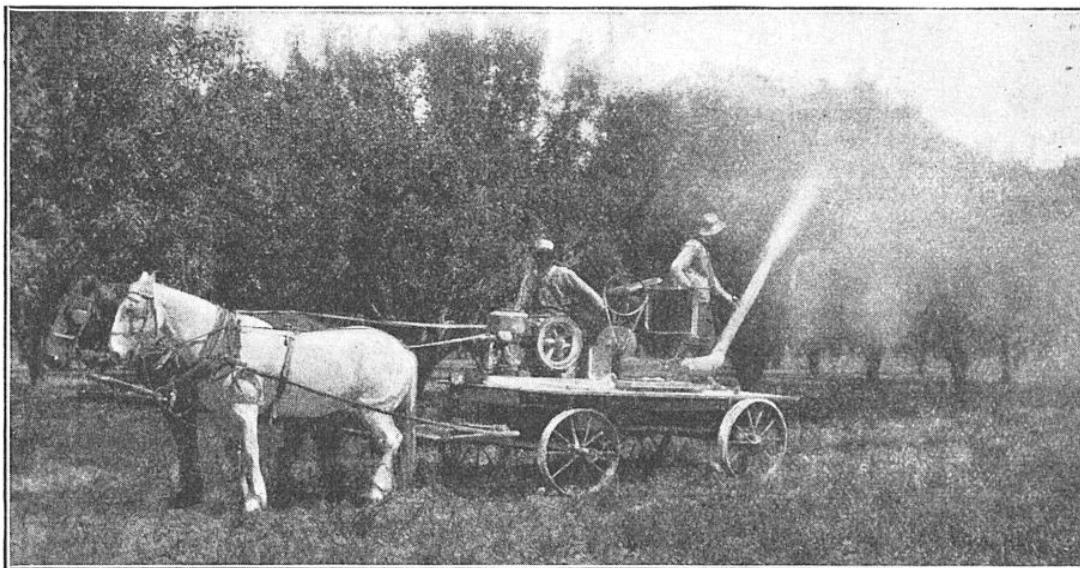
Originaire des contrées méditerranéennes, il fut signalé en Espagne en 1842, en Algérie en 1858, en Tunisie en 1885, dans l'Afrique

du Sud en 1889, puis en Australie, au Brésil enfin, en 1910, aux îles Hawaï, où ses ravages furent particulièrement importants.

Grâce à une quarantaine des plus sévères établies sur les fruits de provenance hawaïenne, les Américains se croyaient à l'abri de la mouche néfaste, lorsqu'en avril 1929 le département de l'Agriculture reçut, par avion, d'un planteur d'Orlando (Floride), un *grapefruit* (pamplemousse) contenant des larves suspectes. Les savants du bureau entomologique reconnaissent immédiatement

cher, verts ou mûrs, tous les fruits des arbres infestés qui, ensuite, furent inondés d'arséniate. Emportés par des camions, les fruits furent enterrés dans de grandes fosses, couverts de chaux vive et d'huile et réduits en cendres. Sur toutes les routes, des inspecteurs visitaient tous les véhicules et confisquaient impitoyablement les fruits qu'ils y trouvaient pour les détruire.

Au mois d'avril, les larves, les nymphes et les mouches pullulaient dans plus de neuf cent quatre-vingt-deux propriétés ; en juillet



LA LUTTE CONTRE LA MOUCHE BLANCHE DANS LES VERGERS DES ÉTATS-UNIS

Plus de 5.000 hommes, munis de puissants pulvérisateurs, s'éparpillèrent dans la zone infestée par ce terrible destructeur, et, après avoir arraché tous les fruits de la saison, inondèrent les arbres d'arséniate de plomb. En six mois, l'insecte nuisible avait disparu.

les larves de la « mouche blanche » qu'ils avaient étudiée aux îles Hawaï. Aussitôt prévenu, le gouvernement fédéral, instruit par les exemples de l'anthonome du coton et du scarabée japonais, résolut, cette fois, non pas d'enrayer le danger, mais de le supprimer radicalement. A cet effet, il demanda et obtint un crédit de 4.250.000 dollars, pour une campagne probablement sans exemple dans l'histoire.

Sous la direction du service phytopathologique fédéral, un millier de spécialistes entomologistes emportèrent toute la quantité nécessaire d'arséniate de plomb dont on avait reconnu l'efficacité aux îles Hawaï. Aidés de la milice de la Floride, soit 5.000 hommes, munis du nombre d'appareils pulvérisateurs voulus, ces hommes s'éparpillèrent dans la zone plantée d'agrumes pour arra-

cher, verts ou mûrs, tous les fruits des arbres infestés qui, ensuite, furent inondés d'arséniate. Emportés par des camions, les fruits furent enterrés dans de grandes fosses, couverts de chaux vive et d'huile et réduits en cendres. Sur toutes les routes, des inspecteurs visitaient tous les véhicules et confisquaient impitoyablement les fruits qu'ils y trouvaient pour les détruire.

En résumé, les Américains nous donnent, en l'occurrence, une belle leçon pratique qu'il conviendrait de méditer, avec l'intention bien arrêtée d'en faire, sérieusement et le plus tôt possible, notre profit pour établir, sur des bases solides, une lutte rationnelle et méthodique contre les déprédateurs de nos cultures, à commencer par le terrible *Doryphore*, ravageur de nos pommes de terre.

L. KUENTZ.

LA PHYSIQUE MÉDICALE MODERNE

QU'EST-CE QUE LA DIATHERMIE ?

Par Roger SIMONET

AGRÉGÉ DES SCIENCES PHYSIQUES

Les effets bienfaisants des courants à haute fréquence

La diathermie est une forme de la d'arsonvalisation, c'est-à-dire de l'application des courants de haute fréquence, d'après les célèbres travaux du professeur d'Arsonval. Elle tire son nom des effets calorifiques qui se développent dans l'intimité des tissus traversés par les oscillations électriques de haute fréquence.

Ces effets calorifiques ont été signalés, dès 1896, par le professeur d'Arsonval.

Les applications de la diathermie se font au moyen d'électrodes métalliques. Il n'y a pas à redouter ici les effets électrolytiques, puisque le courant change alternativement de sens plusieurs centaines de mille fois par seconde.

Le courant continu accomplit surtout un travail chimique de décomposition, tandis que le courant de haute fréquence effectue un travail physique par transformation de l'énergie électrique en énergie calorifique.

Ce résultat de la diathermie peut être établi clairement par l'expérience suivante : on met du blanc d'oeuf dans une assiette et, aux extrémités d'un même diamètre, on adapte deux lames de métal égales plongeant dans l'albumine. Si l'on fait passer le courant de diathermie, en augmentant progressivement l'intensité, on voit se produire lentement la coagulation de l'albumine *au centre* de l'assiette, à égale distance des électrodes. Puis, après un temps plus long, la zone coagulée s'étend excentriquement vers les deux électrodes. Il se produit un phénomène semblable dans les applications d'ordre médical : l'effet diathermique est plus marqué dans l'espace interpolaire.

Si l'on prend, au contraire, un courant de forte intensité dès le début, la densité de courant est intense dans les électrodes et la coagulation du blanc d'oeuf a lieu « au niveau des électrodes ». Nous verrons plus loin une application chirurgicale de cette

propriété où les deux électrodes sont l'une et l'autre actives (méthode bipolaire).

Sur l'homme, le courant de diathermie, avec un bon appareil, ne produit pas d'effet désagréable : ni fourmillement, ni picottement ; mais, peu d'instants après l'établissement du courant, le sujet ressent dans les poignets, s'il tient deux cylindres métalliques jouant le rôle d'électrodes entre les mains, une chaleur, d'abord agréable, qui devient de plus en plus forte avec le temps et qui ne tarde pas à envahir les avant-bras.

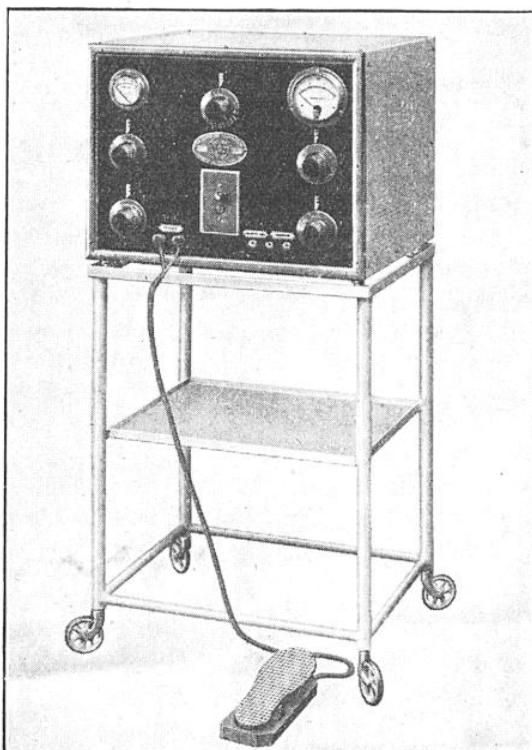
Lorsqu'on applique des électrodes larges sur la peau, la température ne s'élève pas indéfiniment : cela tient à ce que la chaleur produite est dissipée, au fur et à mesure de sa production, par le sang qui circule et qui joue le rôle d'un véritable réfrigérant.

Le calcul montre que la chaleur développée par un courant de diathermie généralisée, avec une intensité de 2.500 milliampères (2,5 ampères), est *dix-huit fois plus grande* que celle produite dans le même temps par l'organisme normal.

Si l'évaporation de la sueur (850 grammes pour une demi-heure de diathermie généralisée sur un sujet de 58 kilogrammes) n'existe pas, ou venait à s'arrêter, l'hypothermie qui en résulterait serait énorme et capable de produire la mort.

Les oscillations électriques de haute fréquence ne produisent pas seulement une élévation de la température des tissus traversés. Elles agissent aussi sur le « système cardio-vasculaire » : sur un hypertendu, la tension artérielle s'abaisse de façon constante, d'où l'utilisation de la diathermie pour le traitement de l'hypertension artérielle.

Elles influencent encore les *pulsations*, les *mouvements respiratoires* et les *échanges gazeux*. Le nombre des pulsations passe de 68 à 90 très facilement, après une application de quinze à vingt minutes ; les mouvements respiratoires augmentent, eux aussi, et atteignent trente-deux à la minute. Ces phénomènes physiologiques constituent, l'un



(Verrerie scientifique.)

APPAREIL DE DIATHERMIE A ONDES AMORTIES

et l'autre, un moyen de défense de l'organisme contre l'apport de la chaleur dans le corps, en envoyant, d'une part, le sang à la périphérie cutanée, où il se refroidit grâce à l'évaporation de la sueur, et, d'autre part, en amenant plus fréquemment de l'air frais aux poumons pour abaisser la température du sang. La diathermie amène, après un certain temps, une baisse des échanges respiratoires, mais ceux-ci, avant de baisser, commencent par monter. Il y a là une loi générale d'« adaptation » et que, dans le cas particulier de la biologie, on peut exprimer ainsi : « Quand on fait subir à un organisme une perturbation dérangeant son mode habituel de fonctionnement, cet organisme est le siège d'une modification qui tend à s'opposer à la perturbation produite. »

Nous observerons encore que, sur les organismes « refroidis », les courants de haute fréquence, à oscillations non amorties, produisent des effets remarquables en apportant une chaleur d'appoint aux organismes en état de marasme.

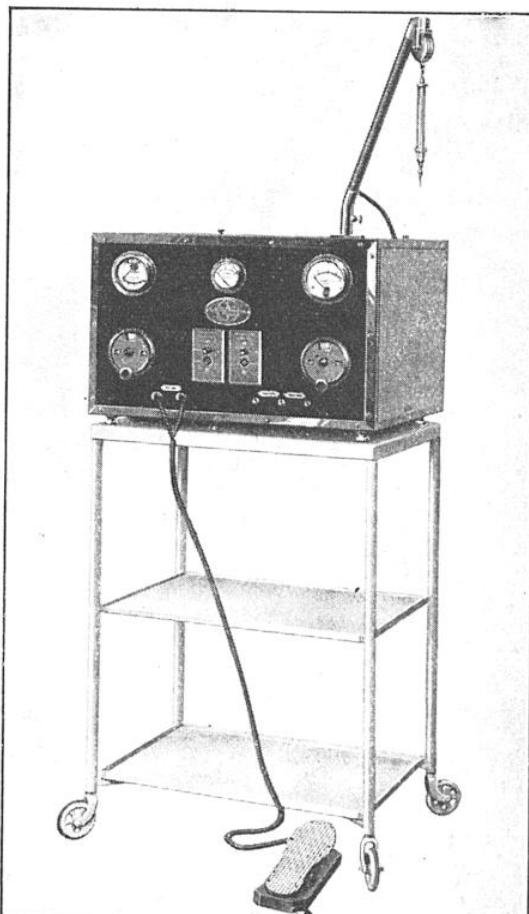
Les applications médicales de la diathermie constituent ce que l'on peut appeler la « d'arsonvalisation diathermique ». Le professeur H. Bordier, qui a bien voulu nous

documenter pour cette étude, a proposé cette appellation pour rendre hommage au savant biologiste à qui nous devons la découverte des courants de haute fréquence.

Les applications chirurgicales de la diathermie

La diathermie est mise en œuvre au moyen d'une électrode de grande surface, en étain souple et mince, et d'une autre électrode, qui est l'« électrode active » ou « chirurgicale ». Celle-ci est constituée par un conducteur métallique, dont le contact avec les tissus à détruire est représenté par une surface très petite ; ce qui caractérise cette électrode, c'est la forte densité de courant qui règne à son niveau ; il en résulte des effets remarquables et puissants.

Les effets de destruction produits par la coagulation diathermique (diathermo-coagu-

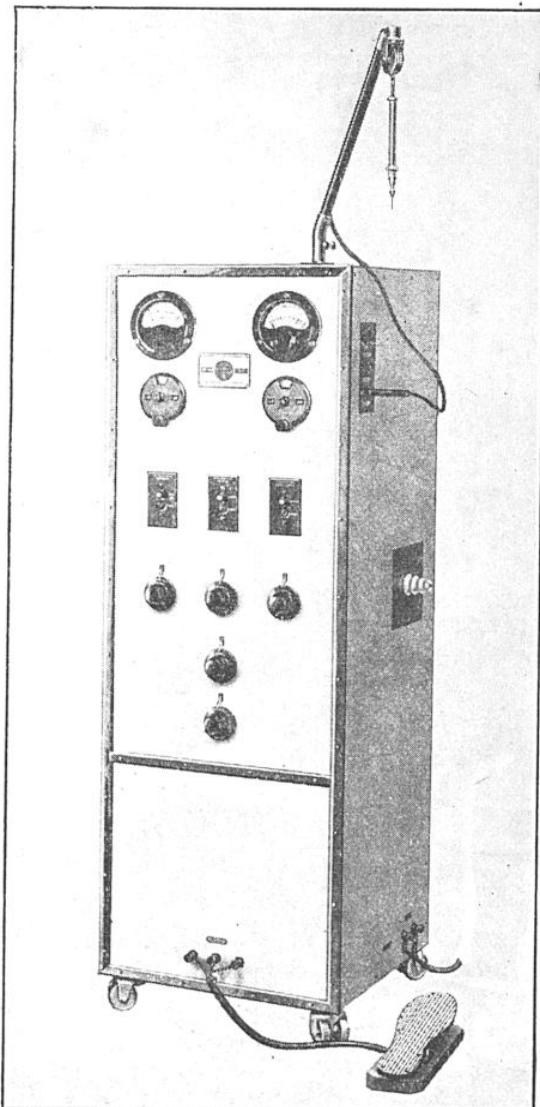


(Verrerie scientifique.)

APPAREIL DE DIATHERMIE A ONDES ENTRE-TENUES AVEC, AU-DESSUS, SON ELECTRODE

lation) ne sont pas limités aux cellules en contact plus ou moins immédiat avec l'électrode, mais ils se manifestent bien plus loin, dans un rayon d'autant plus étendu que l'intensité du courant employé est plus considérable.

« Ce qui différencie, écrit M. le professeur Henri Bordier, les effets de la coagulation diathermique aboutissant à l'escarrification des régions traversées de ceux obtenus par les autres procédés d'escarrification, tels que le thermocautère et le galvanocautère, c'est



(Verrerie scientifique.)

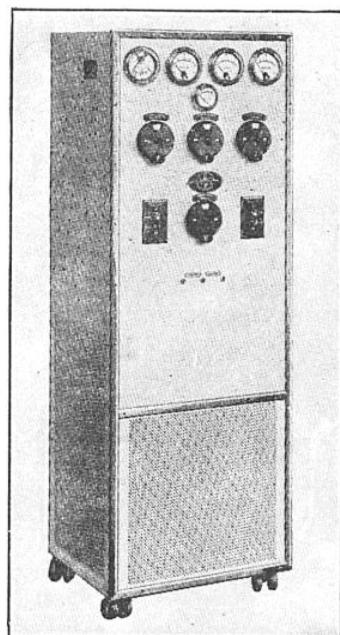
APPAREIL DE DIATHERMIE FONCTIONNANT SIMULTANÉMENT OU ALTERNATIVEMENT A ONDES AMORTIES ET A ONDES ENTRETENUES

que les premiers sont produits par une électrode qui « reste froide » ; les tissus traversés subissent seuls lélévation de température qui amène leur destruction à une profondeur plus ou moins grande, suivant l'intensité du courant employé, tandis que les seconds sont dus à l'« élévation de la température du métal », qui est mis en contact avec les tissus. Or, comme les tissus sont mauvais conducteurs de la chaleur, la destruction par coagulation thermique est très restreinte avec les thermo et galvanocautères, tandis que la diathermo-coagulation s'étend plus loin que le point touché, aussi loin de ce point qu'on le veut, par un simple réglage d'intensité. Il en est de même des cryocautères tels que la neige carbonique : qu'on le veuille ou non, il y a une impossibilité physique à la pénétration de la coagulation dans la profondeur des tissus. En outre, aussi bien pour les cautères chauds que pour les cautères froids, le médecin n'a pas de moyens de mesure lui permettant de graduer les effets d'escarrification recherchés, contrairement à l'emploi de la diathermie, qui permet de connaître toutes les données utiles pour obtenir un effet déterminé ou pour effectuer le traitement d'une affection donnée. »

Enfin, la diathermo-coagulation est d'une efficacité et d'une rapidité qui la placent bien en avant des autres modes de destruction des tissus.

Ainsi, la chirurgie, comme la médecine, ne saurait plus se passer de la diathermie ; l'utilisation de cette forme de l'énergie électrique constitue une thérapeutique nouvelle à laquelle est réservé le plus grand avenir.

ROGER SIMONET.



(Verrerie scientifique.)

APPAREIL DE DIATHERMIE POUR APPLICATIONS COLLECTIVES

UN NOUVEAU CAMION A DIX ROUES QUI PEUT EMPORTER 14 TONNES DE CHARGE UTILE

Par Paul LUCAS

LA construction des « poids lourds » a pris, ces dernières années, un développement considérable, et les constructeurs s'efforcent, pour répondre aux besoins des usagers, de réaliser des véhicules industriels capables de transporter des charges toujours plus élevées. Mais ils sont rapidement arrêtés dans cette voie, en particulier par les difficultés que présente la conduite de tels engins, difficultés aggravées encore par la tendance actuelle à la généralisation du pneu ballon à basse pression.

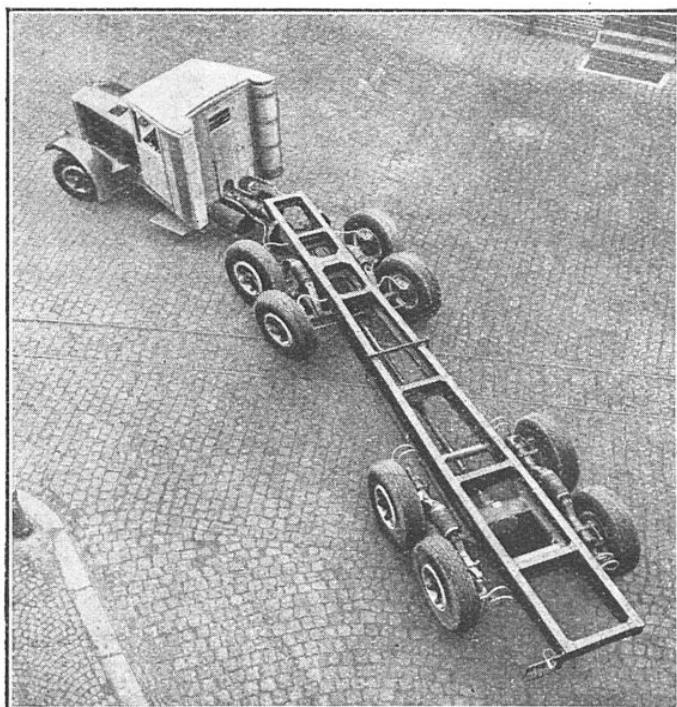
L'augmentation de la charge sur les roues directrices exige, en effet, du conducteur qu'il fasse, pour diriger le véhicule, des efforts considérables que l'on ne peut admettre dans le cas de transports à grande distance. D'autre part, la sécurité est évidemment d'autant plus faible que le travail physique effectué par le conducteur le fatigue plus rapidement.

Devant l'impossibilité de pousser à l'extrême, par un jeu d'engrenages, la démultiplication de la direction, les ingénieurs amé-

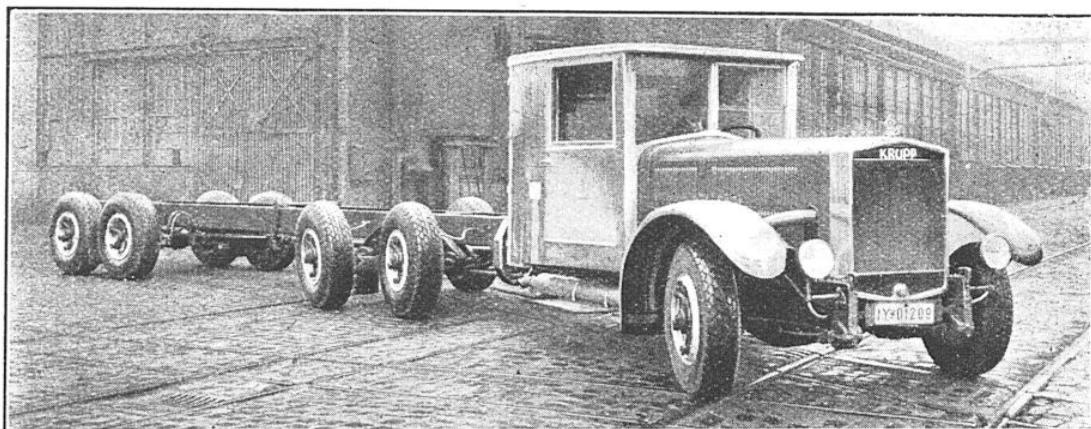
ricains ont tenté de résoudre le problème en utilisant des servomoteurs appropriés, commandés directement par le conducteur. Cette solution présente le grave inconvénient d'introduire un organe supplémentaire particulièrement délicat, dont les dérangements auraient, au point de vue de la sécurité, les plus graves conséquences.

La société allemande Krupp, spécialisée dans la construction des véhicules industriels de fort tonnage, vient de réaliser un camion à dix roues, dont la conception est due à l'ingénieur allemand Flettner, et qui résout élégamment le problème de la direction des « poids lourds ». Comme on peut le voir sur les photographies ci-contre, le camion se compose essentiel-

lement d'un truc, qui porte le moteur, et d'un châssis indépendant, qui supporte éventuellement la carrosserie. Comme pour la plupart des poids lourds, ce sont les roues arrière qui sont motrices ; par conséquent, le truc portant le moteur est poussé par derrière. L'arbre de transmission est muni d'une articulation à la cardan qui



VUE D'ENSEMBLE DU CHASSIS DU CAMION KRUPP A DIX ROUES, MONTRANT COMMENT S'ARTICULE L'ARBRE DE TRANSMISSION ET COMMENT S'ORIENTENT LES ROUES AVANT DE LA REMORQUE PENDANT LES VIRAGES



LE CAMION KRUPP A DIX ROUES EST CAPABLE, MALGRÉ SES 14 MÈTRES DE LONG, D'EFFEC-
TUEUR SANS DIFFICULTÉ DES VIRAGES SERRÉS, GRACE A SON ARTICULATION ET A SON NOU-
VEAU DISPOSITIF DE DIRECTION

autorise les mouvements de rotation relatifs des deux parties du véhicule.

Pour effectuer un virage, le conducteur, agissant de la manière ordinaire sur son volant, oriente convenablement les roues du truc, ce qui ne nécessite pas un gros effort physique de sa part, puisque la charge que supportent les roues motrices, représentée principalement par le poids du moteur, est relativement faible. Le truc tout entier, poussé par derrière par le châssis moteur, va donc dévier dans la direction voulue, en effectuant, par rapport au véhicule principal qui le suit, une rotation autour de leur axe d'articulation. Dans ce mouvement, un système de leviers agit sur les roues avant du véhicule principal et les oriente convenablement. C'est donc en réalité le moteur lui-même qui effectue le travail du conducteur eu, tout au moins, la partie pénible de ce travail.

La longueur totale de ce camion d'un type nouveau atteint 13 m 75, et la charge utile, près de 14 tonnes. Grâce à son dispositif de direction particulier, l'effort du conducteur sur le volant se trouve réduit dans des proportions importantes, environ au dixième de sa valeur sur les poids lourds ordinaires d'un tonnage comparable. La puissance

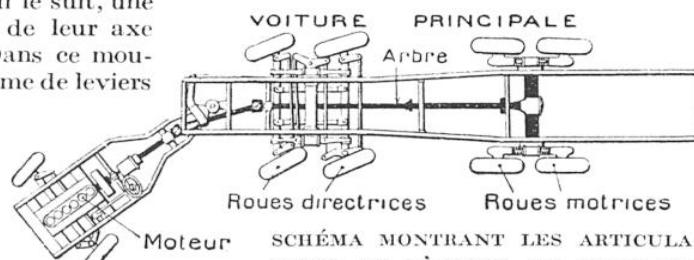
du moteur 6-cylindres atteint 150 ch.

Le véhicule principal possède huit roues, les deux paires de roues directrices, à l'avant, étant couplées de telle façon que chacune des roues décrit, pendant les virages, un arc de cercle dont le rayon est variable, mais dont le centre est le même pour tous. L'articulation à rotule permet des déplacements relatifs des deux véhicules dans tous les sens.

Aux avantages que nous avons mis en évidence, en ce qui concerne la facilité de sa conduite, ce camion réunit ceux communs à tous les véhicules dont

on peut séparer rapidement le moteur du châssis principal. Dans le cas particulier que nous examinons, quelques minutes suffisent pour détacher le truc moteur, que l'on peut ainsi, en cas de panne, remplacer rapidement.

Schéma montrant les articulations de l'arbre de transmission et la disposition des leviers qui commandent la rotation des roues directrices de la voiture principale, sur le nouveau camion Krupp à dix roues



et facilement par un autre. Une entreprise de transports, équipée avec de tels engins, serait à même de réaliser d'importantes économies de matériel. En effet, la partie du véhicule portant le moteur étant indépendante de l'autre, l'immobilisation de l'une d'elles pour une raison quelconque n'entraîne pas celle de l'ensemble. L'exploitation d'un service organisé sur ces bases présenterait une très grande souplesse.

P. LUCAS.

LES A COTÉ DE LA SCIENCE

INVENTIONS, DÉCOUVERTES ET CURIOSITÉS

Par V. RUBOR

Un nouvel appareil à glace vraiment pratique

Nos lecteurs connaissent déjà le principe des appareils à glace du système Carré, dits à absorption. Rappelons-le cependant.

Si, dans une chaudière *B* (fig. 1), on place un mélange d'eau et d'ammoniaque et que l'on chauffe cette chaudière, le gaz ammoniaque s'évapore et vient se condenser dans un réservoir *A* qui plonge dans de l'eau froide. Lorsque la distillation est terminée, il suffit de retourner l'appareil et de refroidir la chaudière *B* (fig. 2), pour que l'ammoniaque liquide contenu dans *A* s'évapore, les gaz venant se dissoudre dans l'eau refroidie de la chaudière *B*; en s'évaporant, l'ammoniaque liquide absorbe de la chaleur au détriment de ce qui l'entoure. Si, par exemple, en *C*, on a introduit une certaine quantité d'eau, celle-ci se congèle rapidement.

Cet appareil rudimentaire présente cependant plusieurs inconvénients : en s'évaprant, l'ammoniaque de *B* entraîne une cer-

taine quantité d'eau ; celle-ci, à la fin de l'opération, reste dans le réservoir *A* ; il faut donc avoir soin, après chaque opération, de retourner l'appareil pour que l'eau contenue dans *A* s'écoule dans *B* ; or, les parois de *A* sont toujours plus ou moins mouillées, ce qui peut produire, dans une opération suivante, un phénomène assez curieux, qui est le suivant : quand

le gaz ammoniaque se dégage de *B*, la pression augmente dans *A* ; ces gouttelettes qui mouillent la paroi de *A*, n'absorbent pas immédiatement le gaz. A un certain équili-

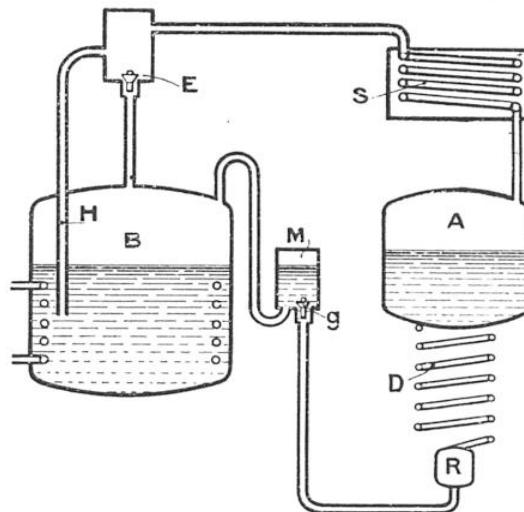


FIG. 3. — SCHÉMA DU NOUVEL APPAREIL À GLACE A FONCTIONNEMENT INDÉFINI
A et B, réservoirs ; E, clapet ; S, serpentin ; H, tuyau ; D, serpentin ; R, M, réservoirs auxiliaires ; g, clapet.

bre, l'absorption se produit brusquement, et il s'ensuit une baisse de pression, suivie d'une ébullition tumultueuse dans *B*, qui entraîne dans *A* une partie du mélange de *B*. Cette eau, qui vient de passer, se refroidit brusquement en arrivant dans le réservoir *A* et吸水 de l'ammoniaque gazeux de *A*. Une nouvelle baisse de pression active encore l'ébullition du mélange contenu dans *B*, et tout le mélange passe de *B* dans *A* sans que l'on puisse s'en apercevoir. On retourne l'appareil et l'on est tout étonné de ne pas obtenir de glace.

Pour rendre cet appareil pratique, il fallait donc éviter de mouiller les parois de l'évaporateur *A* et le retourner de l'appareil.

Voici comment a été résolu ce problème ; l'appareil, représenté schématiquement sur la figure 3, fonctionne de la façon suivante :

En chauffant le réservoir *B* rempli d'eau ammoniacale, le gaz ammoniaque se dégage,

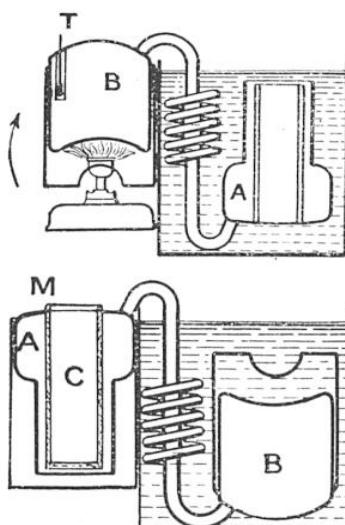


FIG. 1 ET 2. — SCHÉMA D'UN APPAREIL À GLACE « CARRÉ »
B, chaudière ; A, réservoir ; C, récipient à refroidir ; T, thermomètre.

soulève le petit clapet *E*, passe dans le serpentin *S* où il se condense et de là au réservoir où il s'accumule. A un certain degré de température, la chauffe est terminée ; il suffit alors de refroidir l'eau contenue dans *B* pour avoir une vaporisation active de l'ammoniaque liquide en *A*. Le gaz dégagé vient barboter dans l'eau de *B* par le petit tuyau *H*, s'y dissout, et l'on obtient ainsi des froids de 40 degrés au-dessous de zéro. Un serpentin *D*, placé au-dessous de l'appareil, permet ainsi de refroidir un meuble destiné soit à rafraîchir, soit à la conservation des denrées alimentaires.

Mais, de même que dans l'appareil primitif de Carré, une certaine quantité de vapeur d'eau a été entraînée ; celle-ci, par gravité, a rempli le petit réservoir auxiliaire *R*, dont le volume est un peu plus grand que la quantité d'eau entraînée. Dans l'opération suivante, lorsque le liquide aura atteint une certaine hauteur dans *A*, l'eau contenue dans *R* soulèvera le petit clapet *g* et remplira le réservoir *M*, plus grand que le réservoir *R*. Ainsi, dans ce nouveau petit réservoir se trouve alors un mélange assez riche d'eau et d'ammoniaque. Au refroidissement, il se produit alors ceci : l'ammoniaque, beaucoup plus pure dans *A* que dans *M*, se vaporise tout d'abord, rien ne se perdant dans le réservoir *M*. En se vaporisant dans *A*, la toute petite quantité d'eau entraînée se concentre de plus en plus, l'évaporation se ralentit et, à un moment donné, la concentration devient la même que dans *M*. L'évaporation se produit alors dans le réservoir *M*, qui se vide rapidement dans la chaudière. A chaque opération, le même phénomène se produit automatiquement.

Ainsi, le fonctionnement est automatiquement réglé. De plus, il est indéfini. L'appareil, n'ayant plus besoin d'être retourné, peut être construit en toutes tailles. On peut le chauffer, soit par une simple résistance électrique, soit au charbon, au bois, en un mot par une source de chaleur quelconque. Aucun mécanisme compliqué, sûreté et économie font de cet appareil un générateur de froid vraiment pratique.

Conditionnons l'air de nos appartements

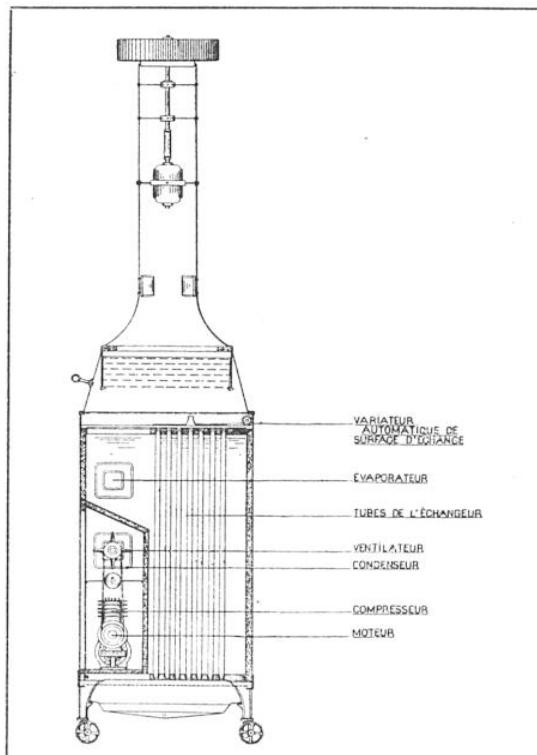
Nous avons signalé, dans le numéro 176 de *La Science et la Vie*, l'appareil mobile « Fraîcheur », qui, sans grande dépense d'achat ou d'entretien, permet à chacun de vivre dans les meilleures conditions de confort et d'hygiène en donnant à l'atmosphère la température et le degré d'humidité voulus.

Cet appareil utilise la glace ou l'anhydride carbonique solide. Mais ce dernier ne peut être actuellement employé que dans quelques grandes villes ; la glace peut être

rare ou chère, et l'on peut désirer éviter sa manipulation, toujours désagréable.

C'est pourquoi un modèle autoréfrigérant de cet appareil a été mis au point.

Cet appareil — qui n'est pas plus grand que le type à glace (60 cm sur 60 cm) — contient un petit groupe frigorifique complet, identique à ceux maintenant universellement employés dans les armoires frigorifiques d'appartement. Il se charge en froid pendant la nuit, aux heures où le courant est



COUPE SCHÉMATIQUE DE L'APPAREIL PERMETTANT DE CONDITIONNER L'AIR DES APPARTEMENTS

bon marché, et restitue, dans la journée, les frigories accumulées.

Grâce à un dispositif original, la surface d'échange de température est constamment réglée automatiquement, pour maintenir constante la différence de température de l'air conditionné et de l'air ambiant.

Le fonctionnement de l'appareil peut être ainsi complètement automatique.

Enfin, des masques de base permettent, en plaçant l'appareil à proximité d'une entrée d'air extérieure, de ventiler la pièce en air frais et pur.

Ainsi est résolu complètement le problème du conditionnement de l'air à la portée de tous. Aux colonies, en particulier, l'appareil assure à l'Européen une vie saine et agréable.



L'AUTOMOBILISTE APPRÉCIE LES LUNETTES LUMINEUSES POUR LE TRAVAIL DE NUIT

Les lunettes lumineuses permettent en tous lieux le travail de nuit

Le seul procédé qui a pu être réalisé pour permettre à la fois d'éclairer le fond d'une cavité et de l'examiner, consiste à placer la lampe d'éclairage sur le front même. Témoin le dispositif utilisé par les docteurs pour regarder le fond de la gorge. Quelle que soit, en effet, la position de la lampe autre que celle-là, l'observation est impossible, soit que la lampe, interposée entre l'œil et l'objet, éblouisse la vue, soit que, placée en arrière, elle ne projette une fâcheuse ombre portée. Cependant ce dispositif ingénieux n'est pas réservé à la médecine. Chercher une panne de moteur d'automobile, visiter son poste de T. S. F., exécuter des travaux délicats (horlogerie, gravure sur bois, modèle spécial pour photographe, etc.) exigent une source lumineuse transportable, ne fatiguant pas la vue et éclairant, sans ombre portée, le point précis désiré.

C'est ainsi que sont nées les lunettes lumineuses, dont l'emploi laisse, évidemment, les deux mains libres à l'opérateur.

Dans le modèle représenté ci-dessus, deux petites lampes sont fixées sur une monture légère reposant sur le nez et les oreilles. Derrière les lampes se trouve un réflecteur

qui projette le faisceau lumineux dans la direction même où l'on regarde. Ainsi le faisceau éclaire-t-il constamment l'endroit optimum pour le travail en cours. Un cordon de la longueur désirée, et sur lequel est monté un interrupteur, relie les lampes à la source du courant. Celle-ci peut être, soit une pile de poche, soit un accumulateur ou même le secteur, à condition d'abaisser préalablement son voltage par un transformateur.

Dans un autre modèle, la monture des lunettes comporte, à la place de verres ordinaires, des disques formant réflecteurs sur lesquels sont fixées les lampes. Ces disques sont, naturellement, percés d'un trou central permettant la vision. Ces ouvertures sont, d'ailleurs, munies d'un diaphragme évitant tout éblouissement de l'œil. Bien entendu, quel que soit le type de lunette adopté, il ne gêne en rien l'usage des verres correcteurs de la vue.

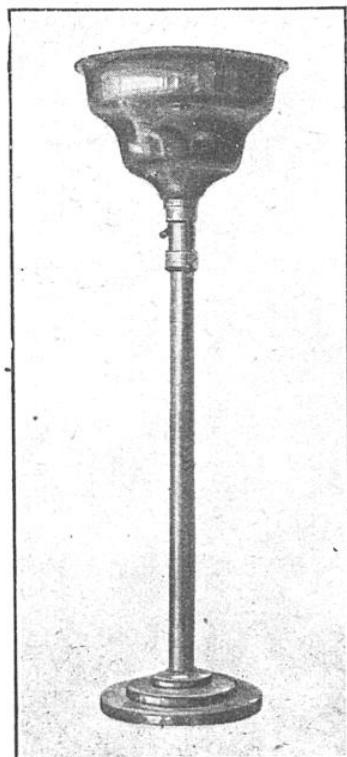
Eclairage à la fois économique et pratique, les lunettes lumineuses ne peuvent manquer d'être appréciées de tous.

Utilisons l'éclairage indirect

L'ECLAIRAGE indirect se révèle de plus en plus intéressant pour tous les intérieurs, grâce à la suppression des ombres qu'il procure et l'impression de confort et de douceur qu'il donne, bien supérieur aux résultats obtenus par l'éclairage direct.

De nombreux appareils permettent déjà d'utiliser ce nouveau système d'éclairage.

La photographie ci-contre représente notamment la lampe « Titan », qui résout heureusement le problème de l'éclairage indirect, dont la solution est rendue délicate par suite de la grande intensité lu-



ENSEMBLE DE L'APPAREIL POUR L'ECLAIRAGE INDIRECT

mineuse qu'il exige. Il fallait donc obtenir un éclairage assez puissant avec le moins de dépense possible. Cet appareil ne nécessite, en effet, qu'une consommation d'énergie électrique relativement faible : 150 watts seulement.

Sa forme élégante ne dépare aucun intérieur, et son encombrement minime permet de le placer sur un bureau, sur une table, de sorte que l'œil ne reçoit pas directement la lumière éblouissante de la lampe, sans pour cela nécessiter un pied trop élevé.

Voici l'essuie-mains électrique

IL est bien rare que l'essuie-mains ordinaire soit, au moment où l'on veut s'en servir, dans les conditions voulues pour cet emploi, à savoir : sec et propre. Dans tous les lieux où un grand nombre

de personnes sont susceptibles d'utiliser le lavabo (usines, cafés, hôtels, restaurants), il est fort difficile de changer assez souvent les essuie-mains pour les conserver en état de servir convenablement.

L'essuie-mains électrique comble cette lacune. Il est constitué tout simplement par un moteur électrique entraînant une petite turbine qui chasse l'air sur une résistance électrique, au contact de laquelle il se séche et s'échauffe.

IL SUFFIT D'APPUYER SUR LA PÉDALE ET DE PRÉSENTER LES MAINS DEVANT L'AIR CHAUD PROJETÉ PAR L'APPAREIL, POUR LES SÉCHER EN QUELQUES SECONDES

La mise en route s'effectue aisément à l'aide d'une pédale (on sait qu'il pourrait être dangereux de toucher un commutateur avec des mains mouillées).

Les qualités hygiéniques d'un tel appareil le désignent tout spécialement pour les hôpitaux et les cliniques. L'essuie-mains électrique forme un bloc qu'il suffit de fixer au mur par quatre vis. Le prix d'un essuyage ne dépasse pas 4 millimes.



Cette chaudière à feu continu, pour chauffage central à eau chaude ou à vapeur, utilise, à volonté, le bois ou ses déchets, ou le charbon

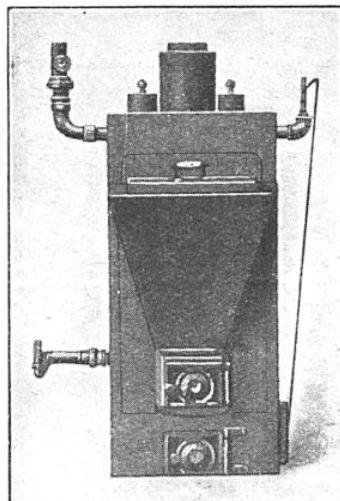
L'UTILISATION du bois ou de ses déchets (sciure, copeaux), pour alimenter une chaudière de chauffage central, pose de nombreux problèmes techniques, tant pour son alimentation que pour le réglage de la combustion.

Ces problèmes sont heureusement résolus dans le modèle de chaudière ci-contre qui, sous un encombrement réduit, réalise une grande surface de chauffe. La chaudière elle-même est constituée, en effet, par des éléments annulaires à lames d'eau entre lesquels circulent les flammes et les gaz chauds issus du foyer.

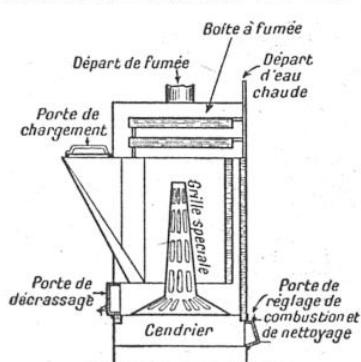
La partie supérieure est munie d'un réchauffeur formant ciel de foyer, récupérant ainsi toutes les calories des gaz de la combustion. La perte par la cheminée s'en trouve diminuée au maximum.

La partie centrale de la chaudière est munie d'une grille en fonte réfractaire résistant à 1.300 degrés. Cette grille, en tronc de cône évasé vers le bas, se termine vers le haut en forme de cheminée. Ainsi l'appel d'air sur toute la surface du combustible est considérable, de sorte que toute la masse est en ignition, sans aucun retour de flamme.

Bien entendu, la marche de la chaudière est automatique et continue, par suite de la grande réserve de combustible contenu dans le foyer.



ENSEMBLE DE LA CHAUDIÈRE A FEU CONTINU



COUPE DE LA CHAUDIÈRE

Le régulateur automatique, sensible et précis, agit sur une porte spéciale placée sur le cendrier qui règle l'admission d'air nécessaire à la combustion.

Signalons qu'une charge de bois de fayard ou similaire peut facilement durer huit heures et dix heures au ralenti. Une charge de sciure dure six heures ou huit heures au ralenti (c'est-à-dire registre fermé pour la marche de nuit).

Ainsi les pays où le bois est abondant, et dont l'approvisionnement en charbon exige de coûteux transports, peuvent donc bénéficier des richesses du sol pour réaliser le confort moderne que présente le chauffage central et, bien entendu, son corollaire, la distribution d'eau chaude. A l'économie réalisée s'ajoutent la disparition de l'ennui du décrassage du mâchefer, de la poussière, et une grande facilité d'entretien.

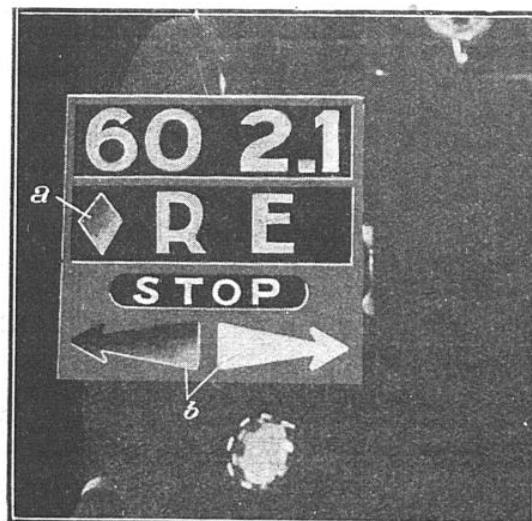
Plaque de police lumineuse pour automobiles

L'ARRÊTÉ ministériel du 16 juillet 1931 prescrit que « tous les chiffres de la plaque de police soient éclairés également et qu'ils puissent être lus, pendant la nuit, de la même distance qu'en plein jour ».

Cette condition n'est évidemment que très imparfaitement réalisée par le système d'éclairage latéral de la plaque de police. Voici une solution, à la fois complète et pratique, où toutes les indications sont réunies dans un boîtier bien étudié.

Le carter est en matière spéciale, incassable et ininflammable. Les chiffres et lettres sont repoussés et apparaissent en relief de 3 à 5 millimètres d'épaisseur.

La plaque, qui est transparente, est éclairée par une lampe de 6 ou 12 volts,



LA PLAQUE LUMINEUSE « LUXTIL »

selon l'équipement et sans rien modifier. Les combinaisons sont multiples. On peut réunir soit plaque et feu rouge, soit encore plaque et stop, soit les trois ensemble et l'indicateur de virage. L'emplacement peut être : centre arrière sur la carrosserie, sur l'aile gauche ou sur la malle.

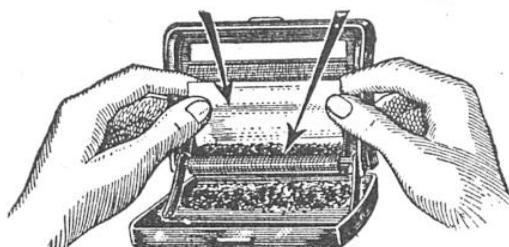
Les cadres sont en cuivre chromé, et la présentation répond au luxe de l'ensemble de la voiture.

En cas de vol, pas de camouflage possible ; il faut changer la plaque. Comme les chiffres, les lettres et le feu rouge sont en relief, la poussière et la boue sont sans effet.

Etui-moule à cigarettes

VOICI un petit appareil fort pratique pour les fumeurs. Il se compose d'une boîte nickelée dont le couvercle est percé d'une ouverture longitudinale et porte une petite bande de toile pouvant rouler sur un rouleau. Le mouvement de cette bande est commandé par la fermeture de la boîte.

Pour rouler une



EN HAUT, L'ÉTUI FERMÉ OFFRANT LA CIGARETTE. EN BAS, COMMENT ON PLACE LE PAPIER

cigarette, il suffit de prendre le tabac contenu dans la boîte (qui sert de blague à tabac), d'en placer la quantité voulue dans le creux de la bande, de mettre la feuille de papier à cigarette mouillée contre la bande et de fermer la boîte. La cigarette sort toute seule par l'ouverture du couvercle, parfaitement roulée.

V. RUBOR.

Adresses utiles pour les « A côté de la science »

Machine à glace : M. BARTHÉLEMY, 8, rue République, Avignon (Vaucluse).

Conditionnement de l'air : M. DAUPHIX, 9, rue des Arquebusiers, Paris.

Lunettes lumineuses : M. PERTUISOT, 23, rue des Acacias, Paris (17^e).

Eclairage indirect : M. GOUTORBE, 1, rue d'Enghien, Paris (10^e).

Essuie-mains électrique : ETABLISSEMENTS SNIFELD, 44, rue du Château-d'Eau, Paris (10^e).

Chaudière à feu continu : M. PONCET, constructeur à Annecy (Haute-Savoie).

Etui-moule à cigarettes : ETUI-EXPRESS, 341, rue des Pyrénées, Paris (20^e).

CHEZ LES ÉDITEURS

ARMEMENTS

NON, L'ALLEMAGNE N'A PAS DÉSARMÉ, par le lieutenant-colonel Reboul (Lavauzelle, éditeur). Prix franco : France, 16 fr. 50 ; étranger, 19 francs.

Notre éminent collaborateur, le lieutenant-colonel Reboul, est actuellement l'un des spécialistes les mieux documentés en ce qui concerne les questions militaires. Avec autant de franchise que de compétence, il expose les faits dans toute leur objectivité et en tire les conclusions logiques, que certains « timorés » ne voudraient pas voir.

Dans l'ouvrage qu'il vient de publier, il montre notamment l'état actuel des armements de l'Allemagne, ses possibilités d'aujourd'hui et... de demain. Rien de ce qui intéresse les effectifs, les cadres, le matériel, n'est laissé dans l'ombre.

Au moment où se poursuivent apurement les débats — plus exactement les marchandages — devant la conférence du désarmement, il était opportun de permettre à tout esprit indépendant de juger les événements, en dégageant leurs causes et leurs effets, en présence des « vues » du haut commandement allemand.

CHIMIE

COURS DE CHIMIE INDUSTRIELLE (4^e partie), par MM. P. Fournel et Valdenaire. Prix franco : France, 57 fr. 25 ; étranger, 60 francs.

Cet ouvrage constitue la dernière partie d'un ensemble comprenant : *La chimie générale*; *Les grandes industries de la chimie minérale*; *La chimie des métaux*; *La chimie organique*. C'est une œuvre de documentation complète, simple-

ment exposée, permettant aux techniciens spécialisés dans un autre domaine que celui de la chimie, de connaître l'état actuel de cette science, dont les applications industrielles prennent chaque jour un développement plus considérable.

CINÉMATOGRAPHIE

LE CINÉMATOGRAPE SONORE, par P. Hémardinguier. Prix franco : France, 31 fr. 75 ; étranger, 34 fr. 50.

Le film muet est, aujourd'hui, à peu près abandonné, depuis que le film sonore a atteint, sinon la perfection, du moins une mise au point fort convenable. L'auteur, qui s'est spécialisé dans la T. S. F. et le phonographe, a écrit un livre à la fois clair et précis permettant à tous de comprendre les principes, la technique, la pratique et les applications diverses de cette invention sensationnelle.

SCIENCES NATURELLES

AU ROYAUME DES PAPILLONS, par Frédéric Schnack, traduit par E. Kuentz. Prix franco : France, 20 francs ; étranger, 22 francs.

La vie larvaire des papillons, leur naissance, la recherche des nectars dont ils se nourrissent, la perpétuation de leur espèce, etc., etc., ont fourni à l'auteur de nombreux sujets de récits pittoresques, mais toujours d'une rigoureuse exactitude, résultant d'une observation patiente et scrupuleuse.

Pour la première fois, des papillons vivants ont été photographiés dans leur milieu naturel.

Cet ouvrage est remarquablement illustré de plus de cent photographies.

TARIF DES ABONNEMENTS A « LA SCIENCE ET LA VIE »

FRANCE ET COLONIES

Envos simplement affran-	{ 1 an..... 45 fr.	Envos recommandés.... { 1 an..... 55 fr.
chis.....	{ 6 mois... 23 —	{ 6 mois... 28 —

ÉTRANGER

Pour les pays ci-après :

Afghanistan, Australie, Bolivie, Chine, Danemark, Etats-Unis, Grande-Bretagne et Colonies, Iles Philippines, Indes Néerlandaises, Irlande, Islande, Italie et Colonies, Japon, Norvège, Nouvelle-Zélande, Palestine, Pérou, Rhodésia, Suède.

Envos simplement affran-	{ 1 an..... 80 fr.	Envos recommandés.... { 1 an.... 100 fr.
chis.....	{ 6 mois... 41 —	{ 6 mois... 50 —

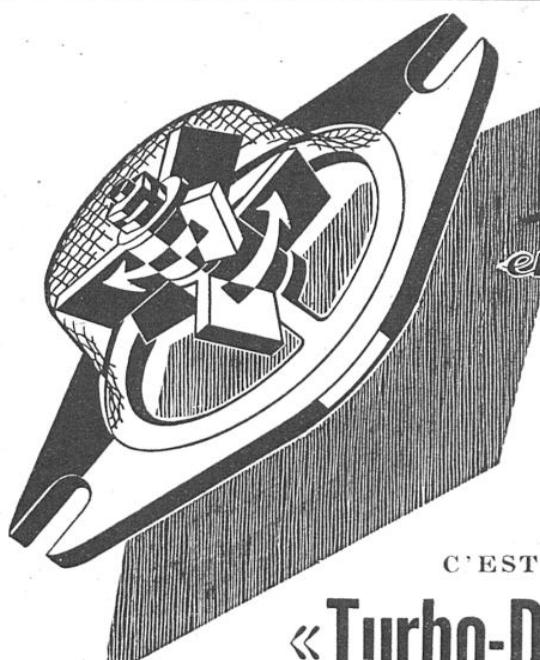
Pour les autres pays :

Envos simplement affran-	{ 1 an..... 70 fr.	Envos recommandés.... { 1 an..... 90 fr.
chis.....	{ 6 mois... 36 —	{ 6 mois... 45 —

Les abonnements partent de l'époque désirée et sont payables d'avance, par mandats, chèques postaux ou chèques tirés sur une banque quelconque de Paris.

« LA SCIENCE ET LA VIE » — Rédaction et Administration : 13, rue d'Enghien, Paris-X^e
CHÈQUES POSTAUX : 91-07 PARIS

Directeur : G. BOURREY. — Gérant : M. LAMY. — Paris. — Imp. MAURICE BERNARD, 18, rue d'Enghien.



2 hélices qui tournent en sens inverse et qui brassent énergiquement le mélange air=essence

C'EST LE PRINCIPE DU

«Turbo-Diffuseur M. P. G.»

MERVEILLEUX APPAREIL s'adaptant à n'importe quel type de voiture, motocyclette, camion, tracteur, en l'espace de trois minutes et par la personne la plus inexpérimentée.

Posez-le sur votre auto ; vous aurez :

Plus vite en côte
Accélérations améliorées
Economie d'essence jusqu'à 30 %

FONCTIONNEMENT

L'aspiration produite par le piston met en mouvement deux petites hélices de métal spécial (renfermées dans une calotte à grillage inoxydable) qui, comme une turbine, tournent en sens inverse l'une de l'autre et pulvérissent ou plutôt volatilisent le mélange d'air et d'essence. Les millions de molécules se distribuent d'une façon homogène dans la chambre d'explosion. Avec la plus faible étincelle, la combustion du mélange ainsi pulvérisé est totale.

Tout ceci est facile à comprendre, mais... vous voulez des faits. Voici donc notre offre :

OFFRE D'ESSAI

Le TURBO-DIFFUSEUR M. P. G.
13, rue d'Armenonville, Neuilly

Date.....

Je vous prie de m'envoyer votre « Turbo-Diffuseur M. P. G. » avec les instructions nécessaires pour le montage sur mon Automobile-Motocyclette-Camion-Tracteur, Marque..... Modèle.....

Force HP..... Carburateur.....

Je vous commande cet appareil à condition : que, si dans les 7 jours de la réception je n'étais pas pleinement satisfait, je vous le retournerais franco de port et vous me restituerez, sans discussion ni délai, les Frs 100 que je vous remets ci-joints.

NOM.....
ADRESSE.....

S. V. 4

ADRESSEZ-LE IMMÉDIATEMENT

SCIÉS CIRCULAIRES À BOIS



Modèle 2. Avec chariot de 160 cm et chemin de roulement de 400 cm. Fr. 1.080.
 Modèle 3. Avec chariot de 250 cm et chemin de roulement de 650 cm. Fr. 1.874. *
 Modèle 1. Sans chariot. Fr. 646. *
 FABRIQUÉS PAR DES INGÉNIEURS POUR DES CONNAISSEURS
 Tous les modèles sont montés avec roulements à billes et toutes les pièces rigoureusement interchangeables.
Ecrivez pour la notice explicative aux
Etablissements JOHN REID
 6 BIS, quai du Havre — ROUEN



Un accessoire indispensable à tous...
 Les lunettes électriques
"ROBOT"
 ont leur emploi dans toutes circonstances
 Médecins, Cyclistes, Motocyclistes, Automobilistes, Photographe, Militaires, etc...
 PRATIQUES — UTILES — AVANTAGEUSES
 — Demander notice S —
PERTUISOT, 23, rue des Acacias, PARIS



DRAGOR
 Élevateur d'eau à godets pour puits profonds et très profonds
 A la main et au moteur. —
 Avec ou sans refoulement. —
 L'eau au premier tour de manivelle. Actionné par un enfant à 100 mètres de profondeur. — Incongelabilité absolue. — Tous roulements à billes. — Pose facile et rapide sans descente dans le puits. Donné deux mois à l'essai comme supérieur à tout ce qui existe. — Garanti 5 ans.
Elévateurs DRAGOR
LE MANS (Sarthe)
 Pour la Belgique :
 39, allée Verte - Bruxelles

Voir article, n° 83, page 446.

SOURDS

Les appareils AUDIOS
 à écouteur invisible sont les seuls construits SCIENTIFIQUEMENT

Ne faire qu'une chose, mais la faire bien, telle est la formule des Etablissements AUDIOS, qui ne fabriquent que des appareils contre la surdité

DESGRAIS, Fabricant, 140, rue du Temple, PARIS
 Téléphone : Archives 46-17

LE MEILLEUR
 ALIMENT MELASSÉ

8 GRANDS PRIX
 8 HORS CONCOURS
 MEMBRE DU JURY
 DEPUIS 1910

PAÏL'MEL

POUR CHEVAUX
 ET TOUT BÉTAI

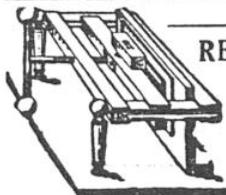
USINE FONDÉE EN 1901 À TOURY' EURE & LOIR,
Reg. Comm. Chartres 8.45

INVENTEURS

Pour vos

BREVETS

Adr. vous à : WINTHER-HANSEN, Ingénieur-Compt. 135 Rue de la Lune, PARIS (2^e) Brochure grattis!



RELIÉ tout SOI-MÊME
 avec la RELIEUSE-MÉREDIEU
 est une distraction
 à la portée de tous
 Outilage et Fournitures générales
 Notice illustrée franco contre 1 fr.
 Y. FOUBÈRE & LAURENT, à ANGOULEME

CHEMINS DE FER PARIS-ORLÉANS

L'AMÉRIQUE DU SUD Via BORDEAUX

Les relations avec l'Amérique du Sud, via Bordeaux, sont organisées de manière à donner aux voyageurs le maximum de confort et le minimum de dérangement.

Sur présentation d'un billet de passage des Compagnies *Sud-Atlantique* et *Chargeurs Réunis*, conjointement avec un billet de chemin de fer pour Bordeaux, les bagages sont, après visite par la douane, enregistrés directement à Paris-Quai d'Orsay pour la destination définitive. Cet enregistrement est fait la veille du jour fixé pour le départ de Bordeaux des paquebots.

Les trains transatlantiques mis en marche spécialement arrivent au quai d'embarquement, d'où le transbordement au paquebot se fait directement.

Dans le sens inverse, les bagages à destination de Paris peuvent être enregistrés directement à bord du paquebot, avant son arrivée à Bordeaux. La visite de ces bagages par la douane n'a lieu qu'à la gare de Paris-Quai d'Orsay et le transbordement est également direct du paquebot au train.



Le **DENTOL**, eau, pâte, poudre, savon, est un dentifrice à la fois souverainement antiseptique et doué du parfum le plus agréable. Crée 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

RELATIONS FRANCE-ALGÉRIE

par PORT-VENDRES

Trains et paquebots rapides

**De Paris (Quai d'Orsay) à Port-Vendres - Quai Maritime
par Limoges, Toulouse, Carcassonne, Narbonne.**

Voitures directes toutes classes avec couchettes en 1^{re} cl. et transbordement direct du train au paquebot *Wagon-lits Paris-Port-Vendres (ville)*. — *Traversée la plus courte dans les eaux les mieux abritées*

Billets directs de ou pour Alger et Oran via PORT-VENDRES

Il est délivré pour les ports d'Alger et d'Oran, par les gares suivantes du réseau d'Orléans ou vice versa : Paris-Quai d'Orsay, Angers-Saint-Laud, Angoulême, Blois, Bourges, Brive, Châteaudun, Châteauroux, Gannat (via Montauban), La Bourboule, Le Mans, Le Mont-Dore, Limoges-Bénédictins, Montluçon-Ville, Nantes-Orléans, Orléans, Périgueux, Poitiers, Quimper, Royat-Chamalières, Saint-Nazaire, Saumur et Tours, des billets directs toutes classes :

- 1^o Simples, valables 15 jours ;
- 2^o D'aller et retour, valables 30 jours, sans prolongation ;
- 3^o D'aller et retour, valables 90 jours, sans prolongation.

Ces billets permettent l'enregistrement direct des bagages.

Pour tous renseignements, s'adresser : à l'Agence P. O.-Midi, 16, boulevard des Capucines ; à l'Agence P. O., 126, boulevard Raspail ; à la Maison du Tourisme, 53, avenue George-V, à Paris ; aux gares mentionnées ci-dessus ; aux principales Agences de Voyages.

CHEMINS DE FER PARIS-LYON-MÉDITERRANÉE

SUR LES ROUTES DE LA PROVENCE ROMAINE

Il est un moyen très pratique de visiter les monuments romains et du moyen âge qui abondent en Provence : c'est de faire, en autocars P.-L.-M., les circuits organisés au départ d'Avignon, de Nîmes et d'Arles.

De la gare d'Avignon partent, *tous les matins*, les cars qui assurent, quotidiennement, dans la journée, les circuits **Arles-Les Baux et Uzès-Nîmes-Pont du Gard** ; ceux qui, les *mardi, jeudi et samedi*, effectuent l'excursion **Aigues-mortes-Grau-du-Roi-Saintes-Maries**, et ceux qui, les *lundi, mercredi et vendredi*, conduisent les touristes à **Vaison et à Orange**.

Le circuit de la **Fontaine de Vaucluse** est une excursion quotidienne de l'après-midi.

Les services, au départ de Nîmes, sont : les *lundi et jeudi*, **Arles-Les Baux** ; les *mercredi et samedi*, **Pont du Gard-Avignon** ; le *vendredi*, **Grau-du-Roi-Aiguesmortes** ; les *mardi et dimanche*, **Pont du Gard-Uzès**. Les voitures qui font ces circuits partent de la gare et s'arrêtent, avant de quitter la ville, au bureau des autocars, boulevard des Arènes, où elles prennent également des voyageurs.

Trois services partent du boulevard des Lices, à Arles, et y reviennent le soir : les *lundi et jeudi*, **Les Saintes-Maries-Aiguesmortes-Grau du Roi** ; les *mercredi, vendredi et dimanche*, **Les Baux** ; les *mardi et samedi*, **Pont du Gard-Avignon**.



Gamme Majeure



SYMPHONIQUE

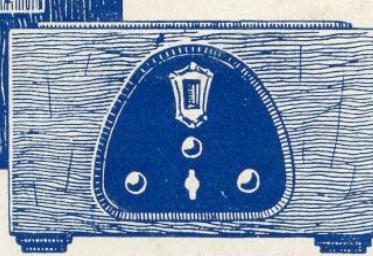
(Meuble radio-phono à 10 lampes)

UNITROLE

(récepteur T. S. F. à 10 lampes)

MONOTROLE

(récepteur T. S. F. à 7 lampes)



Tous trois fonctionnent sur secteur, n'ont qu'un seul réglage, et emploient des nouvelles lampes à pente variable, indispensables à un rendement parfait.

Fabriqués en France, ces récepteurs sont sans égal sur le marché mondial, tant au point de vue qualité que prix.

Demandez la notice
SV concernant ces
remarquables
appareils à

AMERICAN RADIO CORPORATION
(FRANCE)

23, Rue du Renard - PARIS

