

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

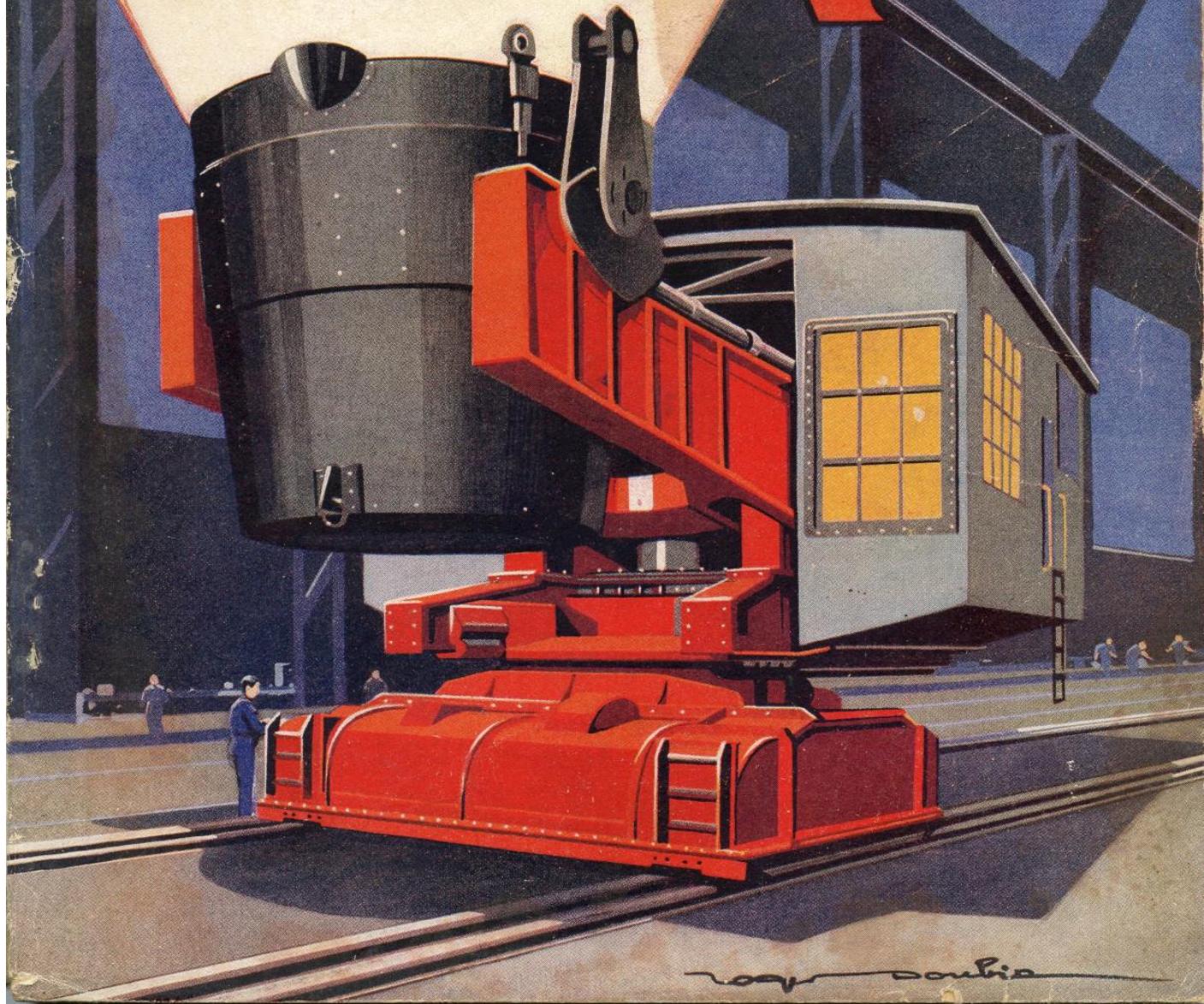
Notice de la Revue	
Auteur(s) ou collectivité(s)	La science et la vie
Auteur(s)	[s.n.]
Titre	La science et la vie
Adresse	Paris : La science et la vie, 1913-1945
Collation	339 vol. : ill. ; 24 cm
Cote	SCI.VIE
Sujet(s)	Sciences -- Vulgarisation Culture scientifique et technique Presse scientifique
Note	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 36. n. 145. Juillet 1929
Adresse	Paris : La Science et la Vie, 1929
Collation	1 vol. (XLIV-[88] p.) : ill., couv. ill. en coul. ; 24 cm
Cote	SCI. VIE 145
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.145

France et Colonies : 4 fr.

N° 145. - Juillet 1929

LA SCIENCE ET LA VIE





LE RADIO-PORTABLE

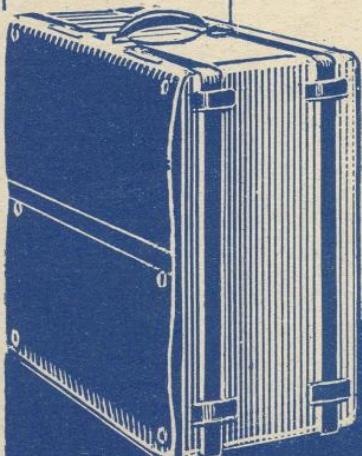
portée 3000^{KM} sans cadre, ni Antenne .

le receiteur de votre salon
le compagnon de vos voyages.

Un appareil de marque

VITUS

est une garantie
de qualité et de
satisfaction



Ets. F. VITUS

90 RUE DAMREMONT, PARIS. TEL: MARC.16.88 à 4934

ÉCOLE DU GÉNIE CIVIL

PLACÉE SOUS LE HAUT PATRONAGE DE L'ÉTAT
152, avenue de Wagram, 152 — Paris-17^e
 J. GALOPIN, * Q.I. Ingénieur-Directeur — 25^e Année

Cours sur place : Théorie (Rentrée le 5 octobre et le 5 novembre)
 Enseignement par correspondance (^{Admission à toute époque})

Section Industrielle

Diplômes d'Apprentis, Ouvriers, Contremaîtres, Dessinateurs, Conducteurs, Sous-Ingénieurs, Ingénieurs.

ÉLECTRICITÉ

Electricité générale, construction, production, installation, hydro - électricité, métropolitain, chemins de fer, tramways, entretien d'usines.

T. S. F.

P.T.T.-Marine de guerre - Marine marchande - 8^e Génie - Aviation - Industrie - Amateurs.

MÉCANIQUE

Atelier, machines à vapeur, moteurs à pétrole, à gaz, Diesel, automobile, aviation, machines frigorifiques, entretien d'usines, machines marines, locomotives. Filature et Tissage.

BATIMENT

Construction métallique, en béton armé, en bois, en maçonnerie - Architecture - Chauffage central - Métré.

TRAVAUX PUBLICS

Entreprises privées - Grandes sociétés - Géodésie, topographie, levés divers, méttré.

COMMERCE

Employés, comptables, sténos-dactylos, experts comptables, ingénieurs et directeurs commerciaux - Banque - Bourse.

AGRICULTURE

Chefs de culture, mécaniciens agricoles, directeurs de domaine, ingénieurs d'agriculture.

MÉTALLURGIE - MINES

Installation, production, conduite.

CHIMIE

Toutes les spécialités de la chimie.

PROGRAMME N° 807 GRATIS. - ANNUAIRE DES ANCIENS ÉLÈVES : 10 FR.

Section Administrative

PONTS ET CHAUSSÉES

Elèves ingénieurs de travaux publics de l'Etat, adjoints techniques, divers emplois de la Ville de Paris, agents voyers, génie rural, mines.

MARINE DE GUERRE

Sous-officiers mécaniciens et de pont, élèves officiers mécaniciens et de pont, ingénieurs mécaniciens, apprentis mécaniciens, T.S.F., etc.

Ecole du génie maritime.

MARINE MARCHANDE

Officiers mécaniciens, capitaines, élèves officiers, commissaires, officiers radios - Admission sur le navire-école *J.-Cartier* - Ingénieurs mécaniciens de réserve - Constructions navales.

CHEMINS DE FER

Piqueurs, dessinateurs, mécaniciens, chefs de dépôt, de district, électriciens, ingénieurs, etc.

AVIATION

Militaire : Admission comme mécanicien, examen de bourse de pilotage, élèves officiers.

Civile : Emplois de mécanicien-pilote, chef de station, agent technique, ingénieur adjoint et élève ingénieur. - Navigateur aérien. - Radiotélégraphiste civil ou militaire.

ADMINISTRATIONS DIVERSES

Manufactures (mécaniciens, vérificateurs), ministère des finances (douanes, poids et mesures, contributions, trésoreries, banques, etc.). - P.T.T.

ARMÉE

Admission au 8^e génie, au 5^e génie dans l'aviation, etc. Cours d'élèves officiers et d'E.O.R. - Tous les emplois militaires des réformés et retraités. Agents civils militaires (*emplois nouvellement créés*).

UNIVERSITÉ

Brevets, baccalauréats, licences, grandes écoles.

COLONIES

Emplois administratifs des colonies et emplois commerciaux et industriels dans le Génie colonial.

The advertisement features a large, stylized flame graphic at the top left. Below it, a vintage-style fire extinguisher is shown, connected by a hose to a smaller cylinder. The main title "ETABLISSEMENTS DU 'FELRAX'" is written in large, bold, serif capital letters, with "FELRAX" in a larger font size. Below the title, the company's name is repeated as "SOCIÉTÉ A RESPONSABILITÉ LIMITÉE, CAPITAL 500.000 FRANCS". It also mentions "Anciennement 'ÉTABLISSEMENTS DU VÉRAX'" and provides the "Siège social : 44, rue de Lisbonne, PARIS-8^e". Technical details like "Téléphone : Laborde 04-00, 04-01, 04-02, 04-03, 04-04, 04-05, 11-54, 11-55" are listed. To the right, the "USINE à RUEIL (S.-et-O.) 20, rue Masséna, 20" is mentioned, along with the "Adresse télégraph. : RYDUTEY-PARIS". The central part of the ad contains the product name "EXTINCTEURS D'INCENDIE à sec 'VERAX'" in large, bold, serif capital letters. At the bottom, there is a section titled "QUELQUES RÉFÉRENCES" listing various clients, followed by a statement about official approval and a list of "FOURNISSEURS". The bottom of the page includes the publisher information "Pub. JOSSE & GIORGI".

Modernisation!

Si vous comparez la première locomotive ou la première automobile avec les belles machines actuelles, il s'en dégage une impression qui ne manque pas de comique. Cette impression sera la même si vous comparez votre vieil appareil avec les

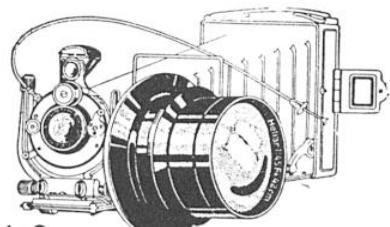
Nouveaux modèles VOIGTLÄNDER

Vous constaterez que le temps a fait son œuvre et que, tout de même, il est un peu démodé. Il est certain que, de tous temps, on a fait de bons appareils photographiques, mais, dans ce domaine aussi, la technique a réalisé de grands progrès. Les formes lourdes et encombrantes ont disparu pour faire place à l'élégance combinée avec le pratique et l'utile.

Tels sont les nouveaux modèles VOIGTLÄNDER

FAITES-VOUS LES PRÉSENTER PAR VOTRE FOURNISSEUR OU DEMANDEZ NOTRE CATALOGUE GÉNÉRAL.

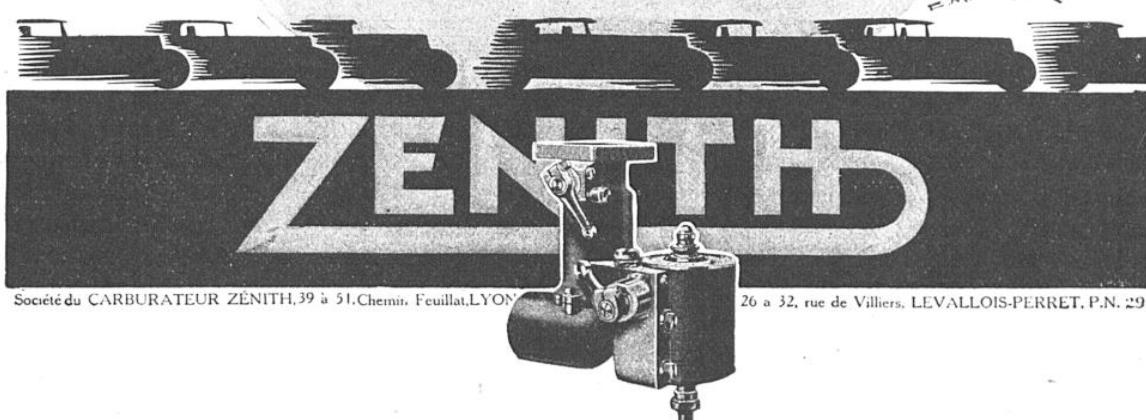
SCHOBÉR & HAFNER, 3, rue Laure-Fiot, ASNIÈRES (Seine)



Sigländer



- facile avec un
CARBURATEUR
ZÉNITH
qui donne du
nerf
même à un
moteur mou.



Société du CARBURATEUR ZÉNITH, 39 à 51, Chemin. Feuillat, LYON

26 a 32, rue de Villiers, LEVALLOIS-PERRET, P.N. 29

MILDÉ-RADIO

VOUS OFFRE

UN APPAREIL DE QUALITÉ CONSTRUIT
PAR UNE MAISON SÉRIEUSE

LE STANDARD VI
SUPER 6 LAMPES AU PRIX DE 700^{fcs}

A tout Client passant Commande jointe à la présente annonce avant le 31 juillet
il sera remis GRATUITEMENT un des accessoires suivants

1 ACCUMULATEUR 4 V.. 30 A.H. - 1 PILE 90 V. Grande Capacité
1 DIFFUSEUR Haut Rendement

VENEZ L'ÉCOUTER 60.RUE DES RENAUDÉS de 17^h à 19^h

EFFORT SUPPRIMÉ - MANUTENTION RAPIDE
de pièces lourdes, en tous endroits
PAR LE

Pont Démontable Universel

(Système Diard, brev. S. G. D. G., France et Étranger, dont brevet allemand)

APPAREIL DE LEVAGE

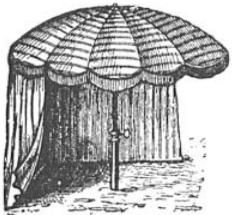
1^o **TRANSPORTABLE** en éléments d'un faible
poids et volume.

2^o **TRANSFORMABLE** suivant
l'état du sol ou la dimension tant des
fardeaux que des locaux.

Le pont fixe de 1 tonne, avec palan spécial et chaînes d'entretoisement, ne coûte que **2.070 fr.**
NOMBREUSES RÉFÉRENCES dans : Chemins de fer, Armée, Marine, Aviation, Travaux publics, Électricité, Agriculture, Industries chimiques, Métallurgie, Mécanique, Automobiles, etc.
Notamment en France, Angleterre, Hollande, Belgique, Suisse, Italie, Espagne, Portugal, Grèce, Turquie, Syrie, Palestine, Egypte, Tunisie, Algérie, Maroc, Sénégal, Côte d'Ivoire, Côte d'Or, Soudan, Cameroun, Congo, Madagascar, Cochinchine, Tonkin, Malaisie, Chine, Nouvelle-Calédonie, Bolivie, Venezuela, Brésil, Argentine, Chili.

Demander Notices en français, anglais, espagnol : 6, r. Camille-Desmoulins, Levallois-Perret (Seine). Tél. : Pereire 04-32

TOUS SPORTS & JEUX DE PLEIN AIR



PARASOL pour JARDIN et PLAGE

article spécial, monture acier rond, pique cuivre forte, 10 branches, couverture coton rayé, bavoline avec branche, rideaux fermant la moitié du parasol, agrafes dans le haut, oeillets et cordes dans le bas, piquets, maillot.

Long. des branches... 0 m 80 0 m 90 1 m 00 1 m 10 1 m 25
Diam. du parasol... 1 m 45 1 m 60 1 m 80 2 m 00 2 m 25
Prix du parasol... 135. » 155. » 180. » 210. » 300. »
Prix du 1/2 85. » 100. » 105. » 120. » 145. »



SOULIERS DE BAINS tout caoutchouc, semelle crêpe, pointures 35 à 41. La paire, 20. »



COSTUMES DE BAINS "JANTZEN" d'une seule pièce formant 2 pièces combinées, pour hommes ou dames 190. »

BALLONS BICOLORES pour la natation, gonflables et dégonflables à volonté depuis 10 fr. 50 jusqu'à 140. »

GRAND CHOIX D'ANIMAUX FLOTTEURS depuis 36. » jusqu'à 475. »

190. »

10 fr. 50

36. »

jusqu'à

475. »

"Johnson" Baby.
1 1/2 c. v., 11 kilos,
spécial p't canoës.

3.750. »

120. »

150. »

alvéoleés.....

canoës démontables, nouveau modèle pouvant porter jusqu'à 70 kilos, avec bandages pleins ordinaires... 120. »

Le même, avec jantes à talons, bandages à

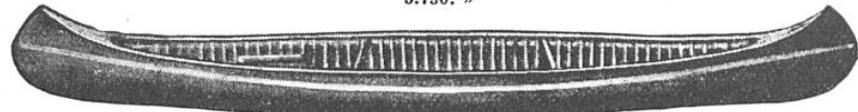
alvéoleés.....

CHARIOT A 2 LAMES pour canoës démontables, nouveau modèle pouvant porter jusqu'à 70 kilos, avec bandages pleins ordinaires... 120. »

Le même, avec jantes à talons, bandages à alvéoleés..... 150. »

STABILITÉ

ÉLÉGANCE



LÉGÈRETÉ

RÉSISTANCE

Canoë genre INDIEN « SAFETY MEB » pour le SPORT, la PROMENADE, établi d'après les modèles de canoës indiens, construit en acajou de tout 1^{er} choix. Livré avec 2 sièges fixes cannés, sans accessoires. — Longueur : 4 m 40, largeur : 0 m 72, profondeur : 0 m 29..... 1.925. »

MESTRE & BLATGÉ 46-48, avenue de la Grande-Armée — et 5, rue Brunel, PARIS —

Tout ce qui concerne l'Automobile, la Vélocipédie, l'Outilage, les Sports et la T.S.F.

Catalogue S.V. : SPORTS ET JEUX, 496 pages, 8.000 gravures, 25.000 articles ; franco : 5 francs

Catalogue ACCESSOIRES AUTOS S.V., 1.132 pages, 12.000 gravures, 60.000 articles ; franco : 10 francs

AGENCES : Marseille, 136, cours Lieutaud, et 63, rue d'Italie ; Bordeaux, 14, quai Louis-XVIII ; Lyon, 82, avenue de Saxe ; Nice, rues Paul-Déroulède et de Russie ; Nantes, 1, r. du Chapeau-Rouge ; Alger, 30, boulevard Carnot ; Lille, 18, rue de Valmy ; Dijon, 11, boulevard Sévigné et 20, rue Mariotte ; Nancy, 24-26, avenue du XX^e-Corps.

Avec les batteries de piles
MAZDA
(Procédés THOMSON)
 les auditions sont
 d'une
 PURETÉ IRRÉPROCHABLE.
 CAPACITÉ - CONSERVATION
**EN VENTE
PARTOUT**

COMPAGNIE FRANÇAISE
 POUR LA DISTRIBUATION DES PRODUITS
THOMSON-HOUSTON
SOCIETE ANONYME CAPITAL 100000000 FRS
 SIÈGE SOCIAL: 173 BOULEVARD HAUSSMANN - PARIS VI^e
 TÉLÉPHONE: 1-ELYSÉES 62-70-83-79 - ADM. YELLOWS - GENETRIC PARIS
 M. R. 21-248 3148

MONET GOYON
 GRAND
 CHAMPION de la MOTOCYCLETTE
 livre à lettre lue tous ses modèles 2 et 4 temps de 2 à 6 cv.
 La notoriété de la marque
 EST POUR VOUS
 la meilleure et la plus sûre garantie de satisfaction.
 Une MONET-GOYON
 ne se déprécie pas à l'usage
 CATALOGUE FRANCO
 MONET-GOYON, 121, rue du Pavillon
 MACON

ÉTUDES CHEZ SOI

Vous pouvez faire chez vous, sans déplacement, à peu de frais, en utilisant vos heures de loisirs, et avec autant de profit que si vous suiviez les cours d'un établissement d'enseignement oral, des études complètes conformes aux programmes officiels de
L'ENSEIGNEMENT PRIMAIRE
et de **L'ENSEIGNEMENT SECONDAIRE.**

Les programmes de l'*Ecole Universelle par correspondance de Paris*, la plus importante du monde, embrassent les **classes complètes** de ces deux ordres d'enseignement.

Si vous avez déjà fait des études primaires ou secondaires, vous pouvez en obtenir la consécration officielle en vous préparant chez vous à subir à bref délai, avec toutes les chances de succès, les examens des

BREVETS et BACCALAUREATS.

Vous pouvez vous préparer, dans les mêmes conditions, aux concours d'admission aux **GRANDES ÉCOLES**

et à tous les concours d'accès aux

CARRIÈRES ADMINISTRATIVES.

L'efficacité des cours par correspondance de

l'Ecole Universelle

PLACÉE SOUS LE HAUT PATRONAGE DE L'ÉTAT

est garantie par des **MILLIERS DE SUCCÈS** aux divers examens et concours publics.

L'*Ecole Universelle* vous adressera **gratuitement** et par retour du courrier celles de ses brochures qui vous intéressent. Vous y trouverez des renseignements complets sur toutes les études et carrières :

Brochure n° 4301 : Classes primaires complètes (Certificat d'études, Brevets, C.A.P., Professorats, Inspection primaire) ;

Brochure n° 4314 : Classes secondaires complètes, Baccalauréats, Licences (Lettres, Sciences, Droit) ;

Brochure n° 4316 : Toutes les Grandes Ecoles spéciales (Agriculture, Industrie, Travaux publics, Mines, Commerce, Armée et Marine, Enseignement, Beaux-Arts, Colonies) ;

Brochure n° 4324 : Toutes les Carrières administratives (France, Colonies) ;

Brochure n° 4348 : Langues vivantes (anglais, espagnol, italien, allemand, portugais, arabe, esperanto) ;

Brochure n° 4353 : Orthographe, Rédaction, Rédaction de lettres, Versification, Calcul, Calcul extra-rapide, Dessin, Ecriture ;

Brochure n° 4363 : Carrières de la Marine marchande ;

Brochure n° 4370 : Solfège, Piano, Violon, Flûte, Saxophone, Accordéon, Harmonie, Transposition, Contrepoint, Composition, Orchestration, Professorats ;

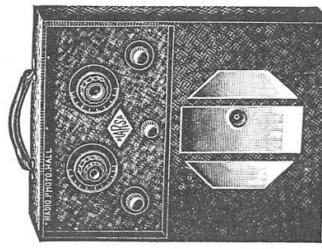
Brochure n° 4374 : Arts du Dessin (Caricature, Dessin d'illustration, Composition décorative, Aquarelle, Travaux d'agrément, Figurines de modes, Peinture, Pastel, Fusain, Gravure, Décoration publicitaire, Métiers d'art et professorats) ;

Brochure n° 4377 : Les Métiers de la Coupe et de la Couture (petite main, seconde main, première main, couturière, vendeuse-retoucheuse, représentante, modéliste, coupeur, coupeuse) ;

Brochure n° 4385 : Journalisme (Rédaction, Fabrication, Administration) ; **Secrétariats**.

Ecrivez aujourd'hui même à l'*Ecole Universelle*. Si vous souhaitez, en outre, des conseils spéciaux à votre cas, ils vous seront fournis très complets, à titre absolument gracieux et sans aucun engagement de votre part.

ÉCOLE UNIVERSELLE, 59, boulevard Exelmans, PARIS-16^e

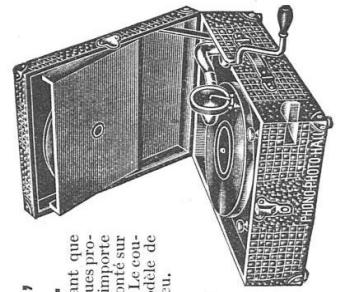
LE PORTABLE "RADIO-MARSA"

Appareil portatif de T.S.F. simplifié, modèle exclusif du Photo-Hall, convenant aussi bien comme poste fixe que comme poste de voyage. Du type changeur de fréquence, il utilise la lampe Puhars à écran de grille. Il ne pèse que 12 kilogrammes, avec tous ses accessoires : cadre, cadre Watt ou DINIS; piles Wonder, lampes Radioténique et Philips, Il assure la réception des concerts européens et est d'un maniement très simple.

PRIX DU POSTE **1.160 fr.** en 12 mensualités de **103 fr.**
ou payable

PRIX DU MODELE NORMAL
complet

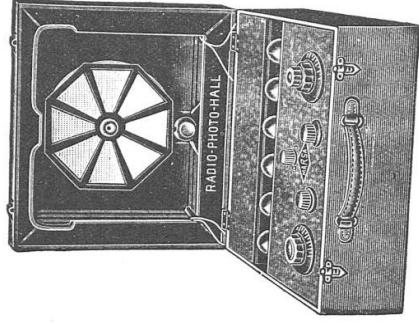
1.740 fr.
ou payable
en 12 mensualités de **154 fr.**

LES PORTATIFS "GRAMOPHONE"

Appareil monté en valise, gainée simili cuir noir, ne pesant que 8 kilogrammes et munié d'une large poignée. Coins métalliques protégés et pieds en caoutchouc permettant de le placer sur n'importe quel meuble sans danger d'éraflures. Le bras acoustique, monté sur roulette à billes, est muni du nouveau diaphragme n° 4. Le couvercle forme réflecteur de son et porte-disques. — Le modèle de luxe est gainé simili cuir crocodile marron, gris ou bleu.

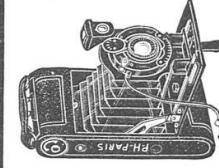
PRIX DU PORTATIF N° 101
de **89 fr.**
ou payable

PRIX DU PORTATIF DE LUXE
de **124 fr.**
ou payable

LA MALETTE "RADIO-MARSA"

PRIX DU MODELE DE LUXE
complet

2.485 fr.
ou payable
en 12 mensualités de **212 fr.**

POUR VOS VACANCES

PRIX AVEC OBJECTIF ANASTIGMAT BERTHIOT
275 fr.

Pour charmer vos vacances, trois choses vous sont absolument indispensables :
I. L'appareil de PHOTO, qui vous permettra de conserver les souvenirs de vos réunions familiales et de rapporter des documents intéressants de vos excursions.
II. L'appareil de RADIO, qui charmera non seulement vos sources, mais vous permettra aussi, par l'emploi de l'appareil portatif, d'écouter les concerts européens.

ROLLFILM "PERFECT" 6 × 9

Petit appareil de poche de précision, modèle exclusif du Photo-Hall, employant les bobines de pellicules se chargeant en plein jour, muni d'un objectif anastigmat, à grande luminosité, F : 6.3, des célèbres marques françaises Hermagis ou Beaurion, et d'un obturateur pour pose ou instantané jusqu'au 1/100^e de seconde.

HERMAGIS : 245 fr. — BERTHIOT : 275 fr.

VACANCES

PRIX AVEC OBJECTIF ANASTIGMAT TESSAR ZEISS

1.195 fr.
ou payable
en 12 mensualités de **105 fr.**

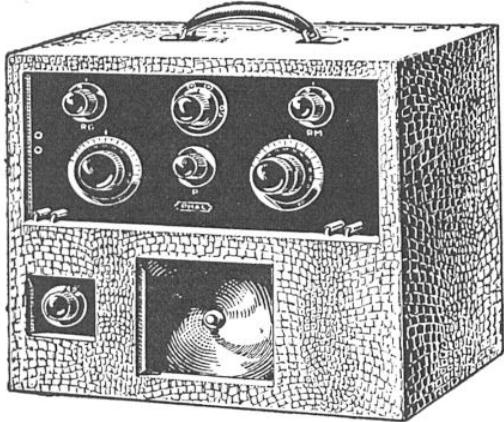
**FOLDING "PERFECT" 9 × 12**

Appareil de haute précision tout en métal, gainé mat, modèle exclusif du Photo-Hall, employant les pellicules film-pack ou les plaques en couleurs, et muni de tous les perfectionnements. L'objectif, à grande luminosité, est un anastigmat CARL-ZEISS-LENA F : 4.5, monté sur obturateur de précision COMPUR.

5 - rue Scribe - 5 PARIS-OPÉRA
— CATALOGUE GRATUIT —



Le Poste des Vacances



C'est le

Super PHAL — 6 lampes —

Type 29 en coffret valise

*Reçoit l'Europe en haut-parleur
sans antenne ni cadre*

Complet, prêt à
fonctionner ...

2.200 fr.

LE SEUL POSTE dont la sélectivité et la puissance aient été
constatées officiellement par huissier

Les Postes de T.S.F. PHAL 9, rue Darboy, 9
PARIS-XI^e

CYCLES

ROUTE
COURSE
SPORT
GRAND
TOURISME

CATALOGUE FRANCO

MOTOS

2 cv - 175 cc
3 cv - 250 cc
4 cv - 350 cc
5 cv - 500 cc

CATALOGUE FRANCO



Etablissements TERROT, 2, rue André-Colomban — DIJON

Télic

*aussi utile
plus rapide
que le chemin de fer*

LA TÉLÉPHONIE
INDUSTRIELLE & COMMERCIALE
LA CLEF DE VOUTE
DE TOUTE BONNE ORGANISATION

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 2.200.000 FRANCS
BUREAU À STRASBOURG 22, AVENUE DES VOSGES TÉL. 221-1250
BUREAU À PARIS
47, BOULEVARD SEBASTOPOL - TEL. RICHELIEU 85.23

LEMAIRE

CONSTRUIT TOUJOURS DANS SES USINES DE **CROSNE (Seine- et -Oise)**

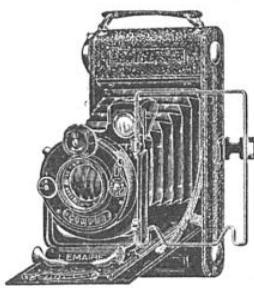
SES APPAREILS

Pour Plaques $6 \frac{1}{2} \times 9$
Pour Pellicules 6×9 et $6 \frac{1}{2} \times 11$

7 modèles différents

Ce sont des appareils de précision
“LA BELLE FABRICATION FRANÇAISE”

Demandez le Tarif envoyé gratuitement par demande à
LEMAIRE, 26, rue Oberkampf, PARIS-XI^e Téléphone:
FABRICANT DES CÉLÈBRES JUMELLES LEMAIRE ROQUETTE 30-21



Aucun diplôme n'est exigé. L'instruction donnée par correspondance par l'**ÉCOLE SPÉCIALE D'ADMINISTRATION**, 4, rue Férou, à PARIS (6^e), suffit. Age pour concourir : 21 à 30 ans (cette dernière limite est prorogée d'une durée égale aux services militaires). Un concours est à prévoir en 1929-30 pour

INSPECTEUR DU CONTROLE DE L'ÉTAT SUR LES CHEMINS DE FER

Début environ 15.000 francs, tout compris. Les services militaires comptent dans l'avancement. Carte de circulation gratuite sur les Chemins de fer, en 1^{re} classe. Carrière active, intéressante, considérée, agréable, avenir superbe. — Renseignements gratuits, sans engagement, sur simple demande.



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



Les Jours d'Été

apportent, avec le soleil, un afflux de lumière qui éblouit les yeux et blesse la vue. A la mer, en montagne, dans l'exercice des sports en plein air, des lunettes protectrices, avec verres UMBRAL ZEISS, s'imposent. Les docteurs oculistes préconisent, en praticiens, les verres UMBRAL ZEISS, qui sont également appréciés des alpinistes, navigateurs, sportmen, etc... En effet, leur teinte uniforme, qui atténue agréablement la lumière, conserve au paysage tout son charme et permet à l'œil d'embrasser un champ visuel aussi étendu qu'avec les verres PUNKTAL ZEISS.

Ces verres existent en trois degrés d'absorption et sont livrables pour tous les degrés d'amétropie.

DEMANDEZ A VOTRE OPTICIEN
LES VERRES PROTECTEURS

ZEISS

umbral

contre la lumière éblouissante.

Les lunettes ZEISS pour automobiles, avec verres dégradés UMBRAL, protègent efficacement contre l'aveuglement produit par le soleil et les phares.

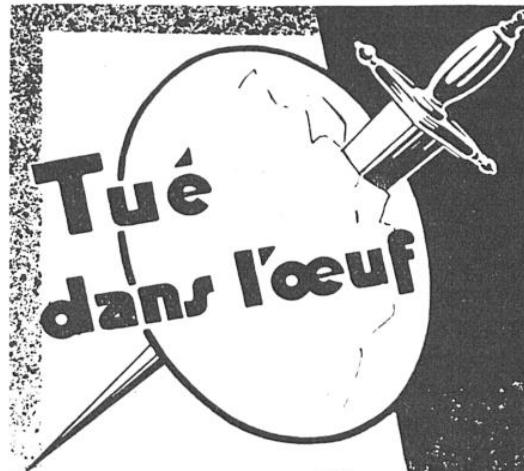
En vente chez les bons opticiens

Imprimé UMBRAL n° 353, gratis et franco, sur demande adressée à

Société "OPTICA"
18-20, faub. du Temple
PARIS - XI^e



CARL ZEISS
JENA



La différence essentielle entre un extincteur ordinaire et l'extincteur "ASSURO", c'est que le premier attaque la flamme apparente au lieu que le nôtre fait le feu à sa source même.

Cette différence est si essentielle qu'un abîme sépare désormais les extincteurs ordinaires de l'extincteur "ASSURO", c'est-à-dire à déclenchement automatique.

L'extincteur "ASSURO" se fixe sur le carburateur et éteint la flamme dès son apparition sans même exiger votre intervention.

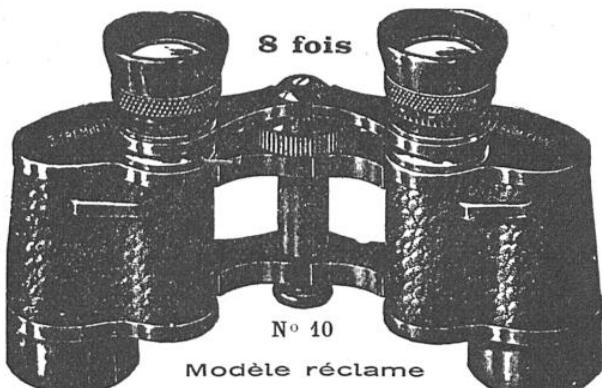
ASSURO



En vente dans tous les garages et bonnes maisons d'accessoires. Notice n° 16 envoyée franco sur demande à "ASSURO", 4 bd des Capucines Paris (9^e)

L'avenir est aux extincteurs à déclenchement automatique

ERD



Prix exceptionnel : **360 francs**
payables avec

12 MOIS DE CRÉDIT

JUMELLES A PRISMES

Marque « STREMBEL »
donnant le maximum
de champ et de clarté

Grossissement 8 fois

Avec étui cuir havane, avec courroie-bandoulière et courroie-sautoir.

Hauteur fermée : 106 m/m. Poids sans étui : 520 grammes. Avec étui : 850 grammes.

N° 11. Bonne qualité *Prix* 400 fr.

N° 12. Très bonne qualité. — 450 fr.

N° 13. Qualité supérieure, choix extra — 500 fr.

Payables : 30, 40 ou 50 francs PAR MOIS suivant le modèle choisi.

MODÈLES SUPÉRIEURS

AVEC GRANDS OBJECTIFS

N° 14. Bonne qualité.. *Prix* 550 fr.

N° 15. Qualité supérieure, choix extra. — 600 fr.

N° 16. Grossissement 12 fois. — 800 fr.

N° 17. — 16 fois. — 1.000 fr.

PAYABLES

40, 50, 60, 80 ou 100 francs PAR MOIS

suivant le modèle choisi.

Au comptant 10 % d'escampte.

APPAREILS PHOTOGRAPHIQUES

de haute qualité, dont les prix et les conditions
de paiement dépassent toute concurrence.

Pour PELLICULES $6\frac{1}{2} \times 11$ en bobines se chargeant en plein jour.

Le premier appareil pour pellicules construit en France en grande série,
employant les pellicules en bobines de 6 ou 12 poses de toutes marques
françaises et étrangères.

DESCRIPTION

Corps de l'appareil en aluminium. Flasques en bois noir verni intérieurement. Gainage simili-cuir spécial à gros grain. Ferrures vernies en noir mat, givré inattaquable ou nickelées. Fermeture à ressort. Poignée articulée en cuir souple. Soufflet noir. Chargeur très simple : la bobine se fixe directement sur deux pignons d'axe. Système de pression assurant à la pellicule une rectitude de plan parfaite au moment de son passage devant l'objectif. Grand viseur clair pivotant. Porte-objectif en forme d'U, fondu d'une seule pièce, assurant une rigidité parfaite. Abattant métallique avec contre-abattant de sûreté. Mise au point variable par cœmaillerie, avec arrêt automatique sur l'infini. Echelle de mise au point graduée, pouvant se déplacer selon que l'on opère soit avec des pellicules, soit avec des plaques ou film-packs. Décentrement vertical par vis. Décentrement horizontal. Arrière mobile avec fermeture à ressorts, assurant une occlusion parfaite. Deux écrous au pas du Congrès.

Chaque appareil est livré en boîte carton

avec un déclencheur et une instruction.

N° 7. Avec objectif rectiligne de premier choix. Prix : 432 francs, payables 36 francs par MOIS.

N° 8. Avec objectif anastigmat « Rysoor » très lumineux, F. 6, 8. *Prix*, 468 francs, payables 39 francs par MOIS.

N° 9. Avec objectif anastigmat « Berthiot », F. 6, 3, extra-lumineux. Prix : 552 franc., payables 46 francs par MOIS.

AU COMPTANT 10 % D'ESCOMPTE

Envoi franco sur demande de notre catalogue contenant : Horlogerie, Bijouterie, Instruments de musique, Optique, Orfèvrerie, Imperméables, Compiets et Pardessus, Carillons Westminster, Porte-plume réservoir, etc., etc.

BULLETIN DE COMMANDE

A remplir et à adresser à la **Maison Pierre STREMBEL, Les Sables-d'Olonne (Vendée)**.

Veuillez m'adresser votre..... n°..... du prix de..... francs
que je paierai à raison de..... francs par mois (au gré du souscripteur).

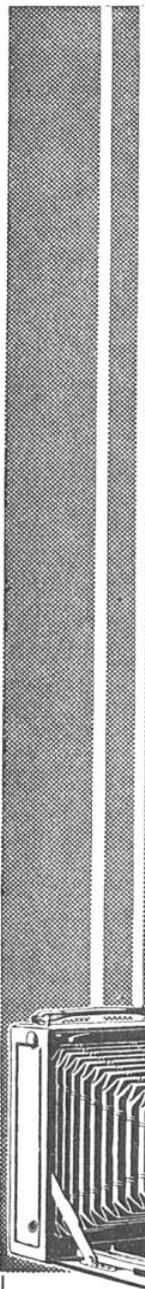
a) Le premier versement à la réception, et, ensuite, je verserai chaque mois au compte chèques postaux, NANTES n° 5324.

b) Ou au comptant avec 10 % d'escampte.

Nom..... Prénom..... Profession ou qualité..... Adresse de l'emploi..... Domicile..... Ville.....

Le..... 19..... SIGNATURE :

Rayer les mentions inutiles.



*Débutants
Amateurs
Artistes accomplis*

TOUS
PRÉFÈRENT UN APPAREIL

Zeiss Ikon

La vogue toujours croissante de nos articles est la meilleure preuve de leur incontestable valeur.

Si vous avez à choisir,
adoptez un appareil

Zeiss Ikon

Que ce soit un article bon marché ou un appareil de prix, vous êtes toujours sûrs de trouver parmi nos modèles celui qui vous convient, d'un maniement facile et au meilleur prix.

**Employez nos pellicules
et filmpacks !**

Tous ceux qui ont essayé nos produits deviennent nos fidèles clients et amis.

En vente dans
tous les magasins
d'articles
photographiques.

CATALOGUE Ph. 77 gratis et franco sur demande adressée à

Iconta

18-20, faub. du Temple, 18-20 - PARIS-XI^e

CONCESSIONNAIRE EXCLUSIF DE

Zeiss Ikon A.G. Dresden-A.21

**Servo-Graissage
Central**



Le Servo-Graissage

se monte en 24 heures sur la plupart des voitures. Il permet d'effectuer un graissage restreint ou abondant, à volonté, aussi bien en marche qu'à l'arrêt. Une fois installé, il n'y a plus à s'en occuper.

DOCUMENTEZ-VOUS

sur cet accessoire que vous aurez, un jour ou l'autre, sur votre voiture, et faites-vous établir

UN DEVIS
sans engagement de votre part, en vous recommandant de *La Science et la Vie*.

ÉTABLISSEMENTS

TÉ CALÉMÎT

18, rue Brunel, Paris

Sans engagement de ma part, envoyez-moi votre notice illustrée et établissez-moi un devis pour

Voiture.....

Adresse.....

Adresse de mon garage.....

LA SCIENCE ET LA VIE, Mars 1929.

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

En quoi le “Système Pelman” peut-il m’être utile ?

TELLE est la première question de ceux qui s’adressent à nous pour suivre notre cours par correspondance.

Voulez-vous notre réponse ? Retournez-nous rempli le questionnaire ci-dessous, et nous vous dirons, à titre gracieux, sans que cette consultation vous lie, ce que vous pouvez personnellement attendre du SYSTÈME PELMAN.

Déjà notre commentaire de vos réponses vous sera un gain matériel et moral appréciable : quel profit ne retireriez-vous pas de l’étude intégrale de notre cours ! C’est alors que s’offrira à vous une nouvelle manière de vivre, à la fois plus riche et plus heureuse.

QUESTIONNAIRE

à retourner rempli à l’INSTITUT PELMAN, 33, rue Boissy-d’Anglas, Paris-8^e

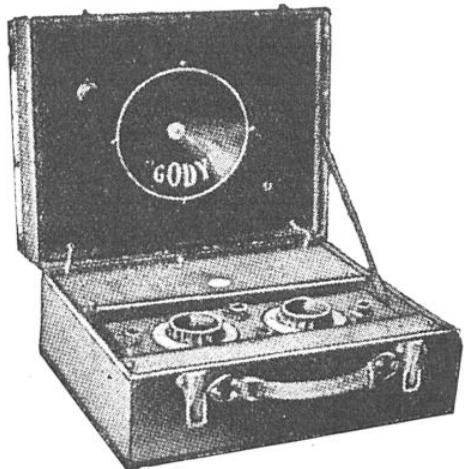
- | | |
|---|-------|
| 1. Lisez-vous aisément un ouvrage ou un article sérieux ? | ..... |
| 2. Que retenez-vous des livres que vous lisez, des pièces que vous voyez jouer ? | ..... |
| 3. Avez-vous l’habitude d’achever un travail ? | ..... |
| 4. Redoutez-vous la contradiction ? | ..... |
| 5. Savez-vous convaincre les indifférents ? | ..... |
| 6. Et ceux qui vous sont opposés ou hostiles ? | ..... |
| 7. Eprouvez-vous un sentiment de malaise ou d’infériorité en présence de certaines personnes ? | ..... |
| 8. Résolvez-vous facilement les difficultés de l’existence ? | ..... |
| 9. Les luttes que vous avez soutenues vous ont-elles grandi ou amoindri ? | ..... |
| 10. Avez-vous, autant que vous l’auriez pu, amélioré votre situation, ces deux dernières années ? | ..... |

PARTOUT
maître des ondes

avec une

VALISE "GODY"

Légère, robuste et puissante



Toutes notices
et renseignements gratuits aux
Établissements GODY
Usine à Amboise (I.-&-L.)

SUCCURSALES A

Paris, 24, boulevard Beaumarchais. Tél. : Roquette 24-08.
Orléans, 225, rue de Bourgogne. Tél. : 35-11.
Angers, 49, rue du Mail. Tél. 5-66.
Tours, 6, place Michelet. Tél. : 21-01.
Poitiers, 68, rue de la Cathédrale. Tél. : 8-57.
Clermont-Ferrand, 29, rue G.-Clemenceau. Tél. : 17-52.

"SÉCIP"
cuisinière - rôtissoire
au pétrole gazéifié



permet de cuisiner
comme au gaz de ville

C'est la seule cuisinière à pétrole montée avec le four "LA CORNUE", réputé pour la cuisson parfaite et sans surveillance des rôtis, pâtisseries fines, plats gratinés, etc... Elle fonctionne au pétrole ordinaire, gazéifié par les brûleurs. Ni bruit, ni odeur, ni fumée.

DÉPOSITAIRES :

ANGLETERRE. Expert Marketing Co Ltd, 19, Curistor Street, London E.C. 4 — PORTUGAL. Mr. Virgilio Lory, 13, Praça Dos Restauradores, Lisboa. — AFRIQUE DU NORD. Départements d'Oran et d'Alger. Société Progrès et Confort, 15, rue Jean-Macé, Alger. — Département de Constantine et Tunisie, M. Curie, 17, rue Broca, Tunis. — EGYPTE. M. Nicolas Marin, Port-Saïd. — RÉP. ARGENTINE. M. Isozaga Co, Calle Cerrito 1199, Buenos-Aires.

Notice illustrée et références autographes franco.

BARDEAU
16, rue du
Président-Krüger
COURBEVOIE (Seine)

LES MOTOPOMPES

R.V.

SONT
MONOBLOC

TYPE PB 2

1000 LITRES HEURE
A
25 MÈTRES DE HAUTEUR
OU
1500 LITRES HEURE
A
15 MÈTRES DE HAUTEUR
PUISANCE $\frac{1}{4}$ DE CHEVAL
CONSOMMATION 275 W HEURE
POIDS 6 Kgs 600

PRIX 975 Frs

TYPE PM 3

1500 LITRES HEURE
A
40 MÈTRES DE HAUTEUR
OU
2800 LITRES - HEURE
A
30 MÈTRES DE HAUTEUR
PUISANCE $\frac{1}{2}$ CHEVAL
CONSOMMATION 550 W HEURE
POIDS 12 Kgs

PRIX 1200 Frs

PARIS-XII^e
RENÉ VOLET

ING. E.C.P. ET E.S.E.
20, avenue Daumesnil, 20
Téléph. : Diderot 52-67
Télégrammes : Outilervé-Paris

AGENTS : ESPAGNE, S. A. M. Fenwick, Bruch 96 y Aragon 314, Barcelone. — HOLLANDE, N. V. v. h. B. Pfälzter, Spui 12, Gebouw Eensgezindheid, Amsterdam. — ITALIE, S. A. Italiana Fratelli Fenwick, 1, Via San Anselmo, Turin. — TCHECOSLOVAQUIE, V. Weiss, Stresovice 413, Prague. — AFR. DU NORD, A. Georgier, 7, R. Drouillet, Alger. — MADAGASCAR, L. Teilliet et L. Labrousse, R. Colbert, Tananarive. — INDOCHINE, Poinsard et Veyret, Comptoirs d'Extrême-Orient, Saigon, Phnom-Penh, Haiphong, Hanoi. — AUSTRALIE, Messrs Gerard & Goodman, 14-16, Synagogue Place, Adélaïde. — JAPON, Kobe : Alsot-Brissaud et Cie, Tokiwa Bg, n° 30, Akashi-Machi. — CANADA, The Dominion Machinery Supply Co Ltd, 177, Wellington Street, Toronto, Ontario. — MEXIQUE, Clement Z., 28, Avenida Morelos, Mexico. — CHILI, Simon Hermanos, Santo Domingo, 1107, Santiago. — GRÈCE, P. M. C. O'Caffrey, 4, Aristides St., Athènes. — HONGRIE, « Adria » Vaci-Ut, 24, Buda-Pest V. — NORVÈGE, O. Houm, Skippergaten, 4, Oslo. — POLOGNE, Polskie Towarzystwo Dla Handlu Z Francją, Ks Skorupki, 8, Varsovie. — YUGOSLAVIE, L. Piedzicki, Strahinitscha Bana, 42, Belgrade. — PORTUGAL, Joao Felix da Silva Capucho, 121, Rua de S. Paulo, 129, Lisbonne. — SUISSE, Arthur V. Paget, 8, boulevard de Grancy Lausanne. — CALCUTTA, The Oriental Electric & Engineering Co, 19, Bow Bazar Street, Calcutta. — MADRAS, The Automobile & Accessories Co Ltd., Mount Road, Madras. — BIRMANIE, Messrs Stewart Raeburn & Co, Rangoon.

MAGASINS DE VENTE :

LILLE Société Lilloise	BRUXELLES Société Anonyme Belge
RENÉ VOLET (S. A. R. L.)	RENÉ VOLET
28, rue du Court-Debout	34, rue de Laeken, 34
Téléph. : n° 58-09	Téléph. : n° 176,54
Télégr. : Outilervé-Lille	Télégrammes : Outilervé-Bruxelles

LONDRES E.C. 1
RENÉ VOLET
LIMITED
242, Goswell Road
Ph. Clerkenwell : 7.527
Télégrammes : Outilervé Barb-London

PURIFIEZ L'AIR QUE VOUS RESPIREZ

Pour 1 centime de l'heure

Vous pouvez assainir l'air dans votre habitation, en le purifiant avec

L'OZONOR

Dissipe les mauvaises odeurs — Détruit les germes de maladies
Fonctionne sur tous courants — NOTICE FRANCO

Etablissements OZONOR (CAILLIET, BOURDAIS & C^{ie}), 12, rue St-Gilles, Paris-3^e.
Téléphone : Turbigo 85-38

TOUT LE MONDE PEUT SE TROMPER... SEULEMENT LA BASCULE EQUITAS EST INFALLIBLE

AUTOMATIQUE TOTALISATRICE ENREGISTREUSE COMPTEUSE

EQUITAS

Ces deux cadans permettent une lecture facile

Seule elle permet l'enregistrement des pesées sur piquet la comptage des opérations la totalisation des poids

PONT BASCULE BASCULE MOBILE

SECTION MÉCANIQUE DE LA MANUFACTURE D'HORLOGERIE DE BÉTHUNE
13. RUE RICHER. PARIS. (IX^e). TÉLÉPHONE: PROVENCE 81-12

PRIX NU { 110 volts : 280 fr.
{ 220 volts : 290 fr.

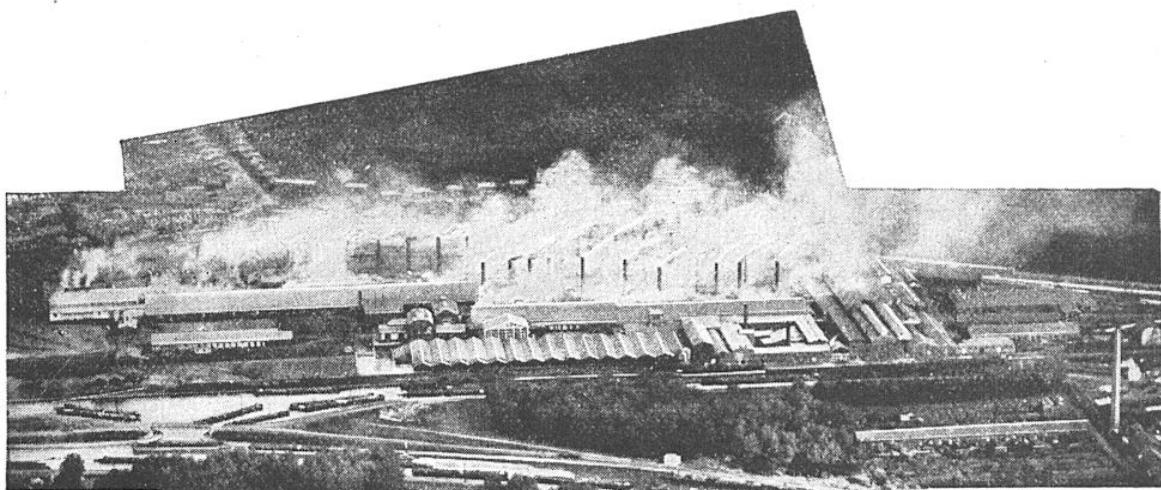
FAITES DURER VOS ACCUMULATEURS

EN LES RECHARGEANT VOUS-MÊMES AVEC LE
Nouveau Redresseur LE FAMILIAL

Une seule manœuvre suffit
pour recharger les accus de 4, 40, 80 et 120 volts. Un voltmètre permet de SURVEILLER les batteries.

AUCUN LIQUIDE CORROSIF

Georges DUBOIS, 8, rue Gambetta, Fournies (Nord)



Usines d'AUBRY
33 fours de réduction
13 trains de laminoirs

LES PLUS PUISSANTES FONDERIES DE ZINC DE FRANCE ...

Une production annuelle de 30.000 tonnes, garantie d'une large souplesse de livraison ; une pureté quasi absolue (99 %), une parfaite homogénéité dans la fabrication, des possibilités de façonnage telles que toutes les suggestions nouvelles d'ordre artistique ou architectural peuvent être examinées dans les meilleures conditions de réussite, avec l'apport d'une expérience centenaire et des méthodes scientifiques et mécaniques extra-modernes.



COMPAGNIE ROYALE ASTURIENNE D'AUBY ZINC

1, Rue du Cirque, PARIS Tél. : Elysées 51-37 et 38, 51-60 — Inter 33

Dépositaire de "LA DÉCORATION MÉTALLIQUE"

WILL

WILLER

Du GAZ comme à PARIS

La plus grande sécurité
La plus grande simplicité

avec le générateur "GAZALAIR"
BREVETÉ S. G. D. G.
qui fabrique automatiquement et sans surveillance du véritable GAZ

produit à froid et instantanément par évaporation d'essence.

RIEN DE COMMUN AVEC LES APPAREILS SOUS PRESSION

Envoi franco des Notices et Prix Courants à toute demande se référant de *La Science et la Vie*.

Établissements Lucien BRÉGEAUT
CONSTRUCTEUR BREVETÉ
55, rue de Turbigo, PARIS-3^e
Succursales { NICE, 1, r. Chauvin (pr. Casino municip.)
ALGER, 9, rue Michelet. M. Bocard.

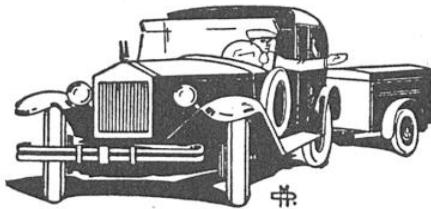
UNE MAISON QUI SUIT SON MAITRE

CHALET-REMORQUE « STELLA »

BREVETÉ EN TOUS PAYS

3 Pièces

Armature duralumin - Traction nulle - Réservoir d'eau :: Chauffage - Lit à sommiers élastiques ::



POUR

**LA PLAGE - LA MONTAGNE
L'EXCURSION - LES COLONIES**

Le nouveau cadre TRIGONIO

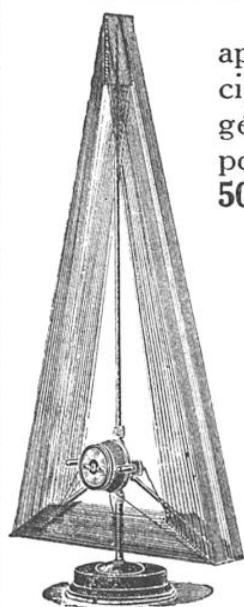
appliquant le principe des ondes dirigées, rend votre poste de T. S. F. 50 fois plus sélectif.

○ ○ ○

DEMANDER NOTICE FRANCO

○ ○

Étab^{ts} LÉNIER
Constructeur
43, rue Magenta
ASNIÈRES
(SEINE)



IMPERMÉABILITÉ ABSOLUE
"STELLA"

Démunie de son contenu, peut transporter 500 kilos de charge utile pour livraison.

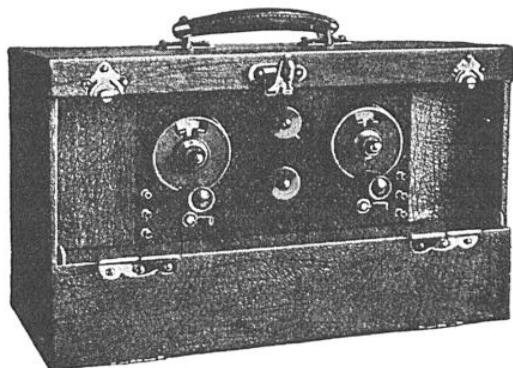
111, Faub. Poissonnière - PARIS (9^e Arrond^t)
Envoyez de la notice illustrée franco en vous recommandant de "La Science et la Vie"

LA MAISON DES RANDONNÉES

Les Meilleures Auditions (T.S.F. et Pick-Up)

sont obtenues "MICRODION"
avec les postes

Chaque modèle se place à volonté en MEUBLE ou en VALISE



Poste MINIMAX en MICROVALISE
(38 x 27 x 18) **9 kg. 500 ...!**

LE MICRODION-MODULATEUR **MINIMAX**

utilisant
la "Série merveilleuse" PHILIPS
est le **PLUS** { PETIT
LÉGER
SÉLECTIF
MUSICAL

CATALOGUE et NOTICES Nouveautés 2 fr.
NOTICES Nouveautés seules 0.50

Etabl's Horace HURM ♀ 14, rue Jean-Jacques-Rousseau, PARIS-1^{er}
Fondés en 1910 Entre la Bourse du Commerce et le Louvre (à l'entresol)
Créateurs du Poste Valise en 1921 Tél. : Gutenberg 02-05

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'ingénieur, 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'Ecole 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'Ecole T.S.R.C.

58 bis, Chaussée d'Antin, PARIS

"Pygmy"

la nouvelle lampe de poche à magnéto inépuisable

Se loge dans une poche de gilet dans le plus petit sac de dame

Poids : 175 gr.

Présentation de grand luxe
Fabrication de haute qualité

Prix imposé : **75 fr.**

Demandez Catalogue B à :

MM. MANFREDI Frères & Cie
Av. de la Plaine, Annecy(H.-S.)
GENERAL OVERSEA EXPORT Co
14, rue de Bretagne, Paris-3^e

Téléph. : Archives 46-95 Télég. : Genovieg-Paris

PUBL. JOSSE ET GIORGI

Concessionnaire pour l'Italie:
Roberto ULMANN, 4, Piazza Grimaldi, Genova 6

ETUDIEZ L'AUTOMOBILE Chez vous

De brillantes situations sont à portée dans le vaste domaine de l'INDUSTRIE AUTOMOBILE.

Sans quitter vos occupations habituelles, après quelques mois d'études attrayantes CHEZ VOUS, vous pouvez devenir **monteur, contremaître, dessinateur, sous-ingénieur ou ingénieur.**

Adressez-vous à la seule Ecole spécialisée dans cette branche.

L'Ecole Supérieure d'Automobile

patronnée par de nombreux constructeurs français et étrangers vous ouvrira la porte du succès

DIPLOME EN FIN D'ÉTUDES
PLACEMENT GRATUIT DES DIPLOMÉS

Demandez aujourd'hui même le programme général n° 2 gratuit à

L'ÉCOLE SUPÉRIEURE D'AUTOMOBILE
40, rue Denfert-Rochereau, PARIS
Téléph. : Odéon 56-32

TOU TACRÉDIT

Avec la garantie des fabricants PAYABLE EN 12 MENSUALITÉS

appareils T.S.F.
appareils photographiques phonographes motocyclettes accessoires auto machines à écrire armes de chasse vêtements de cuir Des Grandes Marques

meubles et bureau et de style orfèvrerie garnitures de cheminée carillons Westminster aspirateurs et poussières appareils d'éclairage et de chauffage Des Meilleurs Fabricants

CATALOGUE N° 27 FRANCO SUR DEMANDE

L'INTERMÉDIAIRE
17, Rue Monsigny, Paris
MAISON FONDÉE EN 1894

L'ÉLECTRIFIÈRE RENAULT

met à la portée de chacun la possibilité d'éclairer sa ferme ou sa maison de campagne. Robuste et simple, cet appareil ne nécessite que le minimum d'entretien et de dépense.

Dimension d'encombrement :
Hauteur 75 c/m
Longueur 70 c/m
Largeur 40 c/m

Notices et renseignements adressés sur demande.

USINES RENAULT
Billancourt Seine

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

Si vous savez mesurer avec un mètre vous pouvez avec la même facilité vous servir de cette règle à calcul.

LA RÈGLE À CALCULS DE POCHE "MARC"

La règle en celluloid, livrée avec étui peau 30 fr.
Elle est étudiée pour votre poche et aussi indispensable que votre stylo
DÉTAIL : Maisons d'appareils de précision, Papetiers, Opticiens, Libraires

GROS :
CARBONNEL & LEGENDRE
FABRICANTS
12, rue Condorcet, PARIS (9^e)
Tél. : Trudaine 83-13

JUMELLES "Huet"
Stéréo - prismatiques
et tous instruments d'optique

SOCIÉTÉ GÉNÉRALE D'OPTIQUE
76, boulevard de la Villette, PARIS
FOURNISSEUR DES ARMÉES ET MARINES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES
EN VENTE CHEZ
TOUS LES OPTICIENS

Exiger la marque **HUET**
PARIS
R. C. SEINE 148.367

L'eau sous pression chez soi

par la pompe rotative à vis

"HÉLIBLOC-ELVA"

ASPIRANTE ET FOULANTE

Groupes Electro et Moto-Pompes

Pompes à main

Pour toutes applications domestiques ou industrielles, produits chimiques, etc...

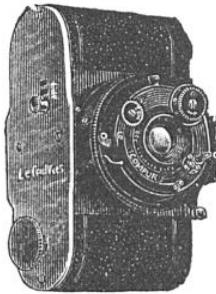
NOTICE SPÉCIALE N° 10 envoyée gratuitement
Voir description dans le numéro de mai

POMPES & MACHINES ELVA'
10 rue du Débarcadère Paris. II

Etab^{ts} MOLLIER
67, rue des Archives, Paris

Magasin de vente : 26, avenue de la Grande-Armée

Le "CENT-VUES"



Modèle 1928
Nouveau modèle gainé, à chargement simplifié et munid'un obturateur Compur.

Prix de revient du cliché : 10 centimes

"L'ÉBLOUSSANT"

Éclairage intensif pour PATHÉ-BABY

APPAREILS CINÉMATOGRAPHIQUES
pour Familles, Enseignement, Patronages

recevez
les ondes courtes
avec
votre super

votre super vous permet de recevoir des ondes normales de Broadcasting de 200 à 3.000 mètres.
vous désirez recevoir les nombreuses stations qui émettent sur longueurs d'ondes de 10 à 200 mètres.

vous y réussirez sans transformation de votre appareil et sur petite antenne (même intérieure)

et vous obtiendrez

en haut-parleur : Eindhoven, Java, Nauen, Pittsburg, Melbourne, etc., etc.
en employant devant votre super les postes

NOTICE
sur demande
 COMPTANT
CRÉDIT

Établ^{ts} DUJARDIN & CROZET

18, Avenue de la République PARIS - Tel. Roquette 28-30
PUB J BEJANNIN, PARIS

L'ARROSEUR "IDÉAL" EG

Breveté S.G.D.G.

Est le plus moderne, ne tourne pas et donne à volonté l'arrosage en carré, rond, rectangle, triangle et par côté.



PRIX :

Depuis 25 fr. à 395 fr.
suivant numéros et modèles

LE PISTOLET "IDÉAL" EG

Breveté S.G.D.G.

Donne tous les jets désirés pour le lavage des autos, l'arrosage des plantes de serre et usages domestiques.

PRIX : 110 francs

NOTICES FRANCO SUR DEMANDE

E. GUILBERT, CONSTRUCTEUR
160, avenue de la Reine
BOULOGNE-SUR-SEINE - Téléph. : 632



BIRUM

LE ROI DES ASPIRATEURS

le premier en date et le plus perfectionné est aussi le plus efficace et le plus économique



Seul il possède un coude orientable permettant de faire passer les diverses ventouses sous les meubles les plus bas et les plus profonds.

Type 2 B : 900 Frs. (dans un coffret en okoumé massif : 975 Frs.)

Autres modèles :

Type UNIVERSEL : 650 Frs.

Type 3 : 1.400 Frs.

Démonstration gratuite sur simple demande

En vente dans les Grands Magasins et chez tous les bons électriciens

LUTRA

19, rue de Londres, PARIS

PUYBELLE N° 53

PHOTO-OPÉRA

21, rue des Pyramides (av. Opéra)

CINÉPHOTO-OPÉRA

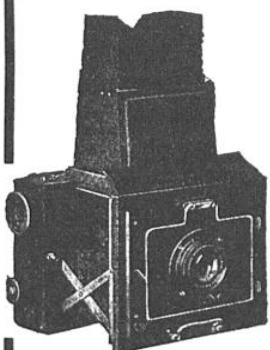
12, rue de la Chaussée-d'Antin (9^e)

APPAREILS DE MARQUE (Vente et Échange)

GRANDE MISE EN VENTE D'APPAREILS

DÉFRAICHIS, DE MARQUES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES, AVEC

GROS RABAIS



6×13 BELLIENI extra-plat, Flor 4.5. Valeur 2.000 fr. Soldé 800 fr.
4 1/2×6 ERNOFLEX simplex, obj. 4.5. — — — — —

CINÉMA Prise de vues SEPT, obj. 3.5. — — — — —

KINETTE, obj. Ernostar 1.2. Valeur 2.500 fr. Soldé 995 fr.

KINOX Projecteur à moteur pour film normal

Nouveau KINAMO employant le film format ciné Kodak 16 mm ... 2.235 fr.

Rayon PHONOS

TOUS LES DISQUES

Gramophone portatif à 1.000 fr.

PHONO RÉCLAME à 150, 250, 330 frs.

Il sera offert gratuitement 3 disques avec chaque phono



Le CRAYON
CARAN
D'ACHE
A BONNE MINE !

4, rue de la Michodière, Paris.

T.S.F.

TUNGSRAM

LA LAMPE AU BARYUM MÉTALLIQUE

EBI

2, rue de Lancry. PARIS. Botzaris 2670

DEMANDEZ LE CATALOGUE
contenant caractéristiques et courbes de tous les modèles.

SOCIÉTÉ DES ÉTABLISSEMENTS
KRAUSS
OPTIQUE ET MÉCANIQUE
DE PRÉCISION
18-20, rue de Naples, Paris

APPAREILS PHOTOGRAPHIQUES
EKA, EKALEM, ACTIS

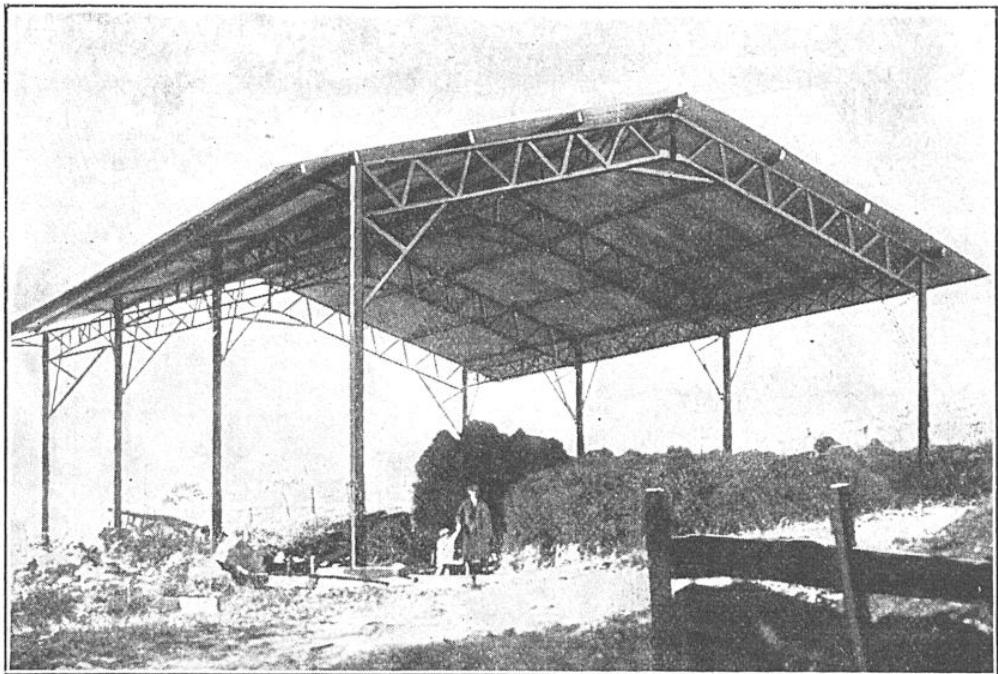
OBJECTIFS - JUMELLES A PRISMES

TARIFS ET CATALOGUES SUR DEMANDE

POUR LOGER
VOTRE AUTO

Le Garage et Constructions démontables
MODÈLE DÉPOSÉ BREVETÉ
M. R. S. S.G.D.G.
Construit en fer et éverite
Incombustible et imputrescible
MODÈLES TYPES :
A. Longueur, 4 m.; Largeur, 2 m. 40. Frs: **2.825**
B. Longueur, 5 m 40; Largeur, 3 m. 20. Frs: **3.800**
C. Longueur, 6 m 10; Largeur, 4 m. 90. Frs: **5.900**
Se font en dix longueurs. Peuvent être employés pr tous autres usages
En même fabrication : Abri de jardin, Cabine de plage,
Armoire, Vestiaire, Caisses à fleurs, etc...
Nos bâtiments, fournis avec semelles ciment armé, peuvent,
sans fondation, être montés sur n'importe quel terrain.
Se montent et se démontent avec une extrême facilité
ENVOI FRANCO DU CATALOGUE ILLUSTRÉ
Établissements SERVILLE & SES FILS
VILLENEUVE-St-GEORGES (Seine-et-Oise) — Tel.: 207.

XXX LA SÉRIE 39 DANS LE CANTAL XXX



Nous avons, ce mois-ci, le plaisir de montrer à nos lecteurs un bâtiment que nous avons envoyé dans le Cantal, à M. LABRO, de Gazard, qui nous a fait envoyer la photographie que nous reproduisons ci-dessus et pour laquelle nous le remercions.

Cette photographie représente un hangar agricole, qui, bien que n'ayant pas une envergure importante, offre cependant une bonne superficie carrée, ainsi que la hauteur nécessaire pour engruber une bonne récolte.

Les dimensions de cette construction sont comme suit

Longueur	15 m. 66
Largeur, y compris les auvents des deux côtés.....	12 mètres,
Hauteur sous auvent	4 m. 65
— du sol en haut des poteaux.....	5 mètres.
— sous faite	6 m. 75

et son prix, FRANCO AURILLAC, est le suivant :

4 fermes n°28 avec auvents de 1 mètre de chaque côté, à 1.105 francs...	Fr. 4.420
3 séries d'entretoises à treillis avec goussets et contrefiches de pose, au prix de 633 francs la série de 5 mètres.....	Fr. 1.899
Toiture en tôle ondulée galvanisée, y compris : faîtières et visserie de pose.	Fr. 4.721
Pannes en sapin du Nord, avec les éclisses de pose.....	Fr. 1.250
TOTAL	Fr. 12.290

Cette construction a été montée en deux jours et demi par notre excellent collaborateur M. P. VINCENT, entrepreneur de serrurerie à Aurillac, aidé d'un ouvrier serrurier et de deux manœuvres. Nous croyons encore intéressant de signaler à nos lecteurs que cette construction a été édifiée à 800 mètres d'altitude, ce qui est la preuve que nos charpentes métalliques peuvent être montées PARTOUT.

Nous avons jugé intéressant de montrer cette photo à nos fidèles lecteurs, car le hangar représenté est bien le type de la construction moyenne pouvant permettre aux agriculteurs d'en-granger leur récolte ou d'abriter leurs machines, aux industriels de protéger leur matériel. Cette même construction, fermée tout autour en tôle ondulée galvanisée ou par des murs en briques maintenus au moyen d'armatures que nous fabriquons tout exprès et éclairée par un lanterneau, ferait un magasin ou un atelier parfaits.

Nous avons presque constamment un ou deux hangars en construction pour notre collaborateur M. VINCENT ; nous ne croyons donc pas montrer trop d'orgueil en disant que c'est la preuve la plus nette que notre travail plaît à ses clients, et, si vous l'essayez, il vous plaira aussi.

Les usages de nos constructions métalliques que nous appelons, comme chacun le sait, la SÉRIE 39, sont, en effet, multiples. Aussi, quel que soit le projet que vous ayez à réaliser, n'hésitez pas à nous l'exposer. Nous nous ferons un plaisir de l'étudier et de vous envoyer notre BROCHURE N° 84, qui vous donnera de plus amples renseignements, ainsi que le prix de 1.200 combinaisons que l'on peut réaliser au moyen de nos éléments de série.

Établts JOHN REID, Ingénieurs-Constructeurs, 6^{BIS}, quai du Havre, ROUEN
FABRICATION EN SÉRIE DE BATIMENTS MÉTALLIQUES POUR L'INDUSTRIE ET LA CULTURE

The advertisement features a vintage radio receiver with a speaker and a decorative panel on top. A large sign next to it reads:

LE SYNCHRODYNE
est un poste de T.S.F. unique
au monde par la pureté de
ses auditions et son réglage
automatique intégral.
Démonstrations gratuites à domicile dans
toute la France et Renseignements franca
RADIO-L.L. 5 rue du Cirque PARIS

A smaller text at the bottom left of the receiver says: "Société anonyme au capital de 12.050.000 francs".

A curved text on the right side of the receiver says: "Nous avons un agent
dans votre localité."

Below the receiver, a text states:

Nous avons créé un service qui se
charge de l'entretien et du bon
fonctionnement permanents de votre poste :

**Le Service
RADIO-L.L.**

SOMMAIRE

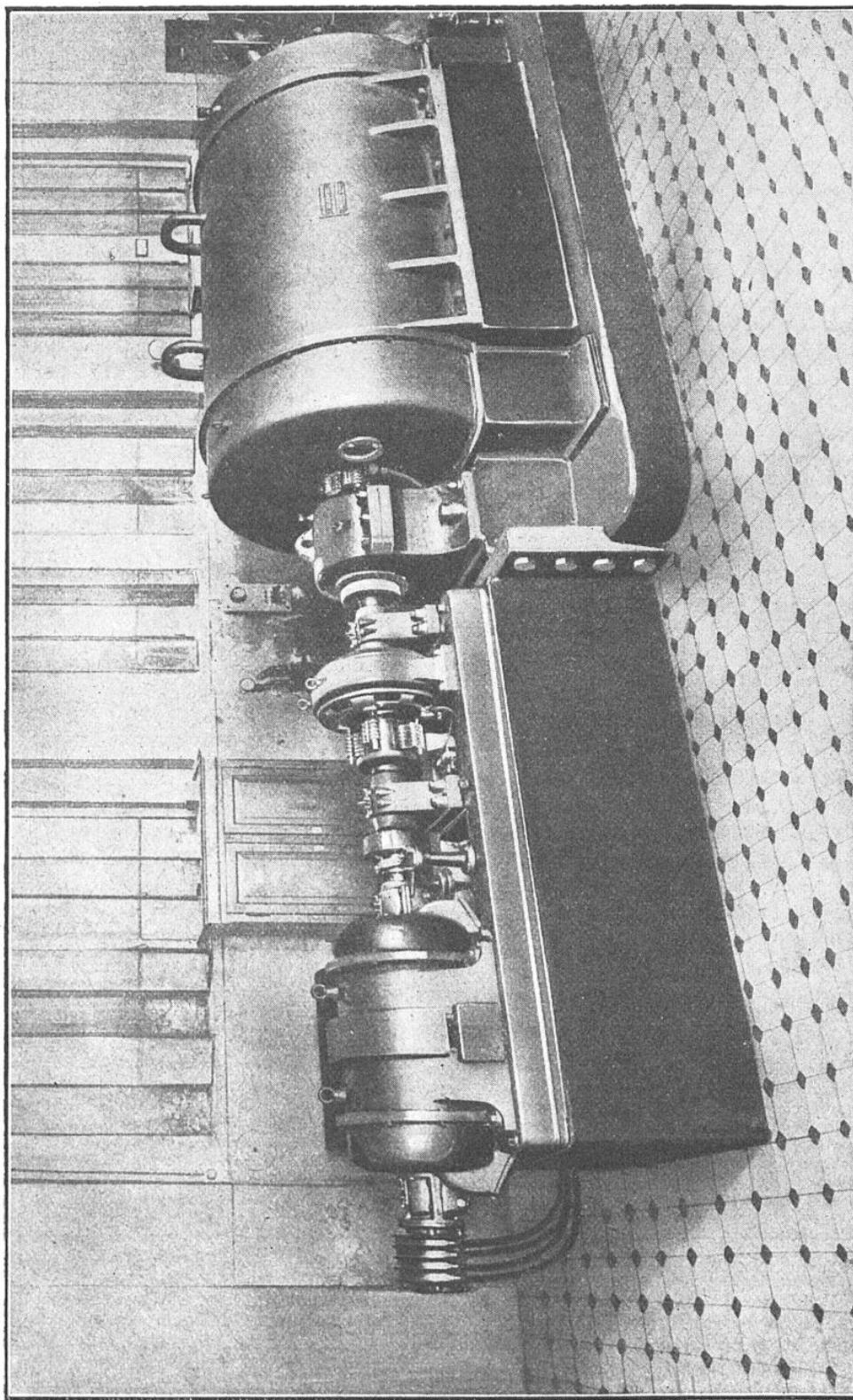
(JUILLET 1929)

Tome XXXVI.

La « Conférence Internationale des grands réseaux électriques », facteur important de progrès pour l'électrotechnique	Charles Brachet	3
Les étoiles géantes et les mondes en formation bombardent la terre de radiations ultrapénétrantes..	L. Houllevigue	11
Professeur à la Faculté des Sciences de Marseille.		
En quoi consiste la piézoélectricité, l'un des plus curieux modes d'électrisation ?	Marcel Boll	17
Agrégé de l'Université, Docteur ès sciences.		
Les procédés modernes de protection des pièces métalliques des automobiles contre la rouille..	Jacques Maurel.	26
Un nouveau paquebot géant va être mis en construction à Saint-Nazaire	Henri Le Masson	27
Le transport des lingots dans la métallurgie moderne ..	J. M.	32
Le transport mécanique des métaux en fusion dans la fonderie moderne : la plus grande poche de coulée du monde; des wagons-bennes qui contiennent 150 tonnes de fonte fondu..		
Comment on étudie aujourd'hui la « structure » du vent.	Jean Bodet.	33
Les réseaux aériens télégraphiques et téléphoniques cèdent la place aux câbles souterrains	Jean Labadié	37
Les montagnes de marbre sont débitées en morceaux mécaniquement	Lucien Fournier.	45
Grâce à la zoométrie, on peut maintenant sélectionner le cheptel pour l'amélioration des races	L. Kuentz	53
Le nouveau croiseur cuirassé allemand	André Leroy	57
Chef de travaux de zootechnie à l'Institut national agro-nomique.		
La turbine à vapeur de mercure est entrée maintenant dans le domaine industriel..	J. M.	62
Les coulisses d'un hôtel scientifiquement organisé	Jean Laurençon.	63
Le phonographe et la vie..	Victor Jouglard	68
Une turbine qui utilise l'énergie des gaz d'échappement d'un moteur à explosion..	F. Faillat	74
La T. S. F. et les Constructeurs	Paul Lucas..	79
Les A côté de la science (Inventions, découvertes et curiosités)..	J. M.	81
Chez les éditeurs	V. Rubor	83
J. M.	J. M.	88

En vue d'améliorer le rendement des grandes fonderies modernes, les techniciens ont été amenés à concevoir des unités (hauts fourneaux, convertisseurs) de plus en plus puissantes. Par ce fait même, s'est trouvé posé, de façon impérative, le problème de la manutention des énormes masses de métal fondu produit par chacune de ces unités. La couverture de ce numéro représente la plus grande poche de coulée du monde, pouvant contenir 45 tonnes de métal et entièrement mue à l'électricité. Nos lecteurs trouveront, à la page 33 de ce numéro, la description de cet outillage ultra-moderne, ainsi que des wagons spéciaux employés en Amérique pour le transport de la fonte fondue (chacun de ces wagons-bennes peut contenir 150 tonnes de métal).

Nous informons nos lecteurs que l'emboîtement nécessaire à la reliure des n°s 139 à 144, parus entre le 1^{er} janvier et le 30 juin 1929, qui constituent le tome XXXV de *La Science et la Vie*, est en vente à nos bureaux, au prix de 4 francs, et de 5 francs avec table des matières. Il peut être expédié franco, en France et dans les colonies, au prix de 4 fr. 50 et de 5 fr. 50 avec table. Pour l'étranger, ajouter à ces derniers prix 1 franc pour supplément de port.



LES HAUTES PRESSIONS DES CHAUDIÈRES À VAPEUR EXIGENT QUE LES TURBOALTERNATEURS TOURNENT À GRANDE VITESSE, CE QUI NÉCESSITE QUELQUES PRÉCAUTIONS POUR LEUR LANCEMENT. VOICI L'APPAREILAGE DE LANCEMENT À LA CENTRALE DE BRESCIA (ITALIE).
Le moteur de lancement (à gauche) met en marche l'ensemble de l'appareillage. Dès que le régime est atteint, on fait intervenir la dynamo excitatrice (située sur le même arbre) et l'on branche le turboalternateur sur la ligne. Le moteur de lancement est alors déconnecté.

LA SCIENCE ET LA VIE

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

Rédigé et illustré pour être compris de tous

Voir le tarif des abonnements à la fin de la partie rédactionnelle du numéro
(Chèques postaux : N° 91-07 - Paris)

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

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

Copyright by La Science et la Vie, Juillet 1929 - R. C. Seine 116.544

Tome XXXVI

Juillet 1929

Numéro 145

LA « CONFÉRENCE INTERNATIONALE DES GRANDS RÉSEAUX ÉLECTRIQUES » FACTEUR IMPORTANT DE PROGRÈS POUR L'ÉLECTROTECHNIQUE

Sa signification économique et technique ; ses conséquences

Par Charles BRACHET

Liée par ses câbles à sa terre d'origine, l'électricité est le contraire d'une denrée d'exportation. Sauf de rares exceptions (entrée en France de quelques excédents de l'énergie hydraulique suisse, fourniture au Danemark par lignes sous-marines d'un appont d'électricité scandinave), le courant électrique est d'essence nationale — au moins jusqu'à nouvel ordre. Il s'ensuit qu'aucune concurrence sérieuse n'est à prévoir entre les réseaux des différents pays. Et c'est là probablement ce qui permet aux producteurs d'électricité du monde entier de donner un bel exemple de solidarité par l'institution de cette Conférence internationale, dont les assises périodiques se tiennent à Paris tous les deux ans, et dont le programme, d'une rare largeur de vues, se résume d'un mot : mettre en commun tous les secrets techniques, toutes les observations utiles, recueillis, soit dans l'exploitation normale, soit par des essais méthodiques effectués dans les laboratoires. Il est, en effet, bien évident que, si les ingénieurs américains viennent, tous les deux ans, exposer à leurs collègues d'Europe les résultats obtenus sur leurs premières lignes à 250.000 et 300.000 volts ou, encore, le comportement de tel modèle d'isolateurs sous la tension de 2 millions de volts que peuvent produire leurs laboratoires, cela dispense de recommencer, de ce côté de l'Atlantique, des tâtonnements empiriques représentant d'énormes pertes de temps et d'argent. En échange, l'ingénieur américain rapportera chez lui tous les détails qu'il lui plaira sur n'importe quelle installation européenne et même, s'il le veut, les statistiques les plus minutieuses concernant les prix de revient et de vente. Voilà qui est, par anticipation, l'image d'une organisation idéale, d'une économie rationnelle, dont, certainement, les générations futures bénéficieront un jour dans tous les compartiments de l'industrie, quand la concurrence aura fini par céder la place au concours, suivant la géniale formule d'Auguste Comte.

Le but de la « Conférence internationale des grands réseaux électriques »

La Conférence internationale des grands réseaux électriques à haute tension — tel est son titre officiel — créée en 1921, a déjà tenu quatre sessions. La plus récente (juillet 1927) réunissait, à Paris, plus de cinq cents techniciens appartenant à vingt-huit

pays différents. En 1929, quatre nationalités nouvelles allongent cette liste.

Elle prend pour objet l'étude de toutes les questions relatives à la production, au transport et à la distribution de l'électricité à haute tension, et, pour cette étude, rassemble : les constructeurs de matériel, les entrepreneurs de réseaux et ceux de centrales.

Le « programme permanent » évoque, na-

turellement, par ses têtes de chapitre, un répertoire absolument complet de l'électrotechnique. Les *comptes rendus*, qui viennent s'y insérer sous *vingt et un titres principaux* (groupés en *trois* sections : production du courant ; construction des lignes ; exploitation des réseaux), constituent une encyclopédie vivante, toute remplie d'aperçus originaux, de controverses fécondes, autant de branches, parfois ramifiées jusqu'aux menus détails, partant d'un tronc vigoureux sans cesse grossissant.

Ce tronc se revêt, tous les deux ans, d'une écorce toute fraîche : le « programme spécial » de la session. Dans ce programme, certaines questions résultant des préoccupations générales sont choisies pour faire l'objet de rapports et de discussions particulièrement approfondies. Ainsi le travail de chaque assise nouvelle recouvre celui de la précédente en s'incorporant à la masse. Les archives qui s'accumulent de la sorte constitueront, finalement, l'histoire même du progrès électrotechnique.

Le programme spécial de 1929

Le programme spécial de la présente session n'est encore qu'ébauché au moment où nous écrivons.

Toutefois, cette ébauche était déjà fixée par la session de 1927. Ce sont les questions demeurées pendantes, sans solution définitive, à cette époque, qui vont forcément reparaître pour une nouvelle tentative de maturation.

Leur ensemble, que voici, constitue, en effet, comme l'épiderme sensible de la technique dans son état le plus actuel : *utilisation rationnelle des combustibles* dans les centrales thermiques ; construction des *câbles à très haute tension*, des *interrupteurs à bain d'huile* ; étude des *isolants* ; *marche en parallèle* des centrales ; *interconnexion des réseaux* ; influence des *lignes à haute tension* sur les *lignes voisines de télégraphie et de téléphonie*.

Viendront, en outre, des questions d'apparence plus abstraite, mais non moins importantes, telles que l'établissement d'un « modèle uniforme de statistiques », et la définition pratique — toujours en suspens — du fameux « facteur de puissance » permettant de distinguer la puissance *active* de la puissance *réactive*, notion primordiale pour la tarification équitable de l'énergie consommée.

Sans préjuger des lumières que nos électriques internationaux vont projeter sur ces problèmes obscurs, feuilletons, pour nous en instruire superficiellement, par quelques exemples, les rapports de la précédente conférence.

Le combustible et l'usine

Le prix de revient du kilowatt-heure résulte de deux facteurs principaux : le service du capital et les dépenses de combustible.

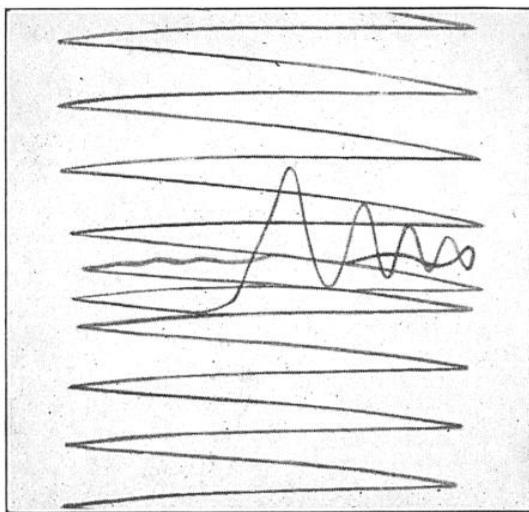
Un pays dispose-t-il de chutes hydrauliques en masse, comme la Suisse ? Ce pays utilise 75 % de la puissance de ces chutes. Mais cela grâce à un investissement de capitaux qui donne précisément, dans le prix de revient, au fac-

teur « service de capital » une importance considérable, *bien que l'eau ne coûte rien*. Tant et si bien que les centrales thermiques sont de mise — même en Suisse — pour obtenir le maximum d'utilisation. Et le second facteur entre en jeu à son tour, car, la Suisse, pauvre en charbon, est ainsi obligée d'importer ce combustible, dont le prix pèse lourdement sur celui du kilowatt-heure.

« C'est donc seulement en couplant les deux moyens de production d'énergie que nous arriverons à abaisser dans toute la limite possible le prix de revient du kilowatt-heure dans chaque pays. »

Le délégué qui formulait, en 1927, cette règle générale était celui de l'Autriche, directeur de seize usines.

Le charbon reste donc à la base de la production électrique, puisque les pays que



GRAPHIQUE MONTRANT LA PERTURBATION DU COURANT DANS UN TRANSFORMATEUR FONCTIONNANT À 12.500 VOLTS, FRAPPÉ D'UN COURT-CIRCUIT ET RECEVANT DE CE FAIT UNE ONDE DE 6.500 PÉRIODES

l'on pourrait appeler les paradis hydrauliques en demeurent tributaires.

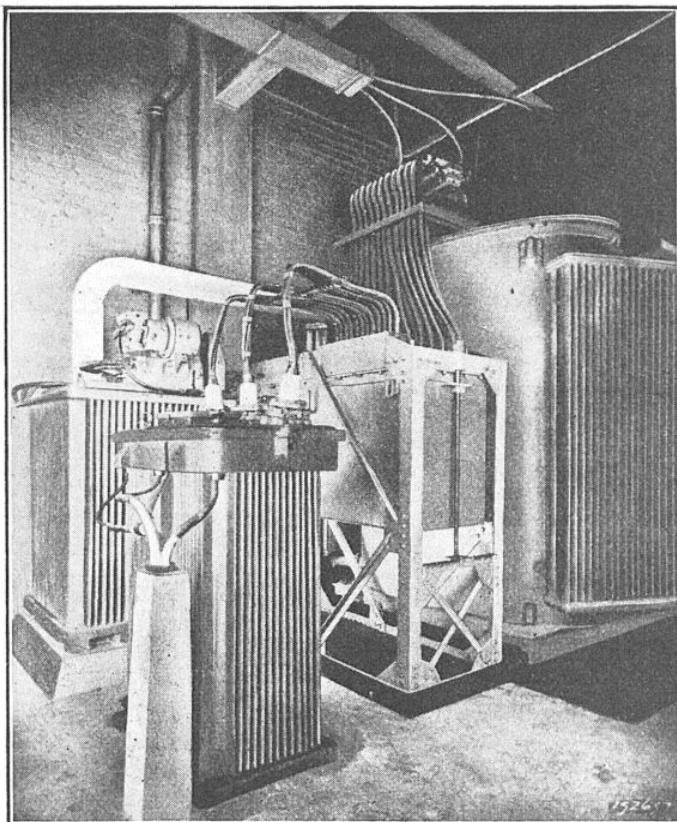
Sur ce thème, chacun vient rendre compte de ses méthodes et de leurs résultats, depuis la Tchécoslovaquie réduite à consommer — avec succès — certains charbons comportant 70 % de cendres, et la Hollande dont le combustible entièrement acheté à l'étranger doit être brûlé avec le maximum de rendement, donc aux très hautes pressions, jusqu'à l'Allemagne qui exploite ses mille quatre cents ans de réserves houillères avec une économie sans cesse améliorée, et aux Etats-Unis, les plus privilégiés de la planète, préoccupés, eux aussi, des meilleurs procédés à créer.

La pulvérisation gagne partout du terrain. Pulvérisé, le charbon équivaut, pour la manipulation, à un combustible liquide. Et voici qu'avant de l'expédier aux brûleurs, on « pré-distille » même cette poudre impalpable afin d'en retirer les précieux produits volatils. Ainsi, l'usine thermique s'affine jusqu'à rejoindre le four à distiller, en attendant qu'un jour la chaudière et le condenseur lui-même disparaissent devant une turbine à combustion interne consommant directement le charbon pulvérisé.

Les turboalternateurs doivent tourner à grande vitesse

Quoi qu'il en soit, dès maintenant, les hautes pressions des chaudières exigent la rotation rapide des turboalternateurs. La construction de ceux-ci rencontre, de ce fait, des problèmes difficiles.

A ce propos, l'accélération progressive des machines, les précautions à prendre pour franchir leur « vitesse critique », la ventilation à assurer aux enroulements échauffés ont fait, en 1927, l'objet de comptes rendus originaux sur des cas d'espèce instructifs (voir figure, page 2).



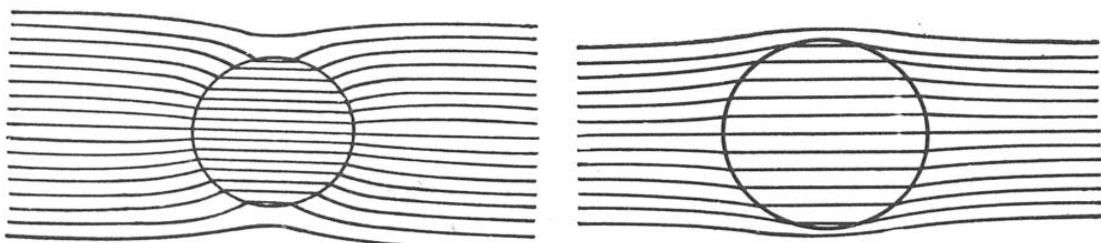
DISPOSITIF POUR CHANGER GRADUELLEMENT LE RAPPORT DES TRANSFORMATIONS DE COURANT

Un transformateur ordinaire élève ou abaisse la tension qu'il reçoit dans un rapport fixe, bien déterminé. Mais il est des cas où l'on voudrait que l'élévation (ou l'abaissement) aient lieu progressivement (par exemple dans le cas du chauffage des fours). C'est pourquoi l'on adjoint aux puissants transformateurs l'appareillage ci-dessus. Au premier plan, le régulateur d'induction, qui permet de faire varier progressivement le courant du primaire. Au fond, la cuve du transformateur comportant des radiateurs pour le refroidissement de l'huile. Entre les deux, l'interrupteur de changement de prises de courant, qui met en circuit, automatiquement, le bobinage du transformateur qui correspond à la tension de régime atteinte.

Le matériel d'équipement pour les hautes tensions

C'est, peut-être, dans les communications relatives aux mesures et aux essais des appareils sous de très hautes tensions que l'utilité de la conférence s'est le mieux manifestée.

L'étude des phénomènes de haute tension comporte, pour les câbles, pour les interrupteurs, pour les matières isolantes, des dispositifs expérimentaux toujours onéreux, et l'ingénieur devient un physicien spécialisé dès qu'il essaie d'analyser minutieusement ces phénomènes.



LA FORMATION DU CHAMP A L'INTÉRIEUR D'UN DIÉLECTRIQUE PAR RÉFRACTION DES « LIGNES DE FORCE » A TRAVERS UN CORPS HÉTÉROGÈNE

A gauche : un globule plus fortement diélectrique que le milieu provoque une « striction » des lignes de force parcourant ce milieu. A droite : un globe moins fortement diélectrique que le milieu provoque une dilatation du faisceau des lignes de force. Ceci montre l'importance de l'état de pureté dans les huiles employées pour les transformateurs.

Aussi, est-ce une véritable thèse scientifique que le dernier rapport de M. Fallou, ingénieur de l'Union d'Électricité, sur les essais de transformateurs aux « ondes à front raide » (1).

Le problème de la propagation des ondes dans les enroulements de machines, tel qu'il

se présente à l'usine (c'est-à-dire d'une manière bien différente de l'exposé scolaire), « est un des plus difficiles de l'électrotechnique », nous dit M. Fallou. Les enroulements à haute tension de la plupart des transformateurs constituent des circuits capables d'osciller librement et, par conséquent, d'entrer en résonance,

quand une onde fortuite possède la fréquence convenable.

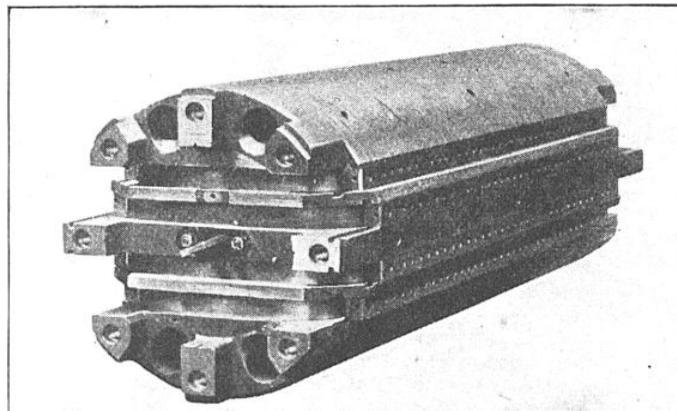
(1) L'on sait en quoi consistent ces ondes, dont nous donnions un exemple hypothétique à propos de la panne d'électricité de l'usine parisienne (*La Science et la Vie* n° 143). A la suite d'un court-circuit sur un point quelconque du réseau, une oscillation du type hertzien (éclateur) se propage tout le long des conducteurs, où elle provoque sur son passage des surtensions dangereuses si l'onde vient à se trouver accidentellement « accordée » avec la *self* et la *capacité* du conducteur en l'un quelconque de ses points. Il se produit alors le phénomène de résonance, et la surtension atteint des limites qu'il s'agit précisément de bien étudier.

Nous donnons, à la page 4, un graphique extrêmement net, obtenu par l'auteur, et qui montre la perturbation du courant dans un transformateur fonctionnant à 12.500 volts, frappé d'un court-circuit et encaissant, de ce fait, une onde de 6.500 périodes.

La résistance des bains d'huile, de laquelle dépend l'isolation des enroulements dans ces appareils, concentre donc sur elle toute l'attention des techniciens. Des études effectuées en Angleterre commencent à éclairer le phénomène de décomposition des huiles dans les transformateurs et le comportement relatif d'huiles différentes et mélangées ou en émulsion dans l'huile. Des essais multiples conduisent, peu à peu, vers une spécification des huiles standard pour transformateurs. C'est l'une des questions que la conférence a brusquement fait progresser, alors qu'elle était, jusqu'ici, stationnaire dans un empirisme routinier.

Les lignes à très haute tension

La haute tension comporte d'autres difficultés qui concernent la ligne de transport. Dès l'intérieur de l'usine, au tableau de



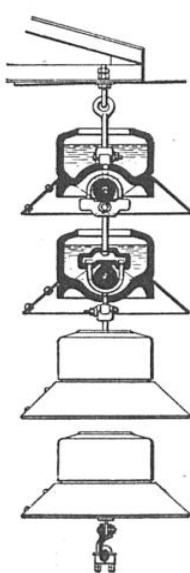
UN ROTOR BLINDÉ DANS LE BUT DE MAINTENIR LES ENROULEMENTS QUE LA FORCE CENTRIFUGE TEND A DISJOINDRE
Ce dispositif permet d'accroître considérablement, sans danger d'éclatement, les vitesses des alternateurs.

départ, les barres collectrices chargées à haute tension constituent un danger permanent. Afin d'éviter les arcs, on est obligé de séparer les barres de phase différente et de les placer à des étages différents du bâtiment. Or, voici une solution, coûteuse mais très élégante, qui se généralise à l'étranger : on enveloppe les conducteurs hautement chargés dans un blindage métallique mis à la terre, le conducteur étant isolé au sein de cette cuirasse par un bourrage isolant. Le tableau de distribution d'une grande centrale prend alors une figure étrange, massive, rappelant les vannes et les conduites de distribution d'eau dans une usine hydraulique.

Les décharges atmosphériques viennent à l'improviste éprouver l'isolement de la ligne, ainsi que l'efficacité des dispositifs para-foudre. Une ligne électrique à travers champs est comme un nerf sensible, qu'affectent, non seulement les chocs directs, mais encore les « chocs en retour » : tous les coups de foudre frappant

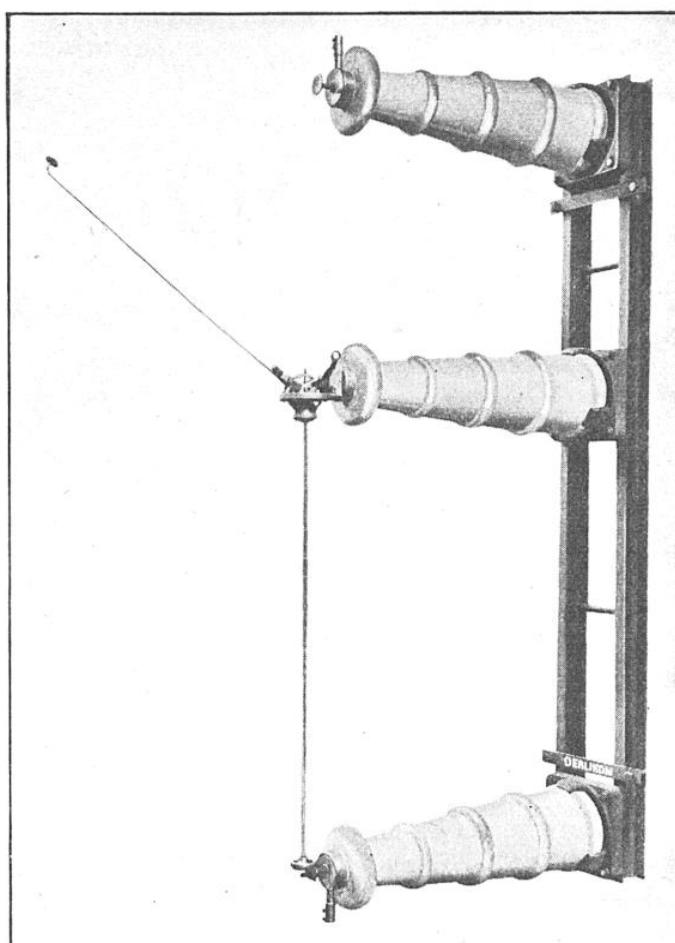
le sol dans son voisinage, l'atteignent et sont capables de provoquer des arcs à la terre, le long des chaînes d'isolateurs et des pylônes.

On conçoit, ici, quel prix il faut attacher aux observations effectuées dans des circonstances toutes fortuites. Mais les ingénieurs n'attendent pas le bon plaisir



CHAÎNE D'ISOLATEURS UTILISÉS SUR UNE LIGNE COURRIÈRE DU MAROC

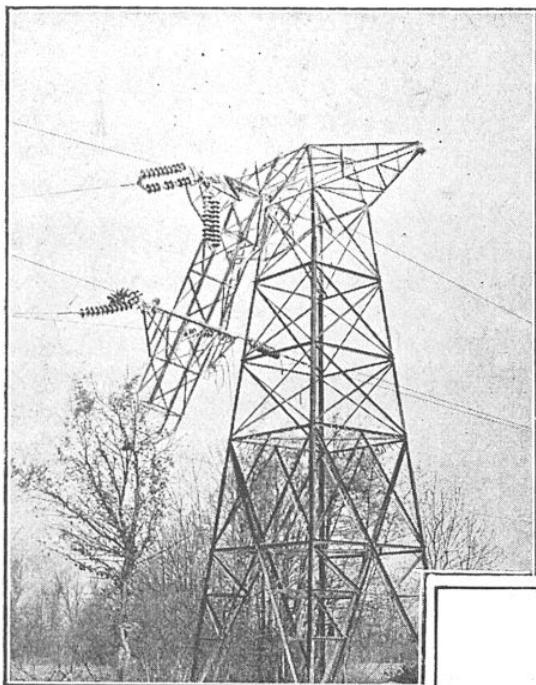
Les éléments de porcelaine forment godet à ciel ouvert et sont remplis d'huile. Leur base forme un chapeau qui protège l'élément de l'échelon inférieur. Tant qu'il reste de l'huile dans les godets, leur isolement n'a rien à craindre des cristallisations salines déposées sur la porcelaine par le vent marin.



APPAREIL DE PROTECTION POUR TRANSFORMATEUR DE POTENTIEL (132.000 VOLTS) À LA CENTRALE DE VERNEYAZ (CHEMINS DE FER SUISSES)

Si un certain échauffement critique (indicateur du dérangement redouté dans le fonctionnement général) vient à se produire sur une « résistance » auxiliaire (disposée à cet effet dans le tube isolant supérieur), la chaleur dilate une certaine masse d'huile enclose dans l'isolateur. Cette huile pousse un déclic et l'interrupteur bascule. Le courant est coupé.

de Jupiter tonnant pour essayer leurs lignes à des surtensions extrêmes. En 1927, le rapport de M. Hawley fut, à ce sujet, extrêmement saisissant. Au moyen de surtensions artificiellement provoquées (par des ondes à haute fréquence), sur toutes sortes de dispositifs (laboratoire de Pittsfield), des arcs de 500.000 à 600.000 volts ont pu être photographiés, soit le long de chaînes d'isolateurs, soit entre les conducteurs et les pylônes ou leurs haubans. La comparaison rationnelle a été faite, dans chaque cas, des avantages et des inconvénients relatifs à l'em-



UN ACCIDENT INSTRUCTIF

Ce pylône était bien calculé, mais le montage des câbles a été commencé du côté comportant le maximum d'effort de torsion sur le pylône par le poids du conducteur mis en place. Si l'on avait commencé l'installation par l'un ou l'autre des deux autres câbles, le pylône était sauvé et se maintenait en bon équilibre.

plois du bois, du fer, du ciment armé, dans l'établissement des supports. L'étude des décharges a été poussée jusqu'à des tensions de 4.000.000 de volts. Seuls, les Américains ont pu s'offrir des expériences aussi coûteuses à monter.

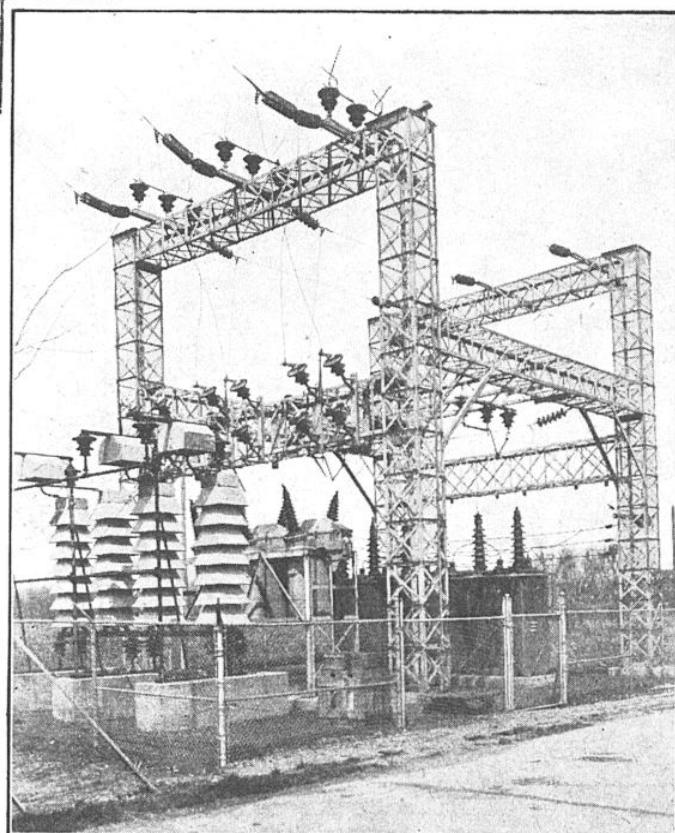
Les observations ont été effectuées dans les meilleures conditions. Les arcs ont été cinématographiés par des appareils ultrarapides.

En France, on a mis à profit les circonstances particulières d'exploitation qui se présentaient au Maroc, pour étudier minutieusement les différents systèmes d'isolateurs sur la ligne Rabat-Casablanca, que son voisinage de l'Océan expose, d'autre part, à la corrosion saline. Le rapport de MM. Montaudon et Le Moigne

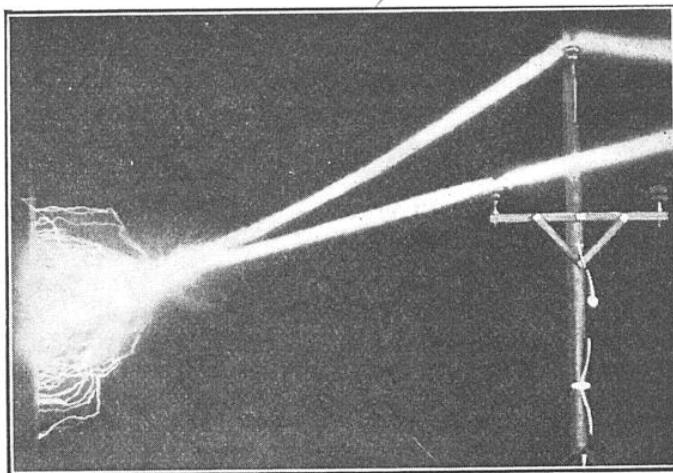
montre quels soins il faut apporter au nettoyage des isolateurs, qui se recouvrent peu à peu de concrétions salines. On peut se rendre compte, dans leur travail, des conditions de fonctionnement de certains godets compliqués, remplis d'huile, à ciel ouvert, et dont les larges bords inférieurs forment un parapluie protecteur sur le godet suivant de la chaîne. Tant que l'eau de condensation atmosphérique n'a pas chassé toute l'huile, l'isolation demeure à peu près parfait. Que nous sommes loin de l'archaïque poulie de verre ou de porcelaine !

La question des pylônes a de même progressé.

Avant l'institution de la conférence des grands réseaux, l'on ignorait exactement la nature des efforts de *torsion* extrêmement dangereux que subissent les supports sous la traction dissymétrique des différents

SOUS-STATION DE TRANSFORMATION 65.000 KILOWATTS
A INDIANAPOLIS (ÉTATS-UNIS)

L'intérêt de cette construction réside dans ce fait que la charpente en est établie avec des pièces standardisées, seules admises dans toute l'étendue du réseau. La station peut donc être démontée sans qu'aucune pièce doive être mise au rebut.



UN ESSAI D'ISOLATEURS

Les tiges-supports, en acier, sont connectées à un « éclateur de protection », que l'on aperçoit le long du poteau. Un poteau auxiliaire en acier a été placé dans le voisinage, à une distance calculée pour qu'un arc se produise au moment où serait atteinte la tension maxima de l'épreuve. L'arc éclate en effet (à 609.000 volts). Les conducteurs sont environnés d'effluves.

câbles. De la répartition logique de ces câbles au sommet du pylône dépend la stabilité de tout l'édifice. La photographie de la page 8 montre comment un puissant pylône s'est rompu parce que le contremaître chargé du montage n'a pas fait accrocher les câbles dans l'ordre que comportait la situation topographique du support.

Ce problème est d'autant plus important qu'il s'agit de savoir si l'on ne peut économiser des matériaux en allongeant la portée des câbles. Grâce à des conducteurs à lame d'acier enrobée d'aluminium, l'on peut, en effet, répondre affirmativement. Le conducteur électrique atteint à la résistance mécanique des câbles d'acier les plus solides.

Mais, enceore, un mystère plane sur la « danse » des câbles aériens. Même en l'absence de tout vent latéral sensible, l'on a constaté que les câbles entrent en vibration. Sous quelle force ? L'agitation proviendrait des courants thermiques montant du sol, a-t-on répondu, de ces courants d'air qu'utilisent les planeurs. La question est si peu éclaircie qu'elle est inscrite d'office au programme de la session 1931. La danse des câbles peut devenir dangereuse si elle entre en résonance mécanique avec l'ensemble de la ligne. Des dispositifs élastiques, destinés à neutraliser cette résonance, devront probablement être mis à l'essai.

Enfin, il serait d'un immense intérêt

de pouvoir négliger, dans l'établissement d'une ligne d'énergie, les télécommunications déjà installées. Les détours que les lignes des P. T. T. ou des voies ferrées imposent aux réseaux à haute tension reviennent fort cher. Il semble résulter d'expériences déjà réalisées et dont les comptes rendus définitifs seront lus en juin 1929, que des écrans en filets métalliques seront parfaitement efficaces pour protéger les lignes de télécommunication contre les effets inductifs des courants alternatifs à haute tension. Des expériences de mesure ont été entreprises à Ulm, sur l'initiative de la conférence internationale.

Concentration, normalisation

Enfin, une partie plus terre à terre du programme conférentiel et qui n'est pas la moins importante, du point de vue pratique, concerne l'organisation de la production : la marche en parallèle des centrales, la normalisation des appareils et la tarification.

La nécessité économique de la concentration s'est fait sentir dans l'industrie électrique, comme partout ailleurs. Aujourd'hui, tout le monde reconnaît l'intérêt d'une interconnexion aussi générale que possible entre les usines productrices d'énergie, qu'elles soient hydrauliques ou thermiques. Chaque nation tend à se donner un réseau unique : c'est ainsi que, chez nous, l'électricité de la Creuse se conjugue, désormais, avec celle de l'usine à vapeur de Gennevilliers et que leur énergie va bientôt travailler dans les mines du Nord. Ce sont les hautes tensions (les lignes à 220.000 volts vont devenir courantes) qui ont, seules, permis cette interconnexion générale.

Du réseau national on passera probablement, par ébauches successives, aux réseaux internationaux. Les vents réguliers ou saisonniers seront exploités à l'égal de chutes, et M. Paul Boucherot — un grand électricien — n'a pas craint d'envisager le transport à travers le Maroc et l'Espagne, jusqu'à Paris, de l'électricité éventuellement créée vers les Canaries dans ses fameuses usines à vapeur d'Océan (1).

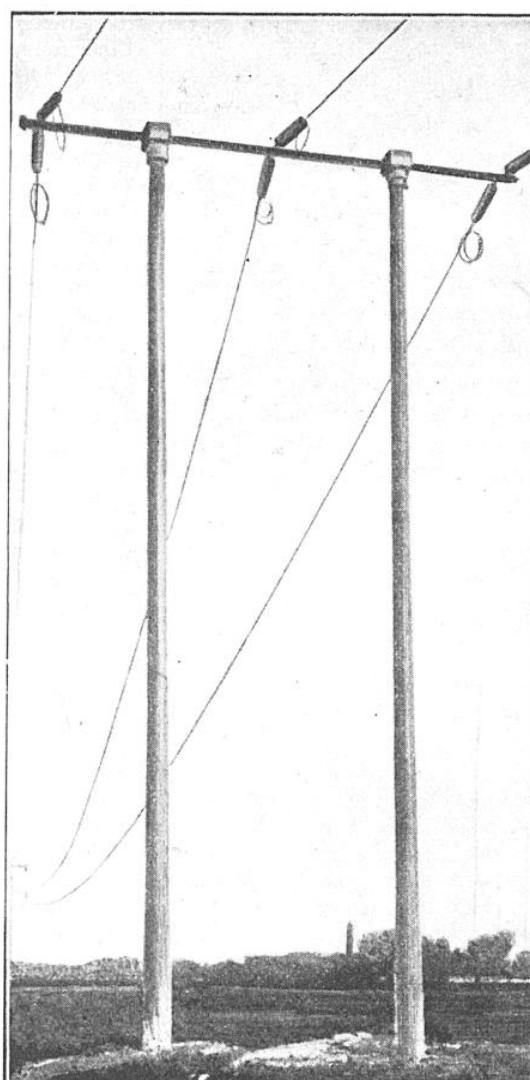
Pour l'instant, c'est l'agrégation des petits réseaux et des moyens qui s'effectue. Elle pose entre ces réseaux le problème

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 116, page 137

d'une organisation d'ensemble. C'est ainsi que, dans les Pyrénées Occidentales, les plus importants producteurs, d'accord avec la Compagnie du Midi, ont formé une sorte d'état-major ayant pour attributions de prévoir les mises en marché dans seize usines conjuguées et de répartir l'énergie aux clients, en tenant compte des creux et des pointes de la consommation. Grâce au Midi, ce consortium peut alimenter Toulouse et Bordeaux.

Les difficultés ou les simples péripéties rencontrées dans l'élaboration d'une telle entreprise sont des leçons profitables qui ont utilement fait l'objet d'un rapport.

La rencontre des représentants des grands réseaux constitue, si l'on ose dire, une sorte de foire privée, au cours de laquelle les constructeurs et leurs clients, les producteurs, font des affaires, passent des marchés. Il en résulte une grande facilité d'entente pour l'uniformisation des modèles. Les exploitants se communiquent leurs différents cahiers des charges ; l'on essaie d'atteindre au cahier modèle type, celui qui permettra, finalement, à chacun de passer des commandes dans un pays étranger sur des bases réglementaires définies, bien établies. La « normalisation » facilite donc les commandes et contribue à



POTENCE EN CIMENT ARMÉ

C'est une formule nouvelle venant concurrencer les anciens pylônes. Les poteaux sont réalisés en ciment armé centrifugé.

accroître le progrès en le diffusant.

Et c'est le grand public qui, finalement, profite des perfectionnements techniques acquis d'année en année.

Dans nul autre domaine, la répercussion ne se fait sentir aussi rapidement d'un progrès technique sur le prix de vente. La preuve en est facile à avancer. Alors que l'indice économique calculé sur les douze matières premières classiques est actuellement de 6,25 (relativement aux prix de 1914), alors que l'indice particulier de certaines marchandises atteint les chiffres 10 et 12, celui de l'électricité n'est que 2,67. Le courant ne coûte donc même pas trois fois ce qu'il coûtait, *nominale-ment*, en 1914. En réalité, l'électricité revient *deux fois moins cher* qu'avant la guerre.

Et son prix baissera encore, grâce aux lignes à haute tension permettant le transport à des distances de plus en plus grandes, grâce à la construction de turboalternateurs d'une puissance unitaire de plus en plus élevée et à l'utilisation rationnelle du combustible qui permet d'extraire du charbon trois fois plus d'électricité que jadis.

C'est ce magnifique effort d'ensemble que personifie la conférence des grands réseaux.
CHARLES BRACHET.



LES ÉTOILES GÉANTES ET LES MONDES EN FORMATION BOMBARDENT LA TERRE DE RADIATIONS ULTRAPÉNÉTRANDES

Par L. HOULLEVIGUE

PROFESSEUR A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MARSEILLE

L'étude de la constitution de la matière a révélé l'existence de l'électron, avec lequel nos lecteurs sont aujourd'hui familiarisés. On sait également que toutes les manifestations électriques de notre atmosphère ont pour origine des ions, c'est-à-dire des agglomérations de molécules porteuses d'une charge électrique, positive ou négative, toujours du même ordre de grandeur que celle de l'électron. Des appareils fort simples permettent d'ailleurs de compter combien l'atmosphère contient de ces ions, dont l'origine est due à de nombreuses causes, telles que les flammes, certaines réactions chimiques, la lumière ultraviolette, les rayons cathodiques et surtout la radioactivité du sol. Le sol émet, en effet, des radiations d'un pouvoir pénétrant extraordinaire qui ionisent l'air. Or, au cours des mesures effectuées dans des conditions extrêmement variées, on a constaté la formation d'ions dont la provenance ne peut être expliquée par les radiations terrestres, puisque cette ionisation augmente en même temps que l'altitude. Le savant américain R. A. Millikan eut alors l'idée d'enfoncer l'appareil à compter les ions dans l'eau pure d'un lac (l'eau pure est dépourvue de radioactivité) et il a ainsi vérifié que l'ionisation due à la mystérieuse radiation était arrêtée à une certaine profondeur, correspondant à une épaisseur de 1 m 80 de plomb. Il en a conclu naturellement que la radiation ultrapénétrante provenait des espaces célestes, et des expériences, encore peu nettes cependant, semblent démontrer que les mondes en formation sont à l'origine de cette radiation. Ainsi l'étude de l'ionisation de l'atmosphère fournit aux savants le moyen de pénétrer plus avant dans la connaissance des mondes lointains.

Des ions mystérieux

TOUTES les manifestations électriques de notre atmosphère (et Dieu sait si elles sont nombreuses et variées !) ont pour origine des *ions* (électrisés), c'est-à-dire des agglomérations de molécules porteuses d'une charge électrique, positive ou négative, mais toujours du même ordre de grandeur que celle de l'électron. Le recensement de ces ions constitue un des grands problèmes de la science aérologique, problème aujourd'hui résolu par des appareils très divers (fig. 1), mais dont le principe est toujours le même : on fait passer un volume d'air déterminé au contact d'un conducteur électrisé *AB* (fig. 2), dont la charge est connue ; si cette charge est positive, les ions négatifs seront attirés et neutraliseront une partie de cette charge,



R. A. MILLIKAN

Savant américain qui a étudié la provenance des nouvelles radiations

qu'on peut mesurer à l'aide d'un électromètre *E* relié au conducteur ; les ions positifs seront mesurés, d'une façon toute pareille, en inversant la charge du collecteur *AB*. Tous ces appareils sont agencés pour fonctionner automatiquement ; un système d'inscription photographique fait connaître, centimètre cube par centimètre cube, la charge électrique, positive ou négative, apportée par l'air, et comme on connaît, d'autre part, la charge élémentaire d'un ion, il suffit de diviser ces deux nombres l'un par l'autre pour connaître le nombre d'ions contenu dans chaque centimètre cube d'air, et ce nombre est souvent de plusieurs milliers.

Mais ces ions eux-mêmes, d'où viennent-ils ? Comme ils se détruisent spontanément par recombinaison de leurs charges électriques contraires, il faut bien qu'une ou

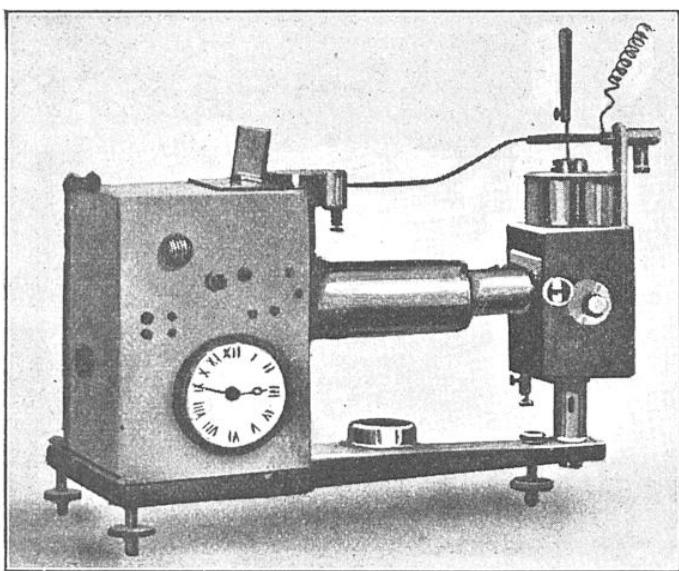


FIG. 1. — VUE D'ENSEMBLE D'UN APPAREIL A COMPTER LES IONS ATMOSPHÉRIQUES

plusieurs causes permanentes interviennent pour ioniser l'air. Nous connaissons un grand nombre de ces causes : les flammes, certaines réactions chimiques, la lumière ultraviolette, les rayons cathodiques : ces deux dernières causes agissent dans les régions supérieures de l'air et c'est à elles qu'on attribue les aurores boréales et diverses anomalies dans la propagation des ondes de T.S.F. Mais, dans les couches inférieures de l'atmosphère, le grand agent ionisant est la radioactivité. Bien que les terrains et les roches soient, en général, très pauvres en radium et en thorium (quelques millièmes de milligramme du premier, une dizaine de grammes du second *par tonne*), ces éléments agissent d'une façon permanente, par leurs rayons alpha, bêta et gamma, et aussi par leurs émanations gazeuses, le radon et le thoron, qui se volatilisent dans l'air et s'y désintègrent, en produisant à leur tour des radiations ionisantes.

Tout compte fait, on a constaté que, dans chaque centimètre cube d'air placé au voisinage du sol, il naît, chaque seconde, 9 ions positifs et autant d'ions négatifs, dont 3 sont dus aux émanations mélangées à l'atmosphère et 6 aux rayons gamma émanés du sol. Ces rayons, que leur nature intime assimile aux rayons X, ont pour caractéristique leur *pouvoir pénétrant* extraordinaire : ils sont capables de traverser une lame de plomb épaisse de plusieurs centimètres, en subissant d'ailleurs un affaiblissement, par

absorption, d'autant plus grand que l'épaisseur traversée est elle-même plus considérable.

Ces notions préliminaires étant rappelées, supposons maintenant, qu'à l'exemple de Geitel et de Wilson, en 1900, nous enfermions, dans un récipient hermétiquement clos, un de ces compteurs d'ions dont j'ai parlé tout à l'heure. Nous constaterons qu'après une période variable, qui dure environ quatre jours, un certain équilibre s'établit où l'appareil enregistre une production à peu près constante d'une vingtaine d'ions de chaque signe par centimètre cube et par seconde. La période variable du début s'explique par l'action ionisante du radon et du thoron, contenus initialement dans l'air du récipient : au bout de quatre jours, ces gaz se sont détruits, en laissant des produits dont

l'activité est très faible (1 ion par centimètre cube et par seconde), et il ne reste plus à agir que les rayons gamma du sol, qui traversent les parois du récipient pour venir ioniser l'air intérieur. La preuve que ce rayonnement agit bien à travers les parois a été fournie, en 1903, par sir E. Rutherford ; car, en entourant le récipient d'une lame de plomb suffisamment épaisse, il vit le nombre d'ions produits diminuer de moitié. On observe la même diminution due à la carence des rayons gamma, soit lorsqu'on opère en pleine mer (on sait que l'eau de mer est très peu radioactive), soit lorsqu'on s'élève dans l'atmosphère : c'est ainsi que l'ionisation spontanée est moindre

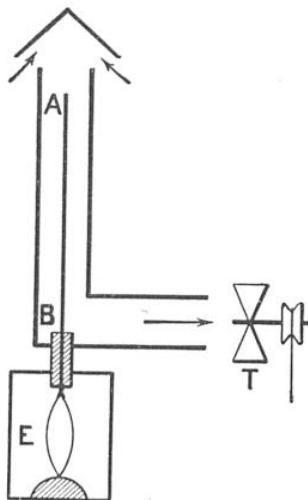


FIG. 2. — PRINCIPE DE L'APPAREIL A COMPTER LES IONS

Un aspirateur T fait passer l'air le long d'un conducteur électrisé A B, relié à un électromètre E, dont les déviations font connaître la charge électrique apportée par l'air.

au sommet de la tour Eiffel qu'à sa base. Ainsi, l'action des corps radioactifs nous explique une partie des phénomènes d'ionisation en vase clos, mais non sa totalité : *il reste toujours une dizaine d'ions des deux signes dont la production reste mystérieuse.* Faut-il supposer que les parois du récipient soient elles-mêmes radioactives et ionisantes ? On a modifié, de toutes les manières, la nature de ces parois sans altérer le phénomène. Faut-il admettre, avec P. Langevin, que certains chocs entre molécules d'air produisent spontanément des ions ? S'il en était ainsi, le nombre de ces ions devrait croître avec la température, ce que l'expérience n'a pas vérifié ; ainsi, toutes les causes connues d'ionisation ont dû être successivement rejetées.

Les expériences décisives

Dès 1903, sir E. Rutherford, le génial physicien anglais, avait avancé l'hypothèse qu'une *radiation ultrapénétrante*, d'origine inconnue, traversait les parois du récipient, même cuirassées de plusieurs centimètres de plomb, en produisant l'ionisation supplémentaire constatée. Mais d'où pouvait provenir cette radiation ? Pour les uns, elle sortait des profondeurs de notre globe où, sous l'action de températures élevées et de formidables pressions, s'élabore une chimie dont nous n'avons aucune idée ; traversant des kilomètres, peut-être des centaines et même des milliers de kilomètres du sol, ces radiations nous apporteraient le dernier écho de cette chimie souterraine. Hypothèse séduisante, à coup sûr, mais que l'expérience n'a pas confirmée. Ainsi, MacLennan et MacAllum, en transportant leur appareil de leur laboratoire de

Toronto sur la glace du lac Ontario, constatèrent que la production spontanée des ions tombait de 15 à 9, comme si l'eau du lac, profond de 5 mètres, eût constitué un écran efficace pour des radiations qui ont cependant traversé toute l'écorce du globe !

Plus probantes encore furent les expériences réalisées en 1912 par le physicien autrichien Hess : ayant emporté son compteur d'ions et le récipient clos en ballon à diverses altitudes jusqu'à 5.200 mètres, Hess constate que l'ionisation spontanée, après avoir légèrement diminué (fig. 3), par amoindrissement de l'action des rayons gamma du sol, croît ensuite régulièrement avec l'altitude. D'autres aéronautes pousseront l'épreuve jusqu'à 9 kilomètres, toujours avec le

même résultat. Mieux encore, les Américains construisirent des appareils assez légers pour être emportés par un ballon-sonde jusqu'à 15 kilomètres ; l'ionisation spontanée continuait à croître à ces grandes altitudes, ce qui prouve d'une façon très nette que sa cause est en haut et non en bas.

Les choses en étaient là, en 1925, lorsqu'un des « as » de la science américaine, le professeur R. A. Millikan, de Chicago,

entra à son tour dans la lice. Au lieu de demander la vérité au ciel, comme ses prédecesseurs, il eut l'idée de la chercher dans l'eau pure d'un lac, en y enfonçant progressivement l'appareil d'ionisation. On sait, en effet, que l'eau parfaitement purifiée est dépourvue de toute radio-

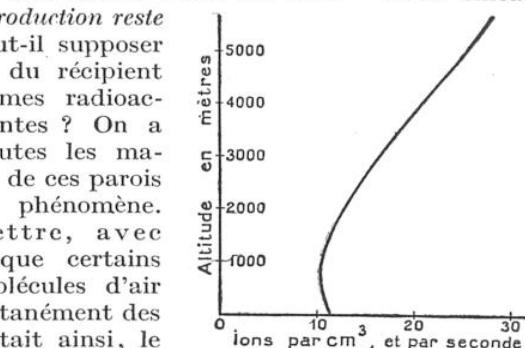


FIG. 3. — GRAPHIQUE DES VARIATIONS DE L'IONISATION SPONTANÉE AUX DIFFÉRENTES ALTITUDES, D'APRÈS HESS

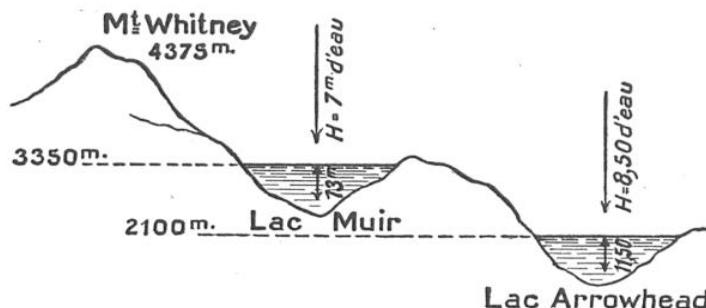


FIG. 4. — EXPÉRIENCE DE MILLIKAN MONTRANT QUE LES NOUVELLES RADIATIONS VIENNENT DU CIEL ET QUE LEUR PÉNÉTRATION POSSÈDE UNE FORCE SUPÉRIEURE À CELLE DES RAYONS GAMMA LES PLUS DURS
L'ionisation cesse à 13 mètres de profondeur dans le lac Muir, à 11 m 50 dans le lac Arrowhead. La pression atmosphérique H ou H' est évaluée en colonne d'eau.

activité ; tel est le cas pour celle qui provient de la chute des neiges, dans certains lacs de haute montagne. Millikan fit choix du lac Muir (fig. 4) situé à 3.540 mètres d'altitude sur les pentes du mont Whitney, le mont Blanc

des Etats-Unis, et du lac Arrowhead, situé à 500 kilomètres du Muir et à 2.100 mètres seulement d'altitude. Le compteur automatique d'ions, enfermé dans sa boîte close, était descendu dans les eaux du lac à des profondeurs croissantes ; on constatait que l'ionisation résiduelle diminuait à mesure qu'augmentait l'épaisseur d'eau située au-dessus. Elle s'annulait complètement pour une profondeur de 13 mètres au lac Muir, de 11 m 50 au lac Arrowhead. Or, la pression atmosphérique, évaluée en colonne d'eau, valait 7 mètres au-dessus de Muir, 8 m 50 au-dessus d'Arrowhead. On peut donc dire que la mystérieuse radiation est arrêtée par une épaisseur d'eau égale à 20 mètres ($13 + 7$ ou $11,50 + 8,50$), qui équivaut, au point de vue de la masse traversée, à une lame de plomb épaisse de 1 m 80 : telle serait l'épaisseur de la cuirasse dont il faudrait entourer l'appareil pour le préserver de l'atteinte de ces rayons ! Ces résultats ont, d'ailleurs, été confirmés en Allemagne par Hoffmann, qui a trouvé que l'influence de la radiation cosmique était réduite des trois quarts par une épaisseur de plomb de 1 m 40.

Ainsi, plus de doute : il nous arrive, des espaces célestes, un rayonnement qui est de la nature des rayons X et des rayons gamma, c'est-à-dire qui est lié, comme la lumière visible elle-même, à un phénomène vibratoire extrêmement rapide, se propageant dans le vide à raison de 300.000 kilomètres par seconde. Comme chaque vibration est caractérisée par sa longueur d'onde, Millikan s'est demandé quelle place occupent ces rayons cosmiques dans la gamme des radiations. Ce problème peut être résolu, actuellement, d'une manière approchée, en tenant compte du pouvoir pénétrant dont les expériences précédentes ont fourni la mesure. On constate, en effet, que plus les vibrations sont rapides, c'est-à-dire plus grande est leur fréquence (1), plus elles sont pénétrantes ; la lumière visible est

(1) On pourra, au sujet de la fréquence, se reporter à l'article de Marcel Boll, *La Science et la Vie*, n° 139, pages 15-25.

arrêtée par une feuille d'or de quelques millièmes de millimètre, les rayons X peuvent traverser quelques millimètres de métal, les rayons gamma quelques centimètres ; les rayons cosmiques, qui traversent plus d'un mètre de plomb, sont donc « ultragamma », c'est-à-dire doivent prendre place au-delà de ces rayons dans l'échelle croissante des fréquences ; en fait, ils paraissent correspondre à des vibrations un million de fois plus rapides que celles de la lumière visible ; si la longueur d'onde de cette lumière était de un kilomètre, celle des rayons cosmiques serait seulement d'un millimètre ! Dans la figure 5, le lecteur trouvera une

répartition en octaves successives qui lui permettra d'apprécier la position relative de ces diverses radiations.

D'où viennent ces rayons ?

Tenons ces résultats pour acquis ; il est peu probable, d'ailleurs, que la science de demain y apporte de grandes modifications. Une question se pose, maintenant : ces rayons viennent « d'en haut » ; mais il y a

de la place dans cette direction, et nous souhaiterions préciser un peu mieux leur origine. Avouons que l'expérience ne nous donne pas, jusqu'ici, d'indications bien nettes. Faut-il, avec Wigand, expliquer les effets observés par l'existence, dans notre atmosphère, entre 11 et 80 kilomètres d'altitude, d'une nuée de poussière cosmique assez radioactive pour émettre les rayons ultrapénétrants dont nous constatons l'existence ? Aucune hypothèse, en vérité, n'est plus « en l'air » que celle-là ; elle est taillée dans le même patron que la « vertu dormitive », qui explique les propriétés somnifères de l'opium.

Je dois dire, d'ailleurs, que les savants les plus qualifiés vont chercher l'origine des rayons cosmiques bien au-delà de notre atmosphère. Ils se sont d'abord adressés, comme il était naturel, au Soleil, dont l'immense brasier constitue notre grand fournisseur d'énergie rayonnante ; mais il a fallu renoncer à le mettre en cause ; les expériences de Millikan ont établi que l'io-

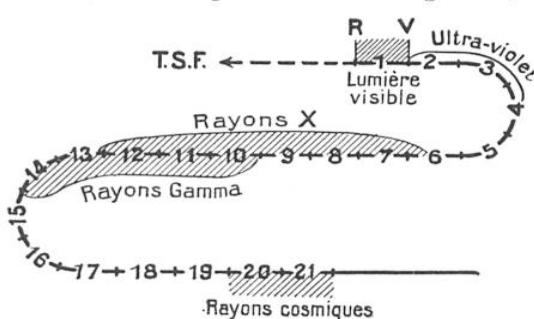


FIG. 5. — RÉPRÉSENTATION, EN OCTAVES SUCCESSIVES, DES DIVERSES RADIATIONS CONNUES EN PRENANT POUR PREMIÈRE OCTAVE LES RADIATIONS VISIBLES DU ROUGE AU VIOLET. LES RAYONS COSMIQUES SE PLACENT ENTRE LES VINGTIÈME ET VINGT-ET-UNIÈME OCTAVES

nisation spontanée est aussi marquée la nuit que le jour ; elle ne s'affaiblit pas pendant les éclipses solaires, lorsque la Lune interpose son écran entre le Soleil et nous. C'est donc plus loin, beaucoup plus loin, qu'il faut aller chercher le centre d'émission. Une étoile ordinaire, un de ces autres soleils qui ne diffèrent du nôtre que par la distance ? C'est peu probable, et, d'ailleurs, Millikan n'a observé aucune diminution dans l'intensité du rayonnement cosmique, quand la Voie Lactée, cet amas fabuleux d'étoiles, était masquée par une montagne.

En revanche, en glissant l'appareil à compter les ions dans la fente d'un glacier de la Jungfrau, d'autres expérimentateurs ont cru constater une augmentation d'effet lorsque passaient au zénith la nébuleuse d'Andromède (fig. 6) et la constellation d'Hercule. Ceci paraît s'accorder avec l'hypothèse formulée par Nernst, en Allemagne, et par

Deslandres, en France, d'après laquelle la radiation mystérieuse serait émise par les étoiles géantes, astres en transformation rapide, tandis que Millikan met en cause les nébuleuses, plus lointaines encore, où de nouveaux univers s'élaborent par condensation progressive de la matière élémentaire et peut-être même par matérialisation de l'énergie.

On le voit, les hypothèses ne manquent pas ; en tout cas, il n'est pas défendu d'espérer que les nouveaux rayons nous apporteront de précieux renseignements sur les mondes lointains, avec lesquels nous ne communiquons, jusqu'ici, que par la lumière. Ainsi, l'étude de la conductibilité

atmosphérique, phénomène très limité et qui semble de médiocre intérêt, nous aura fourni le moyen de savoir ce qui se passe, bien loin de notre humble planète, aux confins de l'Univers.

L. HOULEVIGUE.



FIG. 6. — LA NÉBULEUSE D'ANDROMÈDE QUI PARAIT ÊTRE LE CENTRE D'ÉMISSION DE RAYONS COSMIQUES

SACHONS QUE :

Aux États-Unis, le « scientific management » — c'est-à-dire l'organisation scientifique du travail, dont le système Taylor n'est du reste qu'une application — tient une place prépondérante. C'est ainsi qu'en Amérique les grands industriels possèdent des bureaux spéciaux pour étudier tout particulièrement le « travail humain ». Dans une entreprise de 1.000 ouvriers seulement, à raison de 300 à 400 francs par ouvrier et par an, cela représente une somme de 300 à 400.000 francs, uniquement destinée à améliorer le rendement de la main-d'œuvre. Il n'y a cependant pas lieu de s'étonner que, dans de telles conditions, l'on puisse arriver à abaisser rapidement les prix de revient.

LES TREIZE PRINCIPAUX MODES D'ÉLECTRISATION

<p>1. PYROÉLECTRICITÉ (Inde ancienne) Les anciens Hindous avaient déjà remarqué que certains cristaux chauffés attirent les cendres chaudes.</p>	<p>2. FROTTEMENT (Ancienne Grèce) Thalès savait déjà, six cents ans avant notre ère, que l'ambre frotté attire les corps excessivement légers.</p>	<p>3. ÉLECTRISATION PAR CONTACT (XVIII^e siècle) Lorsque la grosse sphère de cuivre comporte un excès d'électrons (excès réalisé par une des autres méthodes), cet excès se communique à la petite sphère. Si la grosse sphère comportait un défaut d'électrons, la petite aurait, à la fin, un défaut d'électrons.</p>	
<p>4. ÉLECTRISATION PAR INFLUENCE (XVIII^e siècle) Lorsqu'on approche de la sphère (comportant un excès d'électrons, excès réalisé par une des autres méthodes) le corps allongé qui est à droite, les électrons s'y déplacent de gauche à droite. Le déplacement aurait été inversé, si la sphère de gauche avait comporté un défaut d'électrons.</p>	<p>5. PILE ÉLECTRIQUE (Volta, 1800) La pile produit une séparation d'électrons grâce aux réactions chimiques qui s'y passent.</p>		
<p>6. PIÉZOÉLECTRICITÉ (Haüy, 1817) La compression d'un bloc de quartz, convenablement taillé, provoque une séparation d'électrons.</p>	<p>7. THERMOÉLECTRICITÉ (Seebeck, 1821) Le chauffage du contact de deux métaux différents détermine, aux deux bouts, une séparation d'électrons.</p>	<p>8. INDUCTION (Faraday, 1831) Le déplacement d'une tige de cuivre dans le champ magnétique terrestre provoque une séparation d'électrons.</p>	<p>9. DÉCHARGE DISRUPTIVE (Hittorf, 1869) Si on soumet un tube à vide à une haute tension, les électrons sont projetés (quelques dizaines de milliers de km par sec).</p>
<p>10. ÉMISSION THERMO-ÉLECTRONIQUE (Edison, 1884) Quand on chauffe le filament d'une lampe à deux électrodes (lampe sans grille), les électrons s'échappent dans le vide suivant les flèches.</p>	<p>11. ÉMISSION PHOTO-ÉLECTRIQUE (Hertz, 1887) Lorsqu'un rayon lumineux tombe sur du sodium, celui-ci émet, à travers le vide, des électrons qui se déplacent (de droite à gauche).</p>	<p>12. RADIOACTIVITÉ (Rutherford, 1902) Pendant la désintégration du radium, il y a notamment expulsion de rayons bêta, qui sont constitués par des électrons en mouvement très rapide.</p>	<p>13. RÉACTION CHIMIQUE (Haber, 1909) On fait la synthèse du sel marin en envoyant du sodium liquide dans du chlore rarefié, et il y a en même temps émission d'électrons suivant les flèches.</p>

EN QUOI CONSISTE LA PIÉZOÉLECTRICITÉ, L'UN DES PLUS CURIEUX MODES D'ÉLECTRISATION ?

Par Marcel BOLL

AGRÉGÉ DE L'UNIVERSITÉ, DOCTEUR ÈS SCIENCES
PROFESSEUR D'ÉLECTRICITÉ INDUSTRIELLE A L'ÉCOLE DES HAUTES ÉTUDES COMMERCIALES

Au fur et à mesure que la science progresse, aussi bien dans le domaine physique que chimique, on s'aperçoit que l'électrisation d'un corps neutre peut être obtenue par des moyens très différents. Doit-on s'en étonner, puisqu'il est reconnu que l'électron constitue un des constituants primordiaux de la matière ? Chaque fois, par conséquent, que cette matière est, en quelque sorte, « brutalisée » par une action quelconque, les électrons peuvent être mis en liberté, et, par suite, une électrisation peut apparaître. Ainsi, on ne connaît pas moins de treize ou quatorze modes d'électrisation différents. Parmi ceux-ci, la piézoélectricité est certainement l'un des plus curieux, puisqu'elle consiste à produire de l'électricité par simple écrasement ou traction de certains cristaux, comme le quartz. Ce phénomène est, d'ailleurs, réversible, c'est-à-dire qu'en inversement, à une électrisation du quartz correspond, suivant le sens de cette électrisation, un allongement ou une contraction. De cette réversibilité sont nées des applications pratiques fort intéressantes. En mesurant, par exemple, l'effort produit sur le quartz, on obtient une source d'électricité parfaitement fixe ; en mesurant l'électrisation, on peut calculer l'effort qui l'a produite, méthode utilisée pour connaître les pressions développées dans l'âme d'un canon. Enfin, l'application la plus importante est certainement la mesure de la profondeur des fonds marins grâce aux ultrasons. Dans l'étude qui suit, M. Boll expose avec une grande clarté la théorie de ce phénomène extrêmement intéressant, qui, tout d'abord simple curiosité de laboratoire, est aujourd'hui à la base de la solution de nombreux problèmes pratiques.

A diverses reprises, déjà, nos lecteurs ont rencontré des articles qui les mirent au courant des merveilleuses applications de la piézoélectricité. Si je me suis proposé de revenir, aujourd'hui, sur cette question, passionnante entre toutes, c'est que, d'une part, une étude d'ensemble n'a jamais paru dans les colonnes de *la Science et la Vie* et que, d'autre part, il est utile de reprendre les choses dès le début, si on veut suivre les progrès futurs, dans un chapitre de la science qui n'a, certes, pas dit son dernier mot.

Les treize principaux modes d'électrisation

La piézoélectricité est un mode d'électrisation ; elle figure sous le numéro 6 de la page ci-contre. Il est donc du plus haut intérêt de situer la piézoélectricité parmi ces divers modes, car nous glanerons, chemin faisant, des aperçus extrêmement curieux et peu connus.

La matière habituelle (les objets qui nous entourent) est neutre, électriquement neutre.

L'électriser, c'est accumuler des électrons, en certains endroits, après les avoir, naturellement, soutirés à d'autres endroits. Les huit premiers modes (classés dans un ordre historique aussi approximatif que possible) comporteront donc les mentions « excès d'électrons », « défaut d'électrons ». Les cinq derniers, les cinq plus récents, nous montrent des électrons libres, des électrons qui se déplacent (généralement dans le vide) et nous font comprendre comment se réalisent, dans des cas particulièrement simples, les « excès » et les « défauts » dont il vient d'être question.

Deux modes d'électrisation étaient connus de l'antiquité ; c'est par eux que nous débuterons.

1. Les anciens Hindous avaient remarqué que certains minéraux cristallisés, comme les tourmalines (aluminoborosilicates), abandonnés dans les cendres chaudes d'un foyer, attirent des houppes de cendres, lorsqu'on les retire du foyer. Ce phénomène, qu'on nomme aujourd'hui *pyroélectricité*, a été

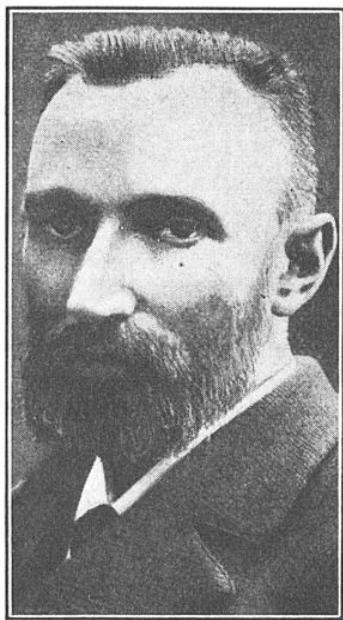
retrouvé par Lémery au XVIII^e siècle, puis étudié par A.-C. Becquerel et Gaugain, le siècle d'après ; il n'a pas, jusqu'à ce jour, donné lieu à des applications pratiques.

2. Thalès de Milet, philosophe grec qui vivait au VII^e siècle avant notre ère, reconnut que l'ambre (en grec « électron », prononcer électrone) acquiert, par le frottement, la propriété d'attirer des corps légers : barbes de plume, brins de paille, fragments de soie ; c'est l'électrisation par frottement, dont l'étude ne fut reprise qu'au XVII^e siècle et qui servit de principe aux premières machines électriques, dites statiques.

Les deux modes d'électrisation qui suivent sont l'œuvre du XVIII^e siècle.

3. Considérons une grosse sphère de cuivre, à laquelle nous avons, au préalable, communiqué un excès d'électrons (par frottement ou par toute autre méthode) ; nous la touchons avec une seconde sphère, portée par un manche isolant. Eh bien ! l'excès d'électrons se répartit entre les deux sphères, grâce à un écoulement par le point de contact : la seconde a été électrisée par contact. Il est bien évident que, si la première sphère avait comporté un défaut d'électrons, ce défaut se serait, lui aussi, réparti, à la suite d'un écoulement en sens inverse.

4. L'électrisation par influence se décrit par une expérience classique : une grosse sphère de cuivre a été (comme précédemment) additionnée d'électrons supplémentaires ; un autre conducteur en cuivre se trouve, au début, très loin et à droite ; lorsqu'on rapproche l'un de l'autre la sphère et le conducteur allongé, on constate que, sur ce dernier, un certain nombre d'électrons se déplacent de gauche à droite, pour réaliser la distribution indiquée. Si la sphère avait comporté un défaut d'élec-



PIERRE CURIE
(1859-1906)

Immortalisé par sa découverte du radium ; c'est lui qui, en commun avec son frère Jacques, établit aussi les lois de la piézoélectricité.

trons, le déplacement dont il est question aurait été en sens inverse, de sorte que, finalement, il y aurait eu : excès d'électrons à gauche, défaut d'électrons à droite. L'influence sert de principe aux plus récentes machines statiques, dont l'emploi est, d'ailleurs, en désuétude ; elle intervient dans le fonctionnement de certains condensateurs.

Et voici, maintenant, le XIX^e siècle, qui commença par imaginer quatre moyens nouveaux d'accumuler des électrons :

5. Aux environs de 1800, Volta imagina la pile électrique, dont l'énergie est d'origine chimique ; j'en ai parlé longuement, il n'y a pas très longtemps (1).

6. Puis c'est la piézoélectricité (2), découverte par le minéralogiste français Haüy, en 1817, mais étudiée beaucoup plus tard (1880) par Pierre et Jacques Curie.

7. La thermoélectricité (3) a été découverte par l'Allemand Seebeck, en 1821. Bornons-nous à rappeler qu'elle sert à mesurer des variations infimes de température, ainsi que les températures les plus élevées, telles que celles du Soleil et des foyers industriels.

8. L'induction électromagnétique a été mise en évidence, pour la première fois, en 1831, par l'illustre physicien anglais Faraday : il suffit, pour réaliser une séparation d'électrons, de déplacer une tige conductrice dans un champ magnétique. La figure correspondante (de la page 16) est en quelque sorte la « réplique » de l'électrisation par frottement, encore que je ne l'ai jamais vue représentée ; naturellement, le promeneur, qui tient une tige de cuivre, n'obtient

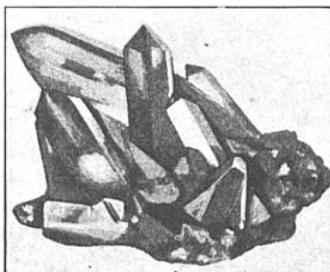


FIG. 1. — LE CRISTAL DE ROCHE OU QUARTZ
Ces cristaux naturels bien connus ont la forme de prismes pointus, soudés par la base.

(1) « Le centenaire de Volta et les piles hydroélectriques », dans *La Science et la Vie*, n° 124, p. 283-288.

(2) En grec, *piezein* signifie presser, serrer.

(3) Voir *La Science et la Vie*, n° 121, p. 29-33.

que des effets insignifiants, mais ce n'en est pas moins le principe de la production de l'énergie électrique dans les « centrales », tant hydrauliques que thermiques.

Il ne nous reste plus qu'à parler des procédés d'électrisation qui parviennent à libérer l'électron de la matière.

9. L'humanité mit trente ans à s'apercevoir que l'Allemand Hittorff, en 1869, réalisait, dans ses tubes à vide (où la pression ne dépassait pas un millionième d'atmosphère), des grains libres d'électricité négative ou électrons. Cette expérience a reçu le nom de *décharge disruptive* (du mot latin *disrumpere*, qui veut dire éclater), car cette décharge obscure est celle qui se substitue à l'étincelle ordinaire, lorsqu'on passe de la pression atmosphérique à une raréfaction suffisamment poussée ; les électrons en mouvement rapide sont appelés « rayons cathodiques » ; c'est grâce à eux qu'on a su

mesurer les propriétés de l'électron et la décharge disruptive continue à être employée dans certains tubes producteurs de rayons X.

10. C'est Edison qui, le premier, en 1884, s'aperçut que les corps incandescents émettent de l'électricité négative (nous dirions aujourd'hui des électrons), mais c'est l'Anglais Richardson qui étudia quantitativement le phénomène. Tout le monde sait que l'émission *thermoélectronique* sert de base aux lampes de T. S. F. (ainsi qu'aux tubes à rayons X les plus perfectionnés).

11. Heinrich Hertz n'a pas seulement immortalisé son nom, en retrouvant les ondes « hertziennes » (mathématiquement

prévues par Maxwell), mais il a montré que les métaux éclairés abandonnent de l'électricité négative, c'est-à-dire des électrons. Le phénomène s'appelle *l'émission photoélectrique*, et on n'ignore pas que la cellule photoélectrique, schématisée page 16, est un organe essentiel des appareils de télévision (1).

12. Peu après la découverte du radium, par Pierre et Marie Curie, E. Rutherford trouva que la *radioactivité* était accompagnée d'une émission d'électrons libres (appelés rayons bêta).

13. Enfin — et c'est là le mode le plus récent d'électrisation — le physicien allemand F. Haber réussit à prouver qu'une *réaction chimique* violente (telle que la combinaison du chlore et du sodium) s'accompagne d'une expulsion d'électrons, mais ce phénomène, fort intéressant, au point de vue théorique, n'a pas reçu d'application directe.

Le quartz piézoélectrique

Indépendamment de la vue d'ensemble que nous venons d'acquérir sur tous les moyens dont nous disposons pour « fabriquer » de l'électricité, nous sommes maintenant capables de situer la piézoélectricité (n° 6, p. 16) parmi les autres modes d'électrisation.

Les corps susceptibles de présenter la piézoélectricité — plus brièvement : les corps « piézoélectriques » — sont toujours des corps solides (c'est-à-dire présentant de la rigidité) et des solides cristallisés (c'est-à-dire doués d'une symétrie interne, par-

(1) Il existe d'ailleurs des piles photoélectriques (quatorzième mode d'électrisation), qui sont à la cellule (n° 11) ce que la pile (n° 5) est à l'effet Haber (n° 13).

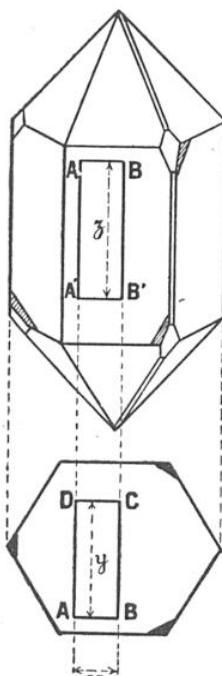


FIG. 4. — COMMENT ON TAILLE UN QUARTZ PIÉZOÉLECTRIQUE

Dans le quartz droit (fig. 3) de tout à l'heure, on taille un parallélépipède ABCDA'B'C'D' de côtés AB = x, AD = y, AA' = z. La face ABB'A' contient l'axe optique ; la face ABCD contient un des trois axes électriques.

Dans la représentation en perspective, à droite, plus accessible, la face hachurée n'est autre que celle qui est en avant (dans l'élévation) et qui a tourné vers la droite de 60 degrés.

tiellement révélée par leur apparence, par les faces planes qui les limitent). Parmi les cristaux piézoélectriques, on peut citer le spath (carbonate de calcium), qui servit à Haüy, et les tourmalines (aluminoborosilicates) ; mais les plus employés sont le sel de Seignette (cristaux artificiels de tartrate sodicopotassique) et le quartz ou cristal de roche (cristaux naturels de silice, fig. 1).

La forme géométrique du quartz est celle d'un prisme hexagonal pyramidal (fig. 2 et 3). L'axe du prisme a reçu le nom d'"axe optique". De plus, les cristaux présentent de bizarres troncatures, des « manques » naturels de matière, qui affectent un sommet sur deux dans l'hexagone formant la base du prisme ; dans ces conditions, la base moyenne ne comporte pas six axes de symétrie, mais trois axes qu'on appelle « axes électriques ».

En d'autres termes :

a) Si l'on fait tourner l'un quelconque des cristaux (fig. 2 ou 3), autour de l'axe optique, il reprend son apparence dès qu'il a tourné d'un tiers de tour ;

b) Si l'on fait tourner ces cristaux autour de l'un quelconque des axes électriques, ils retrouvent leur apparence après avoir tourné d'un demi-tour.

Il n'existe d'ailleurs pas d'autre axe de symétrie.

Comme la matière du cristal est parfaitement homogène, il est bien évident qu'en chaque point passent quatre axes de symétrie interne, qui sont respectivement parallèles aux quatre axes de symétrie géométrique, dont il vient d'être question.

Ces considérations cristallographiques, un peu abstraites, sont nécessaires pour savoir en quoi consiste une lame de *quartz piézoélectrique* (fig. 4). Reprenons le cristal complet de la figure 3 et découpons-y un parallélépipède droit (un prisme droit à base rectangle) ABCDA'B'C'D', qui a les propriétés suivantes :

1^o L'arête A B (de longueur égale à x centimètres) est parallèle à un des axes électriques et perpendiculaire à l'axe optique ;

2^o L'arête A D (de longueur égale à y centimètres) est à la fois perpendiculaire à l'axe optique et à un des axes électriques ;

3^o L'arête A A' (de longueur égale à z centimètres) est parallèle à l'axe optique et perpendiculaire aux axes électriques ;

4^o La face ABCD (de surface égale à $x y$ centimètres carrés) contient un axe électrique ;

5^o La face ABB'A' (de surface égale à zx centimètres carrés) contient l'axe optique ;

6^o Le volume de la lame est xyz centimètres cubes.

Dans ce qui va suivre, nous conserverons les mêmes lettres pour désigner les mêmes arêtes et les mêmes faces.

Atomes et électrons dans le quartz

Pour comprendre ce qu'est la piézoélectricité, il est indispensable de remonter à la structure même de la molécule de

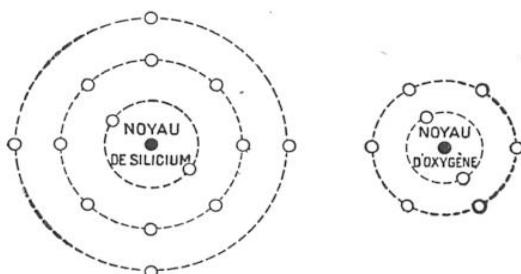


FIG. 5 ET 6. — LES ATOMES DE SILICIUM ET D'OXYGÈNE

(Grossissement : 75.000.000 diamètres)

L'atome de silicium est constitué par un noyau duquel se trouvent, en trois couches, quatorze électrons. L'atome d'oxygène est constitué par un noyau entouré de deux couches, contenant en tout huit électrons.

silice, qui est formée par la réunion d'un atome de silicium et de deux atomes d'oxygène.

a) L'atome de silicium (fig. 5) est l'atome n° 14, c'est-à-dire qu'il comprend un noyau entouré de $2 + 8 + 4 = 14$ électrons ;

b) L'atome d'oxygène (fig. 6), sensiblement plus petit, est l'atome n° 8 : son noyau est entouré de $2 + 6 = 8$ électrons ;

c) Dans le quartz (ou silice cristallisée), les trois atomes s'assemblent (fig. 7), de telle façon que chaque noyau atomique soit entouré d'une couche périphérique comportant huit électrons ; on voit, en effet, en passant des figures 5 et 6 à la figure 7, que le silicium cède ses quatre électrons périphériques par moitié aux deux atomes d'oxygène (ce qui complète à huit leurs couches périphériques) (1) ;

d) Quant au cristal de roche lui-même, il est formé de molécules de silice (fig. 7) qui possèdent trois orientations différentes. Notre figure 8 représente une portion *a b c d* de la section *A B C D* : les molécules marquées 1 ont la même orientation que celle qui est détaillée par la figure 7 ; elles correspondent à l'axe électrique qui est dessiné horizontalement sur la figure 3. Les molécules marquées 2 sont des molécules 1, qui auraient tourné de 120° (en sens inverse des aiguilles d'une montre), et fournissent le second axe électrique. Les molécules marquées 3 sont des molécules 2, qui auraient

(1) Voir notre article sur « L'affinité chimique », *La Science et la Vie*, n° 140, pages 97-107.

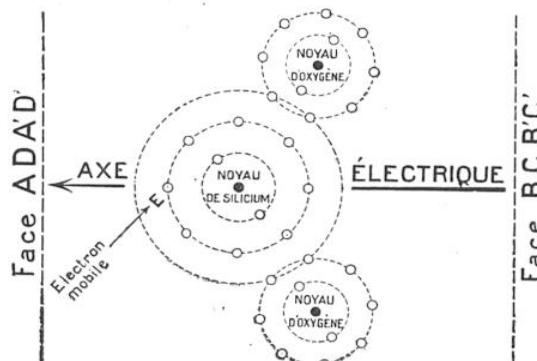


FIG. 7. — LA MOLÉCULE DE SILICE
(Grossissement : 75.000.000 diamètres)

On reconnaît sur cette figure les deux atomes représentées par les figures 5 et 6. On a, de plus, indiqué l'axe électrique horizontal de la figure 4. L'électron E est celui qui joue un rôle essentiel en piézoélectricité (il est mobile, parce que relativement éloigné des trois centres d'attraction que sont les trois noyaux atomiques).

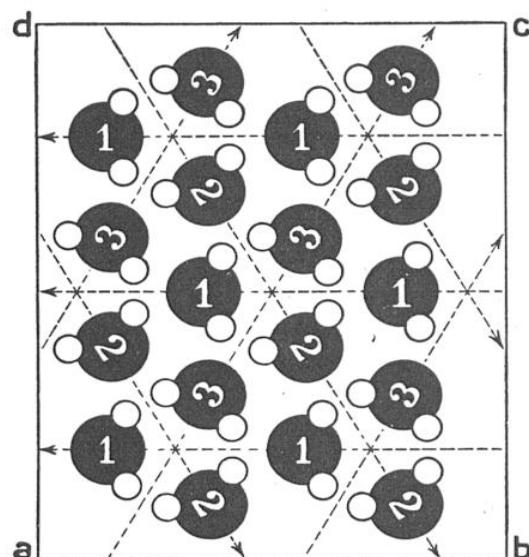


FIG. 8. — LA STRUCTURE DU QUARTZ OU CRISTAL DE ROCHE

Le rectangle *a b c d* est une portion — une toute petite portion — du rectangle *A B C D* de la figure 4. Il y a des molécules de silice (fig. 7) qui sont orientées de trois façons différentes (elles sont numérotées 1, 2, 3). Quand on possède une lame d'épaisseur *AB* = x de 25 millimètres d'épaisseur, la distance *ab* de cette figure 8 se trouve portée vingt millions de fois dans l'épaisseur *AB* (fig. 4).

effectué la même rotation, et donnent le troisième axe électrique. La lame *A B C D A' B' C' D'* (fig. 4) résulte de l'empilement d'une multitude de rectangles *a b c d*, les uns sur les autres ; le mot multitude est d'ailleurs bien insuffisant : ainsi la lame utilisée par Paul Langevin dans ses premiers essais de sondages sous-marins mesurait : $A B = 1 \text{ cm } 6 \quad A D = 10 \text{ cm} \quad A A' = 10 \text{ cm}$ et contenait quelque chose comme : 2.000.000.000.000.000.000.000 molécules de silice (fig. 7).

Tous les résultats, relatifs à la structure intime des cristaux, ont été obtenus par les rayons X.

L'effet piézoélectrique direct

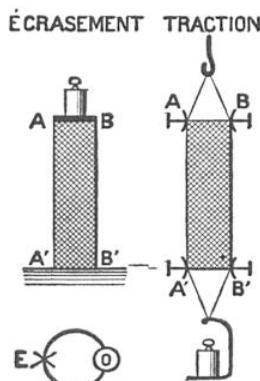
On entend par « effet piézoélectrique direct » la séparation d'électrons par écrasement ou par traction. Nos figures 9-14 présentent les détails du phénomène.

Fixons d'abord notre attention sur la figure 12 : la lame de quartz *A B C D A' B' C' D'* (fig. 4) y est soumise à une traction suivant *A B*, c'est-à-dire (fig. 3) suivant un axe électrique. Nous avons vu

(fig. 7) que la molécule de silice possède, suivant cet axe électrique, un électron E très mobile, et nous reproduisons cette molécule schématiquement, en bas et à droite de la figure 12. Sous l'influence de la traction, l'expérience montre qu'il y a électrisation négative en AD et électrisité positive en BC ; on doit donc admettre que l'électron E (fig. 12) se déplace de B vers A (de bas en haut) suivant la flèche : il y aura donc accumulation d'électrons sur la face $ADD'A'$, en même temps que l'épaisseur AB se trouvera quelque peu accrue.

trique s'électrise. Ce qui, de plus, justifie le nom d'axes « électriques » qui fut attribué aux trois axes des figures 2 ou 3.

Les autres cas de figure deviennent évidents. Ainsi (fig. 11), si on écrase la lame suivant l'axe électrique AB , cette épaisseur diminue : le défaut d'électrons apparaît (contrairement à ce qui se passait tout à l'heure, fig. 12) sur la face $ADD'A'$. De même (fig. 14), si on tire la lame suivant une perpendiculaire DA à l'axe électrique AB , l'épaisseur AB devient plus faible, et le défaut d'électrons se produit sur la face



LES DIVERS CAS D'ÉCRASEMENT OU DE TRACTION DU QUARTZ PIÉZOÉLECTRIQUE

FIG. 9 FIG. 10

Un écrasement ou une traction suivant l'axe optique $A A'$ ne provoquent aucune électrisation : la molécule de silice (fig. 7) est reproduite ci-dessus, et l'électron mobile E n'a aucune tendance à se déplacer ni à droite ni à gauche.

FIG. 11

Quand on exerce soit un écrasement, soit une traction dans la direction de l'axe électrique $B A$:

l'épaisseur AB diminue, l'ensemble des électrons mobiles E se déplace vers le bas; la face supérieure présente un défaut d'électrons, la face inférieure un excès d'électrons.

l'épaisseur AB augmente, l'ensemble des électrons mobiles E se déplace vers le haut; la face supérieure présente un excès d'électrons, la face inférieure un défaut d'électrons.

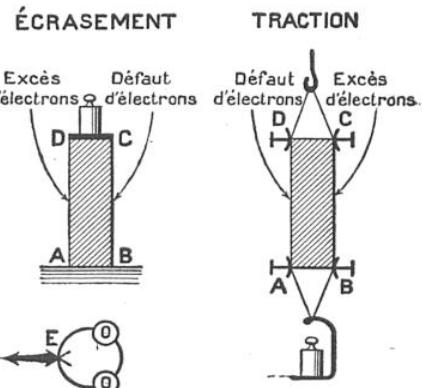


FIG. 12

Quand on exerce un écrasement ou une traction suivant une perpendiculaire DA à l'axe électrique :

l'épaisseur AB augmente, l'ensemble des électrons mobiles E se déplace vers la droite; la face de gauche présente un excès d'électrons, la face de droite un défaut d'électrons.

FIG. 13

l'épaisseur AB diminue, l'ensemble des électrons mobiles se déplace vers la gauche; la face de gauche présente un défaut d'électrons, la face de droite un excès d'électrons.

Il s'ensuit immédiatement que, si nous écrasons (fig. 13) la même lame suivant une perpendiculaire DA à l'axe électrique AB , cette épaisseur AB va être augmentée, et l'électron mobile E (bas de la fig. 13) se déplacera à nouveau de B vers A (soit, maintenant, de gauche à droite), d'où un excès d'électrons sur la face $ADD'A'$ et, par conséquent, un défaut d'électrons sur la face $BCC'B'$.

Grâce aux notions que nous avons acquises sur la structure du cristal de roche, on conçoit immédiatement pourquoi c'est toujours sur les faces perpendiculaires à un axe électrique que le quartz piézoélec-

$ADD'A'$, là, où, précédemment (fig. 13), il y avait excès d'électrons.

Dans tous les cas (fig. 11-14), l'électrisation est proportionnelle à l'effort exercé ; par exemple (fig. 13), si on double le poids placé sur la face $CDD'C'$, chacune des deux faces s'électrise deux fois plus, la face $ADD'A'$ prend deux fois plus d'électricité négative (excès d'électrons), la face $BCC'B'$ prend deux fois plus d'électricité positive (défaut d'électrons).

Dernière question : que se passe-t-il (fig. 9 et 10) quand on exerce une compression ou une traction suivant l'axe optique $A A'$? La réponse nous est fournie par le bas

de la figure 9, où la molécule de silice est représentée de profil (on ne voit qu'un atome d'oxygène, l'autre atome d'oxygène est caché derrière). Or l'électron *E* n'est mobile que le long de l'axe électrique *A B*, c'est-à-dire horizontalement ; un effort vertical n'aura donc aucun effet, et c'est bien ce que l'expérience vérifie : un érasement ou une traction, suivant l'axe optique, n'est accompagné d'aucune espèce d'électrisation.

Applications de la piézoélectricité statique

Les expériences précédentes sont dites *statiques*, parce qu'on soumet les lames de quartz à des efforts constants (pendant des temps plus ou moins longs), et l'électrisation résultante est, elle aussi, invariable. Il se présente alors deux cas réciproques l'un de l'autre.

1^o On mesure l'effort et on peut par suite calculer l'électrisation : c'est ainsi qu'on réalise des sources d'électricité *parfaitement fixes* qui servent constamment dans les laboratoires de radioactivité ;

2^o On mesure l'électrisation et on peut par suite calculer l'effort. Ainsi, en étalonnant un quartz piézoélectrique, on ramène une mesure de poids (et plus généralement une mesure de force — poussée ou traction —) à une mesure électrique, qui est à la fois très simple, très sensible et très fidèle. En enfermant la lame dans un canon, on peut déterminer à chaque instant la pression qui résulte de l'explosion des poudres pyroxyliées. Signurons également qu'on a construit des récepteurs à phonographe qui mettent à profit les propriétés piézoélectriques des cristaux.

L'effet piézoélectrique inverse

Jetons encore un dernier coup d'œil sur nos figures 11-14.

a) Un amincissement de l'épaisseur *A B* (fig. 11) était accompagné d'un défaut d'électrons en *A D* et d'un excès d'électrons en *B C*. Supprimons le poids que nous avions posé sur *ADD'A'* ; mais, grâce à un des autres modes d'électrisation (p. 16), produisons un défaut d'électrons en *A D* et un excès d'électrons en *B C* : on constate effectivement que l'épaisseur *A B* diminue ;

b) En raisonnant sur la figure 12, on verrait qu'une électrisation opposée à la précédente (*a*) aurait pour effet d'accroître l'épaisseur *A B* ;

c) De même, enfin (fig. 13 et 14), des électrisations convenables des faces *ADD'A'* et *B C C' B'* provoquent soit un raccour-

cissement, soit un allongement de la longueur *A D*.

Tel est l'effet piézoélectrique inverse, dont la dénomination se conçoit sans qu'il y ait besoin d'insister davantage.

Fréquences propres de lames de quartz

Tous les phénomènes qui viennent d'être rappelés étaient connus avant la fin du XIX^e siècle. Nous entrons maintenant dans le domaine des applications récentes : non seulement, elles exigent une parfaite compréhension de ce qui précède, mais elles introduisent de nouvelles et redoutables complications. Aussi resterons-nous dans le domaine des idées générales, relativement simples, et recourrons-nous à des analogies mécaniques, qui présentent le gros avantage de fixer l'attention sur des faits concrets et familiers.

Prenons dans la main gauche le manche d'une paire de pincettes, puis, entre le pouce et l'index droits, amenons l'une contre l'autre les deux extrémités des pincettes : nous produisons, de cette manière, une déformation *statique*, tout à fait comparable à l'érasement (fig. 11) d'une lame de quartz.

On sait ce qui va se passer si, brusquement, nous écartons la main droite : les pincettes se mettent à vibrer (déformation oscillante), à raison de quelques allers et retours par seconde ou, comme on dit, de quelques cycles ; la *fréquence propre* des pincettes sera, par exemple, de cinq cycles. Nous dirons que les pincettes émettent un *infrason*, un son dont les oscillations sont trop lentes pour impressionner l'oreille ; la fréquence des sons audibles s'échelonne, en effet, entre 16 cycles et 40 kilocycles (40.000 cycles). Au delà de 40 kilocycles, on a affaire à des *ultrasons*.

De même que les pincettes nous servent à faire comprendre ce qu'on entend par fréquence propre, une *balançoire* permet de définir la *résonance*. Une balançoire, elle aussi, possède une fréquence propre : si elle revient à sa position initiale après deux secondes, on dit que sa fréquence propre est un demi-cycle. Pour maintenir les oscillations (qui, d'elles-mêmes, s'amortiraient à cause des frottements) et, aussi, pour les accroître, on peut prier une personne extérieure (1) d'exercer sur la balançoire des poussées rythmées. Évidemment, ces poussées devront avoir lieu toutes les deux se-

(1) Nous laissons de côté le cas où la personne, qui se balance, accroît toute seule, par des mouvements rythmés, l'amplitude des oscillations.

condes; des poussées à contretemps seraient bien moins efficaces et iraient même jusqu'à immobiliser la balançoire. Lorsque les poussées sont convenablement rythmées, on dit qu'elles sont «en résonance» avec la balançoire. La résonance est un phénomène physique tout à fait général; nous allons bientôt en rencontrer un exemple.

Ceci dit, appliquons au quartz piézoélectrique les enseignements des pincettes et de la balançoire.

Et, tout d'abord, peut-on soumettre le quartz à des déformations oscillantes? Le plus simple, c'est de s'adresser à l'effet piézoélectrique inverse: en employant le montage de la figure 13 (le poids étant supprimé), on recouvre les faces $ADD'A'$ et $BCC'B'$ de deux plaques métalliques qu'on fait communiquer à un réseau alternatif, dont la fréquence propre est 50 cycles. La distance AD va-t-elle s'allonger et se raccourcir 50 fois par seconde, en émettant un son de 50 cycles (premier sol dièze du piano de la gauche)? La question, sous cette forme, comporte une réponse négative, non pas parce que la lame est incapable de déformations permanentes, mais parce que les oscillations du secteur s'effectuent à contretemps, parce qu'il n'y a pas résonance entre le secteur et la lame de quartz, parce que la fréquence propre de cette dernière est trop différente de 50 cycles.

Les lames de quartz ont, en réalité, des fréquences propres de l'ordre de 50 kilocycles; ces fréquences sont d'ailleurs d'autant plus grandes que l'épaisseur AB (fig. 11-14) est plus petite. Les lames seront donc excitées par des courants de haute fréquence, comme ceux qu'on utilise en radiotélégraphie et en radiophonie (rappelons que la fréquence d'émission de la Tour Eiffel est aujourd'hui d'environ 200 kilocycles et celle du *Petit Parisien*, de 900 kilocycles).

Je me bornerai à mentionner ici deux applications déjà très importantes, du quartz piézoélectrique à la T. S. F.: la stabilisation des postes à ondes entretenuées et la mesure précise des fréquences d'émission. Mais ces deux sujets, pour être compris, nécessiteraient, chacun, un article particulier.

Les ultrasons et leurs propriétés

La dernière application de la piézoélectricité est celle à laquelle le grand physicien

Paul Langevin a attaché son nom et qui a provoqué, dans le monde entier, toute une suite de recherches nouvelles du plus puissant intérêt.

Nous venons de voir que la fréquence propre des lames de quartz est de l'ordre de 50 kilocycles. Au point de vue électromagnétique, nous sommes dans le domaine de la T. S. F.; la vibration élastique en résonance a une fréquence trop grande pour être audible, autrement dit le quartz excité émet des ultrasons.

Il n'est pas inutile de préciser, tant soit peu, les caractéristiques et les propriétés de ces ultrasons, ne serait-ce que pour bien comprendre pourquoi ils se chargent d'une fonction que ni les sons ordinaires ni la lumière ne pourraient assumer.

Un phénomène périodique est, avant tout, défini par sa fréquence: c'est ainsi qu'on parle aussi bien de la fréquence propre d'un balancier de pendule et de la fréquence propre d'un circuit oscillant. Mais la fréquence devient insuffisante, lorsque il se transmet quelque chose à partir de la vibration; et c'est là que surgissent les différences: le mouvement d'un balancier (supposé sans frottements ni chocs) n'est accompagné d'aucune propagation; les circuits oscillants émettent un rayonnement hertzien. Dans ce dernier cas, il faut considérer la longueur d'onde, c'est-à-dire le chemin parcouru par

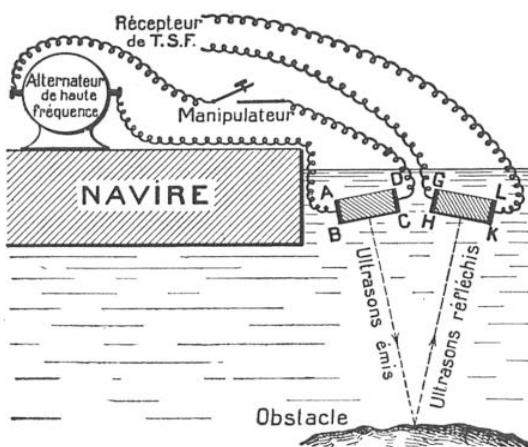


FIG. 15. — ÉMISSION ET ABSORPTION D'ULTRASONS PAR LE QUARTZ PIÉZOÉLECTRIQUE
La lame émettrice A B C D vibre mécaniquement (effet piézoélectrique inverse) sous l'influence des courants que lui envoie l'alternateur de haute fréquence; les ultrasons émis se réfléchissent sur l'obstacle et font vibrer mécaniquement la lame réceptrice G H K L. Cette dernière produit, par effet piézoélectrique direct, des courants de haute fréquence, qu'on décèle par les méthodes ordinaires de la T. S. F. En mesurant la durée qui s'écoule entre le départ et l'arrivée, il est facile de calculer la distance de l'obstacle au navire.

le phénomène périodique pendant la durée d'une oscillation. Il est facile de voir que la longueur d'onde dépend à la fois de la fréquence et de la vitesse de propagation, plus précisément qu'elle est égale au quotient de la vitesse de propagation par la fréquence. Le tableau suivant nous fournit quelques exemples relatifs à des rayonnements élastiques et électromagnétiques.

A la valeur de la longueur d'onde se rattachent deux remarques fondamentales pour le sujet qui nous occupe :

1^o Les instruments producteurs de sons (tuyaux sonores, cordes vibrantes) sont d'autant plus courts que la longueur d'onde est plus faible. Ainsi les tuyaux d'orgue s'échelonnent entre des longueurs de 5 mètres pour les sons très graves (longueur d'onde : 10 mètres) et de 5 centimètres pour les sons très aigus (longueur d'onde : 10 centimètres). Par suite, pour émettre des ultrasons, il faudrait imaginer des tuyaux encore beaucoup plus courts que ceux des

sifflets de locomotives, ce qui serait mal aisément réalisable et ce qui ne permettrait pas de produire de grandes puissances ;

2^o A la longueur d'onde sont liés, en outre, les phénomènes de diffraction, c'est-à-dire le contournement des objets par les rayonnements (élastiques ou électromagnétiques). Avec la lumière (petite longueur d'onde), les obstacles sont à peine contournés ; au contraire, on peut très bien se faire entendre d'une personne qui se trouve dans une pièce voisine, quand la porte de communication est ouverte et même si on ne voit pas la personne en question.

Par suite de la petitesse de leur longueur d'onde, les ultrasons se diffusent et s'éparpillent beaucoup moins que les sons ordinaires ; ils se propagent dans l'eau (encore mieux que dans l'air) avec une vitesse de 1.500 mètres par seconde ; ils peuvent pénétrer à plusieurs kilomètres de profondeur, sans être absorbés, alors que la lumière solaire s'éteint, en général, après une centaine de mètres ; on est parvenu à leur faire transmettre une puissance supérieure à un kilowatt ; sur leur passage, ils tuent les poissons et causent une violente douleur, si l'on plonge la main dans l'eau, qui vibre sous l'influence de ce rayonnement ultrasonore.

Sondages sous-marins

Les ultrasons peuvent servir à explorer le fond de la mer et les obstacles qui s'y trouvent. La figure 15 indique très schématiquement le principe de ces sondages : un alternateur de haute fréquence provoque par résonance (effet piézoélectrique inverse) les oscillations élastiques (allongements et amincissements successifs, à raison de 50.000 par seconde) d'une lame de quartz *A B C D*, qui envoie des ultrasons dans l'eau ; ces ultrasons se réfléchissent sur un obstacle et rencontrent un second quartz *G H K L*, qui fonctionne par effet piézoélectrique direct et produit des courants de haute fréquence, qu'on décèle par un récepteur de T. S. F. On mesure alors le temps

RAYONNEMENTS	FRÉQUENCE en cycles	TRAJET PARCOURU en une seconde	LONGUEUR D'ONDE
ÉLASTIQUES	Son le plus grave....	16	330 m (dans l'air)
	La normal.....	435	—
	Son le plus aigu....	40.000	—
	Ultrason.....	50.000	—
ÉLECTROMAGNÉTIQUES	—	—	1.500 m (dans l'eau)
	Poste Tour Eiffel...	203.000	300.000 km (dans l'air)
	Poste Petit Parisien...	900.000	—
	Lumière jaune.....	500.000	milliards

qui s'est écoulé entre le départ et l'arrivée : comme les ultrasons parcouruent 1.500 mètres en une seconde, si l'intervalle est deux secondes, c'est que l'obstacle est à un kilomètre et demi.

Cette méthode, imaginée par Chilowsky et mise au point par Langevin, a servi en temps de guerre à la recherche des sous-marins. On l'applique au tracé des cartes sous-marines (nivellation du fond de la mer), à la détermination des icebergs et des épaves flottant entre deux eaux. Elle peut servir aux navires qui craignent de s'échouer sur des fonds trop rapprochés ou de rencontrer des rochers inconnus ; elle permet enfin de découvrir le chenal des ports par les brumes les plus épaisse.

Voilà, n'est-il pas vrai, des préoccupations quelque peu terre à terre, bien éloignées de la science pure. C'est néanmoins la science pure qui a rendu possibles ces merveilleuses applications : la piézoélectricité constitue un exemple typique des phénomènes qui semblaient ne devoir jamais intéresser que quelques savants de laboratoire ; elle n'en sert pas moins de principe à des techniques extraordinairement utiles que Haüy, en 1817, ni même les frères Curie, vers 1880, ne pouvaient soupçonner. MARCEL BOLL.

LES PROCÉDÉS MODERNES DE PROTECTION DES PIÈCES MÉTALLIQUES DES AUTOMOBILES CONTRE LA ROUILLE

Par Jacques MAUREL

DANS un numéro récent (1), nous avons exposé à nos lecteurs comment on protégeait les métaux contre la rouille, par l'application d'autres métaux au moyen de divers procédés : étamage, shérardisation, métallisation à froid (Schoop), dépôts électrolytiques.

Or, parmi les pièces métalliques qui ont le plus à souffrir du contact de l'eau, celles qui constituent les organes d'une automobile se placent au premier plan, par suite des intempéries qu'elles doivent supporter. Il est donc tout naturel que les efforts des constructeurs se soient portés vers leur protection la plus efficace.

On doit immédiatement distinguer, sur une voiture automobile, les organes apparents de ceux qui sont cachés. Suivant le cas, on utilise, en effet, des procédés différents afin de donner aux organes visibles le plus bel aspect, tandis que les organes cachés n'exigent pas cette condition.

Pour les seconds, on se contentait généralement, jusqu'ici, de plusieurs couches de peinture, tandis que les premiers étaient protégés par nickelage. Cependant, dans bien des cas, nickelage et peinture se sont avérés insuffisants et même inapplicables. Le nickel est, en effet, assez facilement oxydable et difficile à entretenir. Aussi, pour les organes apparents, on tend aujourd'hui à remplacer le nickelage par le chromage, le cadmiumage, le cobaltage.

Le chrome, déposé par électrolyse sur une surface déjà nickelée, a un aspect bleuâtre mat ou brillant à volonté. Il est très dur et son adhérence sur une surface bien polie est parfaite. Il est inaltérable à l'air et ne s'oxyde pratiquement pas, même sous l'action de l'« air marin ». Il ne noircit pas et son entretien se borne à un lavage à l'eau et un essuyage à sec. Malheureusement le chromage est d'un prix de revient

assez élevé, car il exige toute une série d'applications de cuivre et de nickel, nécessaires pour préparer la surface parfaitement polie indispensable à la réussite de l'opération. De plus, le bain électrolytique est cher et dégage des vapeurs nocives. On réservera donc le chromage aux parties les plus en vue ou les plus sujettes à s'oxyder (radiateur, poignées, etc.)

Le cadmium a une apparence qui se rapproche de celle du chrome. Le dépôt électrolytique du cadmium étant très adhérent et très dur, ce procédé est utilisé pour protéger les vis des carrosseries, les boulons et les écrous, en un mot toutes les pièces qui ont à supporter des frottements. En outre, ce procédé est moins cher que le précédent.

Quant aux pièces cachées de la voiture, point n'est besoin de leur donner l'aspect brillant du nickel, du chrome ou du cadmium. Elles sont aujourd'hui *parkérisées*. On sait (1) que la parkérisation consiste à former à la surface des pièces d'acier une couche extrêmement mince de phosphate de fer, produit insoluble, très dur et absolument inoxydable. Cette couche superficielle de phosphate de fer est tellement mince que l'ajustage le plus précis est rigoureusement respecté par la parkérisation. C'est un procédé peu coûteux, qui sera employé pour la protection des pédales, des pièces d'articulations, de la boulonnerie, de la visserie, des commandes de frein, des carcasses de dynamos, des amortisseurs, etc... Une pièce parkérisée peut d'ailleurs recevoir une couche de vernis pour lui donner un plus bel aspect, mais elle ne peut être nickelée.

Ainsi toutes parties métalliques de la voiture automobile peuvent être aujourd'hui protégées contre leur plus cruel ennemi : la rouille.

J. MAUREL.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 142, page 323.

—♦—

UN NOUVEAU PAQUEBOT GÉANT VA ÊTRE MIS EN CONSTRUCTION A SAINT-NAZAIRE

Par Henri LE MASSON

Les journaux ont récemment annoncé la mise sur cale, à Saint-Nazaire, d'un super-Ile-de-France. Sous cette forme, la nouvelle est prématurée. On vient seulement de commencer les travaux de construction d'une nouvelle forme de radoub devant servir également d'écluse et qui aura des dimensions telles que les plus grands paquebots pourront aisément quitter le bassin à flot de Penhoët après qu'ils auront été livrés à leurs armateurs par les chantiers de construction. Le sas actuel ne permet pas de construire une unité plus grande que l'Ile-de-France, dont nous avons déjà eu l'occasion de parler dans cette revue (1). Nous pouvons donner néanmoins dès aujourd'hui les principales caractéristiques de ce paquebot qui sera une des plus belles unités navales du monde.

AUX termes de la convention postale, conclue en 1912, modifiée en 1922, avec le gouvernement français, la Compagnie générale Transatlantique doit, en effet, mettre en service, en 1933, sur la ligne Le Havre-New York, un nouveau paquebot. Ce bâtiment assurera, de concert avec *Paris* et *Ile-de-France*, le service postal hebdomadaire qui, sous pavillon français, maintient une liaison régulière et rapide entre la France et les Etats-Unis. Le paquebot *France* aura alors atteint vingt ans d'âge et si vingt ans ne sont pas tout à fait l'âge de la retraite pour un paquebot, il n'en est pas moins vrai que cette très belle unité ne pourra plus faire grande figure, dans quelques années, à côté des nouvelles unités étrangères qui vont entrer en service et dont le tonnage varie entre 45.000 et 60.000 tonneaux.

Il est presque de règle maintenant pour les grandes compagnies de navigation de tenir secrètes les caractéristiques de leurs nouveaux bâtiments. A quelques semaines de son entrée en service, le Norddeutscher Lloyd n'a pas encore fait connaître les chiffres exacts des spécifications de sa nouvelle unité le *Bremen* (2). De même la Compagnie anglaise White Star qui, elle aussi, a fait mettre sur cale, il y a six mois, à Belfast, une unité géante, s'est seulement contentée de faire connaître qu'elle aurait

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 121, page 39.

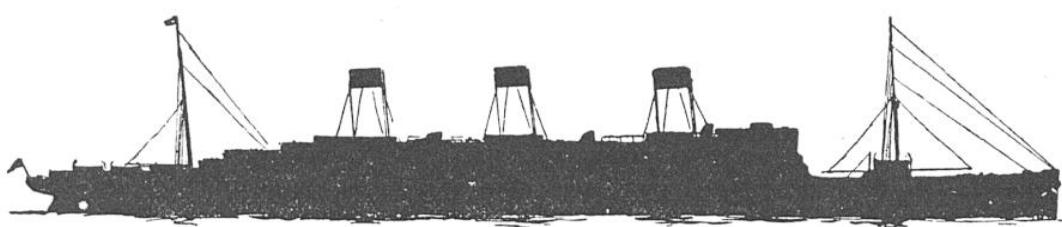
(2) On sait qu'un « sistership » du *Bremen* : l'*Europa*, a été détruit par un incendie en mars dernier, alors qu'il était virtuellement prêt à entreprendre ses essais.

1.000 pieds de long, c'est-à-dire plus de 300 mètres, et qu'elle jaugera 60.000 tonneaux. On ne s'étonnera donc pas que nous ne puissions donner d'indications précises sur un paquebot qui n'est pas encore sur cale... Tout au plus pouvons-nous indiquer ce qu'il pourra être.

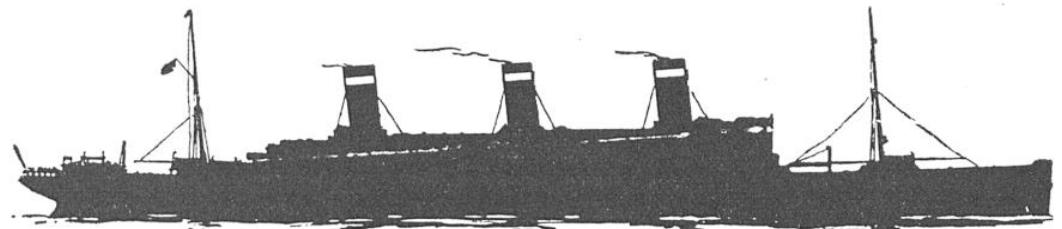
Ce que sera le nouveau paquebot

Il est vraisemblable que sa longueur atteindra 270 mètres environ. Sa largeur sera sans doute d'une trentaine de mètres, et son tonnage (nous rappelons qu'il ne faut pas confondre tonnage — ou jauge brute — c'est-à-dire une mesure de capacité, et le déplacement qui est une mesure de poids) sera de 50.000 à 60.000 tonneaux. Ce sont les dimensions qui paraissent s'imposer aujourd'hui pour loger dans la coque quelque 800 passagers de première, autant de troisième classe, 400 à 500 de seconde, tous en cabines, un équipage de 800 à 900 hommes, en même temps que les formidables centrales que sont aujourd'hui les ensembles moteurs des grands paquebots.

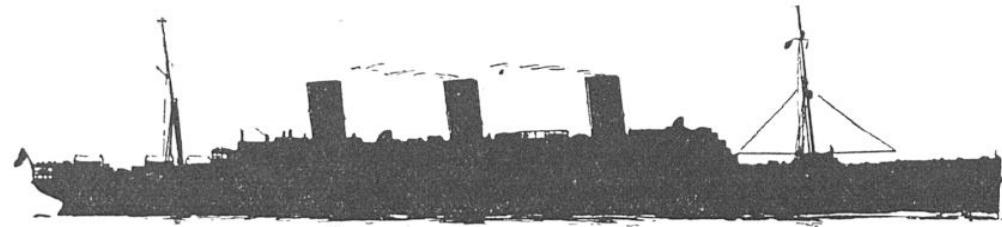
Formidables centrales, disons-nous : le terme n'est pas exagéré si l'on songe que, pour propulser les 43.500 tonneaux d'*Ile-de-France* à une vitesse de 23 nœuds 5, il faut, tant pour les machines principales que pour les auxiliaires, quelques 55.000 à 60.000 ch et que, pour animer les 46.000 tonneaux d'un *Bremen* à 26 nœuds, le N. D. L. a envisagé une puissance d'au moins 80.000 ch..., et qui atteindra plutôt 90.000 ch. Or il est très probable que le super-*Ile-de-France* sera sensiblement plus rapide qu'*Ile-de-*



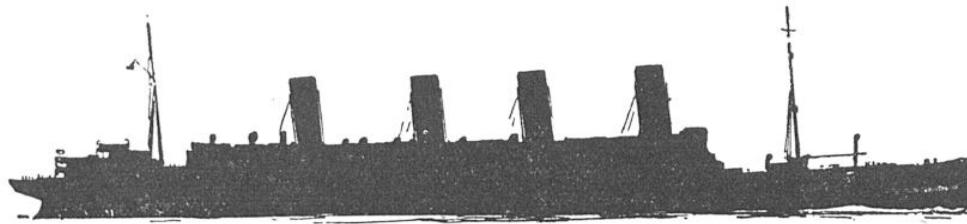
Majestic : 280 mètres (anglais)



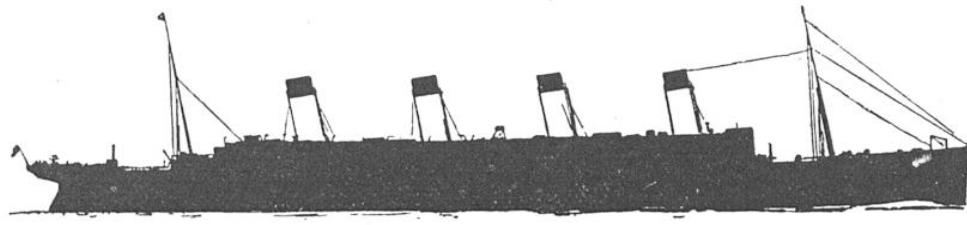
Leviathan : 278 mètres (américain)



Berengaria : 270 mètres (anglais)

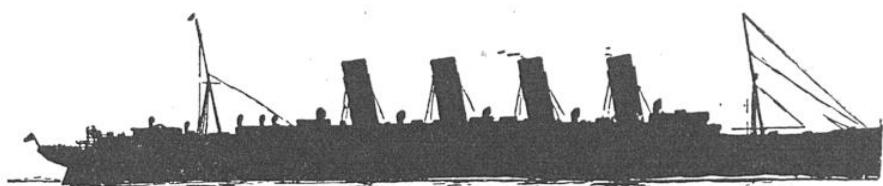


Aquitania : 264 mètres (anglais)

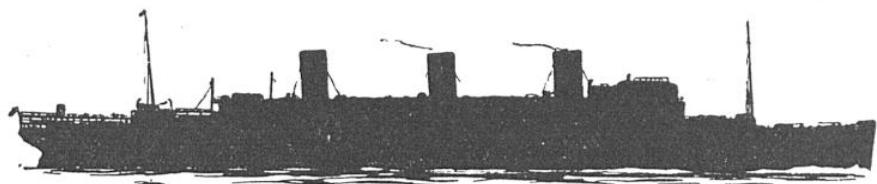


Olympic : 260 mètres (anglais)

LES PRINCIPAUX PAQUEBOTS DU MONDE
Le nouveau paquebot français prendra



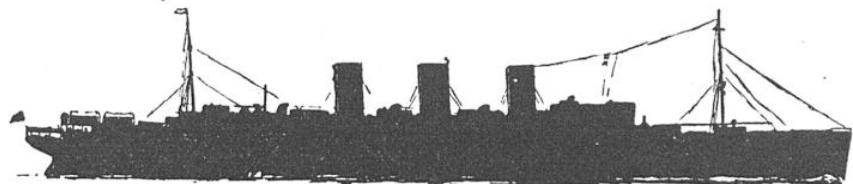
Mauretania : 232 mètres (anglais)



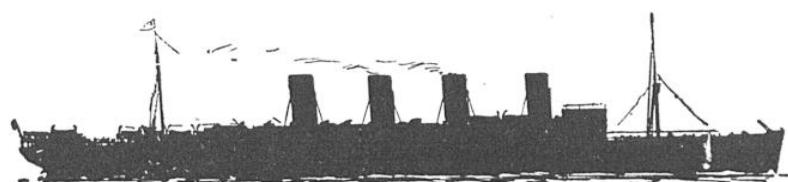
Ile-de-France : 230 mètres (français)



Homeric : 229 mètres (anglais)



Paris : 224 mètres (français)



France : 210 mètres (français)

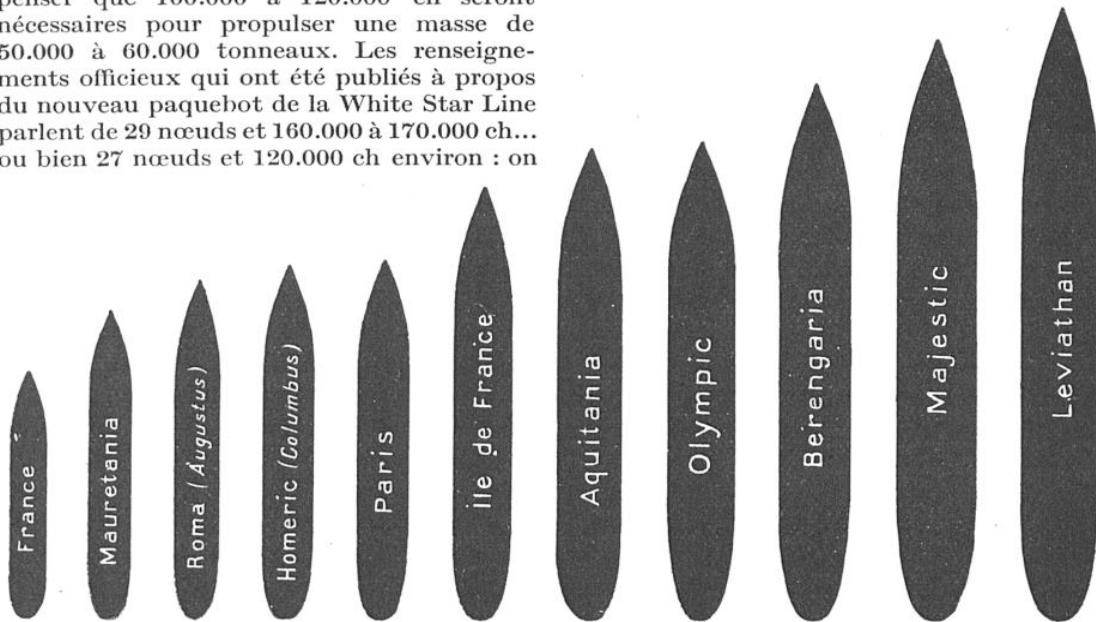


Roma : 202 mètres (italien)

RANGÉS PAR LONGUEUR DÉCROISSANTE
place entre le Berengaria et le Leviathan.

France. Si, pendant longtemps, les armateurs intéressés dans le trafic Nord-Atlantique ont paru se désintéresser de la vitesse (le record établi, en 1907 — il y a vingt-deux ans — par le *Mauretania*, n'est pas encore battu !), il semble qu'un revirement se soit produit depuis peu. Pour les nouvelles unités à construire d'ici quelques années, on envisage, en effet, une allure de route avoisinant 27 noeuds. Il est donc loisible de penser que 100.000 à 120.000 ch seront nécessaires pour propulser une masse de 50.000 à 60.000 tonnes. Les renseignements officieux qui ont été publiés à propos du nouveau paquebot de la White Star Line parlent de 29 noeuds et 160.000 à 170.000 ch... ou bien 27 noeuds et 120.000 ch environ : on

l'utilisation du moteur à combustion interne pour la propulsion des grands paquebots. Plusieurs projets sérieux ont été publiés : tous préconisent la solution diesel-électrique, c'est-à-dire l'accouplement du groupe moteur à combustion interne à une dynamo productrice d'énergie. Lord Kylsant, président de la White Star Line, un des défenseurs convaincus du moteur diesel dans les milieux maritimes, aurait fait choix de cette



LES GRANDS PAQUEBOTS DU MONDE CLASSÉS PAR ORDRE DE TONNAGE CROISSANT
Le nouveau paquebot français (60.000 tonnes) se classe au-dessus du Leviathan (59.957 tonnes).

voit que les constructeurs navals n'hésitent pas à voir grand...

Le système de propulsion du nouveau paquebot

Les types d'appareils moteurs dont ils disposent actuellement permettent, d'ailleurs, d'envisager de telles réalisations. Alors qu'en 1914, on ne pensait pas encore à la chauffe au mazout et que l'on n'avait à choisir qu'entre la turbine directe et la machine alternative, les chaudières à haute pression, brûlant du mazout, les turbines à grande vitesse avec engrenages réducteurs ou accouplées à des dynamos et qui donnent les unes et les autres des rendements très supérieurs, sont maintenant d'utilisation courante dans la marine. L'expérience acquise est suffisante pour que, sans risquer d'ennuis sérieux, les armateurs puissent les accepter. Il est même possible de prévoir

dernière solution pour son nouveau super-paquebot.

Nous serions très surpris de voir la compagnie française adopter une solution semblable, quelque élégante qu'elle puisse paraître de prime abord. Elle s'en tiendra vraisemblablement à la solution plus classique des turbines, celles-ci devant, sans doute, tourner à une allure beaucoup plus rapide que celles d'*Ile-de-France* et de *Paris*, qui sont montées directement sur les arbres d'hélice et dont la rotation ne saurait, par conséquent, dépasser quelques centaines de tours à la minute. Les turbines du nouveau paquebot pourront être utilisées avec un plein rendement grâce aux trains d'engrenages réducteurs ou aux dynamos qui leur seront accouplées, suivant que l'une ou l'autre solution, turbines à engrenages ou transmission électrique, sera envisagée.

La solution turboélectrique est celle qui

paraît avoir le plus de chance d'aboutir : il est, en effet, très difficile de construire des engrenages absolument silencieux ; or, on ne saurait tolérer, sur un paquebot de grand luxe, des vibrations et des vrombissements, susceptibles de gêner et même d'irriter les passagers. Par contre, on peut être relativement assuré du fonctionnement parfaitement silencieux de la solution électrique. Les quelques applications, qui en ont été faites récemment dans la marine de guerre américaine et dans la marine de commerce anglaise, ont permis de contrôler et de vérifier pratiquement les beaux résultats escomptés.

Le confort à bord

Le super-*Ile-de-France* possèdera aussi des perfectionnements nombreux et du plus grand intérêt au point de vue de l'installation des passagers. La conception de ses emménagements marquera certainement un progrès considérable sur les réalisations antérieures. Ceux-ci comporteront sûrement un pourcentage plus important qu'autrefois de cabines pour « passager seul » et l'on peut être assuré qu'en application de l'excellente formule hôtelière américaine, chaque cabine aura sa salle de bains. Déjà un pas en avant important avait été fait dans ce sens à bord de l'*Ile-de-France*, et il ne serait pas admissible, aujourd'hui, de faire, nous ne disons pas moins, mais seulement « autant ». Le paquebot est de plus en plus un véritable hôtel ; comme tel, il doit comporter le même confort absolu que les plus luxueux palaces terrestres. Que dirait-on d'un palace où l'on devrait partager sa chambre avec un inconnu et qui n'aurait pas de salle de bain pour chacune d'elle ?

La même recherche du confort conduira à l'étude de tous les moyens permettant d'avoir, dans chaque cabine, air frais et lumière naturelle. Bien que la ventilation soit maintenant parfaite sur les plus récentes unités de la flotte marchande, rien ne vaut le véritable air marin, dont les effluves vous arrivent par une fenêtre ou même par un simple hulot, logé dans quelque coin de la cabine.

Le paquebot comportera une installation aéronautique

Enfin, on prévoira, peut-être, une installation convenable d'aéronautique. La suppression de tous les appareaux qui encom-

braient les superstructures des bâtiments d'il y a vingt ans, la recherche des grands espaces sur les ponts supérieurs pour la plus grande satisfaction des passagers sportifs, offrent de vastes surfaces qui pourraient être aménagées en plates-formes d'atterrissement, à l'instar de ce qui existe sur certains porte-avions de la marine de guerre. Les cheminées pourraient être reportées, soit toutes du même côté, soit également réparties sur les deux bords, pour mieux dégager le pont. Une telle disposition favoriserait, d'ailleurs, l'aménagement des salons, qui sont généralement séparés les uns des autres par les conduits de fumée élevés dans l'axe du bâtiment, et qui se trouveraient ainsi tous disposés en enfilade pour le très grand bonheur des architectes et des décorateurs.

L'équipement d'un grand paquebot, au point de vue aéronautique, est chose que l'on ne saurait manquer d'envisager : nous rappelions plus haut que ces grands bâtiments sont construits pour une période de vingt à vingt-cinq ans ; il est donc impossible de ne pas tenir compte des progrès que pourraient réaliser les transports aériens pendant ce laps de temps. On se souvient, d'ailleurs, que, l'été dernier, une tentative de liaison semi-maritime, semi-aérienne, a été faite avec le nouveau monde, au moyen d'une catapulte placée sur la plage arrière de l'*Ile-de-France*. La catapulte est une solution élégante pour le départ des hydravions : elle présente le grand avantage d'un encombrement assez réduit, et le dispositif de lancement qu'avaient réalisé les ingénieurs de Penhoët offre toute garantie de sécurité.

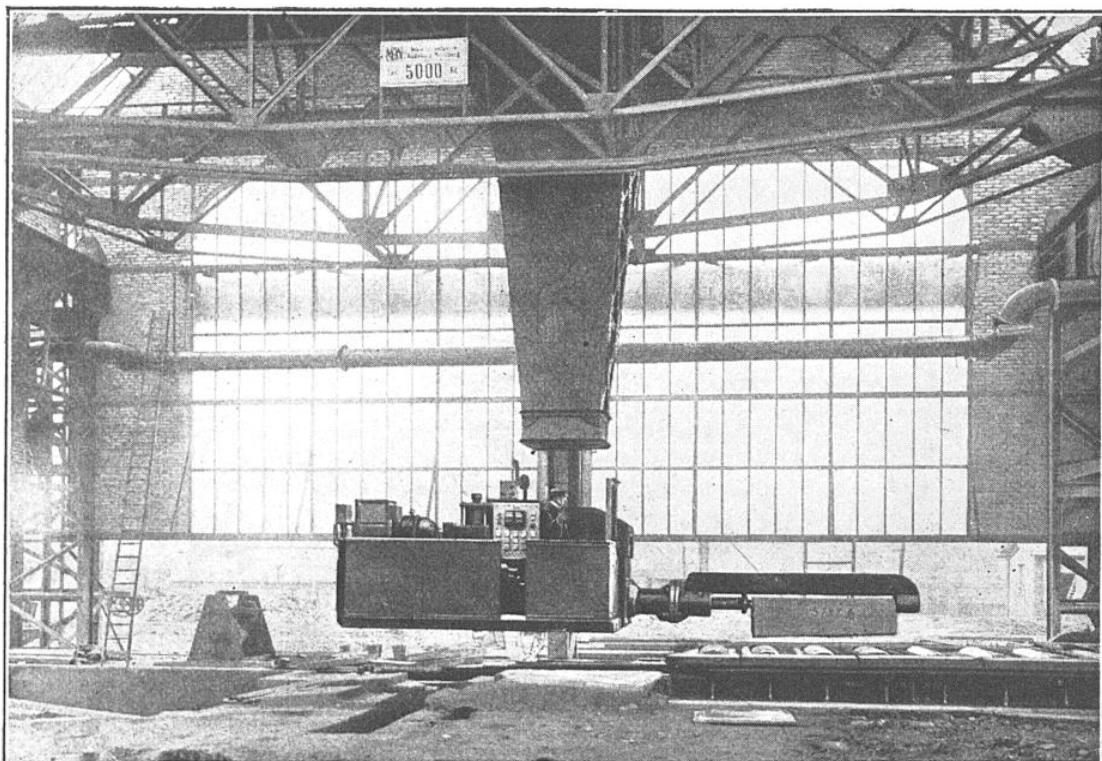
Les ingénieurs de la Compagnie Transatlantique ou des Chantiers de Penhoët auront de toute façon un gros travail à fournir pendant les années à venir. Il n'y a pas le moindre doute qu'ils se tireront à merveille de cette lourde tâche : n'ont-ils pas l'expérience de ces trois merveilles qu'ont été — chacun en leur temps — les trois paquebots *France*, *Paris* et *Ile-de-France*? Ils disposeront encore des équipes entraînées qui s'emploient actuellement au montage du paquebot *La Fayette* (25.000 tonneaux), et du paquebot de grand luxe (28.000 tonneaux et 23 noeuds) destiné à la ligne du Sud-Amérique, tous deux sur cale à Saint-Nazaire-Penhoët. H. LE MASSON.

LE TRANSPORT DES LINGOTS DANS LA MÉTALLURGIE MODERNE

Asa sortie du haut fourneau ou du four électrique, le métal en fusion est, soit emporté directement dans des poches pour être coulé dans les moules de la fonderie, soit reçu sur le sol dans des rigoles de sable, où il se refroidit sous forme de lingots destinés aux usines métallurgiques. Là, ces lingots seront forgés ou laminés en vue de la fabrication de pièces diverses. Pour cela, il faut évidemment qu'ils soient portés, au préalable, à la température convenable dans des fours de réchauffage, et l'on conçoit que la manipulation de ces blocs incandescents ne puisse être effectuée sans danger sans un outillage spécial.

La photographie ci-dessous, représente précisément un pont roulant d'une portée

de 18 m. 50 et d'une force de 5.000 kilogrammes, destiné à cette manipulation. Il est muni à cet effet d'une sorte de pince pouvant porter le lingot dans une position horizontale ou oblique afin de faciliter son introduction dans le four. On remarque, sous le lingot, un train de rouleaux qui le conduiront aux laminoirs situés à droite, en dehors de la photographie. Établi par les Établissements M. A. N., ce pont roulant, commandé par un seul ouvrier situé dans la cabine de manœuvre, est remarquable par son fonctionnement d'une extrême souplesse. C'est certainement un des exemples les plus caractéristiques des progrès effectués dans l'outillage moderne utilisé dans la métallurgie.



CE PONT ROULANT, D'UNE FORCE DE 5.000 KILOGRAMMES, EST UTILISÉ POUR CHARGER LES LINGOTS DANS LES FOURS DE RÉCHAUFFAGE ET POUR LES TRANSPORTER ENSUITE SUR LES BANCS DE ROULEAUX LES CONDUISANT AUX LAMINOIRS

LE TRANSPORT MÉCANIQUE DES MÉTAUX EN FUSION DANS LA FONDERIE MODERNE

Une poche de coulée de 45 tonnes ; un wagon-benne qui contient 150 tonnes de fonte fondue

Par Jean BODET

L'amélioration du rendement d'une industrie quelconque est toujours liée à la puissance des unités productrices, quel que soit le genre d'exploitation envisagé. Ainsi, de même qu'un petit nombre de grandes centrales électriques est préférable à une « poussière d'usines », de même, dans chacune d'elles, les grosses machines génératrices d'énergie sont préférées à celles de moyenne ou de faible puissance. La fonderie n'a pas échappé à cette règle et le haut fourneau a vu ses dimensions s'accroître considérablement depuis un quart de siècle (1). Cette augmentation de production a posé immédiatement le problème de la manutention mécanique du métal en fusion. Aussi les poches de coulée atteignent-elles maintenant des volumes impressionnantes et peuvent contenir jusqu'à 45 tonnes de métal fondu. En outre, dans certaines exploitations américaines, où il est nécessaire de transporter le métal d'une usine à une autre, distante de plusieurs kilomètres, on a créé des trains spéciaux dont les wagons-bennes transportent 150 tonnes de fonte en fusion.

L'ACCROISSEMENT de la consommation d'acier dans le monde exige un développement correspondant des moyens de production. Grâce aux progrès continuels de la technique, on a pu accroître progressivement les dimensions des unités servant au traitement du minerai et de la fonte, tels que hauts fourneaux, convertisseurs et fours à sole, ainsi que celles des appareils de manutention.

Il est préférable, en effet, d'utiliser, pour la production de la fonte, par exemple, un seul haut fourneau de grand volume plutôt que deux hauts fourneaux de volume moindre, tant au point de vue de l'économie réalisée dans la construction qu'au point de vue du rendement et des facilités de manutention. De même, l'augmentation des dimensions des convertisseurs et des fours à sole, ainsi que des appareils servant au transport de la fonte et de l'acier en fusion, permet de réaliser une économie de temps et de main-d'œuvre, en traitant en une seule opération des quantités importantes de métal.

Avant d'examiner en détail quelques exemples de manutention dans des usines modernes, nous rappellerons succinctement les opérations successives de la production de l'acier.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 124, page 265.

Quelques mots sur la technique de la production de l'acier

L'extraction du fer, à partir des différentes sortes de minéraux, comprend deux opérations distinctes : la production de la fonte et l'affinage, qui a pour but l'élimination de la plus grande partie du carbone et des matières étrangères : silicium, manganèse, phosphore, soufre.

La fonte, obtenue au haut fourneau, contient tout le fer du minerai, de 2,5 à 4,5 % de carbone, du silicium, du manganèse et du soufre en proportions variables, ainsi que la totalité du phosphore contenu primativement dans le minerai.

L'affinage consiste essentiellement en une oxydation par l'oxygène de l'air. Le carbone s'élimine à l'état de gaz carbonique ; le silicium et le manganèse, à l'état de silicates de fer et de manganèse. Le phosphore, cependant, ne peut s'éliminer dans les scories à l'état de phosphates qu'en l'absence de silice, car celle-ci déplace l'acide phosphorique à la haute température d'affinage (environ 1600°) et forme des silicates, tout le phosphore restant dans le métal. Pour obtenir la déphosphoration, il est donc nécessaire d'opérer en présence de parois garnies d'un revêtement réfractaire cons-

titué par des briques de chaux, de dolomie ou de magnésie. Tout revêtement réfractaire à base de silice aurait pour effet de maintenir le phosphore dans le métal.

A l'heure actuelle, les deux procédés les plus employés industriellement sont l'affinage au convertisseur et l'affinage sur sole Martin-Siemens. Chacun de ces procédés comporte deux variantes, selon que la fonte traitée est ou n'est pas phosphoreuse, le revêtement étant soit en dolomie, soit à base de silice.

Les gisements de Lorraine et d'Allemagne sont à forte teneur de phosphore. La présence du phosphore, loin d'être une gène dans la fabrication de l'acier, est, au contraire, une source de richesse, depuis la découverte de l'emploi des revêtements réfractaires basiques pour le traitement des fontes phosphoreuses. Les scories obtenues par ce procédé sont, en effet, très riches en phosphore sous une forme directement assimilable, et

constituent un engrais des plus précieux.

Aux États-Unis, au contraire, le minerai est à faible teneur de phosphore, et l'affinage a lieu au convertisseur ou au four Martin à revêtements à base de silice. L'affinage au four Martin peut être poussé très loin. C'est ainsi que l'American Rolling Mill Company, dans ses usines de Middletown, produit un fer extra pur titrant plus de 99,8 % de fer.

Il faut cependant remarquer que la dépense en combustible est forte et que le four ne peut supporter, dans ces conditions, qu'un nombre de coulées très réduit, ce qui élève considérablement le prix de revient.

On fabrique actuellement, en France, des tôles et des tubes sans soudure, en fer remarquablement pur (99,9 % de fer), à un prix de revient bien inférieur, par le procédé d'affinage par électrolyse, qui semble être le procédé de l'avenir.

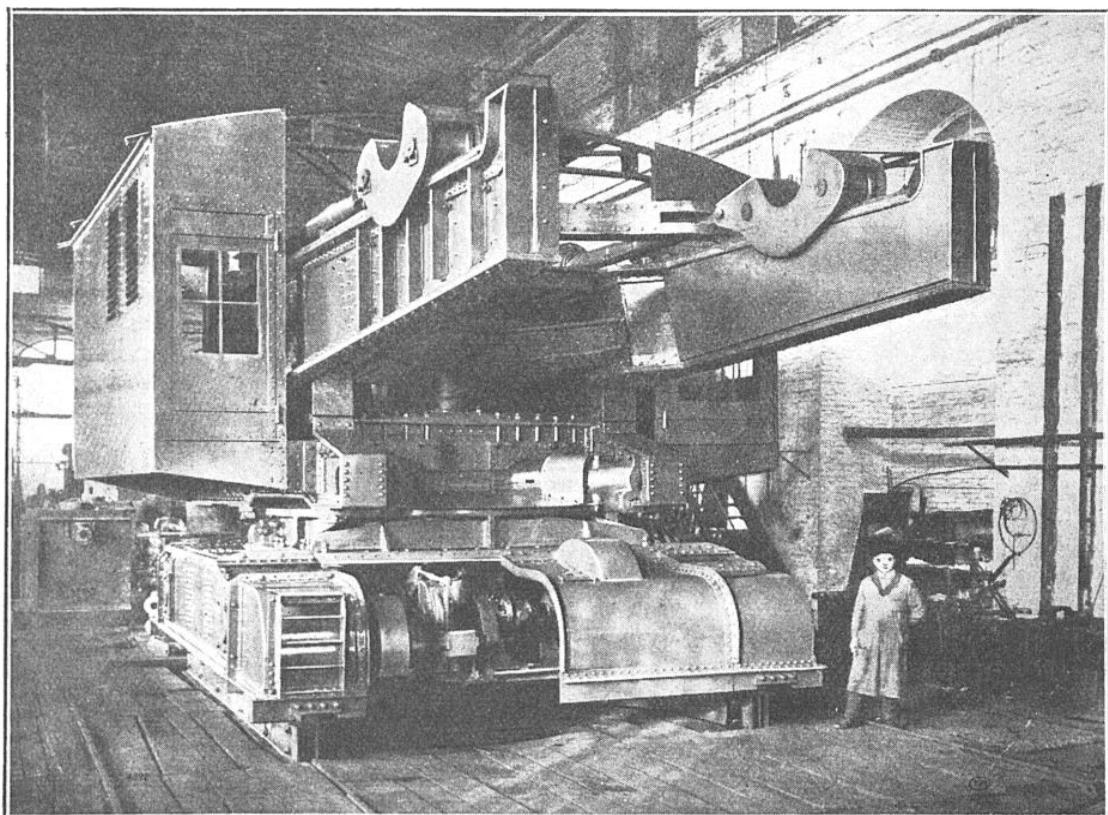


FIG. 1. — MUNI DE SA POCHE DE COULÉE (VOIR LA COUVERTURE DE CE NUMÉRO), QUI PEUT RECEVOIR 45 TONNES DE MÉTAL EN FUSION, CE CHARIOT CONSTITUE, ACTUELLEMENT, UN DES ENGINS DE MANUTENTION LES PLUS PUISSANTS DU MONDE

On distingue sur cette photographie le mécanisme assurant la translation du chariot sur les rails, ainsi que les déplacements verticaux et horizontaux de la poche de coulée, qui repose sur les berceaux mobiles le long des poutres de levage. Tous ces déplacements sont assurés électriquement par un seul ouvrier.

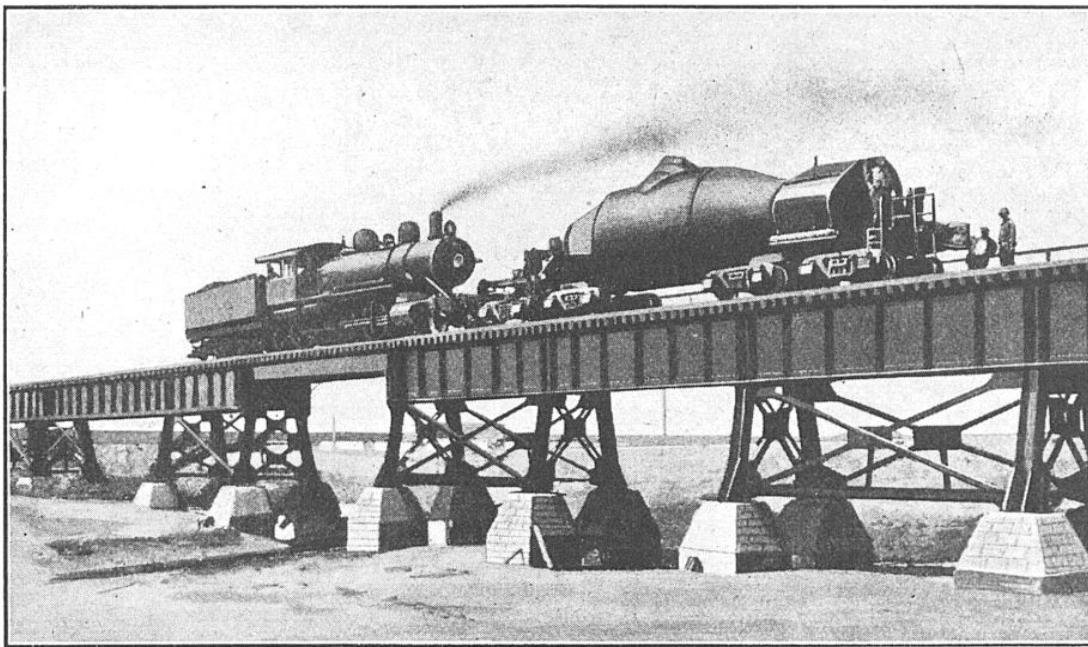


FIG. 2. — LES WAGONS SPÉCIAUX ASSURANT, AUX ÉTATS-UNIS, LE TRANSPORT DE LA FONTE EN FUSION ENTRE DEUX USINES DISTANTES DE PLUS DE 16 KILOMÈTRES

Le wagon-benne, pesant avec sa charge de fonte plus de 325 tonnes, est remorqué par une locomotive depuis les hauts fourneaux d'Hamilton, Ohio (E.-U.), jusqu'aux usines de l'American Rolling Mill Co., à Middletown.

Un chariot de coulée contenant 45 tonnes de métal

Les dimensions des hauts fourneaux étaient, au début du siècle dernier : hauteur, 5 mètres; volume, 10 à 15 mètres cubes. Elles sont aujourd'hui de plus de 30 mètres pour la hauteur et de plus de 800 mètres cubes pour le volume, avec une production atteignant entre 600 et 800 tonnes de fonte par vingt-quatre heures. Les convertisseurs modernes atteignent couramment 7 mètres de hauteur, 3 m. 60 de largeur, leur charge étant de 20 à 25 tonnes. On a construit dernièrement, en Allemagne, des convertisseurs allant jusqu'à 45 tonnes, charges auxquelles on n'aurait pas osé penser il y a quelques années. Les appareils de manutention ont subi une évolution semblable ; en particulier, on a réalisé, pour les grands convertisseurs de 45 tonnes, un chariot de coulée qui peut être considéré comme le plus grand du monde. Il est représenté sur la couverture de ce numéro, ainsi que sur la figure 1.

La partie inférieure du chariot se meut sur huit galets d'acier, et porte en son milieu l'axe principal creux en acier forgé. La partie supérieure est mobile autour de cet axe et repose sur un cercle de roulement.

Le dispositif, permettant de faire tourner la partie supérieure de 360° s'il est nécessaire, consiste en une couronne dentée, un pignon et une transmission par vis d'Archimède.

Dans les chariots construits jusqu'à présent, le dispositif de levée de la poche est hydraulique. Avec cet appareil, au contraire, tous les mouvements s'effectuent électriquement.

Les leviers supportent la poche par l'intermédiaire de deux chariots, qui peuvent être déplacés le long de ces leviers, grâce à deux vis et à des engrenages appropriés. Toutes les vis de commande sont protégées au moyen de tubes télescopiques, et toutes les roues sont munies de carters étanches.

La cabine est pourvue abondamment de portes et de fenêtres, permettant d'en surveiller tous les mouvements et contient tous les appareils de commande et les moteurs, pour amener la poche dans toutes les positions voulues, par rapport aux convertisseurs.

Le transport à grande distance du métal en fusion

A côté des appareils de ce genre, destinés à transporter le métal en fusion dans les

limites de l'usine, nous trouvons, en Amérique, des installations permettant le transport du métal en fusion d'une usine à une autre, les deux usines pouvant être distantes de plus de 20 kilomètres.

Parfois même, les usines produisant la fonte et celles effectuant l'affinage, sont situées de part et d'autre d'une rivière, ce qui nécessite la construction d'un ou plusieurs ponts spéciaux, suivant l'importance du trafic.

C'est ainsi que la Jones et Laughlin Steel Corporation possède, près de Pittsburgh, six hauts fourneaux édifiés sur la rive Nord d'une rivière et produisant la fonte destinée à l'affinage au convertisseur et au four Martin Siemens sur la rive Sud, les deux usines étant reliées par un pont spécial de 3 km 500 de longueur. Lorsque cinq des hauts fourneaux sont en pleine action, 24 trains par jour traversent ce pont, chaque train étant

composé d'une locomotive à vapeur et de deux « bennes » spéciales pour le transport de la fonte en fusion. Chacune de ces bennes pèse, à vide, 87 tonnes et peut contenir 90 tonnes de métal. On transporte ainsi près de 4.300 tonnes de fonte par jour.

D'autres usines, situées à Braddock, utilisent des bennes de 35 tonnes, chaque train comprenant quatre de ces bennes. Un total de 30 trains par jour transporte environ 4.200 tonnes de fonte en fusion. On compte, pour le transport des laitiers et des scories, environ 20 trains, constitués chacun par 11 bennes de 17 tonnes de capacité, ce qui représente plus de 3.800 tonnes par jour. Ces 50 trains, ajoutés à ceux qui amènent le minerai, le charbon et le coke,

ainsi qu'à ceux qui partent chargés de produits finis, font des abords de ces usines un des points où le trafic est le plus intense.

Des bennes spéciales, atteignant des dimensions inusitées, assurent le transport de la fonte en fusion, depuis un groupe de hauts fourneaux édifié à Hamilton (Ohio) jusqu'aux usines de l'American Rolling Mill Co à Middletown, dont nous avons déjà parlé plus haut. Ces deux usines sont distantes de plus de 16 kilomètres.

La figure 2 représente une de ces bennes géantes, pouvant contenir 150 tonnes de métal et pesant, avec sa charge, plus de 325 tonnes. L'isolation calorifuge de la benne est tel que la solidification (prise) du métal ne peut avoir lieu avant quarante-huit heures.

Ces quelques exemples montrent l'importance de la manutention mécanique dans les grandes aciéries modernes, qu'il s'agisse de transport du

métal en fusion entre deux usines plus ou moins éloignées, ou simplement à l'intérieur d'une seule usine.

Nous avons vu que, grâce à un accroissement de la puissance des unités productrices de fonte et d'acier, il est possible d'améliorer, d'une manière appréciable, le rendement de ces installations et, par conséquent, d'abaisser les prix de revient. Nous voyons de plus que le développement rationnel de la manutention mécanique et l'étude minutieuse des conditions de fabrication sont des facteurs tout aussi importants à ce point de vue, étant donné les économies de temps et de main-d'œuvre qu'ils permettent de réaliser.

JEAN BODET.

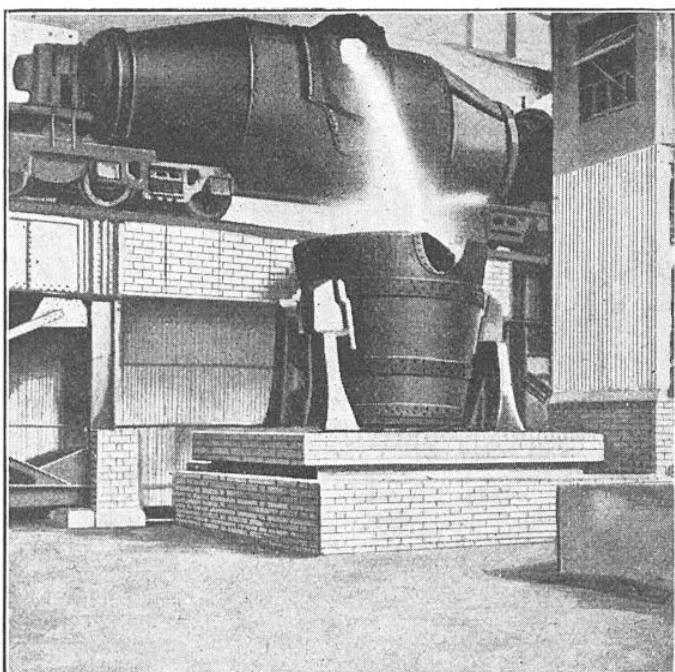


FIG. 3. — ARRIVÉE A L'USINE D'AFFINAGE, LA BENNE GÉANTE DÉVERSE UNE PARTIE DE SON CONTENU DANS UNE DES POCHES QUI CHARGERONT ENSUITE DIRECTEMENT LES CONVERTISSEURS ET LES FOIRS MARTIN

UNE SCIENCE NOUVELLE : L'AÉRODYNAMIQUE EXPÉRIMENTALE

COMMENT ON ÉTUDE, AUJOURD'HUI, LA « STRUCTURE » DU VENT

Par Jean LABADIÉ

Pour étudier expérimentalement un phénomène, deux conditions doivent être remplies : pouvoir reproduire le phénomène au gré de l'observateur, posséder des appareils de mesure assez précis pour tirer de l'observation les conclusions qui s'imposent. Or, pour l'étude de la « structure » (1) du vent, si on ne dispose évidemment pas des moyens nécessaires pour le créer à volonté, on peut, du moins, l'observer tous les jours dans des conditions constamment variables. Il restait donc à trouver des appareils de mesure assez précis pour fournir, d'une manière instantanée, à la fois la vitesse, l'inclinaison, l'orientation et l'accélération du vent. Ces appareils viennent d'être mis au point par la collaboration de plusieurs savants français qui, en se basant sur la variation de la résistance électrique d'un fil — préalablement porté au rouge blanc par l'électricité —, provoquée par le refroidissement dû au vent, ont établi un anémomètre ultra-sensible. Dans l'article ci-dessous, nos lecteurs trouveront un exposé précis des ingénieuses méthodes employées grâce auxquelles l'aérodynamique devient une véritable science expérimentale, avec toute la précision que comporte cette appellation.

La « structure » du vent

LES aéroplanes volent, et la science aérodynamique est encore dans les limbes. Voilà le paradoxe le plus troublant de notre époque, parce qu'il nous montre combien la mécanique des fluides a de champ devant elle et combien vastes s'annoncent, de ce fait, les progrès de l'aviation future. Dès qu'il possédera sa science rationnelle, l'avion progressera comme fit la machine à vapeur, du jour où l'on eut édifié la thermodynamique.

En attendant cette aérodynamique exacte — que les travaux, cependant admirables, de spécialistes tels que Boussinesq et M. Painlevé, nous obligent à rejeter dans un avenir lointain ---, il serait d'autant plus coupable de demeurer inactifs que les oiseaux nous donnent l'exemple. Utilisant le vent sans connaître ses lois autrement que par cette adaptation merveilleuse de la vie dans laquelle le geste passe toujours avant la pensée — et, chez l'homme, la prépare — les oiseaux représentent de parfaits « aérodynamiciens ». Les Mouillard et les Marey les observèrent passionnément, dans l'espoir de hâter la naissance de l'aviation.

(1) Par « structure » du vent, il faut entendre non sa composition, mais la manière dont les filets d'air se comportent pour former ce vent.

Aujourd'hui que, après les Wright, les Santos-Dumont, les Farman, les Blériot, des milliers d'aviateurs ont, eux aussi, prouvé le mouvement en volant, le problème demeure à peu près entier.

C'est pourquoi trois savants français : MM. Huguenard, Planiol, Sainte-Lagüie, se sont réunis autour d'un animateur enthousiaste, le docteur Magnan, et se sont mis au travail, suivant les principes mêmes de Marey, pour tirer de l'observation directe le maximum de données expérimentales précises, numériques.

Au moyen du cinéma et du chronographe, on relèvera directement, en plein air, les trajectoires de toutes sortes de « volateurs » (oiseaux et avions) et on les étudiera avec toutes les ressources de la mécanique rationnelle.

Mais, auparavant, il convient d'analyser les efforts que supportent les avions en vol afin de confronter leurs qualités aérodynamiques avec les incidents cinématographiés de l'extérieur, en chaque point de leur trajectoire. Cela nécessite l'organisation d'un vrai « laboratoire de bord » convenablement outillé.

Enfin, troisième point, il faut étudier, d'autant près que possible, la structure du milieu sustentateur, l'atmosphère ; le vol à voile est venu, en effet, par ses résultats

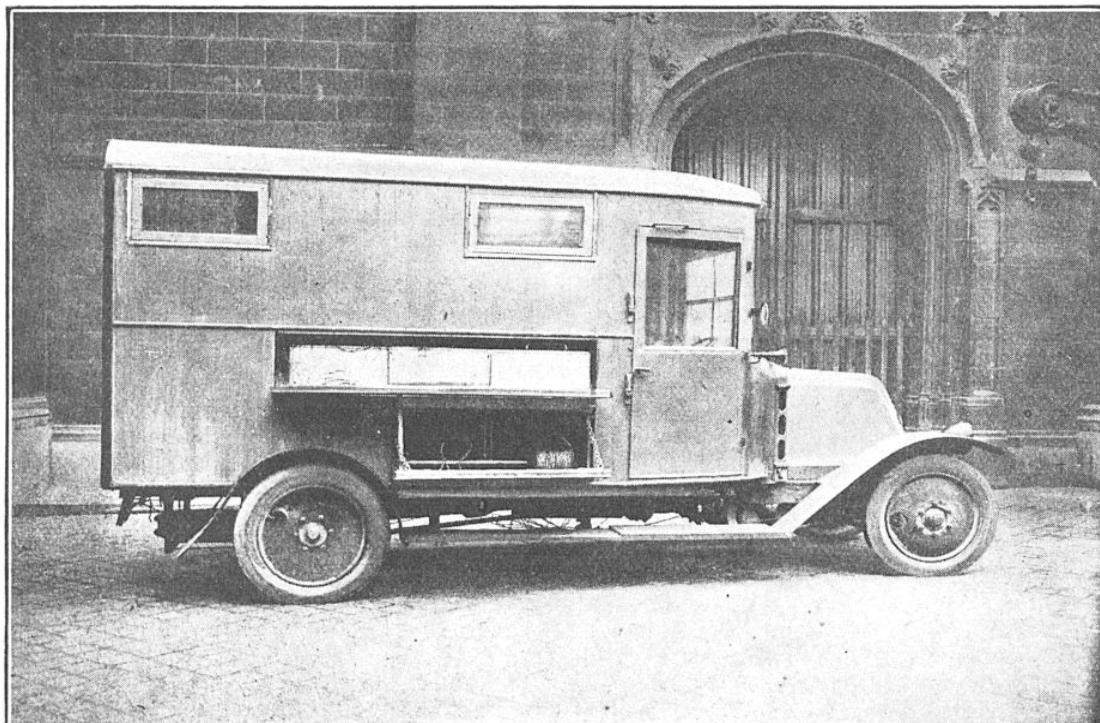
surprenants, nous montrer, fort à propos, comment Icare aurait pu tenir l'air une journée entière, s'il avait su, à défaut de moteur, mieux assembler ses toiles et ses bois, pour utiliser les moindres variations des courants aériens.

Tel est donc le programme *en trois points* que MM. Huguenard, Magnan, Planiol et Sainte-Lagüe ont entrepris de réaliser. Leurs travaux n'ont jamais été l'objet,

Les inconnues du problème de l'air

On sait quel mystère entoure, même aujourd'hui, les actions atmosphériques.

On ne connaît que les grandes lignes de la dynamique aérienne. On sait bien ce qu'est un vent alizé, une mousson, vents «de régime» allant d'une région chaude à une région froide et que la rotation terrestre influence selon des lois faciles à déceler. On sait encore



LA CAMIONNETTE SPÉCIALEMENT CONSTRUISTE PAR LE DOCTEUR MAGNAN ET SES COLLABORATEURS POUR LA CAMPAGNE D'ÉTUDE DE LA STRUCTURE DU VENT, EN DES STATIONS CLIMATÉRIQUES ET TOPOGRAPHIQUES AUSSI VARIÉES QUE POSSIBLE (FRANCE ET AFRIQUE)

pour le grand public, de l'exposé d'ensemble qu'ils méritent — cependant, récemment, M. d'Arsonval était dans l'obligation de rappeler devant l'Académie des Sciences que certaines méthodes publiées à l'étranger n'étaient qu'une répétition des procédés français H. M. P. (1). Nous allons donc tâcher de montrer ici comment ces savants français ont résolu le problème.

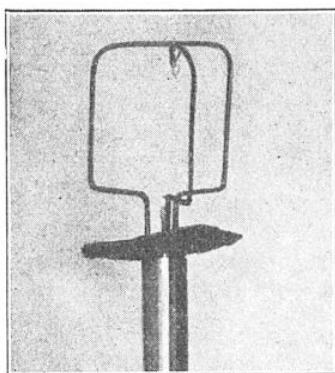
Nous nous bornerons, aujourd'hui, à l'étude des courants aériens, réservant, pour plus tard, l'avion-laboratoire et l'étude cinématographique du vol.

(1) Abréviation adoptée dans les milieux aéronautiques spécialisés pour désigner les appareils et procédés de MM. Huguenard, Magnan et Planiol.

ce qu'est un cyclone et les règles de sa marche... une fois qu'il est en marche. Mais on ignore ses lois de formation. Le cyclone, à son origine, n'est-il qu'un minuscule tourbillon, qui s'agrandit si les circonstances climatiques et géographiques s'y prêtent et qui s'éteint dans le cas de circonstances défavorables? Le point scientifique intéressant réside, en tout cas, dans le tourbillon initial jailli, sans doute, d'un vent thermique ascendant.

Voici un second exemple peu connu des non-initiés.

Un vent artificiel est orienté par des volets horizontaux (afin d'éviter le tourbillonnement). Si une maquette d'avion



LE MONTAGE MATÉRIEL DU « FIL CHAUD » ANÉMOMÉTRIQUE

Le fil électriquement chauffé, dont le refroidissement indique la vitesse du vent, est tendu verticalement au centre de ce cadre. Son extrême ténacité le rend ici, invisible.

sens vertical. Comment va se comporter la maquette dans ce vent ondulé ?

D'une façon inattendue : sa résistance au vent diminue ! Mais voici qui est mieux : si l'oscillation imprimée aux volets atteint et dépasse une certaine amplitude, la résistance opposée par l'avion devient subitement nulle, puis négative. Autrement dit, l'avion est *aspiré par le vent*, au lieu d'être repoussé. Cet effet, encore peu éclairci du point de vue théorique, a été découvert expérimentalement en Allemagne par Katzmayr et Betz. Reportez-vous maintenant aux conditions réelles de vol et songez à l'influence que peut avoir sur un aéroplane une de ces vagues d'air, auxquelles les pionniers de l'aviation attachèrent une grande importance, et dont l'étude fut ensuite délaissée jusqu'au jour où le vol plané vint poser ce point d'interrogation concernant toutes les *variations quasi instantanées des courants aériens*.

Le « fil chaud », anémomètre ultra-sensible

Comment déceler ces variations fugitives du vent, dont

est suspendue au sein du courant, elle accuse une certaine *résistance* à ce vent artificiel.

Imprimons aux volets directeurs de la soufflerie une oscillation autour de leur position horizontale. La masse d'air prend alors une forme ondulée, comme le jet d'eau sortant de la lance d'un arrosoeur qui l'agit dans le

nous venons d'apercevoir toute l'importance pratique ? L'instrument qu'il faut inventer pour leur mesure devra être aux vulgaires anémomètres et girouettes, ce que le microscope est à la loupe.

L'anémomètre, simple moulin à vent chargé d'en mesurer la vitesse, si délicatement construit qu'il soit, possède toujours une « *inertie* ». Autrement dit, sa roue réalise un effet de volant qui ne lui permet pas de suivre les variations rapides du vent. L'appareil, au lieu de diagrammes à pointes aiguës, fournira des courbes arrondies, molles, sans grande valeur indicative. On pourrait en dire autant de la girouette dont le balancement mécanique ne saurait se mouler sur les oscillations d'un vent agité : elle n'indique, en somme, que les *directions moyennes*, non des directions instantanées.

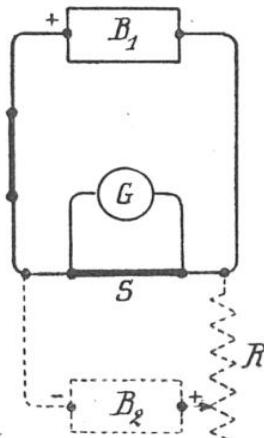
Il faut donc inventer un anémomètre et une girouette dépourvus de toute inertie. En voici le principe :

Si nous plaçons dans un courant d'air un fil métallique électriquement chauffé au rouge blanc, le courant d'air, en *refroidissant* ce fil, diminue sa résistance électrique. Cette diminution est facile à mesurer (nous allons voir par quel procédé). La diminution de résistance sera proportionnelle au *débit* de l'air qui lèche la paroi du fil, donc proportionnelle à la vitesse du vent. Et l'effet se trouve réalisé, ici, d'une manière instantanée, comme la plupart des effets électriques. Donc le *fil chaud* constitue l'anémomètre théorique parfait, indiquant les vitesses instantanées d'un courant d'air au moyen d'un simple galvanomètre.

Le montage pratique de l'appareil

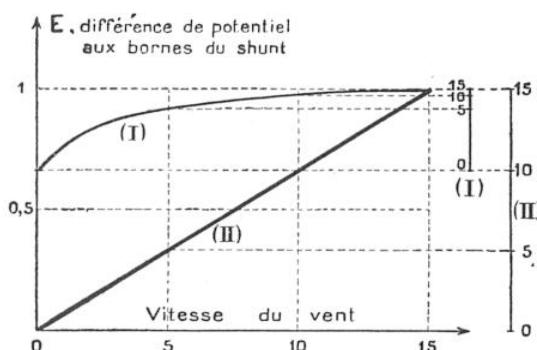


LE FIL CHAUD DANS LA CAGE MÉTALLIQUE DESTINÉE À RÉGULARISER LE SOUFFLE DU VENT (ÉLIMINER LES TOURBILLONS)



LE MONTAGE ÉLECTRIQUE DU FIL CHAUD

Le fil chaud est représenté schématiquement par le trait gras vertical (à gauche) inséré sur le circuit électrique B₁ (batterie principale), S (shunt), G (galvanomètre). Le circuit pointillé est un circuit compensateur dont la fonction est expliquée sur un graphique spécial. Il se compose d'une batterie auxiliaire B₂ et d'une résistance variable R, le tout branché sur le shunt du galvanomètre.



COURBES DE SENSIBILITÉ DU FIL CHAUD

(I) Courbe indiquant les déviations du galvanomètre dans le cas du montage simple (sans batterie auxiliaire). Au-dessus de la vitesse de 10 mètres à la seconde, l'appareil est insensible. (II) Courbe montrant la régularité des déviations strictement proportionnelles aux vitesses du vent, dans le cas du montage compensé (avec batterie auxiliaire).

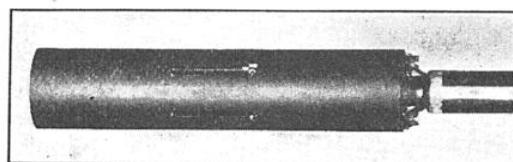
n'est peut être pas aussi simple qu'il paraît.

Si l'on se contente de chauffer (avec une batterie d'accus) le fil anémométrique et de mesurer les variations de résistance par un galvanomètre « shunté », la « courbe de sensibilité » de l'appareil est vite décroissante : un vent de 15 mètres à la seconde se traduit par une tension à peu près indifférenciable de celle que produit un vent de 10 mètres par seconde. Ce n'est qu'au-dessous de cette vitesse que les indications de l'appareil prennent une amplitude facile à lire. Les auteurs ont paré à cet inconvénient par un montage compensateur (qui fait intervenir une seconde batterie) grâce auquel la courbe de sensibilité devient rec-

tiligne : autrement dit, les déviations de l'appareil deviennent proportionnelles aux vitesses du vent et, par conséquent, les mesurent directement.

En possession de ce montage, on lui adjoint un dispositif d'enregistrement automatique, c'est-à-dire un *oscillographe* enregistrant sur une bande de papier une mesure continue des variations observées. Et, naturellement, il faut se garder de perdre ici le bénéfice gagné par le fil chaud ; *l'absence d'inertie* doit demeurer la qualité première d'un tel oscillographe. Celui qui fut conçu par MM. Huguenard, Magnan et Planiol fournit ses indications au moyen d'un rayon de lumière que réfléchit un minuscule miroir oscillant.

Un exemple clair va nous donner une

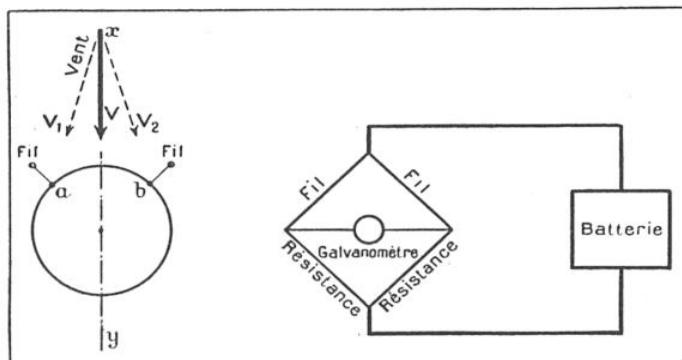


LA GIROUETTE A FILS CHAUDS

Sur un cylindre lisse, deux fils chauds disposés symétriquement indiquent l'inclinaison du vent.
(Voir schéma ci-dessous.)

idée de la sensibilité de l'appareil. Si l'on promène le fil chaud à l'intérieur d'un tuyau sonore, l'appareil indique les variations du courant d'air (qui change périodiquement de sens, à l'intérieur d'une onde stationnaire). Ces changements s'effectuant à raison de plusieurs centaines d'inversions par seconde, on voit combien souple se révèle l'anémomètre H. M. P.

Il ne reste plus qu'à *l'étalonner*, c'est-à-dire à le soumettre à des courants d'air de vitesses connues et graduées avec soin (dans une soufflerie de laboratoire). Cet étalonnage devra, d'ailleurs, être constamment surveillé et vérifié, au cours de la campagne d'observations. C'est en vue d'une telle vérification permanente que la camionnette-laboratoire H. M. P. (qui a déjà fait de nombreuses stations, tant en France qu'en Tunisie) comporte une soufflerie, en dehors des appareils de mesure des caractéristiques du vent que nous décrivons ici.



LE MONTAGE DE LA GIROUETTE A FILS CHAUDS

A gauche, vue en coupe du cylindre supportant les deux fils. A droite, montage électrique. Suivant que l'un des fils est plus ou moins refroidi relativement à l'autre, le galvanomètre inséré entre les deux (pont de Wheatstone) marque une déviation positive ou négative.

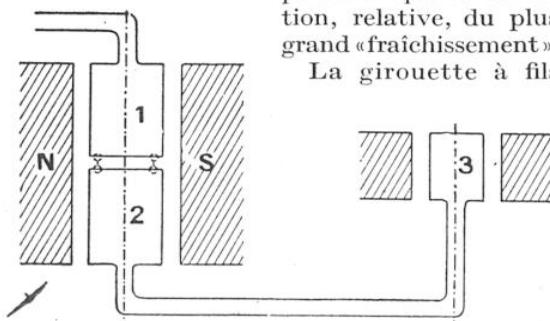
La « girouette » à fils chauds

L'application des fils chauds à la mesure des *déviations* du vent n'est guère plus compliquée.

Plaçons deux fils chauds suivant les génératrices d'un cylindre et exposons ce cylindre à un courant d'air. Si le courant frappe le cylindre dans le plan de symétrie des fils, il refroidit également l'un et l'autre. Il est donc facile, en faisant pivoter le cylindre sur son axe, d'amener l'appareil dans cet état d'égal refroidissement : à ce moment, la direction du vent coïncide avec le plan de symétrie du cylindre, situé à égale distance des deux fils chauds.

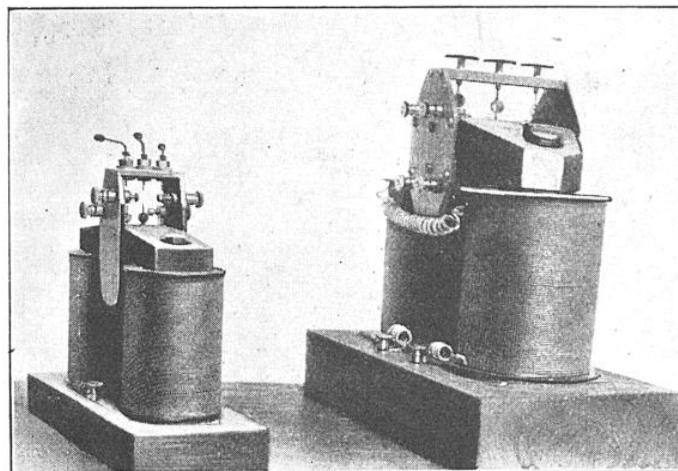
Mais ce n'est pas suffisant. L'appareil doit demeurer immobile et indiquer, de lui-même, les variations d'orientation du vent. Il faut donc établir un *montage différentiel*, indiquant, à chaque instant, de combien l'un des fils est *plus refroidi* que l'autre. Cette « différence de refroidissement » indiquera de quel côté du cylindre le vent souffle le plus intensément. Rappelez-vous l'expérience du doigt humide et haut levé, lorsqu'en pleine campagne vous désirez connaître la direction d'un vent faible. Le côté qui « fraîchit » marque cette direction. Mais sachez bien que l'ensemble de votre doigt fraîchit, seulement vous ne percevez que la sensation, relative, du plus grand « fraîchissement ».

La girouette à fils



CONJUGAISON DU CONVERTISSEUR ET DE L'OSCILLOGRAPHIE

A gauche, le convertisseur reçoit sur le cadre 1 les variations de courant provenant des fils chauds. Le cadre 2 (mécaniquement lié, mais non électriquement) au cadre 1 éprouve, de la part de l'aimant NS, une réaction, fonction de celle qu'éprouve le cadre 1 mais très différente d'elle (voir le texte). C'est cette seconde réaction qu'enregistre l'oscillographie 3, à droite.



LES APPAREILS DE MESURE : A GAUCHE, L'OSCILLOGRAPHIE ; A DROITE, LE CONVERTISSEUR

(Voir le schéma ci-dessous.)

chauds H. M. P. ne procède pas autrement, à ceci près que le « doigt » sensible H. M. P. se promène le long d'un poteau ou d'un pylone, à toutes les hauteurs désirables.

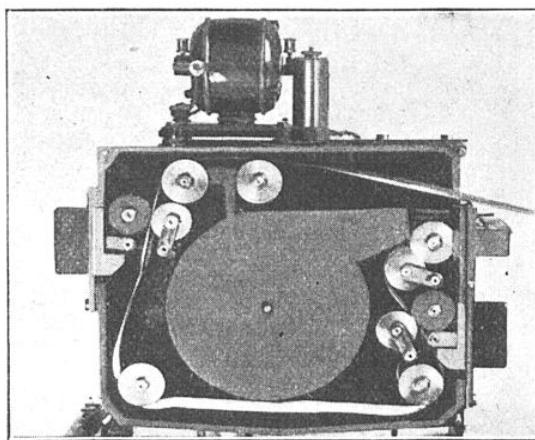
Cette girouette placée horizontalement indiquera les « ondulations » du vent relativement au sol.

Il était, enfin, indispensable de combiner la *girouette* et l'*anémomètre* de manière à posséder, sur le même graphique, la *vitesse* et l'*orientation* instantanées du vent.

On pourrait croire que la complexité du phénomène d'écoulement des filets d'air sur la paroi cylindrique va rendre impossible cette réunion des deux mesures et même que le tourbillonnement va influencer l'indication de l'orientation vraie. Les auteurs ont procédé à de minutieux étalonnages de leur girouette (en soufflerie), desquels il résulte que les erreurs ne dépassent jamais 10 % de l'inclinaison réelle du vent sur le plan de symétrie des fils.

Un dernier perfectionnement : la mesure des accélérations du vent

Pour que les résultats obtenus de l'étude du vent puissent être utilisés dans celle des avions et des oiseaux en vol, il faut connaître non seulement la *vitesse*, l'*inclinaison* et l'*orientation* du vent en chaque point du trajet effectué par le « volateur », mais encore son *accélération*. Ce sont les accélérations accidentielles du vent qui — de par la formule bien connue — viennent s'ajouter à celle de la pesanteur, doublent ou triplent brusquement le *poids apparent* de l'appareil



CET APPAREIL ENREGISTRE AUTOMATIQUEMENT LES VARIATIONS DU VENT

Le spot lumineux, venant du miroir oscillant de l'oscillographie, impressionne la bande de papier photographique, qui se déroule à une vitesse constante et se fixe simultanément dans la cuve circulaire centrale.

ou l'effort supporté par l'une quelconque de ses parties.

Était-il possible d'obtenir directement d'un appareil à fils chauds, l'accélération du vent? C'était un problème difficile que M. Huguenard a résolu avec sa maîtrise habituelle. Son appareil « convertisseur » (qui ne saurait être décrit ici dans ses détails) se compose d'un système de deux électroaimants. Un cadre, qui reçoit le courant du fil chaud, tourne, de ce fait, d'un certain angle dans le champ magnétique du premier aimant. Mais il entraîne mécaniquement (dans ce même champ) un second cadre, dont le mouvement angulaire crée une force électromotrice induite. Cette nouvelle force mesure, non pas la résistance du fil chaud (comme dans l'oscillographe simple) mais la vitesse d'accroissement de cette résistance. Comme celle-ci représente la vitesse du vent, la vitesse d'accroissement de la résistance représente donc la vitesse d'accroissement de la vitesse du vent, c'est-à-dire, par définition, une accélération.

Recueilli par un oscillographe séparé (second électroaimant), le nouveau courant induit traduira donc exactement, dans cet oscillographe, l'accélération instantanée du vent au moment précis où l'on effectue la mesure.

Les premières campagnes de mesure et leurs résultats

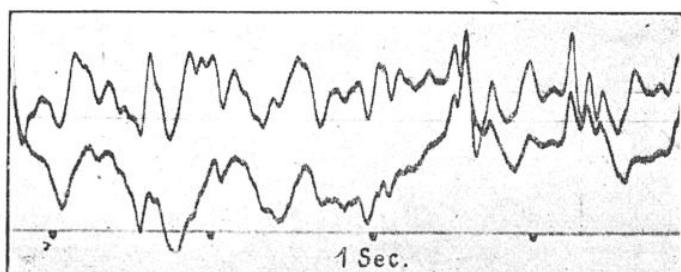
Telle est la technique éminemment subtile que MM. Huguenard, Magnan et Planiol ont mise au point avant d'entrer en campagne.

L'appareillage complet est installé sur une camionnette-laboratoire apte aux grands déplacements nécessaires pour étudier les régimes de vents les plus variés. La camionnette H. M. P. s'est rendue à l'île de Ré, pour étudier les vents du large ; sur le mont Ventoux, pour étudier celui des hautes régions atmosphériques ; dans la Crau, pour analyser le mistral ; dans le sud tunisien, à Médéline, pour observer les vents thermiques ascendants des régions désertiques.

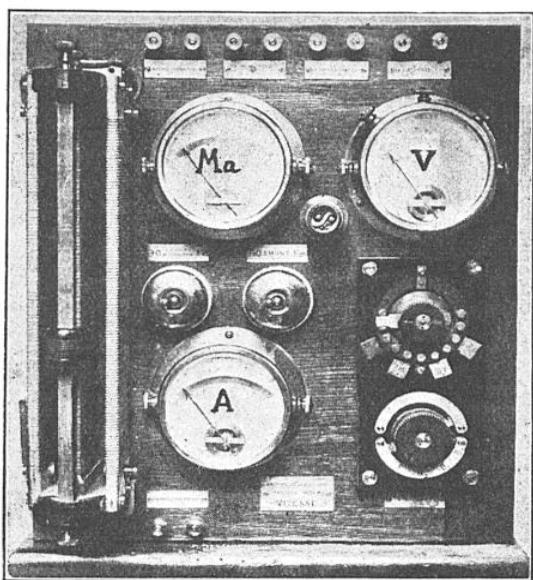
Rien n'est plus curieux que les bandes enregistrées rapportées de ces campagnes. Ces enregistrements démontrent que les variations de vitesse du vent dépendent surtout des conditions locales. Ainsi, le mistral soufflant sur la plaine de la Crau, après avoir rencontré les Montagnettes de Provence (ou, simplement, les îlots d'arbres qui parsèment cette plaine) est fortement agité. La vitesse du courant aérien baisse parfois de moitié en moins d'un tiers de seconde, pour remonter aussitôt après au-dessus de sa valeur moyenne, etc.

Par contre, le mistral étudié au sommet du Ventoux, à 1912 mètres d'altitude, a perdu une grande partie de son agitation. Il ressemble au vent marin qui s'écoule au-dessus d'une mer relativement calme.

En Tunisie, les tourbillons du désert, parfois matérialisés, devant les expérimentateurs, par des trombes de sable, ont été analysés jusqu'à 18 mètres au-dessus du sol : leur agitation va croissant, avec l'altitude. A l'île de Ré, certain jour, ce fut la



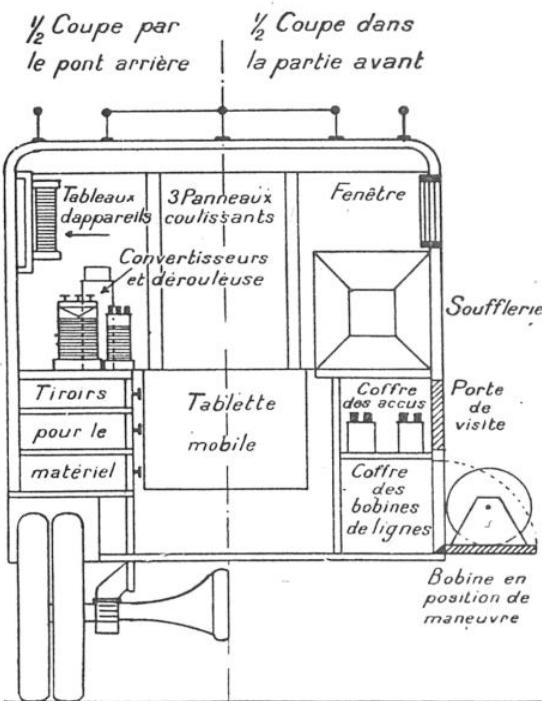
L'OSCILLOGRAMME OBTENU AVEC L'APPAREIL CI-DESSUS
En haut : la courbe des vitesses du vent à chaque fraction de seconde (l'ensemble du graphique concernant une seule seconde). En bas : les changements d'inclinaison du vent concomitants avec les variations de vitesse.



LE TABLEAU DES MESURES

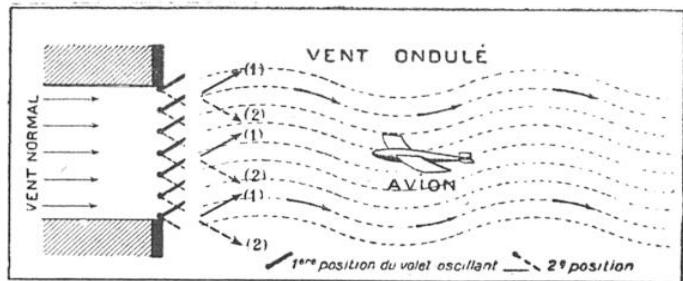
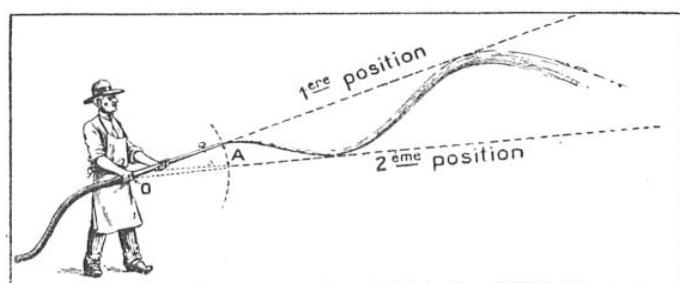
V, voltmètre ; Ma, milliampermètre ; A, ampèremètre. A gauche : résistances.

tempête qui offrit son champ d'observation ; mais les mâts porteurs des appareils plierent d'abord sous le vent, comme le roseau de la fable, puis furent violem-



LE MONTAGE ÉLECTRIQUE A L'INTÉRIEUR DE LA CAMIONNETTE « H. M. P. »

Il résume tous les détails décrits dans l'article. Une soufflerie d'étalonnage des fils chauds est installée à droite.



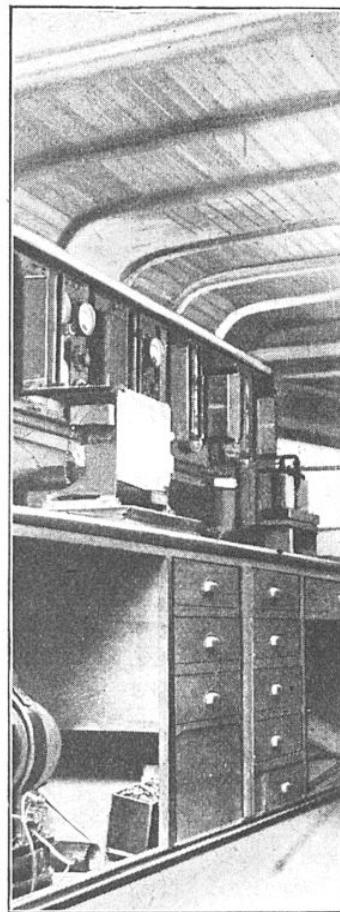
L'EFFET KATZMAYR

Le vent soumis à une ondulation par des persiennes oscillantes (à la manière d'un jet d'eau brandi par une lance) rencontre des résistances diminuées sur l'obstacle qu'on lui oppose. Sur un avion, cette résistance peut devenir nulle et même négative. L'avion est aspiré.

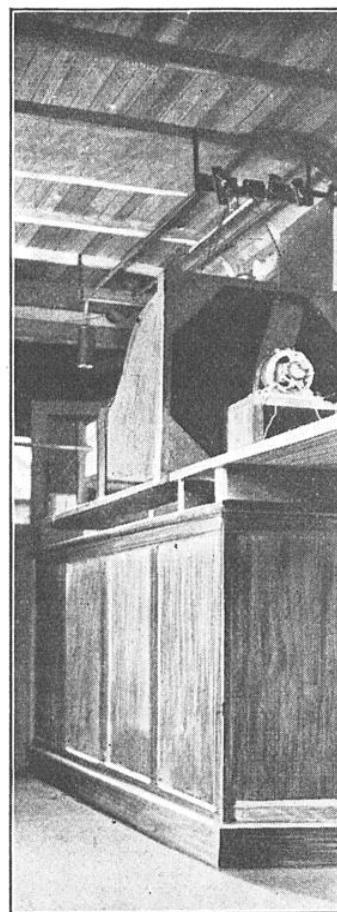
ment arrachés... comme le chêne.

A Marignane, sur le champ d'aviation, les fils chauds purent être montés à des hauteurs plus considérables, contre un pylone de T. S. F. Mais il est bien évident que nos observateurs manquent surtout d'observatoires commodes. L'étude de la structure du vent est, sans doute, la plus intéressante tout près de la surface du sol, au voisinage des obstacles ; cependant des sondages en hauteur s'imposent. Les résultats qu'ils permettent d'obtenir peuvent, en effet, être très utiles pour la navigation aérienne. Il est une bonne manière d'y procéder, en utilisant le câble d'amarrage d'un ballon captif et en faisant coulisser, le long de ce câble, les girouettes et anémomètres. Cette méthode a été mise en œuvre, exceptionnellement, par les savants, quand l'occasion s'en est présentée.

Enfin, une observation curieuse résulte de l'ensemble général des mesures. Le vent, avons-nous dit, procède par saccades, par ondulations continues; bref, il se mouvrait par véritables lames de fonds, intérieures à sa masse. Or, si l'on prend la moyenne des longueurs des perturbations observées par la méthode H. M. P. — longueur obtenue en multipliant la vitesse du vent par la durée de la perturbation — on trouve que cette « longueur moyenne » des vagues aériennes possède une valeur à peu près constante : 375 mètres. Voilà une loi bien inattendue, qui décélérerait l'un de ces rythmes internes des grandes masses fluides de la nature, tel celui qui veut, d'après le dicton marin, que la neuvième vague de la mer soit toujours plus forte que les autres.



L'INTÉRIEUR DE LA CAMIONNETTE
A gauche : les appareils de mesure (notamment le convertisseur).
A droite : la soufflerie d'étalonnage pour régler les fils chauds.



* * *

L'étude méthodique de la structure du vent commence donc à peine, avec les travaux de MM. Huguenard, Magnan et Planiol. L'important était de posséder des appareils de mesure parfaitement adaptés. Désormais ils existent. On les imite à l'étranger.

Les résultats de semblables mesures, nous le verrons, ne révèlent toute leur valeur pratique que par leur conjugaison avec les deux autres chapitres du programme : les

mesures à bord des avions (où les fils chauds interviennent à côté d'autres appareils) et l'étude cinématographique du vol. Nous verrons que les résultats de l'ensemble de ces études expérimentales peuvent former la base de progrès nouveaux en aviation.

JEAN LABADIÉ.



LES RÉSEAUX AÉRIENS TÉLÉPHONIQUES ET TÉLÉGRAPHIQUES CÈDENT LA PLACE AUX CABLES SOUTERRAINS

Par Lucien FOURNIER

Le 7 août prochain sera inauguré le câble de Lyon à Marseille, prolongement de celui qui relie Paris à Lyon, depuis le 2 mai dernier ; le 20 août, Paris et Bordeaux communiqueront également par un câble souterrain. Nos lecteurs savent que, déjà, fonctionnent les câbles Paris-Strasbourg(1), Paris-Lille, Paris-Boulogne, Paris-Le Havre. Les progrès de la technique téléphonique et télégraphique ont permis, en effet, d'accroître considérablement le nombre de communications possibles sur un même câble, qui comporte plusieurs centaines de paires de conducteurs (en Amérique, on est arrivé à 1.800 paires par câble). Ainsi, entre Paris et Lille, le trafic par ligne aérienne, qui était de 1.500 communications par jour en 1926, est passé brusquement, grâce au câble souterrain pupinisé (2), à 4.500. Nos lecteurs trouveront ci-dessous un exposé précis des conditions de fonctionnement de ces câbles, de la construction et de la pose du câble Paris-Marseille, qui sera, par la suite, prolongé jusqu'à Nice.

Le réseau téléphonique souterrain français

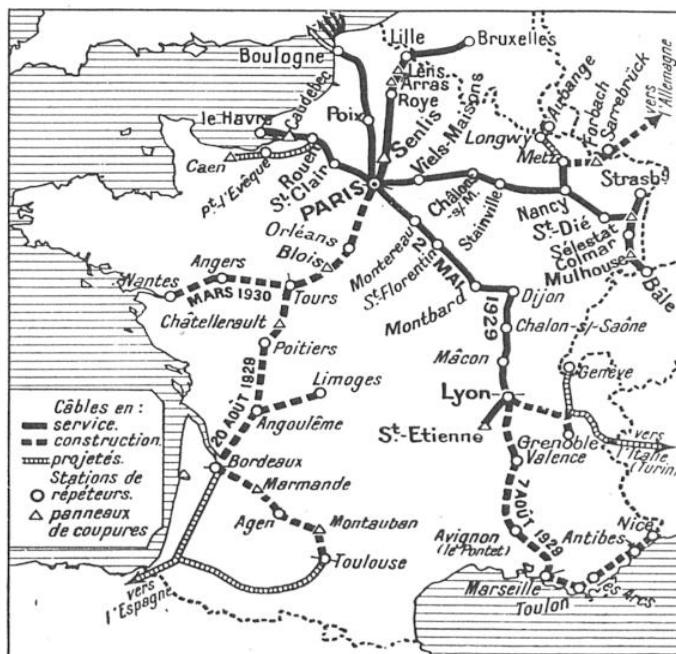
L'exécution du programme de constructions de câbles télégraphiques et téléphoniques se poursuit très activement. En dehors de ceux déjà posés ou en voie d'achèvement, nous pouvons annoncer que, l'an prochain, Nantes et Angers bénéficieront de communications souterraines avec Paris, par Tours. On construira ensuite les embranchements Angoulême-Limoges, Bordeaux-Toulouse, puis, un peu plus tard, la communication Nancy-Sarrebruck, qui

(1) V. *La Science et la Vie*, n° 125, page 375.

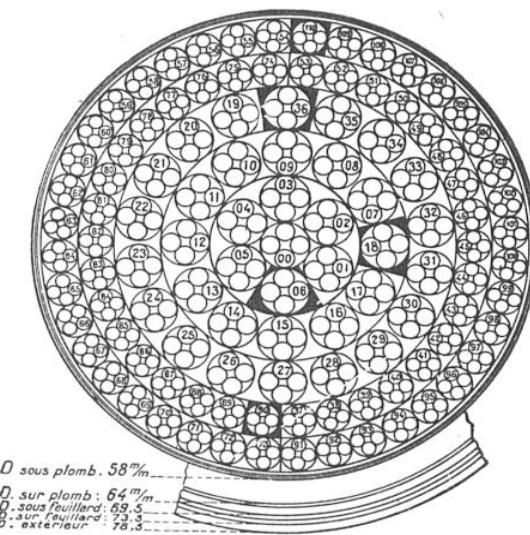
(2) V. *La Science et la Vie*, n° 65, page 351.

deviendra la liaison normale avec l'Allemagne, avec embranchement sur Longwy-Aubange et la Belgique. Paris sera également relié à Caen, par Rouen, pour assurer le service des plages normandes. Le câble de Paris à Bordeaux sera prolongé jusqu'en

Espagne et, afin d'éviter les perturbations causées par le réseau électrifié des chemins de fer du Midi sur les lignes téléphoniques aériennes, un câble reliera également Toulouse au câble Bordeaux-Espagne, aux environs de Dax. De Lyon, un nouveau câble sera posé jusqu'à la frontière, pour être prolongé jusqu'à Turin par les soins du gouvernement italien. Grenoble d'abord, puis Genève seront aussi reliées au



LE RÉSEAU FRANÇAIS DES CÂBLES TÉLÉGRAPHIQUES ET
TÉLÉPHONIQUES A GRANDE DISTANCE



COUPE DU CABLE DE PARIS A LYON

Les 37 quartes, de 00 à 36, sont destinées aux communications à deux fils. Ces fils sont isolés par une bande de papier, et chaque quarte est entourée d'un filin de coton blanc. Les 37 quartes, de 37 à 73, forment les circuits (sens Paris-Lyon) de communications à quatre fils; elles sont entourées de filins bleus. Les 37 quartes, de 74 à 110, forment les circuits (sens Lyon-Paris) des communications à quatre fils; elles sont entourées de filins rouges. Ces diverses colorations permettent de différencier aisément les groupes dans l'exécution des épissures. Sur chaque couche, les quartes se comparent à partir d'une quarte recouverte d'un filin noir (représenté par un entourage noir sur la figure).

réseau français par deux tronçons de câble, qui viendront se souder à celui de Lyon à Turin. Enfin, le câble de Paris-Lyon-Marseille sera prolongé jusqu'à Nice pour assurer un service téléphonique régulier entre Paris et la Côte d'Azur, service jusqu'ici à peu près inexistant.

Déjà, de grosses améliorations ont été constatées dans les régions favorisées par les premiers câbles. Ainsi, en 1926, avant la pose de l'artère souterraine, le trafic entre Paris et Lille était de 1.500 communications par jour; en 1927, dès la mise en service du câble, il atteignait 4.500 communications. Le record de l'augmentation du trafic a été enregistré entre Paris et Paris-Plage, les échanges journaliers étant passés de 300 communications à 1.100 de 1927 à 1928. Entre Paris et Berlin, le trafic s'est élevé de 150 à 550, indépendamment de la création de nouveaux circuits directs avec les principales villes de l'Allemagne, tels que le Paris-Hambourg, qui écoule journal-

lement plus de 120 communications. Entre Paris et Bruxelles, les chiffres se relèvent de 1.250 à 2.750.

Comment on assure les conversations téléphoniques sur un câble souterrain

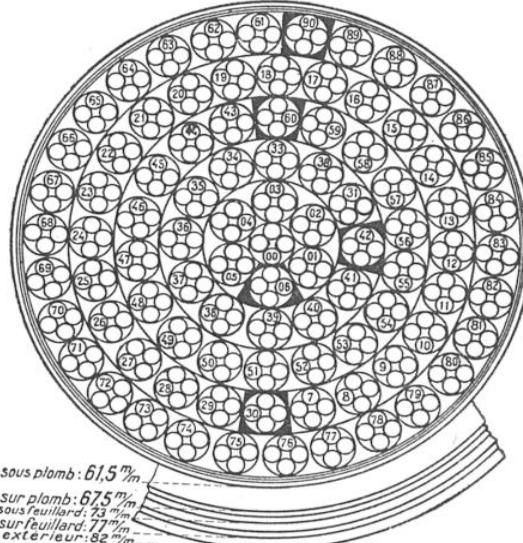
Rappelons sommairement quelques principes généraux auxquels est soumise l'intelligibilité des conversations sur un câble.

Elle dépend du son reçu, de la distorsion, des bruits parasites et des effets d'écho.

Volume de son reçu. — Dans un câble, les fils ont un diamètre beaucoup plus faible que les fils aériens; ils présentent donc une résistance assez grande au passage des courants, et, étant très rapprochés les uns des autres, ils offrent une grande capacité mutuelle.

Pour ces raisons, les courants de conversation, dont la valeur au départ de l'appareil est en général de l'ordre de 1 à 2 milliampères, s'affaiblissent très rapidement. C'est pourquoi il est impossible de dépasser, sur les câbles téléphoniques ordinaires, une distance de 25 à 30 kilomètres. On remédie en grande partie à cet inconvénient par la *pupinisation* (1), qui consiste à intercaler des bobines de self-induction en série sur la ligne à des distances très régulières.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 125, page 375.



COUPE DU CABLE DE LYON A MARSEILLE

Ce conducteur comprend : 31 quartes à deux fils, de 00 à 30, entourées de filins blancs; 30 quartes à quatre fils, de 31 à 60, sens Lyon-Marseille, entourées de filins bleus; 30 quartes à quatre fils, de 61 à 90, sens Marseille-Lyon, entourées de filins rouges.

La pupinisation permet de réduire l'affaiblissement de la ligne au tiers de sa valeur environ. Ajoutons qu'un circuit pupinisé et muni de relais amplificateurs se comporte comme un filtre de bande (1), c'est-à-dire qu'il ne laisse passer les courants que sur une bande déterminée de fréquence, à l'exclusion des fréquences inférieures et supérieures aux deux limites, qui sont complètement arrêtées.

La distorsion. — Le long d'une ligne téléphonique, l'affaiblissement n'est pas le même pour toutes les fréquences. Or, une conversation est un assemblage de sons ayant chacun leur fréquence propre. A son arrivée dans le récepteur, la parole est donc déformée. Cette déformation constitue la distorsion, à laquelle les techniciens donnent le nom de *distorsion linéaire*. Il arrive de plus que des fréquences étranges prennent naissance pendant la transmission des courants

sur la ligne et augmentent encore la déformation de la parole. On combat ce dernier phénomène, appelé *distorsion non linéaire*, par un choix judicieux des matériaux qui entrent dans la construction des bobines Pupin et des transformateurs, et en ne surchargeant pas les lampes triodes des relais amplificateurs.

La distorsion linéaire est très importante sur les câbles de réseau non pupinisés. Si, par exemple, les courants de fréquence

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 141, page 245.

1.000 sont peu affaiblis, ceux de fréquence 1.200 le seront un peu plus, et ceux de fréquence 2.000 beaucoup plus. D'où distorsion, c'est-à-dire réduction de l'intelligibilité.

La pupinisation réduit déjà notablement la distorsion en provoquant un affaiblissement plus uniforme dans la bande de fréquences transmises. On élimine à peu près

complètement la distorsion sur les câbles à grande distance en disposant, à l'entrée des relais amplificateurs, des dispositifs correcteurs, qui atténuent les fréquences basses de manière à compenser exactement les différences d'affaiblissement dues à la ligne.

Il peut cependant se produire dans les lampes amplificatrices des phénomènes de réaction, analogues à ceux que l'on utilise en T. S. F. dans la construction des appareils ; mais, ici, la réaction devient un défaut qui produit également de la distorsion.

L'écho. — Sur un circuit de 1.000 kilo-

mètres, par exemple, le courant met un seizième de seconde pour parvenir à destination ; mais, en cas de déséquilibre dans l'équipement électrique, une petite partie de ces courants revient au point de départ et constitue le phénomène de l'écho. Comme il est très difficile d'agir sur les causes qui le produisent, on intercale dans les circuits des étouffeurs d'écho, constitués de telle sorte que le courant de transmission qui se propage dans une direction coupe la transmission dans la direction opposée par arrêt



DÉROULEMENT DU CABLE SUR LE PONT DE BOMPAS, SUR LA DURANCE, PRÈS D'AVIGNON

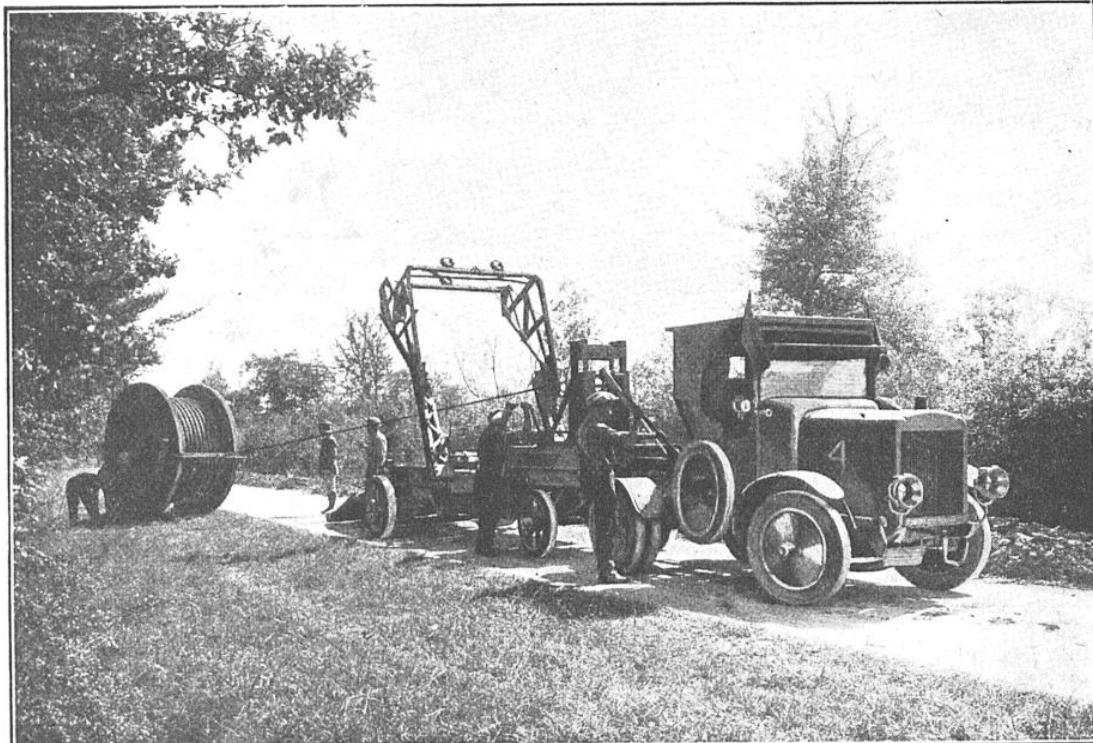
Cette nouvelle dérouleuse a été construite spécialement pour la pose du câble par la L.T.T. (Lignes Télégraphiques et Téléphoniques)

d'un amplificateur. L'écho ne trouvant plus de passage est ainsi supprimé.

Bruits parasites. — Lorsqu'une partie de la puissance d'un circuit passe dans un circuit voisin par induction électromagnétique ou électrostatique, ou encore par contact, on dit qu'il y a *diaphonie*. Ce phénomène ne peut être évité que par un ensemble de précautions prises au cours de la construction du câble, en disposant conve-

et Lyon est de 502 kilomètres. Il comporte 111 quartes, soit 444 fils, qui sont distribuées comme le montre notre figure page 46.

On peut se rendre compte, en se reportant à l'article sur le câble Paris-Strasbourg (1), que la distribution des conducteurs est, ici, parfaitement symétrique. On ne fait plus de distinction, d'ailleurs, entre les conducteurs télégraphiques et téléphoniques, la nouvelle technique adoptée dans l'exploita-



LE CHARGEMENT D'UNE BOBINE DE CABLE SUR LA DÉROULEUSE

Ce chargement s'effectue à l'aide d'un treuil porté par la remorque de la dérouleuse.

nablement les circuits à deux fils et ceux à quatre fils. Quant aux bruits provenant des courants industriels, ils sont, en général, peu sensibles sur les câbles bien construits.

Le câble de Paris à Lyon

La section entre Paris et Lyon est actuellement en service, et les résultats obtenus sont supérieurs à ceux que donne le câble Paris-Strasbourg, qui a été le premier type de câble construit par la L. T. T. C'est que d'importantes améliorations ont été introduites dans cette fabrication, par l'emploi de machines très perfectionnées, ainsi que dans les procédés de pose.

La longueur totale du câble entre Paris

et Lyon est de 502 kilomètres. Il comporte 111 quartes, soit 444 fils, qui sont distribuées comme le montre notre figure page 46.

On peut se rendre compte, en se reportant à l'article sur le câble Paris-Strasbourg (1), que la distribution des conducteurs est, ici, parfaitement symétrique. On ne fait plus de distinction, d'ailleurs, entre les conducteurs télégraphiques et téléphoniques, la nouvelle technique adoptée dans l'exploita-

Mais, dans un but économique, on utilise un mode de câblage à paires combinables, c'est-à-dire que deux paires de conducteurs, deux circuits, peuvent fournir un troisième circuit dit « combiné » ou « fantôme » (2). Chaque quarte fournit donc deux circuits téléphoniques réels et un circuit fantôme.

On voit, sur notre dessin, que les quartes sont distribuées géométriquement, par couches régulières, autour de la quarte cen-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 103, page 49.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 65, page 351.

trale. Celle-ci est entourée d'une couronne de six quartes, elle-même enveloppée par deux couronnes concentriques de quartes, dont les fils ont le même diamètre (1 mm 3) que ceux des quartes précédentes. Ces 37 quartes centrales sont destinées à constituer des circuits à deux fils, qui sont suffisants pour permettre les conversations téléphoniques sur les moyennes et courtes distances.

Les deux couronnes de quartes extérieures à cet ensemble comportent 74 quartes destinées à constituer des circuits à quatre fils de 0 mm 9 de diamètre, réservés aux communications sur les longues distances.

Les fils de la première catégorie sont entourés de filins de coton blanc et les autres de filins bleus ou de filins rouges. On différencie ainsi les conducteurs qui servent à la transmission dans un sens, Paris-Lyon, par exemple, de ceux qui sont attribués à la transmission dans le sens opposé.

Nous avons dit plus haut que les mêmes circuits sont attribués indifféremment à l'exploitation télégraphique et à l'exploitation téléphonique. On réalise cette unification en transformant les courants continus issus des appareils télégraphiques en courants alternatifs modulés avant leur entrée sur les conducteurs.

Dans ce but, un courant alternatif produit par un oscillateur réglé à la fréquence 300 par exemple, comprise, par conséquent,

dans la limite des fréquences téléphoniques, qui sont de 200 à 5.600, passe dans un modulateur où il est interrompu à la cadence des signaux télégraphiques.

Les appareils voisins peuvent être réglés à 500, 700 périodes, etc. Tous ces courants modulés sont amplifiés, puis envoyés sur un même circuit.

A l'arrivée, ces courants sont séparés les uns des autres par une série de filtres de bandes réglés de 200 à 400 périodes, de 400 à 600, de 600 à 800, etc.

Chacun de ces courants traverse ensuite un démodulateur, qui peut être considéré comme un détecteur, et parvient enfin à l'appareil récepteur sous sa forme normale.

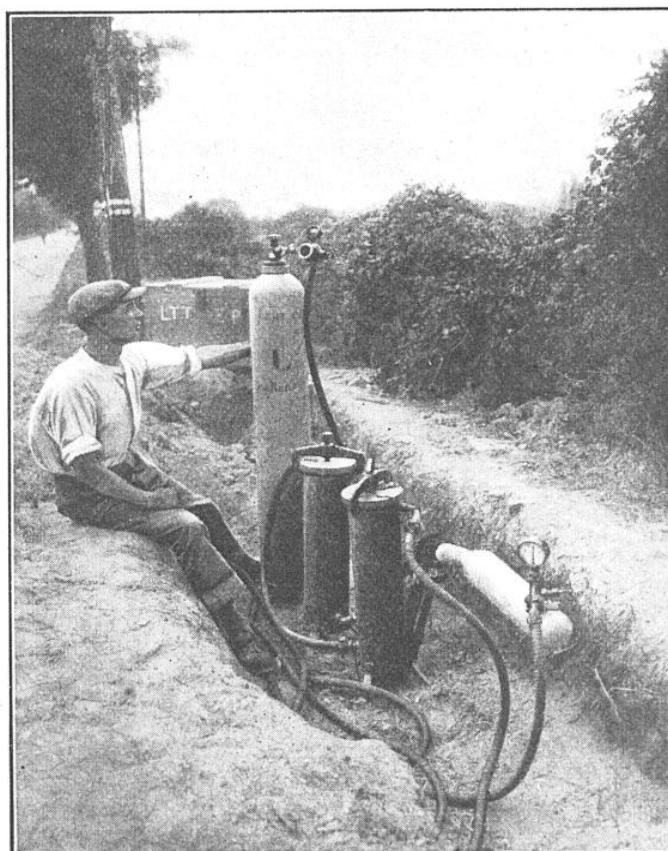
On arrive de cette façon à transmettre sur un même circuit à 4 fils jusqu'à 12 communications télégraphiques simultanées.

En outre, t'exploitation télégraphique est identique, en ce qui concerne la propagation du

courant sur les lignes, à l'exploitation téléphonique. Il n'y aura donc plus dorénavant de distinction à établir entre les conducteurs.

La protection du câble

Le système protecteur habituel est conservé. L'enveloppe de plomb abrite les fils contre l'humidité, résiste aux corrosion et est assez rigide pour supporter sans déformation les efforts subis au cours de l'application de l'armure et pendant les opérations de pose. Mais on n'emploie pas le plomb pur,



ESSAI DE PRESSION SUR UNE SECTION DE 1.830 MÈTRES TERMINÉE (ENTRE DEUX POINTS DE CHARGE)

Cet essai, qui a pour but de vérifier l'étanchéité du câble et des soudures, s'exécute en chargeant le câble avec de l'air sec à une pression de 1 kg 800 environ. Le câble doit tenir cette pression pendant quarante-huit heures.

qui est trop mou et sujet à la corrosion intercristalline sous l'effet des vibrations subies sur les ponts, par exemple ; on utilise un alliage de plomb et d'étain, qui convient parfaitement sous une épaisseur de 3 millimètres. L'alliage plomb-antimoine est également envisagé, parce qu'il serait moins coûteux que le précédent, mais sa technique n'est pas encore mise au point en Europe.

L'armure, en acier, enveloppe le plomb avec interposition de deux couches de papier et de deux couches de fils de jute imprégnées d'huile d'anthracène. Elle assure la protection mécanique du câble et le protège également contre les courants industriels. Le câble n'est armé que lorsqu'il doit être posé directement dans le sol, au bord des routes. Le passage dans les villes est protégé par des fers zorès ou des caniveaux en béton ; dans ce dernier cas, le câble, parfaitement adapté à l'abri, est simplement revêtu de son enveloppe de plomb.

L'armure est constituée par un double enroulement de feuillard d'acier en spirales non jointives, pour laisser de la flexibilité au câble, et recouvertes par deux couches de jute imprégnées d'huile d'anthracène. Les feuillards ont, tous deux, 5 centimètres de largeur et 1 millimètre d'épaisseur.

L'enfouissement du câble

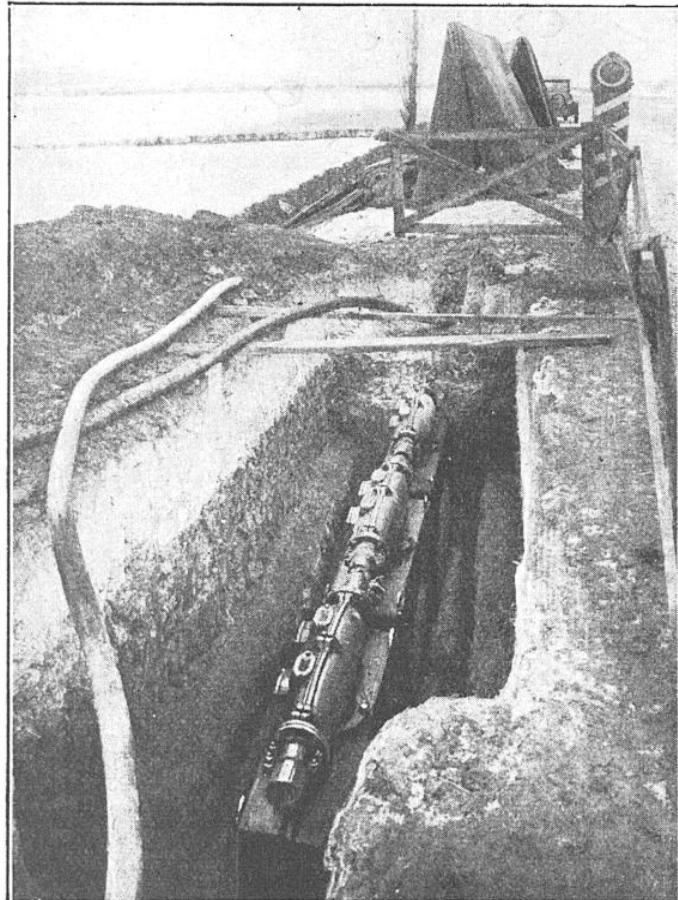
L'enfouissement s'effectue normalement à 80 centimètres de profondeur ; mais, en

terrain rocheux, on tolère 50 centimètres seulement. Lorsqu'il n'est pas possible d'atteindre cette dernière profondeur, le câble reçoit alors une protection spéciale constituée soit par des tuyaux de fonte de 125 millimètres de diamètre, soit par des fers zorès, des dalles en béton ou du grillage métallique. Sur les 502 kilomètres de longueur du câble entre Paris et Lyon, 20 kilomètres sont protégés par des fers zorès, 17 kilomètres par des dalles de béton et 50 kilomètres par du grillage métallique.

La pose du câble est toujours une opération délicate, moins toutefois que celle des câbles sous-marins. Elle a fait, ces temps derniers, l'objet de recherches nouvelles, qui ont abouti à la construction du dispositif que représente l'une de nos photographies. Les tourets (tambours), qui portent 230 mètres de câble et pèsent 5 tonnes, sont montés sur une remorque dérouleuse à plaque tour-

nante. Le câble qui s'en échappe coule dans la tranchée sans être soumis à aucune torsion ni déformation. En quittant le touret, il passe sur un bras à galets et descend directement dans la tranchée en subissant un faible changement de direction. La pose s'effectue à la vitesse de 230 mètres en dix minutes, charge et décharge du touret sur sa plate-forme comprises.

A l'entrée de Paris jusqu'au central téléphonique interurbain (rue des Archives), qui est le terminus de tous les câbles et de tous



POINT DE CHARGE ÉQUIPÉ. LES BOBINES SONT PRÊTES À ÊTRE CONNECTÉES AU CABLE

les circuits téléphoniques interurbains, le câble est posé, sur 10 kilomètres, dans une galerie. A Lyon, la longueur sous galerie est de 4 km 500.

Ajoutons que la position du câble est repérée sur toute sa longueur par des bornes spéciales plantées au droit de chaque épissure et de chaque point de pupinisation.

L'équipement électrique du câble

Nous ne reviendrons pas sur la question de la pupinisation, qui a déjà été traitée ici même (1). Disons seulement que l'unité de charge, semblable à celle du câble de Paris à Boulogne, comporte quatre bobines : deux pour les circuits réels et deux pour les circuits fantômes (2). Chaque bobine, noyée dans de la cire isolante, est enfermée dans un capot en zinc rempli de compound isolant. Les stations de relais amplificateurs sont situées à environ 70 kilomètres

les unes des autres : Paris, Montereau, Saint-Florentin, Montbard, Dijon, Châlon, Mâcon et Lyon. Chaque station pourra recevoir 240 relais.

Le câble de Lyon à Marseille

Entre Lyon et Marseille, le câble possède des caractéristiques différentes de celles du précédent, qui proviennent du fait que l'administration a prévu des distances de

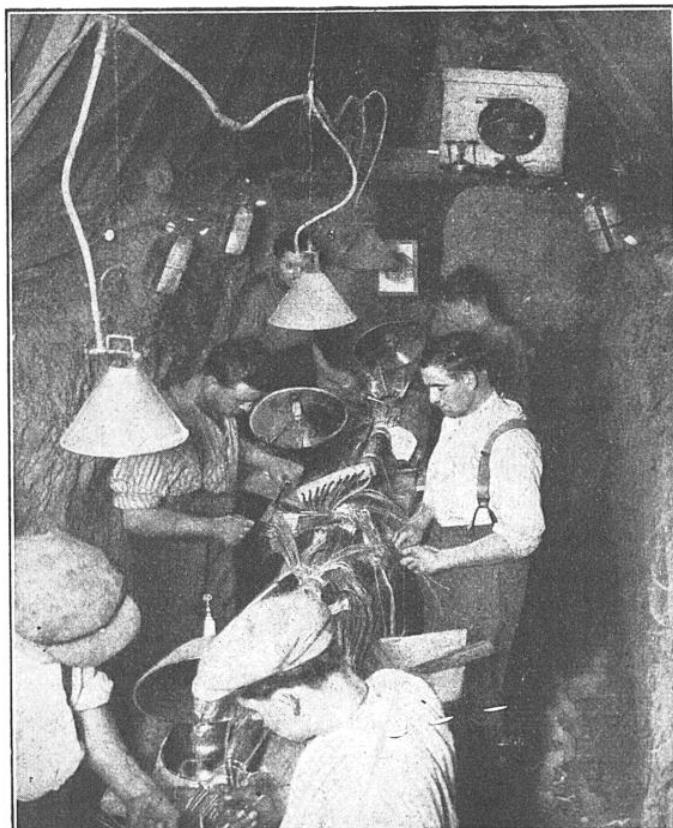
100 à 120 kilomètres entre les stations de relais. On voit sur notre dessin, page 46, qu'il comporte 91 quartes, dont tous les fils ont 1 mm 2 de diamètre, aussi bien pour les circuits à quatre fils que pour les circuits à deux fils. Les circuits à deux fils sont amplifiés tous les 100 kilomètres, tandis que ceux à quatre fils le sont tous les 200 kilomètres seulement.

Le diamètre est de 82 millimètres sur armure. Les 7 quartes du centre et les 24 quartes de la troisième couche (avant-dernière à partir du centre) sont attribuées aux circuits à deux fils et les autres aux circuits à quatre. Le câble comporte donc 364 fils.

Dans la traversée de Marseille, le câble, armé de feuilards d'acier, est, en outre, enfermé dans une gaine de compound sous fer zorès, afin de lui éviter les corrosion électrolytiques et chimiques. Les relais amplificateurs, situés à Lyon, Valence, Avignon et Marseille, ont les mêmes caractéristiques que ceux du câble de Paris à Lyon.

La grande artère téléphonique qui va être livrée au public, est certainement l'une des plus importantes du réseau français, qu'elle mettra en relations, par la Suisse, avec l'Europe Centrale et avec l'Italie. Ainsi, peu à peu, la téléphonie rendra tous les services que l'on est en droit d'attendre d'elle, et la France pourra, enfin, grâce à l'automatisme, se trouver à égalité avec les autres nations.

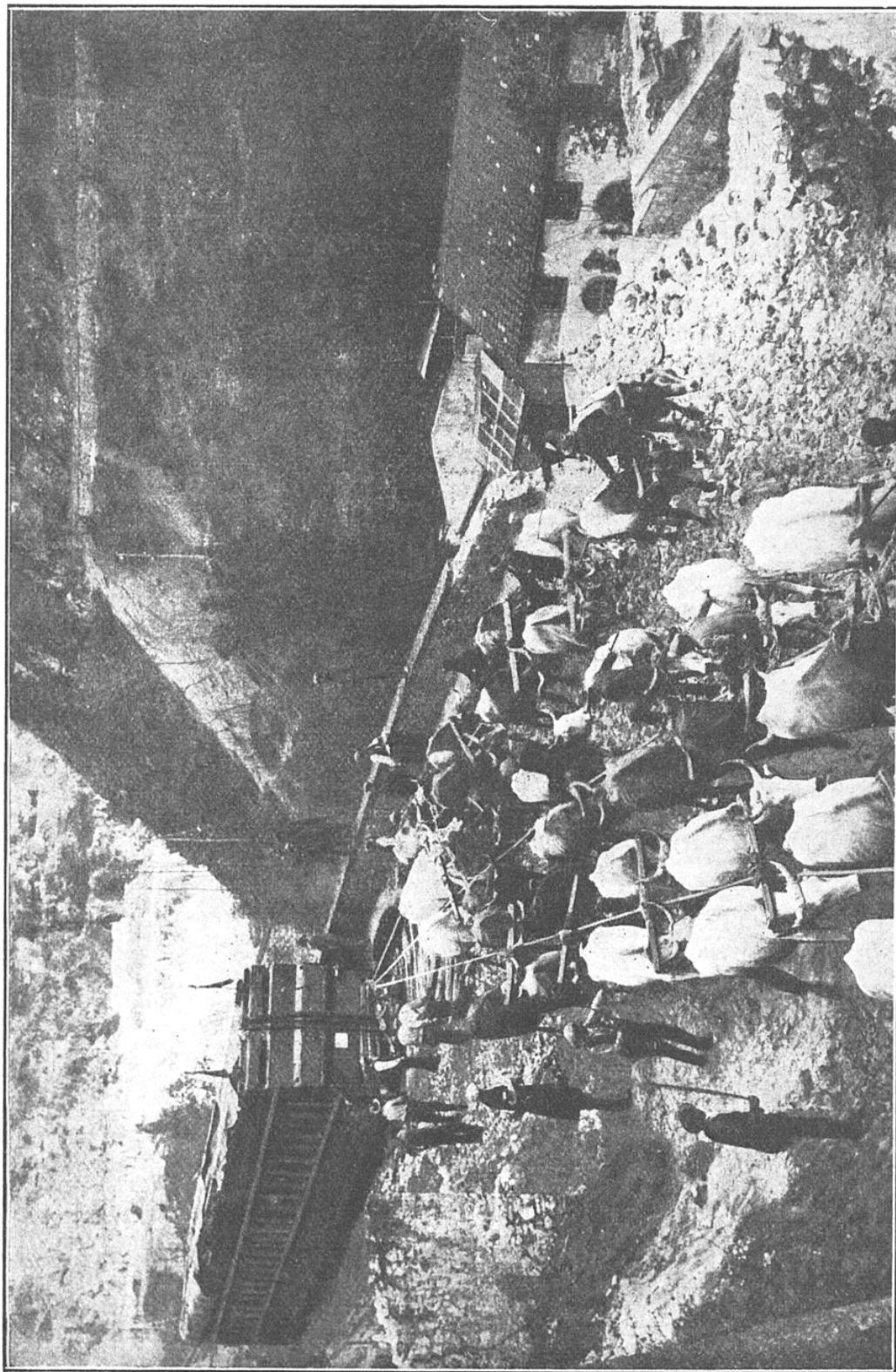
L. FOURNIER.



ÉPISSURE D'UN POINT DE CHARGE COMPORTANT TROIS BOBINES PUPIN

Les quartes sont enfilées dans des lanières de cuir numérotées. Le chantier, entièrement abrité, est fortement éclairé. Des appareils de chauffage électrique assurent le séchage des conducteurs pendant le travail.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 125, page 174.
(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 65, page 351.



ON VIENT D'EXTRAIRE, AUX CARRIÈRES DE CARRARE (ITALIE), UN BLOC DE MARBRE PESANT 450 TONNES, D'UNE LONGUEUR DE 32 MÈTRES, DESTINÉ À L'ÉRECTION D'UN OBÉLISQUE. ON VOIT ICI LE BLOC, TIRÉ PAR UN IMPORTANT ATTELAGE DE BŒUFS, A SA SORTIE DES CARRIÈRES.

LES MONTAGNES DE MARBRE SONT DÉBITÉES EN MORCEAUX MÉCANIQUEMENT

Par L. KUENTZ

De ces montagnes, que les Etats-Unis livrent à une exploitation intense, une seule société tire plus de 300.000 tonnes de marbre par an avec 3.000 ouvriers. Un matériel extrêmement puissant et perfectionné, mû par l'air comprimé, perfore et scie les assises mêmes de la montagne, pour en tirer des blocs, débités, polis, sculptés dans des usines de surface non moins impressionnantes que celles qui travaillent dans les souterrains. On sait que, des antiques carrières italiennes on vient d'extraire un énorme bloc de marbre de 450 tonnes, mesurant 32 mètres de haut, et qui est destiné à l'érection d'un obélisque à Rome.

Les carrières de marbre géantes en Amérique

UNE grande partie des marbres utilisés aujourd'hui en Amérique proviennent des carrières de l'Etat de Vermont, qui, en dehors de marbres diversément colorés, fournissent également un marbre blanc n'ayant peut-être pas toute la valeur ni la finesse du blanc de Carrare, mais qui fait cependant une concurrence très sérieuse à ce dernier sur le marché américain.

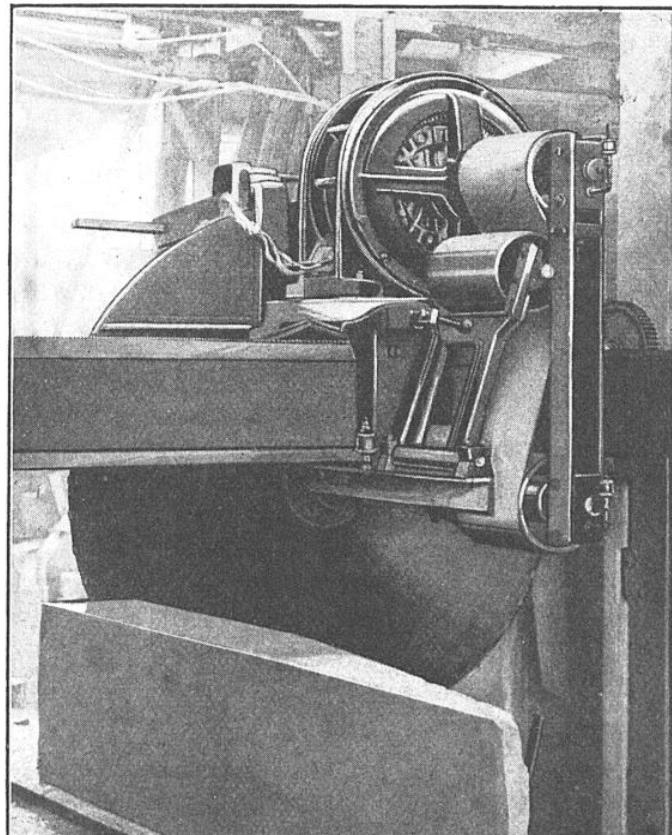
La raison du développement de ces carrières, dont l'exploitation ne date que de 1844, tient surtout à l'esprit d'initiative qu'ont su déployer les promoteurs de l'entreprise, en y installant tout ce que l'industrie moderne a créé de

plus perfectionné dans les travaux de marbrerie.

Parmi toutes ces marbrières, celle qu'exploite la « Vermont Marble Company », à Proctor, est la plus importante du monde. Elle englobe environ 75 carrières, s'étendant sur une superficie de 10.600 hectares, occupant plus de 3.000 ouvriers et produisant, chaque année, une moyenne de 315.000 tonnes de marbre.

Ainsi qu'a bien voulu nous le dire l'aimable directeur, M. D.-C. Gale, à qui nous devons, du reste, toute la documentation de notre article, cette compagnie fut la première à adopter l'électricité comme force motrice dans l'industrie de la belle pierre de luxe.

Trois stations génératrices, d'une puissance globale de 12.000 C. V., produisent le courant



CETTE SCIE CIRCULAIRE, GARNIE SUR SON POURTOUR DE 125 DIAMANTS NOIRS, EST CAPABLE DE DÉBITER RAPIDEMENT LES MARBRES LES PLUS DURS

nécessaire pour actionner les 250 perforatrices et trancheuses employées aux excavations, les 400 « armures » des scieries, les 107 « polissoirs », les divers appareils de levage et de transport, les 450 outils électropneumatiques, les 32 tours des ateliers de cette exploitation gigantesque.

Comment on les exploite

D'une façon générale, l'extraction du marbre est faite de deux manières : à ciel ouvert, comme à Carrare, ou en galeries souterraines, comme à West Rutland.

Si la première méthode est de beaucoup la plus commode, elle n'est pas toujours praticable, car le déblayage des parties recouvrant les gisements est parfois très onéreux. Il faut alors creuser en dessous pour rechercher la matière utilisable et recourir, par conséquent, à l'extraction en galeries souterraines, comme ce fut le cas pour les carrières de West Rutland, les seules de ce genre dans tout l'Etat de Vermont.

De loin, l'exploitation se signale à l'attention par les immenses piles blanches de blocs de marbre, entassés devant les constructions de l'usine, aux alentours mêmes des carrières, dont l'entrée est marquée par trois trous noircis par la fumée (dernier vestige du temps où la compagnie employait la vapeur comme force motrice pour tout l'outillage).

Ces trous, à peine un peu plus grands que les excavations pratiquées pour recevoir les fondations d'une maison de moyenne hauteur, s'élargissent au fur et à mesure qu'ils descendent, pour s'étaler finalement, à une profondeur de plus de 100 mètres, en un vaste parquet de marbre long de 600 mètres et large de 200 mètres.

Entouré de murailles cyclopéennes formées d'énormes rochers de marbre également noircis par la fumée, le parquet sert de place publique à un véritable village souterrain, avec ses forges, ses ateliers, ses wagonnets courant en tous sens et toute une gamme d'appareils spéciaux utilisés par les carriers.

Se relayant sans cesse, une véritable armée d'ouvriers, couverts d'une fine poussière blanche, travaille nuit et jour à la lueur aveuglante des arcs à flammes installés tout le long des parois taillées à pic.

Des trancheuses, avec puissance et précision, détachent des blocs de marbre de 15 tonnes

Constituées par une rangée de longs fleurets fixés à un robuste châssis monté sur rails, les trancheuses s'avancent lentement,

tantôt dans un sens, tantôt dans un autre, entamant le lit de la carrière sur une longueur limitée par les trous que les perforatrices viennent de creuser à chaque extrémité des blocs à fournir. Ces blocs, qui pèsent une moyenne de 15 tonnes, varient de 3 à 8 mètres, selon qu'ils doivent servir à la construction, à la décoration ou à la statuaire.

Une fois les blocs détachés, on les tire en avant par des pesées successives, pratiquées en dessous à l'aide de petites pinces en fer ; puis un truc sur rails, mû électriquement, les transporte aux bennes d'un chemin de fer aérien qui les monte à la surface.

Là, ceux que l'on destine à être employés comme pierre de taille sont convoyés, par un train de wagons plats, aux chantiers, où ils sont empilés en attendant les commandes. Ceux qui sont réservés à la décoration et à la statuaire sont acheminés aux moulins de l'usine, pour y être divisés en parties, de grandeurs et de formes variées : c'est le sciage en tranches ou dalles.

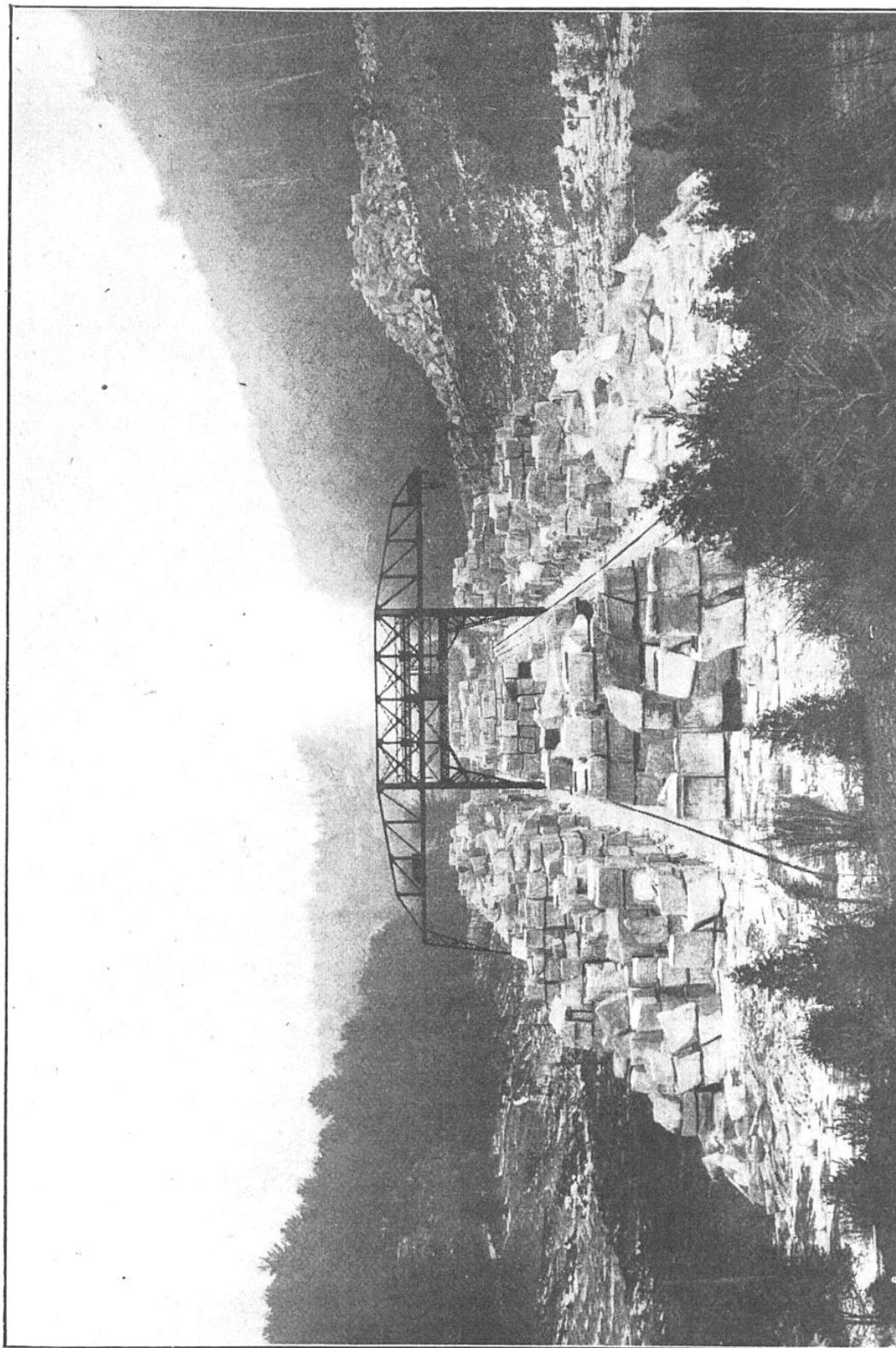
Chaque bloc est hissé sur une « armure », appareil à scier le marbre, comportant un cadre rectangulaire horizontal, ou châssis, maintenant de cinquante à cent lames d'acier et animé d'un mouvement de va et vient et d'un mouvement de descente. Ces lames, sans dents, de 2 à 5 millimètres d'épaisseur, sont tendues parallèlement sur champ et maintenues à la distance voulue les unes des autres par des calibres en fonte. L'introduction des lames dans la pierre produit le « trait de sciage » et leur écartement détermine l'épaisseur de la plaque de marbre à obtenir. Un distributeur de sable et d'eau est installé au-dessus de l'appareil.

On pousse le bloc sous le châssis, que l'on fait descendre jusqu'à ce que les lames viennent en contact avec le marbre, puis on met l'armure en mouvement et on fait couler le mélange d'eau et de sable, ce dernier servant de matière abrasive. La rapidité de cette opération dépend de la contexture de la roche et de son épaisseur ; les scies pénètrent, en moyenne, de 3 à 4 centimètres par heure.

Comment on polit les dalles de marbre

Les dalles, débitées, sont chargées sur de petits chariots qui les emmènent dans un atelier où de grands plateaux d'acier de 4 mètres de diamètre, qui sont des machines à surfacer, donnent à chacune d'elles l'épaisseur voulue, adoucissant les aspérités, faisant disparaître les traces de la scie.

L'ouvrier pose chaque tranche de marbre sur la plaque tournante, animée d'un mouvement de rotation de cinquante à soixante



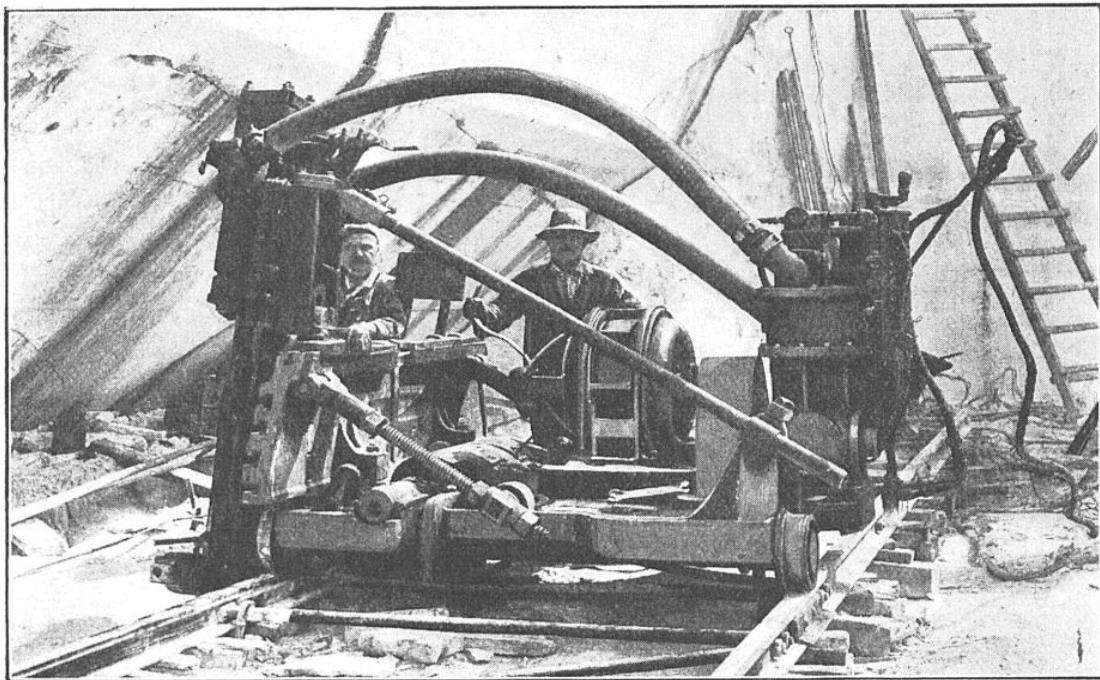
UN DÉPOT DE 8,000 BLOCS DE MARBRE À L'ENTRÉE DE LA CARRIÈRE DE WEST RUTLAND EN AMÉRIQUE

tours par minute, tout en la maintenant pendant l'action de la machine, tandis que tombe, sur la plaque, un mélange de sable et d'eau. Frottée sur la surface en fonte et le sable mouillé, la dalle montre, au fur et à mesure de l'avancement du travail, sa couleur et sa richesse, qui se manifesteront complètement après le passage de la pierre sur le polissoir. Celui-ci est un grand plateau recevant un mouvement circulaire d'un arbre portant une manivelle qui lui donne un

Comment on façonne le marbre pour la décoration architecturale

C'est encore à l'usine que l'on prépare des marbres de construction et de décoration dans les divers ateliers de dégrossissage, façonnage, sciage et sculpture.

Le dégrossissage de la pierre s'effectue à l'aide d'outils pneumatiques. Des tours électriques façonnent les colonnes et les soubassements, qui sont ensuite annelés, soit à la



VUE D'ENSEMBLE D'UNE « TRANCHEUSE »

Cette machine entame le lit de la carrière sur une longueur limitée par les trous que des perforatrices à air comprimé ont creusés à chaque extrémité des blocs que l'on veut extraire.

continuel mouvement tournant de spirale. Au-dessus de ce plateau, fixé sur un montant vertical, est un bras armé d'un disque de carborundum.

L'ouvrier scelle la pierre à polir sur la plaque, puis, au moyen d'un guide, il amène sur la surface de la pièce le disque qui, glissant horizontalement sans arrêt, y fait paraître rapidement un poli très brillant.

Pour obtenir un ouvrage présentant un lustre parfait, on remplace le disque de carborundum par un disque feutré humecté d'eau et de potée d'étain ou d'émeri.

main, soit au « guillaume » (rabot pour faire les rainures et les moulures).

Lorsque, pour une raison quelconque, on doit diminuer la dimension d'un bloc, on le place sous une scie circulaire géante, munie de cent vingt-cinq diamants noirs, capable de débiter assez rapidement le marbre le plus dur.

Il va de soi que certains travaux délicats sont exécutés à la main, par des spécialistes, mais les sculptures ordinaires se font uniquement à la pointe pneumatique.

L. KUENTZ.

LA SCIENCE AU SERVICE DE L'AGRICULTURE

GRACE A LA ZOOMÉTRIE ON PEUT MAINTENANT SÉLECTIONNER LE CHEPTEL POUR L'AMÉLIORATION DES RACES

Par André LEROY

CHEF DE TRAVAUX DE ZOOTECHNIE A L'INSTITUT NATIONAL AGRONOMIQUE

Pour apprécier la valeur d'un animal domestique (bœuf, mouton, etc.), destiné, soit à la consommation, soit à la reproduction, le coup d'œil du spécialiste était considéré comme suffisant. Ce procédé empirique est cependant loin des méthodes expérimentales de la science appliquée, et aujourd'hui des mesures relativement exactes interviennent pour sélectionner les individus des différentes races en vue de leur amélioration. La zoométrie n'est donc autre chose que la mesure des animaux, grâce à l'enregistrement photographique qui permet de déterminer rapidement les facteurs les plus importants dans l'appréciation du sujet. Certains de ces nouveaux procédés sont dus à M. Leroy, l'auteur de cet article, qui a eu le premier l'idée, en France, de mettre la photographie au service de l'agriculture et d'appliquer, en un mot, la méthode scientifique au laboratoire de zootechnie de l'Institut National Agronomique.

A quoi servent les mensurations

PARMI les moyens employés pour améliorer les races d'animaux domestiques, l'un des plus efficaces réside dans le choix de reproducteurs bien conformés et de bonne origine.

L'évaluation de la beauté d'un animal se prête mal à une analyse systématique, et il paraît difficile, pour le moment, de songer à remplacer les procédés actuels de classement des animaux dans les concours de conformation basés surtout sur le coup d'œil des éleveurs, par l'emploi d'une méthode d'analyse précise, basée sur l'utilisation d'instruments de mesure. Cependant, la détermination des dimensions corporelles des reproducteurs ou, comme l'on dit en langage technique, des *mensurations*, est susceptible de rendre aux éleveurs de grands services, parce qu'elle leur permet d'acquérir plus rapidement le coup d'œil nécessaire à l'exercice de leur métier et parce qu'elle est susceptible d'attirer de bonne heure leur attention sur les qualités des reproducteurs d'élite.

En outre, l'emploi de la méthode des mensurations permet de se rendre compte

du développement des parties corporelles d'un animal, après la mort de ce dernier, ce qui présente le grand avantage de faciliter la comparaison des mérites de ce reproducteur avec ceux de ses descendants.

Ajoutons enfin que l'envoi de la photographie d'un animal déterminé, accompagnée du tableau des principales mensurations, donne à l'acheteur éventuel le moyen de se faire une opinion sur la valeur du sujet qui lui est offert.

Les méthodes modernes de mensurations

a) La méthode de mesure directe.

Nous ne citerons que pour mémoire la méthode directe, qui consiste à mesurer, au moyen d'un ruban et d'une toise, diverses caractéristiques de l'animal, telles que : hauteur du garrot (1), hauteur du dos, hauteur au sacrum, profondeur de poitrine, longueur du tronc, largeur de la poitrine, largeur aux hanches, largeur aux trochanters (2), longueur du bassin, périmètre thoracique, tour spiral du corps, longueur

(1) Partie du corps située au-dessus de l'épaule et terminant l'encolure.

(2) Nom de deux pointes osseuses où s'attachent les muscles qui font tourner la cuisse.

totale du corps, longueur et largeur de la tête, périmètre de l'os canon (1).

b) *La méthode photographique.*

Dans le but de rendre plus rapides ces diverses opérations, nous avons imaginé personnellement une méthode d'identification photographique, dite méthode zootométrique, que nous avons eu l'occasion d'employer, pour la première fois, au Concours général agricole de Paris de 1923. Depuis cette époque, un service de zoométrie fonctionne régulièrement pendant chaque concours général agricole, pour permettre les mensurations et l'identification des animaux primés. Cette méthode consiste dans la prise simultanée de deux clichés, l'un représentant l'animal vu par-dessus, l'autre représentant le sujet vu de profil.

Les appareils dont nous nous servons sont formés de deux chambres identiques à tirage fixe, d'une longueur de 18 cm 95, munies d'objectifs Lacour-Berthiot, choisis pour travailler à la réduction 20, c'est-à-dire pour donner une image vingt fois plus petite que l'objet.

Avant d'opérer avec ce matériel, il faut commencer par tracer sur le sol un quadrillage de 2 mètres sur 2 mètres, divisé en carrés de 50 centimètres de côté. L'appareil qui sert à prendre la vue de profil est placé à 3 m 80 de l'axe médian du quadrillage. L'autre appareil se trouve suspendu à une potence mobile, susceptible de s'élever et de s'abaisser par le jeu d'un contrepoids. Les dimensions de cette potence ont été

(1) Os de la jambe.

choisies de telle sorte que l'objectif de l'appareil correspondant puisse se trouver à 4 m 80 environ de la surface du sol.

Lorsque l'animal à identifier est placé au milieu du quadrillage, il donne sur les plaques des deux appareils une image parfaitement au point, d'une très grande netteté et dont les dimensions sont égales à 1/20 de celles de l'objet.

Il peut arriver, bien entendu, que l'animal ne soit pas exactement sur la ligne médiane du quadrillage, mais l'objectif possède une profondeur de champ suffisante pour fournir une image assez nette, même lorsque l'objet se trouve plus rapproché ou plus éloigné de sa position théorique, à condition que le rapprochement ou l'éloignement ne dépasse pas 0 m 50.

Avant de prendre les photographies, il faut d'abord préparer l'animal, c'est-à-dire mettre en

évidence les points de repère constituant les origines des grandeurs à mesurer. On prend d'abord, à l'aide d'une toise, la hauteur au garrot, qui sert de mesure de base. Puis on place en arrière des coudes, exactement au niveau du passage des sangles, une lanière de cuir qui porte, tous les 10 centimètres, des petits boutons métalliques. On pose ensuite des « piges », c'est-à-dire des étiquettes munies d'une croix noire, faciles à repérer sur les clichés, à l'articulation de l'épaule, à la hanche et au trochanter.

Après le développement des clichés et leur tirage en positif, il est possible de déter-

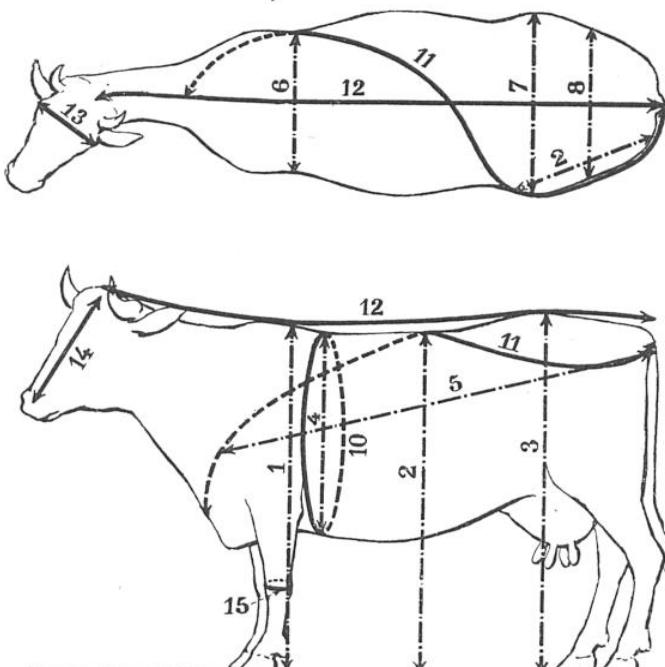


FIG. 1. — COMMENT ON PREND LES MESURES NÉCESSAIRES POUR L'IDENTIFICATION D'UN ANIMAL

- 1, hauteur au garrot ; 2, hauteur du dos ; 3, hauteur du sacrum ; 4, profondeur de poitrine ; 5, longueur du tronc ; 6, largeur de la poitrine ; 7, largeur aux hanches ; 8, largeur aux trochanters ; 9, longueur du bassin ; 10, périmètre thoracique ; 11, tour spécial du corps ; 12, longueur totale du corps ; 13 et 14, longueur et largeur de la tête ; 15, périmètre de l'os canon.

miner exactement, au demi-millimètre près, l'écartement des images de ces « piges » et d'en déduire par un calcul simple les distances qui séparent les objets correspondants sur l'animal vivant. Voici un exemple de ce genre de calcul.

Soit une vache de 1 m 35 au garrot, photographiée dans des conditions normales, c'est-à-dire à une distance d'environ 3 m 80. Nous commencerons par repérer sur le cliché l'extrémité des quatre sabots, et nous tracerons entre ces points la ligne de base de notre sujet, c'est-à-dire la trace sur le sol du plan vertical de symétrie de l'animal. Par le point de l'image correspondant au garrot, nous mènerons une perpendiculaire à cette ligne de base et nous prendrons la mesure de cette perpendiculaire en nous servant d'un compas et d'une règle divisée en demi-millimètres. Supposons que nous trouvions 66 mm 5. Le calcul nous donne dans ce cas une valeur de la distance de cette ligne à l'appareil égale à 3 m 85.

Considérons maintenant la hauteur de poitrine de l'animal, qui se trouve matérialisée sur le cliché de l'appareil horizontal par les extrémités visibles de la lanière de cuir. Admettons que l'image correspondante soit de 35 millimètres. L'application de la même formule, dans laquelle nous remplacerons la distance à l'appareil par la valeur trouvée 3,85, nous fera connaître la vraie grandeur de la hauteur de poitrine de l'animal examiné (71 centimètres).

Des calculs du même ordre nous permettront de tirer de l'examen des clichés obtenus avec l'appareil vertical la largeur de poitrine, la largeur aux hanches,

la largeur aux trochanters et la longueur du bassin.

Supposons, en effet, que notre appareil vertical soit placé exactement à 4 m 80 au-dessus du sol ; le contour qui limite la vue plongeante de l'animal se trouve dans ce cas à environ 3 m 80 de l'objectif ; il est donc parfaitement au point.

D'après la vue de profil, nous pouvons mesurer, avec exactitude, la hauteur des hanches du sujet au-dessus du sol. Si cette hauteur est de 1 m 20, nous pouvons en déduire que la distance à l'appareil vertical de la grandeur à mesurer est égale à 4 m 80 — 1 m 20 = 3 m 60. Si la mesure sur le cliché de l'écartement des piges placées sur les hanches est de 30 mm 5, le calcul nous indique que la distance cherchée est égale à 58 centimètres.

On peut, avec la même précision, c'est-à-dire à un demi-centimètre près, mesurer la hauteur au sacrum et la longueur du tronc. Toutes ces opérations, assez compliquées à décrire, s'effectuent facilement à l'aide de tables.

Bien entendu, les mesures du périmètre de poitrine et du tour spiral ne peuvent s'effectuer par la méthode que nous venons d'exposer, mais il est facile de procéder rapidement à ces mensurations avant de placer l'animal devant les objectifs.

Utilisation des empreintes nasales à l'identification des reproducteurs

L'identification des reproducteurs de choix est une question fort importante, car les amateurs de ces animaux demandent à être protégés contre les tentatives de maquillage, effectuées dans le but de per-

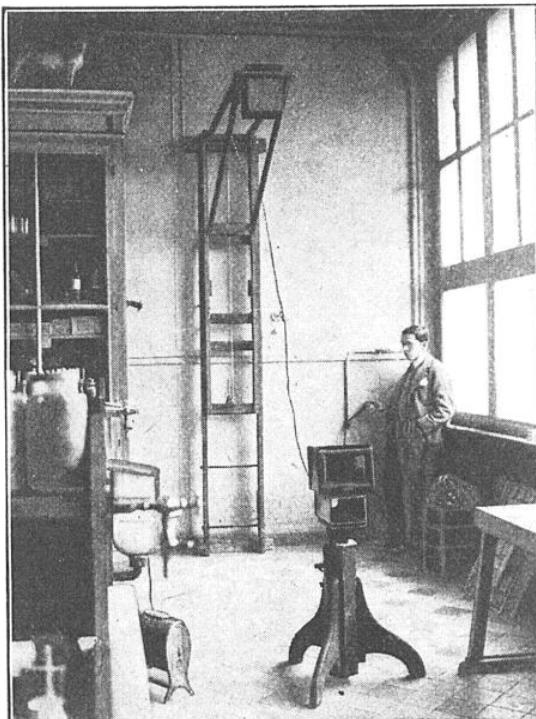


FIG. 2. — MONTAGE DES APPAREILS POUR L'IDENTIFICATION PAR PHOTOGRAPHIES (ZOOMÉTRIE)

On voit, au premier plan, l'appareil pour prendre la vue de profil. Contre le mur, se trouve la potence supportant l'appareil à prise de vue en plan. Cet appareil peut s'abaisser pour permettre le changement de plaques.

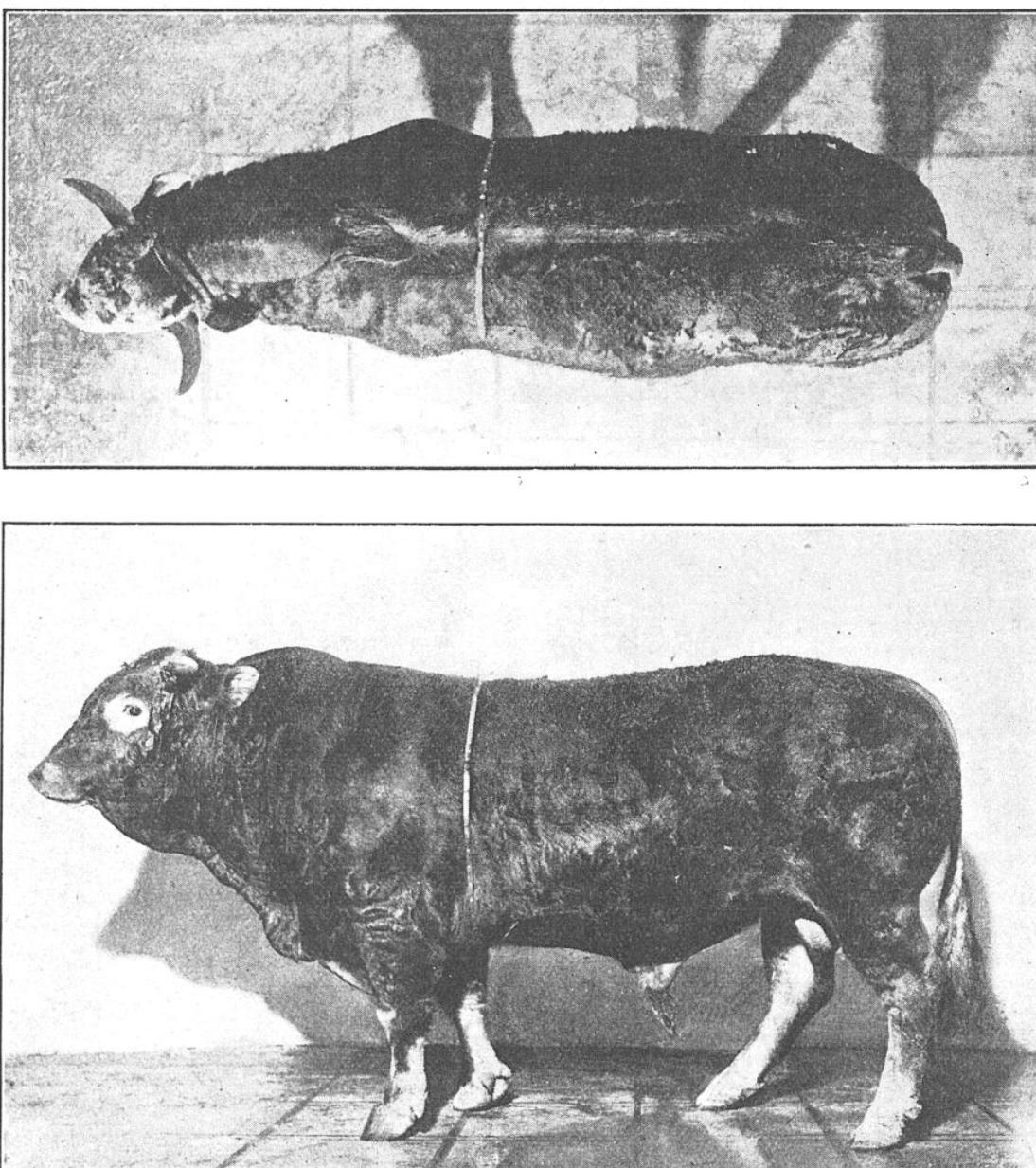


FIG. 3. — PHOTOGRAPHIES D'UN TAUREAU LIMOUSIN VU DE DESSUS ET DE PROFIL, FIGURANT SUR LA FICHE ZOOMÉTRIQUE DE L'ANIMAL AVEC L'EMPREINTE NASALE ET LES MENSURATIONS

mettre la substitution d'un individu quelconque à un sujet de grande valeur, primé dans les concours.

Pour éviter ces substitutions il suffit de marquer l'animal d'un signe distinctif spécial indélébile, au moyen du fer rouge ou d'une pince à tatouer ; mais il est encore préférable de procéder au relèvement des rides qui sillonnent certaines parties du

corps, en utilisant un système dont le principe rappelle celui de l'identification des hommes par le moyen des empreintes digitales. Presque simultanément, le procédé d'identification des animaux par l'emploi des empreintes nasales a été découvert et étudié aux Etats-Unis par C. W. Petersen, directeur de l'Identité judiciaire de l'Etat de Minnesota, et en France par nous-

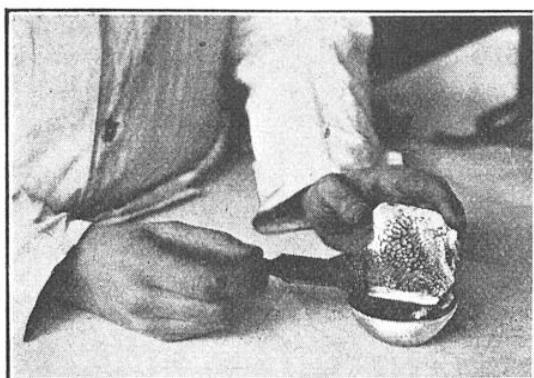


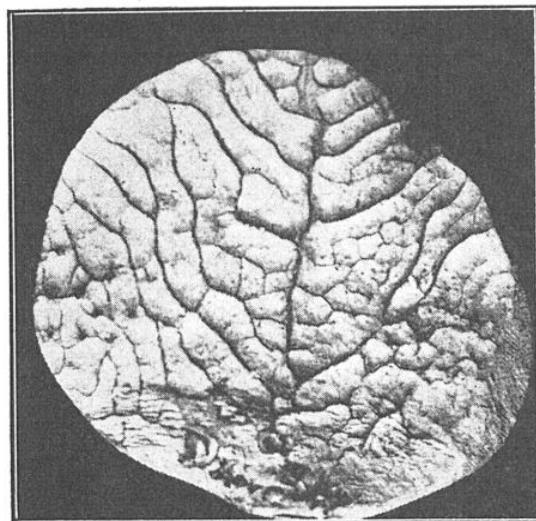
FIG. 4 ET 5. — L'IDENTIFICATION D'UN ANIMAL PAR L'EMPREINTE NASALE

L'empreinte est obtenue en appuyant sur le museau de l'animal à identifier de la cire à modeler blanche. Pour rendre plus visibles les rides en relief imprimées dans la cire et qui correspondent aux creux des rides naturelles, on enduit cette empreinte de plombagine. Puis on la photographie en vraie grandeur, et cette image (ci-dessus à droite) est jointe à la fiche zoométrique de l'animal.

même. En ce qui nous concerne, nous l'avons mis en pratique pour l'identification des bovidés inscrits sur les livres zootechniques du département de Seine-et-Oise, sélectionnés en vue du développement de la production laitière. Nous l'employons également avec succès, depuis cinq ans, pour l'identification des bœufs inscrits aux Flock-Books de la race de l'Ile-de-France et de la race Mérinos précoce du Soissonnais et de la Champagne.

Les rides creuses de l'extrémité du museau des animaux présentent une disposition complexe qui varie d'un animal à l'autre. Les dessins augmentent de dimension à mesure que l'animal avance en âge, mais les multiples figures qui les constituent demeurent, pendant ce temps, semblables à elles-mêmes, en sorte que l'on peut dire que tous les animaux dont nous parlons, portent au bout du nez leur propre signature.

Pour inscrire ces rides, nous employons le procédé suivant, auquel nous nous sommes arrêté après quelques tâtonnements : l'opérateur se munit d'un bâton de cire à modeler blanche, de bonne qualité ; il malaxe cette cire pendant quelque temps, puis il l'applique, par une forte pression de la main, sur le museau du sujet à identifier. L'empreinte obtenue, presque toujours remarquable par sa netteté, est placée simplement dans une petite boîte en carton et emportée au laboratoire. Les empreintes, enduites de plombagine de manière à rendre plus visibles leurs rides saillantes



qui correspondent aux creux du museau de l'animal, sont photographiées en vraie grandeur, à l'aide d'un appareil photographique spécial. Il en résulte un cliché négatif, dont on peut tirer ensuite autant d'épreuves positives qu'on le désire, destinées à être collées sur les certificats d'inscription ainsi que sur la page du registre généalogique qui correspond à l'animal considéré.

Il est possible d'identifier par ce moyen les veaux dès leur naissance et de vérifier ensuite, à n'importe quel moment de leur existence, par la comparaison des empreintes, si les animaux dont il s'agit sont bien restés les mêmes, puisque, comme nous l'avons dit précédemment, la disposition de leurs rides ne se modifie pas avec le temps.

Les fiches zoométriques du modèle adopté par le ministère de l'Agriculture, à l'occasion des concours généraux agricoles, constituent des documents à la fois précieux et complets, parce qu'elles fournissent deux photographies de l'animal prises sous deux aspects différents, accompagnées d'une reproduction de l'empreinte du museau, ce qui permet d'identifier d'une manière absolument certaine les sujets considérés. Les tableaux de mensurations reproduits sur ces documents facilitent l'interprétation de la conformation des animaux photographiés et permettent ainsi au lecteur de se faire une idée d'ensemble de la valeur d'un animal lorsqu'il n'est pas possible d'examiner directement le sujet considéré.

ANDRÉ LEROY.

LE NOUVEAU CROISEUR CUIRASSÉ ALLEMAND

La future flotte allemande

On sait que le traité de Versailles autorise l'Allemagne à construire, pour remplacer ses bâtiments anciens, un nombre égal de navires, dont le déplacement ne dépasse pas 10.000 tonnes, et que la composition de la nouvelle flotte de guerre allemande est fixée à : 6 cuirassés, plus 2 unités de remplacement de 10.000 tonnes au maximum, portant des canons dont le calibre ne doit pas dépasser 280 millimètres ; 6 croiseurs, plus 2 unités de remplacement de 6.000 tonnes (calibre 150 millimètres) ; 24 torpilleurs de 800 tonnes ; pas de sous-marins.

Le déplacement, c'est le poids total du navire avec tout ce qu'il comporte. Or, il est facile de comprendre que, pour qu'un navire de guerre soit à la fois rapide, puissamment armé et cuirassé, il est nécessaire qu'il possède une machinerie puissante, donc lourde, des pièces à longue portée et des blindages épais, ce qui exige un poids considérable. Le chiffre maximum de 10.000 tonnes semble donc limiter assez fortement les capacités offensives d'un bâtiment.

Cependant la technique devait, ici, comme dans tous les domaines d'ailleurs, remporter une nouvelle victoire. Obligés de respecter les conditions énumérées ci-dessus, les ingénieurs allemands ont, semble-t-il, résolu le problème de créer une flotte puissante, ne comportant que des unités relativement légères.

Se préoccupant tout d'abord de la coque, ils ont cherché à la faire la plus grande possible, et, pour le blindage, ils ont employé un nouveau métal qui, paraît-il, pèse moins de deux fois moins que l'acier, tout en

étant particulièrement résistant. En outre, au lieu de réunir les diverses tôles par des rivures et des couvre-joints, c'est à la soudure électrique qu'ils se sont adressés, réalisant ainsi une économie de poids de 500 tonnes sur l'ensemble de la coque.

La propulsion et l'armement du nouveau croiseur allemand

Quant à la propulsion du nouveau cuirassé, baptisé provisoirement *Ersatz-Preussen*, elle sera assurée par deux ensembles de moteurs Diesel, dont les modèles courants sont déjà moins lourds que les machines à vapeur et leurs chaudières ; or,

ces moteurs pèsent trois fois moins que les Diesel ordinaires (8 kilos par ch). Ainsi l'*Ersatz-Preussen* disposer

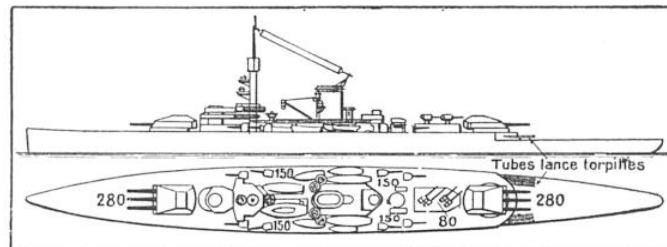
era de 50.000 chevaux avec une économie de poids de 1.000 tonnes environ ; grâce à ces perfectionnements, sa vitesse sera de 26 nœuds.

Cette diminution de poids a permis de doter le nouveau croiseur cuirassé d'un armement puissant. Il portera, en effet, 6 canons de 280 millimètres répartis en deux tourelles et capables de lancer à 27 kilomètres un projectile pesant 300 kilos.

A côté de ces 6 pièces, l'*Ersatz-Preussen* possédera 8 canons de 150 millimètres, quelques canons légers contre avions et 6 tubes lance-torpilles.

De plus, sa protection sera assurée, à part la cuirasse, par deux ponts blindés qui l'abritent contre les bombes aériennes.

Quant au rayon d'action du nouveau croiseur, il ne sera pas inférieur à 18.000 kilomètres (soit trois fois la traversée de l'Atlantique du Havre à New York), grâce à l'emploi du mazout alimentant les moteurs Diesel.



ÉLÉVATION ET PLAN DU NOUVEAU CROISEUR CUIRASSÉ ALLEMĀND EN CONSTRUCTION A KIEL

Déplaçant 10.000 tonnes et pouvant atteindre la vitesse de 26 nœuds, ce bâtiment sera armé de six canons de 280 mm, huit canons de 150 mm, de quatre canons contre avions et de six tubes lance-torpilles.

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

LA TURBINE A VAPEUR DE MERCURE EST ENTRÉE MAINTENANT DANS LE DOMAINE INDUSTRIEL

Par Jean LAURANÇON

Les expériences entreprises en vue de substituer à la vapeur d'eau un autre agent moteur pour actionner les machines à vapeur datent d'une quinzaine d'années. L'Américain Emmet eut, dès 1913, l'idée de faire tourner des turbines avec de la vapeur de mercure, en vue d'améliorer le rendement de ces machines. En effet, dans un tel appareil, non seulement le rendement est aussi élevé que dans la turbine à vapeur d'eau, mais encore la vapeur de mercure qui a travaillé sur les arbres de la turbine, contient une grande quantité de chaleur qui peut être récupérée, constituant ainsi une nouvelle source d'énergie. Les grosses difficultés de construction de la chaudière et de la turbine à vapeur de mercure sont aujourd'hui vaincues, et de puissants groupes (10.000 kilowatts) fonctionnent déjà aux Etats-Unis.

DEPUIS sa création, le mot « machine à vapeur » est demeuré synonyme de « machine à vapeur d'eau ». Jusqu'en 1915, aucun ingénieur ne s'était jamais essayé — en tous cas, nul n'avait réussi — à remplacer avantageusement, dans une chaudière de machine, l'eau par un autre agent moteur. Mais, à cette date, un technicien d'Amérique, M. W. L. R. Emmet, commença toute une suite d'expériences pour rechercher s'il ne serait pas avantageux de créer des turbines à *vapeur de mercure*. Ces expériences furent décidées à la suite d'une étude théorique du même auteur présentée, en 1913, à la Société américaine des ingénieurs électriciens. Le succès pratique ne tarda pas à couronner l'effort du théoricien.

Dès 1918, fonctionnait, en service régulier, à la Centrale électrique d'Hartford (Connecticut), la première turbine à vapeur de mercure, d'une puissance de 1.800 kilowatts. En 1927, une seconde machine de 10.000 kilowatts fut installée. Aujourd'hui, les résultats de son fonctionnement permettent d'affirmer que la nouvelle technique est valable.

Les avantages théoriques de la turbine à mercure

On sait que, selon le principe de Carnot, le rendement (1) d'une machine à vapeur est d'autant plus élevé que la différence des températures du fluide est plus grande, entre l'orifice d'entrée et celui de sortie (condenseur). Pour obtenir une *différence*

(1) Voir dans *La Science et la Vie*, n° 114, page 553, l'article de M. Houllevigue sur le rendement.

de température très élevée, il convient de donner à la vapeur la température initiale la plus élevée possible — car, si la température inférieure est forcément limitée (température du condenseur), la température supérieure ne l'est pas, du moins en principe.

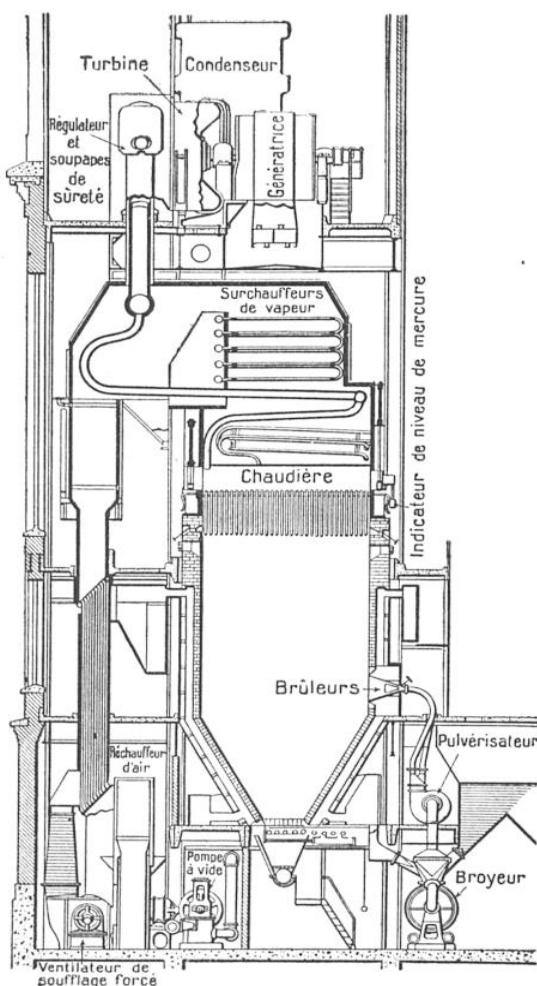
Or, le mercure qui bout à 360° C, peut être porté à des températures beaucoup plus élevées que celles de la vapeur d'eau (*à pressions égales*). Ainsi, à la pression de 32 kg par cm² (qui n'a rien d'excessif), la température de la vapeur de mercure saturée est de 473° C. Cette température est déjà bien au-dessus de celles que nous envisagions récemment, dans la chaudière Benson (1), où l'eau atteint pourtant son point critique.

Par contre, la vapeur de mercure, détendue et refroidie par son travail dans la turbine, sort de la machine encore chaude à 237°. Le « condenseur », chargé de recevoir la vapeur métallique pour la liquéfier, devient alors un vrai foyer de chaleur. L'eau de refroidissement d'un tel condenseur se vaporisera rapidement. Cette vapeur d'eau pourra atteindre elle-même une pression de 160 kg par cm² et, après surchauffe, une température de 370°. Voilà donc le condenseur transformé en générateur de vapeur d'eau.

C'est là un palier — d'un niveau encore très élevé — à partir duquel la chute de température va s'organiser sur les bases classiques de l'usine à vapeur, celle-ci reprenant, comme sous-produit, la chaleur résiduaire de l'usine à mercure.

A la suite de la machine à vapeur métal-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 140, page 109.



DISPOSITIF GÉNÉRAL DE L'INSTALLATION A VAPEUR DE MERCURE

Le système de chauffe n'a rien de particulier. Celui-ci utilise le charbon pulvérisé. Les particularités commencent au système de vaporisation, que nous étudierons dans le schéma suivant. Afin d'éviter de longues canalisations où la vapeur de mercure se condenserait facilement, la turbine motrice et le condenseur à vapeur de mercure sont installés au sommet du massif de chauffe. Le mercure condensé redescend par gravité dans la chaudière : il suffit que la hauteur de la colonne dépasse la pression de la vapeur à l'intérieur du bouilleur, ce qui est facile à obtenir avec un liquide pesant treize fois plus que l'eau. Le condenseur à mercure situé au sommet de l'édifice constitue lui-même une chaudière à vapeur d'eau (voir le texte).

lique, on va donc installer de puissantes turbines à vapeur d'eau qui finiront d'abaisser la température.

Et cet abaissement aura joué, en fin de compte, sur une hauteur de chute allant de

473° C aux quelques dizaines de degrés du condenseur à vapeur d'eau. Le rendement ne pourra donc qu'être excellent.

Mais ceci n'est qu'un premier aspect de la question. Le cycle de Carnot ne tient compte que des températures d'entrée et de sortie du fluide à travers la machine proprement dite. Pratiquement, il faut considérer l'installation totale de la machine à vapeur et tenir compte tant de la chaleur de vaporisation, à l'intérieur de la chaudière, que de la chaleur résiduelle emportée au condenseur. Ceci demeure vrai, d'ailleurs, pour toutes les vapeurs, pour l'eau comme pour le mercure.

Le « cycle », mesurant le rendement d'après cette règle pratique (qui ne contredit en rien le principe de Carnot), est dû au physicien Rankine.

L'énorme quantité de chaleur portée au condenseur à mercure étant reprise et utilisée par le circuit à eau, on voit combien se trouve amélioré, pour la machine à mercure, le rendement selon Rankine par delà le rendement théorique de Carnot.

Et, toujours au même point de vue, puisque le calcul du rendement selon Rankine fait intervenir les fluides à l'état liquide (et non plus seulement à l'état de vapeur), il convient de faire entrer en ligne de compte les chaleurs de vaporisation, c'est-à-dire le nombre de calories nécessaires pour vaporiser l'unité de masse des liquides mis en service dans les chaudières. Or, ici encore, l'avantage est nettement acquis au mercure dont la chaleur de vaporisation est d'environ huit fois plus faible que celle de l'eau. En outre, la chaleur spécifique du mercure n'est que 0,33 (celle de l'eau étant *un*).

La chaudière à mercure

Le point délicat du plan de réalisation est l'établissement de la chaudière.

Le mercure, excellent conducteur de la chaleur, ne « mouille » pas l'acier. Dans les tubes de vaporisation, il se trouvera donc perpétuellement dans un état comparable à celui d'une goutte d'eau se vaporisant sur une plaque rougie qu'elle ne touche pas. Ce n'est là, toutefois, qu'une analogie, car la goutte d'eau sur la plaque rouge est isolée par sa propre vapeur, tandis que le mercure adhérera d'autant mieux que le tube sera plus chaud. Une haute température est donc nécessaire ; de plus, la circulation du mercure dans les tubes doit être rapide pour empêcher précisément la formation d'une couche trop épaisse de vapeur entre sa masse et la paroi chauffante, couche gazeuse qui isolera le liquide, irait elle-même en se

dilatant à l'extrême, jusqu'à ce que le mercure soit projeté hors du tube bouilleur comme une charge de plomb dans un canon de fusil — au cas où le tube serait trop étroit. Or il faut qu'il soit étroit si l'on veut posséder une grande surface de chauffe.

La solution à laquelle s'est arrêté M. Emmet est celle-ci : le mercure tombe du corps de chaudière cylindrique dans de longues éprouvettes en cul-de-sac plongeant comme des doigts dans la chambre de chauffe. Au nombre de quatre cents par bouilleur, ces tubes sont disposés de manière à absorber une égale quantité de chaleur de rayonnement du foyer et de chaleur de convection (portée par les gaz de combustion). A l'intérieur de chacun d'eux, le métal entre par un tube central et sort, en remontant le long de la paroi chauffante. La chaudière totale de la turbine de 10.000 kilowatts possède sept bouilleurs cylindriques, soit deux mille cinq cents tubes environ. La mise au point d'un tel appareillage a nécessité de longues recherches au laboratoire de la General Electric Company.

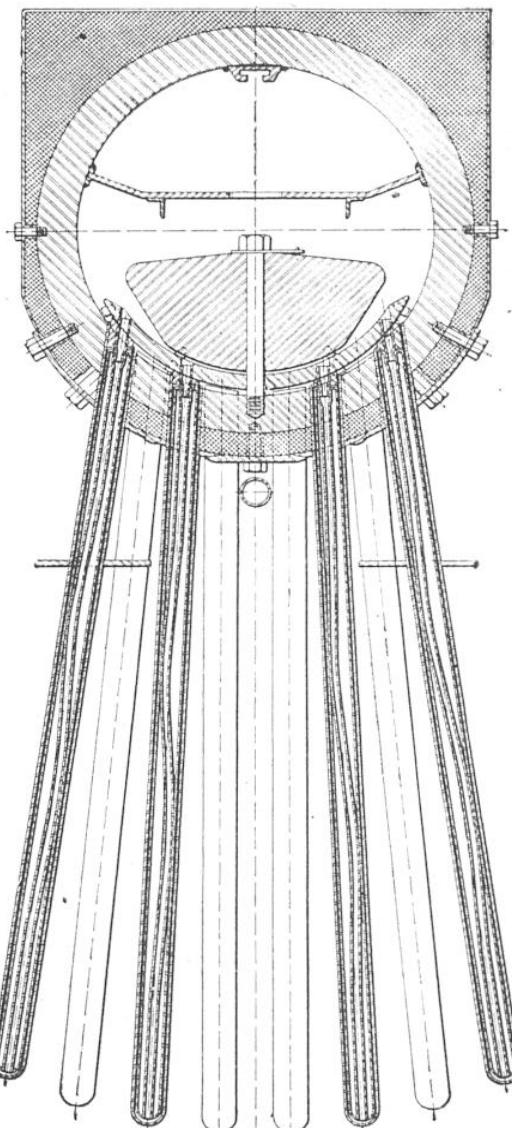
Il était d'autres difficultés à vaincre.

Le mercure s'oxyde lentement à l'air, mais il suffit d'une très faible oxydation pour réaliser l'adhérence. L'oxyde se mélange avec les corps étrangers (poussières, limaille) et forme, finalement, de grosses accumulations cristallines dans les tuyaux de circulation. Pour éviter cet inconvénient, le mercure des chaudières d'Hartford est protégé de l'oxydation par une atmosphère permanente de gaz d'éclairage, à l'intérieur des bouilleurs. L'hydrogène et l'oxyde de carbone sont des agents réducteurs pour l'oxyde de mercure.

Les sauts de température, à l'intérieur de telles chaudières, risquent de se produire beaucoup plus encore que dans les chaudières à vapeur d'eau. Et le problème des soupapes de sûreté n'est pas facile à résoudre avec une vapeur dont la toxicité est relativement grande.

Supposons qu'une fuite survienne dans le système auxiliaire à vapeur d'eau, aussitôt le condenseur à vapeur de mercure cesse d'être refroidi (l'eau à vaporiser lui manque). Il en résulte une augmentation quasi instantanée de la pression dans la chaudière à vapeur de mercure. Dans ce cas, un large diaphragme d'éclatement fonctionnerait, libérant la vapeur mercurielle dans un espace préparé, qui est un réfrigérant auxiliaire.

Les soupapes de moindre importance, jouant dans les limites normales, sont combinées de telle sorte que leur échappement se produise dans une antichambre de vapeur



DÉTAIL DU CORPS DE LA CHAUDIÈRE POUR LA VAPORISATION DU MERCURE

Les tubes vaporisateurs sont disposés de manière à recevoir le maximum de rayonnement du foyer, bien que leur échauffement s'effectue principalement par le contact des gaz de combustion. Chaque tube est muni d'un dispositif en siphon destiné à permettre aux bulles de vapeur d'échapper à l'adhérence des parois métalliques, malgré la pression considérable qu'elles subissent de par la disposition verticale des tubes. De même, à l'intérieur du corps de la chaudière, une masse inerte est immergée pour faciliter les courants de convection dans le liquide en ébullition. Un cloisonnement transversal sert de palier au mercure retournant du condenseur, qui se trouve, grâce à lui, entièrement canalisé vers le plan médian du cylindre formant le corps de la chaudière.

mercure (dont la pression est à peine supérieure à la pression atmosphérique), de telle sorte que jamais l'air pur ne saurait pénétrer à l'intérieur des bouilleurs. Dès que les feux sont éteints, c'est une réserve de gaz d'éclairage qui vient remplir l'intérieur de la chaudière refroidie.

La turbine

Les premiers essais ont été effectués sur de simples turbines de Laval à roue unique.

Mais la vapeur de mercure, arrivant sur les aubes avec une grande vitesse, ne tardait pas à les détruire.

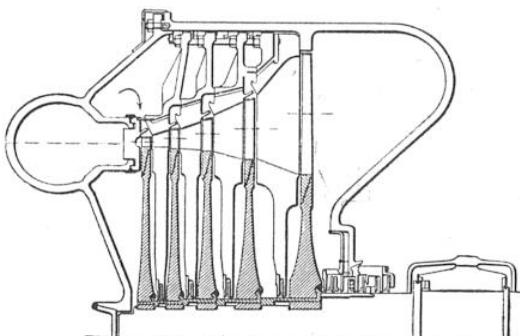
On réduisit alors la vitesse de la machine (afin d'atténuer celle du jet), et les aubages furent construits en acier spécial, en acier à outil. Finalement, la turbine rapide, monodisque, a été remplacée par un autre type à trois étages, dont la vitesse de rotation ne dépasse pas 770 tours par minute.

La vitesse de détente de la vapeur de mercure — même aux

LE CORPS DE LA CHAUDIÈRE ET SES TUBES VAPORISATEURS EN ÉVENTAIL

hautes températures utilisées — étant le tiers de celle de la vapeur d'eau, le rendement d'une turbine aussi lente ne s'en trouve pas diminué. La machine à mercure est donc plus facile à construire, puisqu'elle supporte moins d'efforts centrifuges.

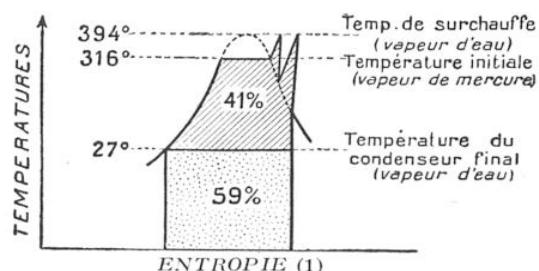
Par contre, l'enrobement des roues motrices dans des carters convenables présente des difficultés de construction, l'étanchéité absolue devant être assurée parce que le



COUPE DE LA PLUS RÉCENTE TURBINE A VAPEUR DE MERCURE DE 10.000 KILOWATTS, INSTALLÉE A HARTFORD

La vapeur entre par la gauche et fait mouvoir cinq étages successifs de roues à aubes dont le diamètre va croissant. La turbine tourne à 720 tours par minute seulement — vitesse extrêmement lente pour une turbine, que permet la grande densité de la vapeur utilisée.

mercure est cher, parce qu'il ne doit jamais être en contact avec l'air, étant un poison violent. La soudure autogène des pièces et des joints spéciaux assurent cette étanchéité. De plus, tout l'appareillage contenant la vapeur de mercure (turbine et conduites) est entouré d'un cloisonnement étanche, réalisant un espace annulaire dans lequel circule



LE GRAPHIQUE DU TRAVAIL DANS LA TURBINE A MERCURE COMBINÉE AVEC LA TURBINE A VAPEUR D'EAU (FOURNIE PAR LE CONDENSEUR A MERCURE)

La surface hachurée mesure le pourcentage de l'énergie thermique transformée en énergie mécanique. La surface rectangulaire située au-dessous mesure la proportion d'énergie thermique perdue pour le travail. Comme on voit, le rendement est extrêmement élevé et dépasse celui des meilleurs moteurs. Les deux pointes situées à droite de la partie hachurée correspondent à une double opération de réchauffage, d'après les principes de Rankine (voir l'article sur les chaudières à haute pression dans la La Science et la Vie, n° 140, p. 109).

(1) L'entropie d'un corps se mesure en divisant la quantité de chaleur qu'il contient par sa température à l'instant envisagé.

un perpétuel courant d'air, cependant que des témoins chimiques révèlent la présence éventuelle de vapeur toxique.

L'économie réalisée

La quantité de mercure nécessaire au fonctionnement de l'installation est de 6 kilogrammes par *kilowatt* de puissance installée. La turbine de 10.000 kilowatts exige donc 60 tonnes de métal liquide, vaporisées et condensées une fois toutes les *sept minutes*. Si l'on se résigne à réduire les facteurs de sécurité, on peut accélérer encore le passage du mercure dans le circuit — ce qui permettrait de travailler avec une moindre quantité de ce métal coûteux.

La généralisation du procédé est subordonnée à deux conditions : l'économie réalisable dans chaque cas particulier et le prix du mercure qu'une demande intense pourrait faire croître démesurément.

Le calcul des économies de combustible dépend des différents types d'usines à créer, ou d'usines existantes à « adapter », c'est-à-dire dans lesquelles la génération de vapeur est enlevée aux chaudières habituelles pour être confiées aux condenseurs de turbines à mercure.

Dans une installation thermique (à vapeur d'eau) moderne, fonctionnant à 160 kg par cm^2 , avec une chaufferie de premier ordre, l'adoption de la vapeur de mercure apportera un gain de 53 % — parce qu'une telle usine est justement préparée à l'adaptation.

Une centrale à 90 kg par cm^2 , à chaufferie moins parfaite, bien que « très moderne », ne gagne plus que 38 % à l'adoption du procédé Emmet.

Ces chiffres sont donnés par l'inventeur après l'expérience à grande échelle d'Hartford. Dès maintenant, le groupe Emmet de 10.000 kilowatts peut être considéré comme une machine standard, de série.

Un cas particulièrement démonstratif est celui d'une centrale électrique fournissant de la vapeur de chauffage à une ville. Pour 6.600 kilogrammes de combustible, on obtient 10.000 kilowatts à la turbine à mercure, 3.400 kilowatts à la turbine à vapeur ; le kilowatt-heure est donc obtenu avec une dépense d'environ 4.000 calories, soit un demi-kilogramme d'excellent charbon. C'est un bon résultat, exigeant déjà, dans le cas ordinaire, une installation très moderne.

Et l'usine dispose, en outre, de toute la vapeur nécessaire au chauffage urbain, qui devient alors un superbénéfice.

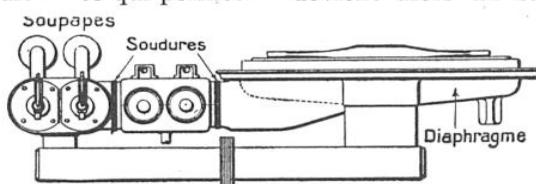
Le prix du mercure

La demande du mercure sur le marché mondial est toujours subordonnée au prix de l'or. Si l'or est recherché au point qu'on se décide à exploiter des gisements pauvres, la consommation du mercure pour le traitement du minéral est accrue d'autant. Cependant, à 100 francs le kilogramme, le métal liquide demeure abordable, et sa réserve mondiale est largement suffisante pour satisfaire aux projets immédiats, même à vaste échelle. D'autant que des gisements inexploités existent encore en Alaska, dans l'Afrique du Sud et la Nouvelle-Zélande.

D'autres substances, d'ailleurs telles que certains sulfures, se comportent également comme des fluides thermodynamiques avantageux. Toutefois, M. Emmet pense, après de nombreux essais, que rien ne vaut le mercure.

Nous permettrons-nous de suggérer que le mercure et l'eau seront tous les deux inutiles, en même temps que leurs chaudières et leurs condenseurs, le jour où le charbon pulvérisé sera directement brûlé, non seulement dans des moteurs à explosion — mais dans des turbines à combustion interne — solution à laquelle certains inventeurs travaillent très sérieusement ?

JEAN LAURANÇON.



DISPOSITIF DES SOUPAPES SUR LA TURBINE A VAPEUR DE MERCURE

Les soupapes destinées à prévenir les surpressions dans une machine à mercure doivent contrôler l'écoulement de la vapeur (toxique et, d'ailleurs, de matière coûteuse) qu'elles laissent échapper. Celles-ci sont particulièrement étanches, leurs joints soudés à l'autogène, et la vapeur d'échappement est recueillie par une canalisation spéciale. A droite, un diaphragme à grand diamètre, destiné à jouer (dans les mêmes conditions) seulement en cas d'arrêt brusque de la machine à eau, ce qui aurait pour effet de suspendre instantanément la condensation de la vapeur de mercure et, par suite, de provoquer une surpression très élevée dans la chaudière à mercure elle-même.

vaste échelle. D'autant que des gisements inexploités existent encore en Alaska, dans l'Afrique du Sud et la Nouvelle-Zélande.

D'autres substances, d'ailleurs telles que certains sulfures, se comportent également comme des fluides thermodynamiques avantageux. Toutefois, M. Emmet pense, après de nombreux essais, que rien ne vaut le mercure.

Nous permettrons-nous de suggérer que le mercure et l'eau seront tous les deux inutiles, en même temps que leurs chaudières et leurs condenseurs, le jour où le charbon pulvérisé sera directement brûlé, non seulement dans des moteurs à explosion — mais dans des turbines à combustion interne — solution à laquelle certains inventeurs travaillent très sérieusement ?

LES COULISSES D'UN HOTEL SCIENTIFIQUEMENT ORGANISE

Un exemple de rationalisation de l'industrie hôtelière.

Par Victor JOUGLA

Nos lecteurs connaissent déjà les bienfaits de la « rationalisation » dans l'industrie, qui a permis d'augmenter le rendement de nombreuses exploitations. Cependant il peut paraître peu souhaitable d'introduire dans la vie privée les mêmes méthodes qui ont pour but de confier aux machines le maximum de travail et de limiter au strict minimum les gestes personnels. Toutefois, un hôtel peut être considéré comme une véritable industrie et M. Tartakowski n'a pas hésité à appliquer à Amiens les méthodes les plus modernes, aussi bien pour la machinerie que pour la surveillance, le service, etc. Notre collaborateur, qui a été visiter sur place cet hôtel, nous fait assister, ici, à la vie même de cet organisme scientifique, le premier de ce genre.

Nous avons montré, voici quelques mois, ce qu'il fallait entendre par « rationalisation » (1). C'est la discipline scientifique par excellence, dont l'acceptation doit assurer désormais le succès et le refus, entraîner, non moins sûrement, la faillite de toute entreprise industrielle.

Chaque chose à sa place, le maximum de machines et de rendement pour le minimum de personnel et de gestes ; et, dans ces gestes eux-mêmes, un choix intelligent tendant au moindre effort musculaire — telle est, en principe, la science exacte du travail.

Cette règle, faut-il également l'appliquer à la vie courante ? Faut-il, notamment, organiser l'habitation à la manière d'une usine ?

Certains préjugés laissent croire que l'introduction des machines dans notre vie nous transforme en automates, alors qu'en réalité, la machine nous délivre progressivement des servitudes matérielles les plus fastidieuses.

En tout cas, voici le curieux exemple (peut-être unique en France), d'une habitation rationalisée à l'extrême et dans laquelle on se sent pourtant vivre tout à fait à l'aise. Il est vrai que c'est un hôtel, c'est-à-dire une habitation d'ordre quasi industriel, si l'on reconnaît le droit d'existence à ce vilain mot d'*industrie hôtelière*, en vertu duquel l'« hôte » serait devenu une sorte de contremaître.

Cet hôtel, récemment inauguré à Amiens, a été conçu et agencé par un homme aussi ingénieur que scientifique, M. Tartakowski, représentant le prototype de ce qu'il faudra bien appeler un jour : « l'ingénieur du confort » et dont la profession sera de colla-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 130, page 282.

borer avec l'architecte pour résoudre chaque cas d'espèce.

Téléphones et signaux lumineux évitent tout déplacement inutile

Quand vous pénétrez chez M. Tartakowski, la première impression est de ne pas entrer dans un hôtel mais dans le hall d'une maison de campagne, presque aussi tranquille, à certaines heures, que le château de la *Belle au bois dormant* — en réalité, le château de l'électricité et de l'organisation.

De son bureau, par une glace tellement large et si bien insérée dans le décor, que vous n'y prenez garde, le maître de céans assiste à votre entrée et, sur ses ordres téléphoniques, les domestiques se présentent. Votre voiture contourne l'hôtel pour se rendre au garage. Supposez que le garagiste ne soit pas à son poste, cela se sait immédiatement dans ce bureau, parce que certaine lampe rouge (signalant l'ouverture des portes de service) ne s'allume pas ou tarde à s'allumer. Si elle tarde à s'éteindre, c'est la faute inverse qui est commise. On oublie de refermer les portes des communs.

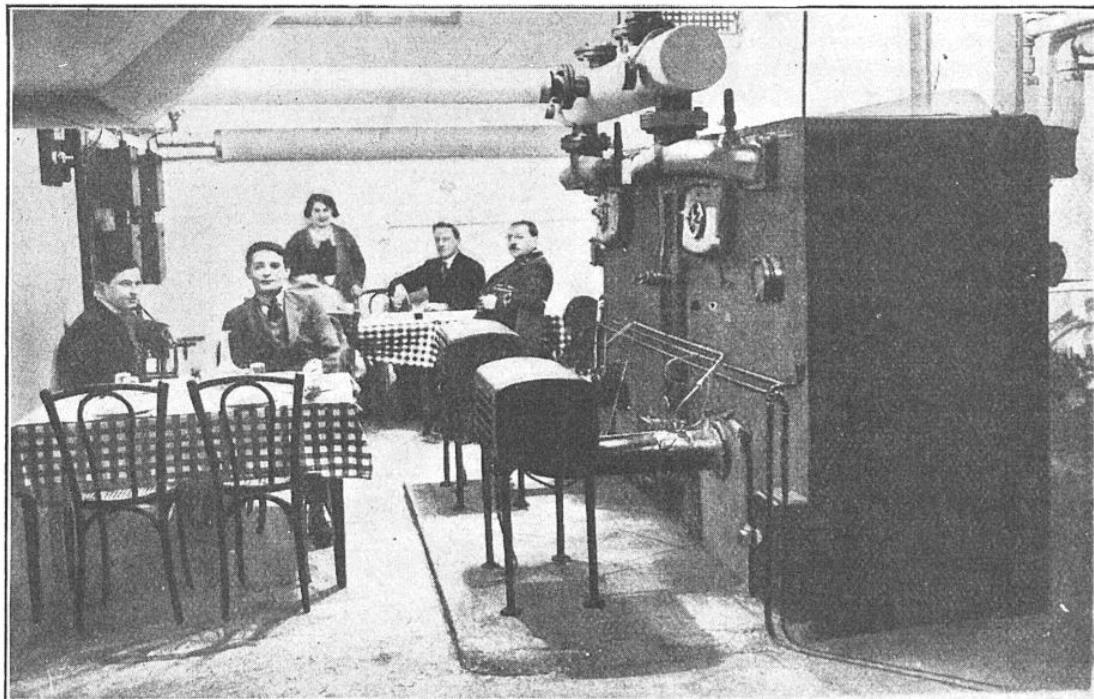
Donc, un seul portier suffit, et même, à la rigueur, on pourrait s'en passer. Le même système, généralisé à des postes de contrôle disséminés un peu partout dans l'hôtel, permet non seulement de suivre le veilleur de nuit dans sa ronde, mais encore de contrôler sur un graphique, le matin venu, l'ordre rigoureux de sa tournée.

Mais voici, tout à côté, le cerveau électrique complet de la maison. Sur un même tableau : des pendules directrices donnent

l'heure à tous les cadrans placés dans les chambres et les corridors ; un système répétiteur de signaux lumineux vérifie les appels des clients dans leurs chambres et les réponses des domestiques d'étage. Le téléphone, cela va sans dire, réunit le bureau et chacune des soixante chambres, comme chaque pièce, chaque coin de la maison où il peut être de quelque utilité. Et chaque poste de service peut communiquer avec n'importe quel autre sans passer par le standard. L'intercommuni-

Le factotum électrique

Entrons dans une chambre, au hasard. Rien qui ne respire l'intimité : absence de toute machinerie visible. Des gravures anciennes ornent les murs recouverts du vieux Jouy. Les portes, ornées seulement d'une plaque nickelée, en losange, paraissent démunies de serrure. Si nous regardons de près, nous voyons que la serrure est prise dans la masse du bois, qu'elle est fort solide,



LES APPAREILS AUTOMATIQUES DE CHAUFFAGE AU MAZOUT

Les chaudières s'allument et s'éteignent instantanément. Leur propreté est telle que les tables du personnel voisinent avec les injecteurs de combustible.

cation est donc totale à l'intérieur de l'immeuble. Personne, ni client ni domestique, n'a d'excuse s'il monte ou descend inutilement une seule marche d'escalier.

Le système de signalisation est, tout d'abord, *lumineux*, c'est-à-dire silencieux, et ne se répète *acoustiquement* que s'il n'est pas répondu au premier signal de lumière. C'est ainsi que chaque porte d'appartement est surmontée, non d'une sonnerie, mais d'un hémisphère lumineux, s'allumant ou s'éteignant en deux couleurs. C'est la traduction de l'appel que le client adresse soit à la femme de chambre, soit au maître d'hôtel, appel qui se répète naturellement au poste de veille du domestique d'étage.

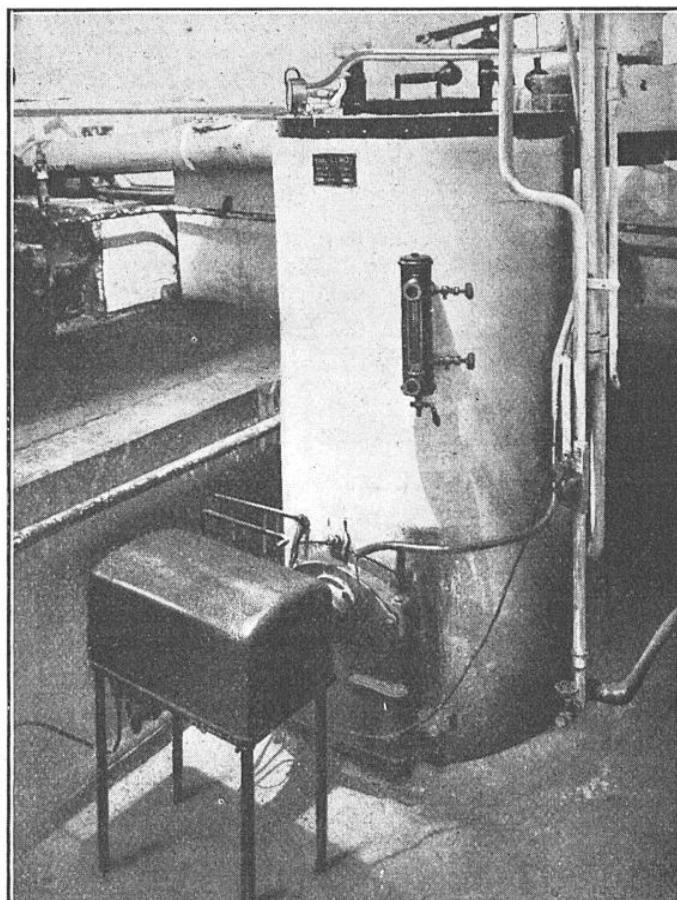
et que son verrouillage est commandé par un loquet électromagnétique faisant corps avec elle. L'ouverture et la fermeture du verrou est à la disposition du client dans son lit. Tout comme s'il était son propre concierge, il n'a qu'à presser un premier bouton pour défendre l'entrée et un second pour l'autoriser.

Ce service et quelques autres sont concentrés à la tête du lit, dans un appareil d'applique que son inventeur, M. Tartakowski, n'a pas baptisé mais qu'il faut bien se représenter comme un factotum électricien. Le corps de l'appareil comporte un cadran horaire (commandé par le poste central du bureau), un téléphone, un aide-mémoire, quatre boutons d'appel, la commande de la

lumière et la télécommande de la porte (dont nous venons de parler).

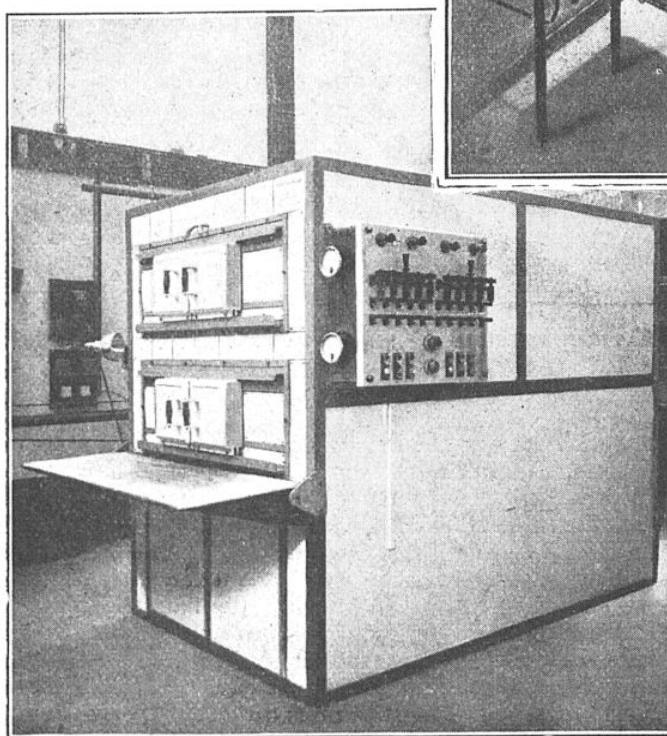
Voulez-vous être réveillé à une heure déterminée, ou, dans la journée, tenez-nous à ce qu'un rendez-vous vous soit rappelé un quart d'heure à l'avance ? Vous manœuvrez un index sur le cadran horaire et le fixez sur l'heure voulue. Quand cette heure sera venue, un vibreur léger se mettra en branle avec discrétion. Si vous négligez ce premier avertissement, le vibreur recommencera, deux minutes plus tard, avec un peu plus d'insistance et reviendra à la charge, un peu plus tard, ne vous laissant plus, cette fois, aucun répit, tant que vous n'aurez pas fait, vous-même, le geste de le stopper.

Les divers boutons d'appel et de commande ne portent pas d'indications écrites mais une silhouette évoquant le service particulier qu'on désire (maître d'hô-



LA CHAUDIÈRE-ACCUMULATEUR,
RÉSERVE D'EAU CHAUDE

Alimentée par un brûleur spécial, elle permet d'atteindre des températures supérieures à celles de l'eau assurant le chauffage général.



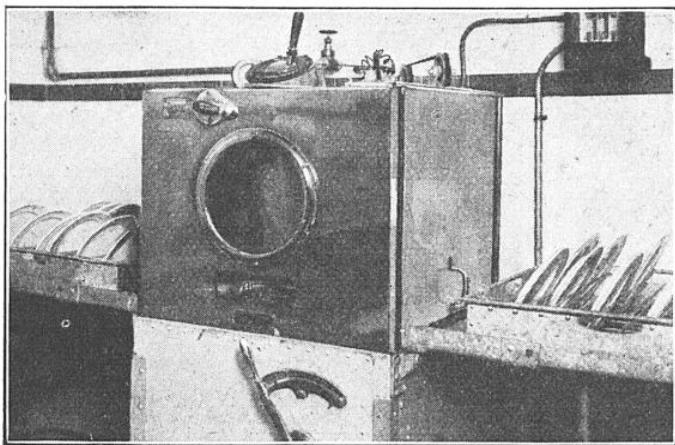
UN FOUR ÉLECTRIQUE A RÉGLAGE AUTOMATIQUE

Il s'agit ici de fabriquer des pâtisseries avec une certitude de réussite absolue, grâce au réglage automatique des températures.

tel, femme de chambre), (verrou poussé ou tiré), (lampe allumée ou éteinte). C'est là une idéographie dont tout étranger comprend le sens immédiatement, et c'est plus joli qu'une affiche polyglotte.

Tous les appels du client au personnel sont répétés au bureau. Pour que le voyant répétiteur du bureau s'éteigne, il faut que le domestique entre effectivement dans la chambre et presse sur un bouton défini, ce qui contrôle sa venue.

Supposons, maintenant, qu'un domestique soit occupé, le matin, à faire une chambre. Une prise de



LA MACHINE A LAVER LA VAISSELLE

Les assiettes défilent dans la caisse centrale. L'employé, au moyen de manettes, dirige les jets d'eau bouillante sur la vaisselle en surveillant le travail par le hublot central.

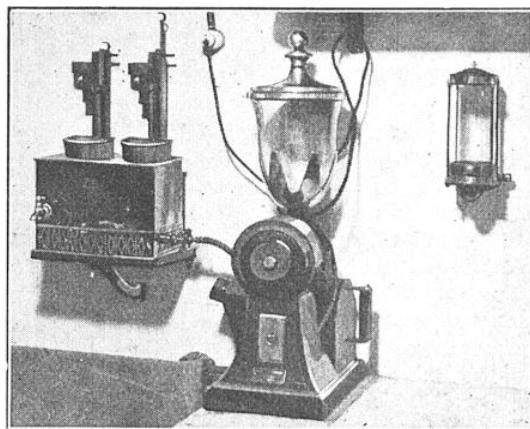
courant lui permet d'installer un appareil avertisseur portatif qui lui transmettra les signaux adressés à son poste habituel. Le domestique, sortant aussitôt de la chambre, trouve le corridor jalonné de lampes allumées qui le guident jusqu'à l'appartement d'où l'appel est parti.

L'organisation de la sécurité

Dans ces mêmes corridors, le veilleur de nuit fait sa ronde, sans autre appareil qu'un mince passe-partout. Il n'a nul besoin du

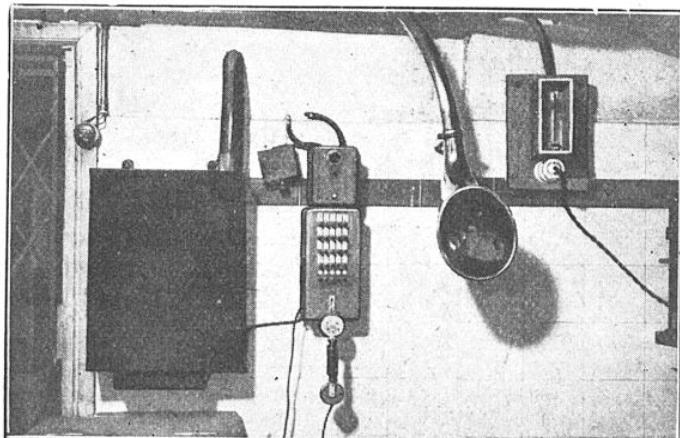
cadrان d'horlogerie portatif sur lequel s'imprime le timbre local du poste contrôlé. D'un tour de clé, le veilleur donne, à ce poste, le signal horaire convenable et ce signal s'inscrit, au bureau, sur le graphique général des rondes de veille.

Mais il faut encore revenir sur les serrures dont les modèles, variables dans chaque cas particulier (intercommunication, coffres, caves, office) ont été spécialement établis sur des combinaisons prévues par devis. Exemple : la porte de votre chambre ne doit pas, vous parti, pouvoir être ouverte



LES APPAREILS DE PRÉCISION

A gauche, la minuterie à plongeoir pour cuire automatiquement, au degré voulu, les œufs à la coque ; au centre, le moulin à café à doseur automatique et à mouture réglable (10 degrés de fusion) ; à droite, le distributeur doseur de thé.



LE POSTE DE COMMANDE DES CUISINES (RÉCEPTION)

Le tuyau acoustique pourvoit à certaines parties du service, le téléphone à d'autres. Enfin, à gauche, un coffre reçoit les commandes écrites transmises par gravité dans une boule creuse dont le poids, à l'arrivée, actionne une sonnerie permanente.

par n'importe qui. D'autre part, votre verrou de sûreté, fermé de l'intérieur, doit pouvoir s'ouvrir, de l'extérieur, au cas où un malaise vous interdirait la manœuvre. Le coffre particulier aux valeurs scellé dans le mur de votre appartement ne doit s'ouvrir que pour vous. Dans l'office, les caves, les magasins de réserve, etc., doivent s'ouvrir avec certaines restrictions. Sur ce thème, vous pouvez imaginer toutes sortes de combinaisons.

Le directeur de l'hôtel, par

exemple, doit posséder, seul, la clé qui ouvre toujours et partout. Le garçon d'étage détient seulement une clé de passe pour les chambres qui le concernent à l'exclusion des autres. La gouvernante, une clé ouvrant sur tous les étages de chambres mais non pas à l'office.

Combiner une seule et même serrure qui réponde à cette hiérarchie et de telle sorte que chaque intéressé n'ait qu'une seule clé (et non pas un ridicule trousseau de géôlier), tel est le problème dont la solution exige toute la science mécanique des spécialistes. Cette solution se matérialise dans le profil des clés dont chacune, par son seul dessin, indique le grade de son détenteur (1). Celle de M. Tarataowski est un véritable brevet d'organisateur.

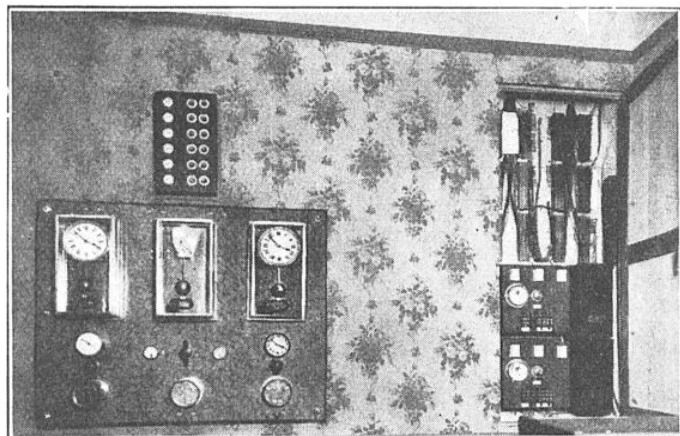
Les coulisses industrielles de l'hôtel

Nous venons de pénétrer, en clients, dans l'hôtel taylorisé, et nous avons pris connaissance des télécommunications et des sécurités installées pour nous servir. Notre rôle est d'aller plus loin et de passer dans les « coulisses industrielles » de la maison.

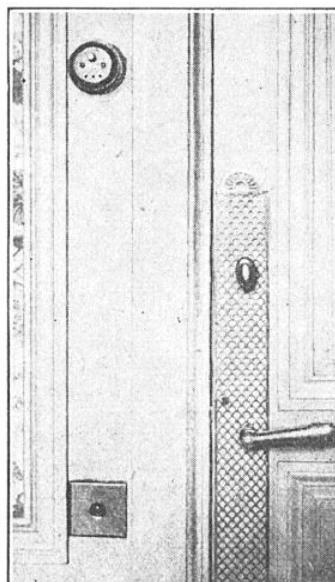
Ces coulisses, ce sont, naturellement, les sous-sols.

Donnant un exemple qu'on ne saurait trop encourager, M. Tarta-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 124, page 313.



LES COMMANDES SITUÉES DANS LE BUREAU DIRECTORIAL
Les horloges répétitrices et réveille-matin dirigent tous les cadans de la maison. En haut, tableau de répétition annonçant l'exécution des ordres ; dans le placard, les appareils dirigeant cette distribution.



LA FERMETURE RATIONNELLE D'UNE PORTE DE CHAMBRE

Dans le corps de la porte sont installés les verrous électriques commandés à distance, de son lit, par l'occupant qui contrôle ainsi la possibilité d'entrer et de sortir. En haut, à gauche, prise de contact pour un appareil portatif que les domestiques de service branchent lorsqu'ils ont à séjournier dans la pièce et qui leur transmet toute la signalisation nécessaire à leur service courant.

kowski reçoit le courant électrique à la tension du réseau : 15.000 volts, et il utilise du 200 volts, du 180, du 24, du 10 volts, grâce à son poste particulier de transformation.

Celui-ci comporte deux transformateurs d'une puissance de 15 et de 35 kilowatts. Cela permet d'utiliser, suivant les heures de la

journée, le plus faible appareil (15 kW), ou le plus puissant (35 kW), ou les deux ensemble (50 kW). De la sorte, aucun appareil ne fonctionne jamais à vide, et aucune « puissance réactive » n'est gaspillée, ni pour le client ni pour la compagnie. (On connaît l'importance générale de cette question des pertes de puissance réactive, qui est l'un des obstacles de la distribution sur les grands réseaux.)

L'électricité part donc du tableau sous trois formes : un courant de force et de chauffage pour les fours, un courant de lumière, un courant à bas voltage pour les signaux.

Le chauffage à l'électricité n'est d'ailleurs utilisé que si ses avantages sont manifestes, ce qui est le cas, par exemple, pour les fours à pâtisserie. Mais la houille demeure l'aliment du fourneau central, le charbon de bois, celui du gril, et le mazout nourrit les chaudières chargées de donner l'eau chaude, soit aux radiateurs et partout

où elle est nécessaire (salle de bains, lavabos, machines à laver).

Le courant-force se répartit sur toutes sortes d'appareils, depuis les treuils de l'ascenseur et des monte-charges jusqu'au moteur d'un huitième de cheval, qui dessert l'usine en miniature où se font le thé, le café, les grillades, les œufs à la coque.

Doser le thé et le café pour des concentrations de goût toujours uniforme, voilà un problème aussi difficile et important pour un chef que de cuire un œuf au goût précis du client. Seul l'automatisme peut régler le perpétuel débat du « trop cuit » ou « pas assez cuit », du « thé léger » ou « thé fort ». Ce sont des doseurs automatiques, c'est un moulin capable de nuancer sa mouture sur 10 degrés de finesse différents, c'est une minuterie plongeant et retirant automatiquement chaque œuf isolé dans un bain d'eau bouillante qui tranchent définitivement ces questions difficiles.

La cuisine fonctionnant à pleins feux est, sans doute, un endroit où il fait chaud, mais juste au-dessus du fourneau central. Car le plafond est cloisonné à mi-hauteur par des vitrages canalisant la circulation de l'air. Celui-ci arrive, froid, d'un certain coin inférieur et repart chaud par l'angle opposé de la salle. Et, à trois pas du grand fourneau rougeoyant, la température n'est pas plus élevée que dans le vestibule d'entrée ou dans la salle à manger de l'hôtel.

Cette question de l'aération est particulièrement étudiée de la cave au grenier, mais ici, dans les sous-sols, on ne rencontre que portes en grilles articulées, de telle sorte que l'air circule toujours et dans le sens prévu, même lorsque tout est clos.

L'écoulement des eaux est, de même, si rationnel que le lavage peut s'effectuer à la lance, et faire la vaisselle, dans les sous-sols de l'hôtel, n'exige de la part des « plongeurs » que le jeu de certaines manettes réglant un jet de vapeur ou la rotation d'un panier. On peut faire la même remarque pour tout le travail de détail : machines à racler, à éplucher les légumes, machines à mélanger, à fouetter les crèmes, à pétrir... On se

demande si la virtuosité n'est pas, ici, du dilettantisme. Il paraît que non. Et si M. Tartakowski peut répondre cela en directeur responsable d'intérêts, c'est une preuve indiscutable de l'efficacité de cette fameuse rationalisation, fût-elle poussée à l'extrême.

Est-ce là la formule du « chez soi » pour l'avenir ?

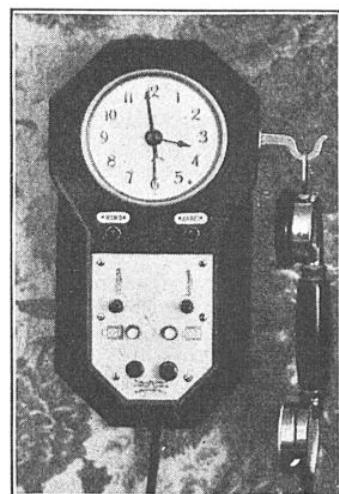
Et, maintenant, une question pratique se pose. La description que nous venons de donner est celle d'une habitation collective, organisée pour les voyageurs. Est-ce que les mêmes commodités pourront s'établir économiquement, un jour prochain, dans les immeubles privés ?

A la ville, cela ne fait aucun doute. Pour ma part, je n'arrive pas à concevoir pourquoi un hôtel serait un lieu d'habitation très différent de ces constructions à huit ou dix étages (pour se borner au *standing* de Paris), qui abritent au moins vingt familles, quelquefois le triple. Pourquoi n'établirait-on pas dans les « immeubles de rapport » vraiment modernes tout un sous-sol formant les « coulisses » industrialisées de la vie ? Pourquoi n'y recevraient-on pas directement le courant à haute tension ? Pourquoi une cuisine rationnelle, avec monte-charges et toute la machinerie accessoire, n'y serait-elle pas installée, qui servirait chaque locataire à domicile ? Pour-

quoi le service d'entretien général ne serait-il pas confié à des équipes, non pas de « domestiques » — le mot est inexact — mais d'*employés* qui effectueraient strictement une tâche délimitée, convenue d'avance avec chaque intéressé ?

Il suffit d'avoir séjourné quarante-huit heures chez M. Tartakowski, de s'être intéressé à tous les détails du décor intérieur, absolument dépourvu de tout ce qui peut rappeler le caravanséral, pour concevoir combien on est davantage chez soi dans cette maison entièrement « machinée » et scientifiquement organisée que dans un appartement bourgeois où l'office voisine presque avec le salon.

V. JOUGLA.



LE FACTOTUM ÉLECTRIQUE
DE M. TARTAKOWSKI

Cet appareil original comporte un réveille-matin automatique à sonnerie graduée qui devient un « memento » valable pour toute heure du jour. Les appels de service et le téléphone sont fixés au même appareil.

LE PHONOGRAPHHE ET LA VIE

Un peu de technique, beaucoup de pratique.

Par F. FAILLET

De nombreux lecteurs nous ont demandé d'exposer dans LA SCIENCE ET LA VIE, au fur et à mesure de leur apparition, les nouveautés techniques et pratiques relatives au phonographe moderne, dont le développement s'est accru considérablement au cours de ces dernières années. L'essor du phonographe est dû, d'une part, à la lutte qu'il a soutenu contre la T. S. F. et qui a amené les constructeurs à créer des appareils de plus en plus parfaits, et, d'autre part, par une curieuse incidence, à la collaboration et à l'alliance de ces deux ennemis d'hier. Nous sommes heureux de commencer aujourd'hui cette nouvelle rubrique dans laquelle nous ferons connaître régulièrement les progrès techniques du phonographe et les « tours de main » pratiques pour sa bonne utilisation. Une critique impartiale des disques nouvellement parus permettra à chacun de constituer à bon escient sa bibliothèque phonographique.

De quelques généralités techniques et conseils pratiques

INNOMBRABLES sont, de par le monde, les possesseurs de machines parlantes ; innombrables encore ceux qui, par le truchement de la T. S. F., ont l'occasion d'apprécier quotidiennement les plaisirs du disque ; et, chaque jour, le nombre des uns, puis des autres, croît régulièrement, car, qui a entendu de bons disques sur de bons appareils, en entendra encore et, bientôt, ne pourra plus se passer de cette nouvelle jouissance artisti-

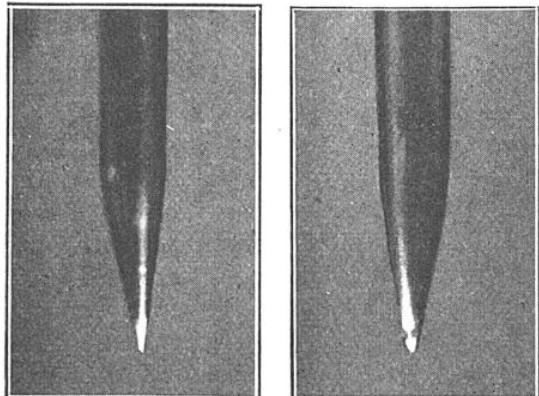


FIG. 1. - MICROPHOTOGRAPHIES D'UNE POINTE D'AIGUILLE (MÉDIOUM) : A GAUCHE, AIGUILLE NEUVE ; A DROITE, APRÈS USAGE SUR UN DISQUE

On voit nettement l'usure à l'extrême pointe ; il ne reste plus qu'une moitié de la matière, convexe d'un côté, concave de l'autre ; que l'aiguille se déplace alors légèrement, et, si l'on fait tourner un nouveau disque, le sillon sera coupé par le profil devenu tranchant de la pointe d'acier.

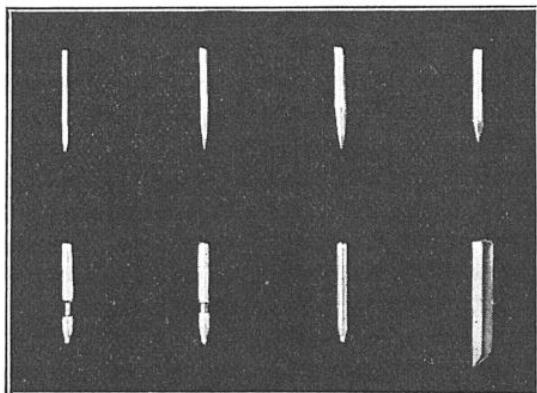


FIG. 2. — GAMME COMPLÈTE D'AIGUILLES DE DIFFÉRENTES FORCES (GRAMOPHONE)

En haut, de gauche à droite : sourdine, médium, forte, extra-forte ; en bas, de gauche à droite : tungstène douce, forte, extra-forte et fibre.

que, car, dans toutes les classes sociales, le phonographe a su se créer une place particulière et sa présence devient rapidement d'autant plus intime, que ses caractéristiques se modifient suivant les désirs ou les caprices de chacun avec une rare souplesse.

En fait, deux raisons expliquent le prodigieux développement de la musique mécanique et sa réaction victorieuse à l'offensive momentanée de la T. S. F. devenue sa plus fidèle alliée : la multiplicité et la perfection technique des appareils de reproduction et celles des œuvres enregistrées électriquement. Il est possible, maintenant, de choisir un appareil répondant aux goûts et possibilités de chacun, et de puiser ensuite dans un répertoire de disques d'une richesse inouïe.

C'est à guider nos lecteurs dans ce double

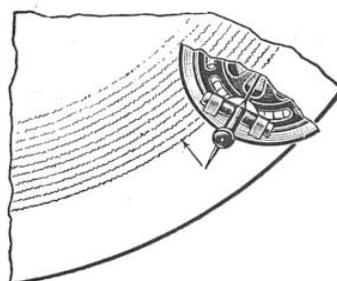


FIG. 3. — POSITION DE DÉPART DE L'AIGUILLE

Le disque, entraîné par le plateau, ayant acquis une pleine vitesse, l'aiguille est posée sur la partie lisse extérieure et légèrement poussée vers le centre ; elle s'engrène alors naturellement avec le sillon, qu'elle ne risque pas de couper.

jours plus considérable, ne laisse pas que de surprendre et intimider les débutants.

Un peu de pratique

A maintes reprises, *La Science et la Vie* a publié des études fort documentées sur les divers éléments qui constituent le phonographe moderne. Il nous suffira donc de rappeler succinctement quelles sont les principales parties d'une machine parlante : une aiguille suit les méandres du sillon imprimé en creux dans la cire du disque enregistré ; un diaphragme, solidaire de l'aiguille, ébranle la couche d'air qui l'environne suivant les impulsions qu'il reçoit de la pointe d'acier, recomposant ainsi les sons initiaux de l'enregistrement ; un bras acoustique, ou bras coudé, canalise alors ces sons restitués vers une chambre d'amplification.

La réalisation de cette succession d'étapes est très délicate et justifie les conseils préliminaires qui vont suivre, indispensables à observer si l'on veut obtenir des auditions pures et conserver longtemps des disques fort onéreux.

LES AIGUILLES. — Sinon totalement, du moins en grande majorité, les appareils actuels sont des appareils à aiguilles. Malgré l'aisance d'utilisation du saphir inusable, l'aiguille est maintenant presque universellement préférée, et l'on va comprendre aisément pourquoi.

Lorsqu'on utilise les aiguilles, les constructeurs recommandent d'en changer pour chaque face d'un même disque. Leur solidité apparente et le petit ennui matériel qu'entraîne cette prescription, la font souvent mépriser ; elle est pourtant essentielle, et un instant de réflexion permet de s'en rendre compte.

En l'occurrence, il s'agit, en effet, de deux matières dures, frottant l'une sur l'autre

choix que, chaque mois, nous nous efforcerons désormais, les tenant au courant, aussi bien de tous les perfectionnements techniques que des « tours de main » qui améliorent l'audition et prolongent la vie des appareils, leur apportant aussi quelques appréciations sincères sur les principaux enregistrements périodiques dont le nombre, toujours,

sans intermédiaire lubrifiant pour en adoucir le contact : le disque et la pointe de l'aiguille. De toute nécessité, l'un des deux doit finalement céder ; or, le plus faible n'est pas le disque dont la longévité doit être suffisante pour justifier son prix d'achat élevé. C'est donc l'aiguille qui manifeste son infériorité en s'émoignant. Il est d'ailleurs possible de le constater *de visu* en considérant la microphotographie (fig. 1) d'une pointe d'aiguille n'ayant été utilisée que pour une seule face de disque ; la surface auparavant polie, l'extrémité jusqu'alors aiguë ont disparu : il ne reste plus qu'une sorte de croissant tranchant comme une lame de rasoir et à la concavité duquel le sillon du disque ne résisterait pas longtemps.

Done, il ne faut jamais se servir deux fois de la même aiguille, sauf si elle n'a frotté que pendant quelques tours du disque ; il suffit alors de changer sa position d'un demi-tour, l'action du frottement se faisant surtout sentir sur la face de la pointe opposée à la direction du mouvement. Enfin, n'oubliez pas que, pour placer convenablement une aiguille sur le disque, il ne faut pas essayer d'engrerer immédiatement les premiers sillons : on risquerait ainsi de les rayer ; il faut simplement (fig. 3) poser la pointe sur la partie lisse extérieure et la pousser légèrement et latéralement ; d'elle-même, l'aiguille glissera vers le sillon et s'y engagera sans heurt.

Tous les constructeurs d'appareils et d'accessoires phonographiques fabriquent et mettent en vente des séries très diverses d'aiguilles. Elles se rapportent à une gamme de puissance suffisamment étendue (fig. 2) : fibre, sourdine, médium, douce, forte, extra-forte. Si on écoute un même morceau successivement avec chacune de ces pointes, on

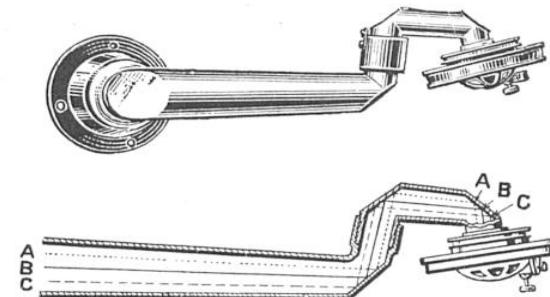


FIG. 4. — BRAS ACOUSTIQUE « RECTILIGNE » (COLUMBIA)

En haut, ensemble du nouveau bras ; à droite, le diaphragme ; à gauche, la monture qui se place sur le roulement à billes ; en bas, coupe schématique : A, B et C, trois trajets d'ondes sonores, réfléchis à trois reprises seulement sur les trois pans coupés ; il n'y a pas de réflexions croisées, non plus déformées. Théoriquement, une image lumineuse placée à une extrémité du tube serait réfléchie tout au long du parcours et pourrait être reçue à l'autre extrémité sans avoir subi de déformation.

peut alors apprécier des différences, souvent considérables, dans la qualité de l'audition. Cependant l'aiguille de fibre (bois) n'est guère utilisée que pour certains morceaux de guitares, dont les résonances deviennent exquisement voilées, ou pour des solo de piano et de violon qui prennent ainsi d'étranges demi-teintes. L'aiguille extra-forte convient particulièrement dans l'exécution des morceaux de danse. Pratiquement, on se servira le plus généralement d'aiguilles douces ou fortes, après essai pour chaque disque.

Le saphir étant écarté parce qu'inusable et usant, par conséquent, le disque, on a créé l'aiguille *tungstyle* (faible, forte, extra-forte) qui peut, théoriquement, passer sur une soixantaine de disques double face sans danger ; pratiquement, nous conseillons un chiffre de moitié moins élevé, et encore convient-il de ne déplacer la tungstyle que pour la changer, et de l'utiliser avec les disques de sa marque, la pointe étant calculée d'après la largeur d'un sillon bien déterminé.

Enfin, la Maison Columbia lance sur le marché une nouvelle aiguille fort intéressante et qui séduira, certes, les amateurs méticuleux : c'est une pointe de fibre d'un latex de l'Afrique du Sud qui unit la douceur de l'aiguille de bois à la force sonore de l'aiguille d'acier douce. Cette pointe végétale donne de bons résultats avec à peu près tous les disques, sauf ceux de danse, qui, par définition, doivent être « bruyants » ; elle peut servir pour cinq ou six disques sans être changée ; au delà, il suffit de l'épointer à nouveau sur un fin papier d'émeri... et de recommencer. Au total, la même aiguille permet une soixantaine

d'auditions. S'usant aisément, elle n'abîme pas le disque et diminue considérablement le grincement. Une seule recommandation : ne l'employer que sur des disques neufs, l'aiguille d'acier laissant, dans les sillons, des particules métalliques, qui, frottées ensuite par l'aiguille végétale, useraient la cire, sans mériter d'en supporter la responsabilité.

LE DIAPHRAGME. — Voici une petite expérience bien facile à réaliser : tenez délicatement entre deux doigts une carte de visite dont un coin repose dans le sillon d'un disque en rotation ; si on approche l'oreille, on entend, parfaitement restitué, le morceau enregistré dans la cire. Le coin de la carte remplace l'aiguille et la carte, amplifiant les vibrations qu'elle reçoit, ébranle l'air environnant, en se comportant comme un véritable diaphragme dont le rôle est ainsi déterminé.

Le diaphragme est donc une matière inerte (mica ou lamelle métallique) réagissant convenablement aux impulsions que lui imprime l'aiguille et les transformant en vibrations sonores audibles. Sa construction, très délicate, diffère d'une marque à l'autre. C'est un intermédiaire d'importance capitale, puisque, de sa perfection, dépend *a priori* la qualité de la reproduction ; il faut donc le manier avec précautions et, bien entendu, ne jamais s'aviser de le démonter.

LE BRAS ACOUSTIQUE. — Chargé de transmettre à la chambre d'amplification les sons émis par le diaphragme, sans perte et sans déformation, le bras acoustique a fait l'objet d'études techniques très complexes, souvent même fort subtiles. Les divers constructeurs sont parvenus à des solutions dont les qualités sont souvent si voisines que le choix ne peut plus guère être dicté que par des considérations de convenance personnelle. Cependant, deux théories se sont précisées : celles du bras courbe et celle du bras rectiligne. Le schéma d'un bras réalisé selon cette dernière conception (fig. 4) montre le cheminement de l'onde sonore à travers une série de conduits acoustiques reliés les uns aux autres par quatre surfaces planes disposées de telle sorte que les vibrations conservent toute

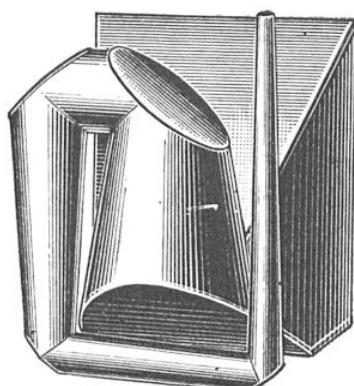


FIG. 5. - PAVILLON « PLANO REFLEX » (COLUMBIA)

Cette chambre d'amplification, destinée à des appareils déjà considérables, véritables meubles de salon, sous un volume réduit, mesure, en réalité, 2 m 75 de développement, ce qui est considérable. Comme dans le bras acoustique de la même marque, les angles aigus ou les coudes ont été remplacés par des plans de réflexion. Les résonances dans le pavillon proprement dit sont éliminées, et les notes extrêmes ne sont pas favorisées les unes par rapport aux autres. Cette chambre ne les amplifie donc pas exagérément — effet facile et vulgaire — mais les restitue dans leurs rapports initiaux.

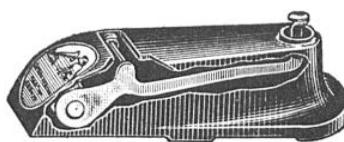


FIG. 6. — INDICATEUR DE VITESSE AUTOMATIQUE

L'appareil étant placé sur le plateau du phonographe, l'axe du moteur pénétrant dans l'ouverture, au moment de la rotation, le contrepoids, articulé pour le pivot, s'abaisse sous l'action de la force centrifuge, entraînant l'index, qui rentre dans son logement. A la vitesse normale de 78-80 tours à la minute, le sommet de l'index doit effleurer la surface supérieure de son logement.

la cire, sans mériter d'en supporter la responsabilité.

leur pureté ; le résultat obtenu par ce bras, auquel s'adjoint le diaphragme n° 9 Columbia, qui a été récemment décrit ici même, est, en tous points, fort satisfaisant.

Le bras acoustique est relié, d'une part, au sillon *mobile* du disque par l'intermédiaire du diaphragme et de l'aiguille, d'autre part à la chambre d'amplification *fixe*. Il est donc animé d'un mouvement transversal extrêmement doux que lui impriment les bords du sillon. Il supporte également, à « bout de levier », le lourd diaphragme, grâce à la présence d'un roulement à bille, situé au point de liaison avec la chambre. C'est là la seule partie un peu délicate du bras acoustique et il convient de la traiter avec ménagement : la plus infime résistance provenant du roulement risquerait, en effet, de faire sauter à l'aiguille deux ou trois sillons voisins au cours de l'audition.

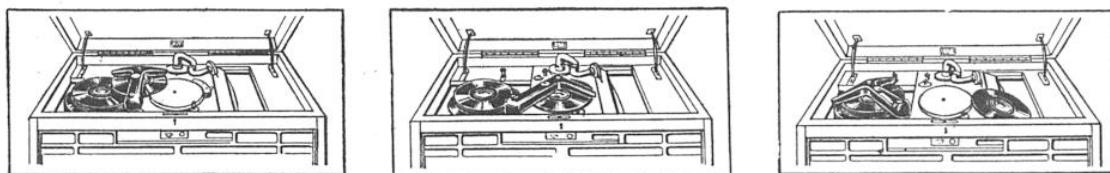


FIG. 7. — LES TROIS PHASES DU FONCTIONNEMENT DU « PHONOGRAFHE QUI CHANGE AUTOMATIQUEMENT SES DISQUES » (GRAMOPHONE)

Le « bras d'alimentation » mécanique vient de saisir un disque sur la pile, en le griffant par ses tenons, et va le transporter sur le plateau. (Le diamètre du disque n'importe pas : 25 ou 30 centimètres, à volonté.)

Le bras pose le disque sur le plateau, toujours en mouvement ; à ce moment, le diaphragme s'abaisse sur le rebord extérieur du disque et le bras reprend sa place initiale : l'audition commence.

L'audition finie, le diaphragme se relève, le pivot du plateau s'abaisse, et le disque est projeté dans un compartiment caoutchouté ; le bras saisit un autre disque pour l'amener sur le plateau, toujours en mouvement.

LA CHAMBRE D'AMPLIFICATION. — C'est une sorte de porte-voix de forme tourmentée qui a remplacé le volumineux et peu esthétique pavillon de jadis. Là encore, l'étude des surfaces, des courbes, a été poussée extrêmement loin par des physiciens spécialisés dans l'acoustique. Révéler les formules complexes élaborées sortirait du cadre que nous nous sommes tracé. Précisons seulement qu'une, et non la moindre, des difficultés vaincues, a été de se rapprocher de la longueur considérable indispensable à une audition parfaite, tout en ramassant sur eux-mêmes les divers éléments de la chambre, afin de n'occuper qu'un volume restreint (fig. 5). Ajoutons encore, pour répondre à une observation courante, que la matière employée — bois ou métal — n'intervient pas comme facteur dominant : cette matière doit, simplement, demeurer inerte, la forme des surfaces sur lesquelles le son se réfléchit successivement intervenant à peu près seule.

Accessoires

Pour terminer cette première causerie par des exemples d'utilité pratique qu'il est bon de ne pas dédaigner, voici un petit appa-

reil extrêmement simple et utile : l'indicateur de vitesse automatique (fig. 6). On sait combien il est important de faire tourner le disque exactement à la vitesse à laquelle il a été enregistré pour éviter toute transposition fâcheuse de la tonalité initiale ; cette vitesse est normalement de 78 à 80 tours à la minute.

L'appareil dont il s'agit est un petit bloc de fonte évidé dans lequel est logé un bras mobile autour d'un pivot et supportant, à sa partie inférieure, un petit contrepoids ; à la partie supérieure, un index dépasse légèrement. On place l'appareil sur le plateau, une extrémité munie d'une ouverture circulaire s'encastrant dans le pivot central du moteur, et l'on met en marche. La force centrifuge se fait aussitôt sentir à l'extrémité opposée de l'appareil et l'index tend à s'enfoncer au fur et à mesure que la vitesse aug-

mente. L'indicateur de vitesse est construit de telle façon qu'à la vitesse normale de 78-80 tours, la tête de l'index affleure son logement ; descend-il au-dessous, on diminue la vitesse ; reste-t-il au-dessus, on l'augmente.

Une jolie réalisation mécanique : le phonographe qui change ses disques

Lorsqu'un nouvel amateur, jusqu'alors ennemi irréductible de la machine parlante, vient à résipiscence, il demeure quelque temps encore à se plaindre amèrement de ces deux obligations, évidemment fastidieuses : le changement de disques si fréquent et qui entraîne de multiples coupures dans l'audition d'un morceau symphonique, et le changement d'aiguilles. Il était inévitable que d'ingénieux techniciens cherchassent à y remédier ; ils y sont parvenus en réalisant l'une des plus jolies mécaniques qui soient : le changeur de disques automatique. Une simple pression sur un bouton et il n'est plus nécessaire de bouger du fauteuil où l'on a choisi une place moelleuse pour mieux ressentir le charme musical ; une vingtaine de disques préparés à l'avance vont se faire entendre sans interruption. Tel est, parmi

quelques autres non moins ingénieux, le changeur de disques gramophone que nous allons décrire (fig. 7).

Tout le mécanisme est rassemblé sur une planchette supérieure divisée en trois parties : au centre, le plateau ordinaire, qui, le mouvement déclenché, *tourne sans cesse* ; à gauche, la pile des vingt disques préalablement choisis *sans préoccupation de leurs diamètres* ; à droite, l'orifice d'un compartiment caoutchouté qui reçoit les disques joués.

L'appareil étant mis en marche, un « bras d'alimentation », sorte de T dont les deux extrémités de la branche transversale portent des petits tenons, s'applique sur le premier disque, au sommet de la pile ; automatiquement, les deux tenons s'écartent ou se rapprochent selon qu'il s'agit d'un disque de 30 ou de 25 centimètres de diamètre, et ils agrippent la plaque de cire impressionnée comme le ferait une main véritable avec ses doigts repliés. Un mouvement de rotation autour d'un pivot situé à la base du T transporte ensuite le disque sur le plateau en marche, où il l'abandonne pour reprendre sa première position. En même temps, le diaphragme s'est avancé au-dessus du disque et s'est baissé lentement jusqu'à ce que l'aiguille repose légèrement à la naissance du sillon : l'audition commence. Le disque terminé, le diaphragme se soulève de nouveau, reprend sa position initiale, cependant

que le pivot central du plateau, *toujours en rotation*, s'abaisse, ne maintenant plus le disque. Celui-ci, alors, et, tout naturellement, est projeté comme par une fronde infiniment douce, vers l'orifice du compartiment caoutchouté dans lequel il choit sans heurt ; et le cycle recommence jusqu'à épuisement des vingt disques.

Notons d'abord que l'emploi d'une aiguille tungstyle, sur le diaphragme, évite d'en changer pendant toute l'audition. Notons encore que l'initiative, vieille de plusieurs mois déjà, qu'a prise la Maison Gramophone de graver certains de ses disques en alternant les différentes parties d'une grande composition suivant le rythme 1, 3, 2, 5, etc... sur chacune des faces d'un même disque, permet d'entendre une symphonie — ou *Carmen* — entièrement, sans être obligé d'acheter une double collection.

Bien entendu, un semblable appareil est fort coûteux ; mais sa place, commercialement, est tout indiquée dans les établissements de danse, par exemple, ou les grands salons de réception ; et sa perfection technique, si étonnante, est un attrait supplémentaire qui charme les yeux, avant que de charmer les oreilles, de tous les assistants ; rien n'est plus curieux, en effet, que de voir fonctionner cette sorte d'automate aux gestes moelleux, presque humains.

F. FAILLET.

A TRAVERS LES DISQUES

POUR cette première chronique, qui, nécessairement, doit être aussi une « prise de contact », il nous paraît préférable, plutôt que d'étudier dans tous leurs détails les abondantes nouveautés du dernier mois, de résumer à grands traits la production essentielle et relativement récente des principales firmes éditrices, afin de permettre à nos lecteurs de constituer facilement — ou de compléter — une « discothèque » suivant les goûts de chacun. Des morceaux fameux ont été enregistrés il y a longtemps déjà ; de-ci de-là, nous ne pourrons que succinctement les rappeler ; mais, peu importe, les perfectionnements dans l'art de la « prise de sons » étant incessants et, un jour ou l'autre, tous les enregistrements passés devant être recommandés.

Actuellement, il existe à Paris, françaises ou étrangères, sept grandes maisons d'édition du disque, chacune ayant ses défauts et ses qualités, ses grandes « exclusivités » aussi. Ce sont : Pathé, Columbia, Gramophone, Polydor, Brunswick, Odéon et Parlophone, auxquelles il faut encore ajouter Edison Bell et Broadcast, qui se sont spécialisés dans le disque de petit diamètre. De très bons enregistrements peuvent être trouvés chez les unes et chez les autres, mais il importe de comparer et de choisir soigneusement, les mêmes morceaux sentant successivement, parfois même simultanément, les différentes firmes. Ainsi, de mars à mai dernier, la *Cinquième Symphonie* de Beethoven, qui avait déjà plusieurs fois subi l'épreuve du disque,

fut encore mise en galettes de cire par Polydor, par Pathé et par Odéon. Ce choix n'est donc pas aisné : si, brutalement, l'interprétation du morceau désiré permet une première élimination rapide, la qualité de l'enregistrement est d'une appréciation plus subtile. Au vrai, depuis le subit développement du goût phonographique en France, on a pris l'habitude, dans le monde critique particulièrement, à s'attacher à d'infinies nuances, à raffiner à l'excès et à comparer de menues, toutes menues différences de timbres par exemple, que, régulièrement, on attribue aux « impondérables de l'enregistrement mystérieux ». Fariboles que tout cela ! Si l'enregistrement électrique constitua un progrès extraordinaire à quoi est redévable la vogue actuelle du phonographe, il n'en est pas moins vrai que, scientifiquement et eu égard à la fidélité absolue de la reproduction qu'en définitive l'on recherche, c'est une hérésie scientifique : on ne connaît pas grand' chose aux lois véritables de l'acoustique, mais il apparaît bien que l'enregistrement de l'avenir doive être l'enregistrement lumineux, sur quoi, d'ailleurs, nous nous attarderons un jour. Done, dans l'état présent des choses — qui constitue, d'ailleurs, une étape tout à fait importante de l'évolution de la machine parlante — nous nous contenterons de ne rechercher — l'appréciation personnelle de l'exécution étant précisée — que les erreurs ou réussites dans l'exactitude à la reproduction qui soient véritablement appréciables et relèvent certainement d'insuffisances ou d'inadvertisances techniques à l'opération d'enregistrement.

UNE TURBINE QUI UTILISE L'ÉNERGIE DES GAZ D'ÉCHAPPEMENT D'UN MOTEUR A EXPLOSION

Par Paul LUCAS

LES moteurs à explosion utilisent comme source de chaleur l'explosion d'un mélange détonant constitué par de l'air et un gaz, ou de l'air et de la vapeur d'essence, de pétrole ou d'un autre carburant. La chaleur ainsi produite provoque une surpression des gaz qui, dans les moteurs construits jusqu'à présent, refoulent un piston en produisant du travail mécanique.

Depuis longtemps déjà, les chercheurs se sont préoccupés de la construction d'une turbine utilisant la détente de ces gaz, de la même manière que les turbines à vapeur utilisent la détente de la vapeur, soit dans des organes fixes, appelés tuyères, les roues étant traversées à pression constante, soit d'une manière continu à travers les aubages fixes et mobiles.

Toute considération de rendement mise à part, une des plus grandes difficultés que présente la réalisation d'une telle turbine réside dans le refroidissement de ses organes. Le refroidissement du bâti n'offre pas de difficultés spéciales, et peut être effectué de la même manière que pour un moteur ordinaire. Il n'en est pas de même des organes intérieurs, qui sont placés dans des conditions extrêmement défavorables, étant soumis directement à l'action des gaz, qui sont eux-mêmes à une très haute température.

On a proposé, à diverses reprises, d'obtenir un refroidissement des aubes de la roue,

en utilisant des aubes creuses de forme appropriée, et en les faisant traverser par un courant d'air frais. Il a été cependant difficile de réaliser pratiquement un tel dispositif, et c'est seulement ces temps derniers que la solution proposée par C. Lorenzen permet de constater un nouveau pas en avant dans les recherches entreprises à ce sujet.

Retenant l'idée précédente, Lorenzen a réalisé une turbine, dans laquelle le courant d'air qui traverse les aubes est mis sous pression par la turbine elle-même, de la manière la plus simple, au moyen d'un ventilateur placé à l'intérieur de la roue à aubes, et tournant avec elle. Par ce procédé, l'arrivée de l'air se produit sans aucun heurt. La chaleur absorbée par l'air peut être récupérée en utilisant cet air pour constituer le mélange gazeux détonant.

La turbine Lorenzen

La turbine construite par C. Lorenzen n'est cependant pas une véritable turbine à explosion ; elle n'utilise que les gaz d'échappement des moteurs ordinaires et est destinée à récupérer une partie de l'énergie de ces gaz,

énergie que l'on a considérée jusqu'à présent comme perdue, permettant par là d'améliorer le rendement de ce genre d'installations.

La roue de la turbine se compose de deux disques d'acier *A*, qui, entre leurs bords extérieurs, maintiennent dans des rainures les

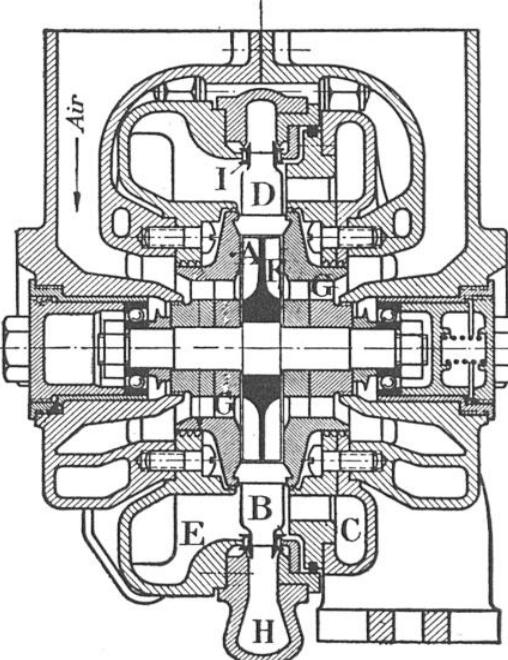


FIG. 1. — COUPE DE LA TURBINE A GAZ D'ÉCHAPPEMENT DE LORENZEN

A, disque d'acier ; *B*, *D*, aubes creuses ; *C*, chaudière d'arrivée des gaz ; *F*, rotor ; *H*, chambre de compression d'air ; *E*, chambre d'échappement de la turbine.

pieds des aubes creuses *B*. Celles-ci sont constituées par des portions de tubes en acier qui reçoivent à la presse la forme d'aube voulue. Les gaz d'échappement du moteur pénètrent dans la chambre *C* et sont évacués vers le bas après leur passage à travers les aubes *D* de la turbine. Le rotor *F* du ventilateur est fixé entre les disques *A*. Il aspire l'air du dehors à travers les ouvertures *G* des disques et le refoule à travers les aubes creuses dans la chambre *H*. Les extrémités carrées des aubes font saillie dans cet espace et le dispositif à labyrinthe *I* réduit d'une manière efficace les fuites de l'air comprimé dans la chambre d'échappement des gaz *E*. L'arbre de la turbine ne fait pas saillie à l'extérieur et repose sur des roulements à bille.

Des essais effectués au laboratoire d'Aéronautique d'Adlershof ont démontré que pour des vitesses de rotation comprise entre 10.000 et 25.000 tours par minute, la turbine est capable de transformer, en travail utile du ventilateur, de 12 à 16 % de l'énergie des gaz d'échappement, le plus haut rendement correspondant aux plus faibles vitesses de rotation. Le dispositif adopté pour ces essais est schématisé par la figure 2.

La turbine est raccordée au pot d'échappement d'un moteur d'aviation Hispano-Suiza de 300 ch, dont l'énergie est absorbée par un frein hydraulique, et dont le démarrage s'effectue avec l'aide d'un moteur électrique, non représenté sur le schéma. Les gaz d'échappement de la turbine peuvent être, ou bien rejetés directement dans l'atmosphère, ou bien amenés à un refroidisseur, permettant d'étudier comment se comporte l'ensemble, turbine et moteur, lorsqu'on se rapproche des conditions de fonctionnement en vol à grande altitude. Dans ce deuxième cas, un ventilateur actionné par un moteur auxiliaire Rolls-Royce de 300 ch aspire les gaz d'échappement. L'air contenu dans un réservoir volumineux, d'environ 30 mètres cubes, sert au refroidissement de la turbine.

Les mesures effectuées avec ce montage

ont porté sur la température et la pression de cet air, ainsi que des gaz d'échappement du moteur, avant et après la turbine.

La mesure de la pression des gaz dans le pot d'échappement du moteur a montré que, même pour les plus grandes vitesses de rotation, la sécurité du fonctionnement du moteur n'est pas compromise par l'adjonction de la turbine.

Une turbine du même type, mais de dimensions moindres, a été également installée sur une automobile Mercédès 10 ch à compresseur, aux lieu et place du ventilateur appartenant à la construction de cette voiture. Les gaz d'échappement du moteur pénètrent par le plus court chemin dans le bâti et sont évacués vers le bas à une si faible pression que l'échappement est à peine perceptible. L'air chaud refoulé par le ventilateur est amené au carburateur. Sa chaleur permet d'accélérer la vaporisation du combustible pulvérisé au carburateur, ce qui, ajouté à la forte pression du mé-

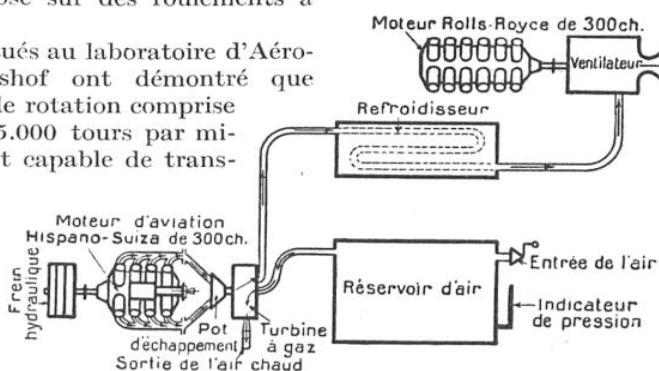


FIG. 2. — SCHÉMA DE L'INSTALLATION D'ESSAI DE LA TURBINE LORENZEN AU LABORATOIRE D'AÉRONAUTIQUE D'ADLERSHOFF (ALLEMAGNE)

lange, élève la puissance du moteur, en particulier pour les petites vitesses, et permet l'emploi de combustibles difficilement vaporisables. Le fonctionnement satisfaisant du ventilateur aux faibles vitesses permet à la voiture de marcher très lentement sans changer de vitesse, ainsi qu'on a pu le constater au cours des essais.

Les dimensions de la turbine sont à peu près les mêmes que celles du ventilateur ordinaire, et permettent son adaptation à une voiture quelconque sans nécessiter de changements fondamentaux dans les tuyauteries.

L'automobile ainsi agencée fonctionne sans dérangement depuis plusieurs mois. On espère, d'ailleurs, en améliorer encore le rendement en augmentant la vitesse des gaz d'échappement du moteur, par une modification de la forme des soupapes qui est actuellement à l'étude.

P. LUCAS.

LA T. S. F. ET LES CONSTRUCTEURS

La nouvelle valise de T. S. F. « Radio L. L. »

La vogue des appareils portatifs de T.S.F. basés sur le principe du Superhétérodyne, s'accroît de plus en plus. Aussi, des constructeurs s'attachent-ils constamment à perfectionner ce genre de postes, en leur donnant le maximum de puissance pour le minimum d'encombrement, et en conservant la facilité de réglage des postes changeurs de fréquence.

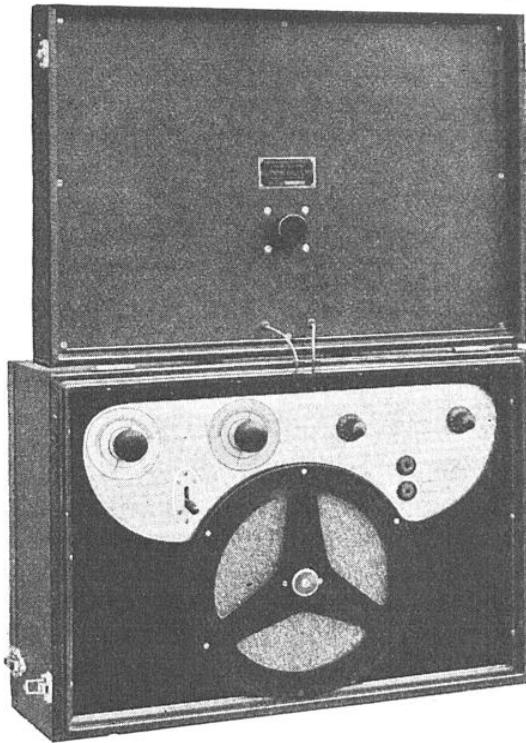
Nous signalons, aujourd'hui, une nouvelle valise de T. S. F. mise au point par les Etablissements Radio L. L., dont les qualités donneront certainement satisfaction à tous les auditeurs.

Ce récepteur, qui peut recevoir les ondes de 230 à 1.800 mètres, comprend cinq lampes : une bigrille normale oscillatrice (A 441) ; deux lampes moyenne fréquence spéciales (A 435 à écran) ; une lampe détectrice (A 415) ; une trigrille à écran (lampe de puissance B 443).

Sur la photographie de la valise ouverte, et dont le couvercle, placé verticalement, contient le cadre récepteur, on remarque, en bas, le haut-parleur spécial réglable; en haut, de gauche à droite, le condensateur d'accord, le condensateur d'hétérodyne, le clé permettant de passer des petites aux grandes ondes, le potentiomètre de renforcement, le réostat d'allumage.

Deux jacks sont utilisés, l'un pour placer une fiche de pick-up, l'autre pour connecter, si on le désire, un autre diffuseur à la place de celui de la valise, ce qui permet, par conséquent, de placer ce haut-parleur à l'endroit voulu.

Le cadre situé dans le couvercle (5 centi-



LA VALISE « RADIO L. L. » OUVERTE, LE COUVERCLE CONTENANT LE CADRE RÉCEPTEUR PLACÉ VERTICALEMENT

Sur le panneau avant, de gauche à droite : le condensateur d'accord, le condensateur d'hétérodyne, le bouton de renforcement, le rhéostat de chauffage ; au-dessous, là clé pour passer des petites ondes aux grandes ondes, deux fiches de jack, l'une pour utiliser un pick-up, l'autre pour le haut-parleur. En bas, le haut-parleur.



LA VALISE « RADIO L. L. » FERMÉE

mètres d'épaisseur seulement), possède également un commutateur petites ondes grandes ondes ; les fils sont invisibles et l'ensemble du cadre est complètement protégé. Le panneau arrière peut être relevé pour donner accès aux lampes et aux batteries. L'alimentation est assurée par une batterie d'accumulateurs sèche de 4 volts 30 ampères-heure, et par deux piles de 50 à 60 volts, sur l'une desquelles est prise la tension de polarisation pour la lampe basse fréquence.

Le réglage, avons-nous dit, est le même que celui des récepteurs superhétérodynes, c'est-à-dire qu'il suffit d'allumer les lampes, de placer les clés sur la position P. O. ou G. O., de tourner le bouton « renforcement »

dans une position voisine de l'accrochage, et d'agir sur les boutons d'accord et d'hétérodyné pour trouver la station désirée, ce qui est facilité par les repères des deux cadans et par la feuille d'étalonnage jointe par le constructeur à chaque valise.

Avec cet appareil, il est possible d'entendre en haut-parleur les principales stations européennes.

Bien entendu, cette valise peut être utilisée à poste fixe, et, dans ce cas, il est recommandé de prévoir une batterie d'accumulateurs 4 volts d'une plus grande capacité que la batterie sèche dont nous avons parlé plus haut.

Un nouveau cadre de réception utilisant le principe des ondes dirigées

La puissance des postes récepteurs modernes permet aujourd'hui de recevoir les émissions européennes sur simple cadre, et c'est pourquoi depuis quelques années sont apparus de nombreux modèles de ce genre de collecteurs d'ondes, qui affectent des formes différentes, suivant les constructeurs.

En général, ils se présentent sous la forme d'une croix ou d'un rectangle. Le nouveau cadre « Trigonio » que nous signalons aujourd'hui, a été créé à la suite de recherches expérimentales dues aux travaux de deux ingénieurs, MM. Lenier et Lugiez, basées elles-mêmes sur les travaux théoriques des savants Blondel et Bellini-Tosi sur les ondes dirigées.

A la suite de ces recherches, la forme du triangle isocèle a été adoptée. On sait que les premiers essais de direction des ondes, faits par Marconi, Popoff et Tissot, ont eu

pour base l'emploi d'antennes triangulaires. Ces antennes ont été également utilisées pendant la guerre pour effectuer les relevés radiogoniométriques et ont donné des résultats remarquables.

En outre, de très nombreuses stations de recherches de sous-marins ont été établies avec des aériens triangulaires, et, dans notre n° 143, nous avons signalé le phare hertzien du Bourget, qui doit servir au guidage des avions et qui utilise comme émetteur deux cadres triangulaires.

La qualité de ces cadres a fait adopter cette nouvelle forme pour le cadre récepteur « Trigonio » représenté ci-contre.

En outre, dans ce dernier, il n'existe pas de surfaces d'enroulement en regard, et, ainsi, ce cadre constitue une véritable cage de direction des ondes. Ses qualités de sélectivité sont donc particulièrement accrues.

L'encombrement de ce collecteur d'ondes est très faible, en raison précisément de sa forme, et son poids ne dépasse pas 850 grammes.

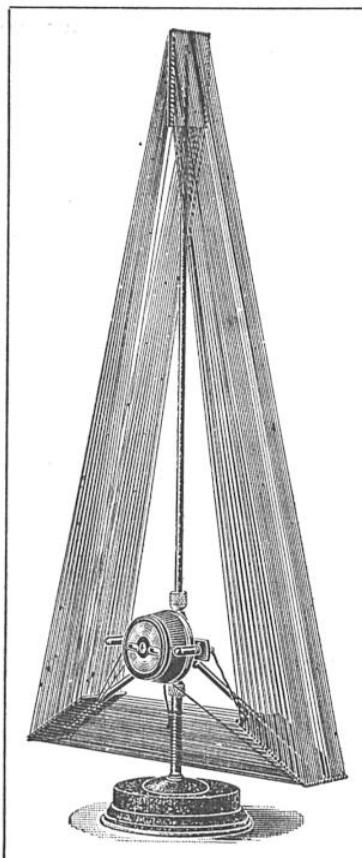
De plus, grâce à ce dispositif mécanique très heureux, la simple rotation d'une mollette permet de réaliser une tension constante des fils de l'enroulement.

J. M.

Adresses utiles pour « La T. S. F. et les Constructeurs »

Valise T. S. F. : ÉTABLIS RADIO-L. L., 5, rue du Cirque, Paris (8^e).

Cadre de réception : Radiophonie nationale. M. ROBERT LENIER, 61, rue Damrémont, Paris (18^e).



LE CADRE « TRIGONIO »

APPRENONS QUE :

Grâce aux recherches scientifiques dans tous les domaines, des succédanés industriels apparaissent chaque jour sur les grands marchés du globe. Nous avons eu la soie artificielle, qui concurrence maintenant la soie naturelle. Voici qu'une laine artificielle va également affronter la laine naturelle, et l'on parle même d'une plante nouvelle qui, traitée scientifiquement, remplacerait le coton. Néo-soie, néo-laine, néo-coton, tels sont les derniers produits de l'invention créatrice.

LES A COTÉ DE LA SCIENCE

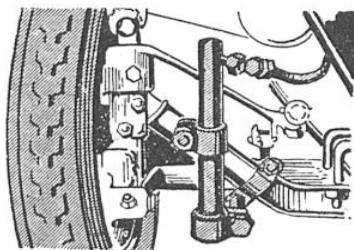
INVENTIONS, DÉCOUVERTES ET CURIOSITÉS

Par V. RUBOR

La manœuvre d'une simple manette suffit pour soulever soit une roue, soit une voiture automobile complète

GRACE aux incessants progrès de la mécanique, l'automobile est, aujourd'hui, un véhicule de transport bien au point, et dont les pannes se font de plus en plus rares.

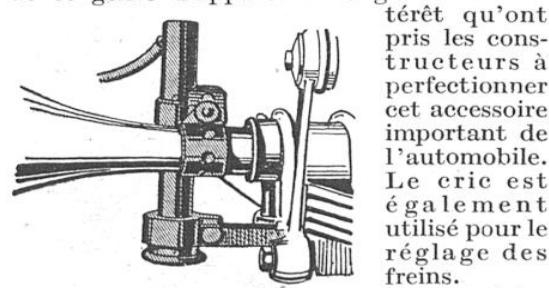
Il en est une, cependant,



EMPLACEMENT DU « RUSBOL » SUR ROUE ARRIÈRE

toujours nécessaire de soulever la roue pour la remplacer par la roue de secours.

Pour cela, on sait que l'on utilise généralement un éric placé sous l'essieu du côté de la roue à changer, et de nombreux modèles de ce genre d'appareil témoignent de l'intérêt qu'ont pris les constructeurs à perfectionner cet accessoire important de l'automobile.



COMMENT EST MONTÉ LE « RUSBOL » SUR ROUE AVANT

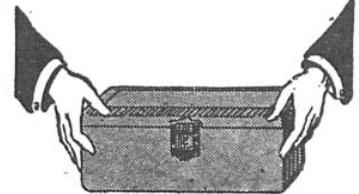
Il est difficile de trouver le meilleur point d'appui pour la tête du éric, et cette recherche nécessite souvent une gymnastique peu agréable. Aussi, s'est-on efforcé de dispenser l'automobiliste de cette sujexion en créant un dispositif automatique qui soulève à volonté,

soit une roue, soit la voiture complète, et cela par la manœuvre d'une simple manette.

C'est ce but qui vient d'être atteint par une invention française, le « Rusbol » (breveté en tous pays). Ce dispositif comprend un moteur formant réservoir d'huile, un robinet distributeur à quatre voies, quatre élévateurs ou vérins, un tableau de commande qui se place sur la planche de bord.

Le poids total, en ordre de marche, est environ de 25 kilogrammes et le moteur, qui mesure 35 centimètres de long sur 11 centimètres de large et 17 centimètres de haut, peut se mettre indifféremment sous le capot, sous le plancher ou dans un des coffres de la voiture.

Sa consommation est réduite à celle du moteur de la voiture tournant au ralenti, pendant le temps nécessaire à la montée des vérins.

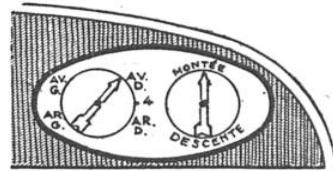


COFFRET CONTENANT LE MOTEUR « RUSBOL »

Il utilise le vide créé par l'aspiration, pour réaliser une pression hydraulique, qui peut être dirigée au moyen du distributeur commandé par la manette du tableau, soit sur un, soit sur les quatre vérins fixés à demeure aux essieux avant et arrière.

Ceux-ci s'abaissent alors, soulevent les essieux et les roues, et un mécanisme d'arrêt automatique immobilise l'appareil lorsque le pneu gonflé se trouve à 10 centimètres de terre.

On peut alors arrêter le moteur de la voiture, qui tourne au ralenti, et, par conséquent, laisser la voiture au-dessus du sol autant de temps qu'on le désire. Cette particularité est très intéressante pour le stationnement des voitures dans les garages, où souvent l'huile qui souille le sol risque d'endom-



MANETTES DE COMMANDE DONT LA MANŒUVRE PERMET DE SOULEVER À VOLONTÉ UNE OU LES QUATRE ROUES DE LA VOITURE

mager gravement les pneumatiques.

Pour remettre la voiture en position de marche, il suffit de placer la manette de commande sur la position « descente », et les vérins, quittant le sol, rentrent dans leur logement en quelques secondes.

Dans cette position, les vérins ne dépassent pas le point le plus bas du châssis, et par conséquent ne risquent pas d'occasionner le moindre accident.

L'entretien de l'appareil se réduit à vérifier une fois par mois le niveau du liquide spécial, au moyen de la jauge fixée sur le bouchon du moteur.

Ainsi, on peut soulever, en moins d'une minute, une roue, et, en moins de trois minutes, la voiture entière.

Signalons enfin que cet appareil constitue un « anti-vol » efficace.

Pour circuler aisément et agréablement sur les routes

Nous avons montré, dans notre n° 126, comment était née l'idée de la bicyclette carrossée afin de soustraire le cycliste à l'action du vent qui s'oppose désagréablement à l'avancement de la machine. L'étude très poussée des carrosseries automobiles de course et du profilage des avions, qui a permis d'enregistrer des records de vitesses impressionnantes, est une preuve irréfutable de l'importance de la résistance de l'air et, à plus forte raison, de l'action retardatrice du vent.

C'est ainsi qu'a été conçu le « Vélocar », dont nos lecteurs ont certainement rencontré des spécimens. La photographie ci-dessous montre comment l'inventeur a perfectionné sa machine en lui donnant une ligne élégante. Rappelons que le « Vélocar » comporte trois



SORTE DE GROS PNEUMATIQUE GONFLÉ À BASSE PRESSION, LA « MOUETTE » EST INSUBMERSIBLE. REPLIÉE, ELLE TIENT DANS UN HAVRESAC

vitesses qui permettent de gravir aisément les côtes les plus dures et que la position du cycliste a été calculée pour lui donner le meilleur rendement avec le minimum d'effort.

Une embarcation légère et insubmersible

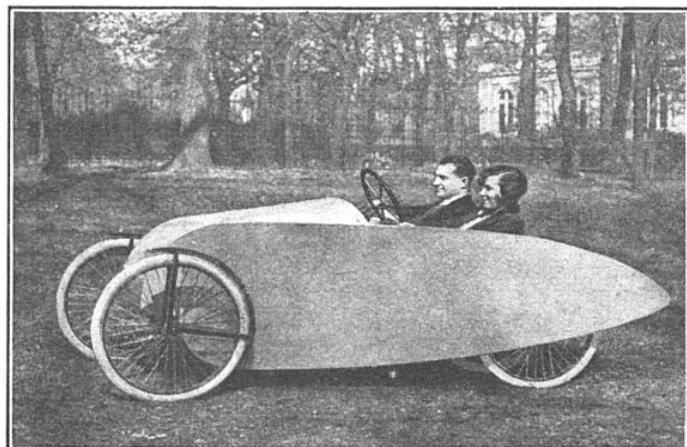
Nous avons déjà signalé, dans notre n° 132, page 519, un nouveau genre d'embarcation à la fois léger, résistant et insubmersible : les « Mouettes ». Rappelons leur constitution.

Une sorte de gros pneumatique allongé, gonflé à basse pression (0 kg 006) soutient un fond souple d'une épaisseur et d'une résistance très étudiées. Ce fond est recouvert d'un plancher spécial, à claire-voie, facile à rouler et formant armature. Ce dernier n'est cependant pas indispensable et, d'ailleurs, n'est pas prévu pour le plus petit modèle qui, roulé, tient facilement dans un havresac.

Les boyaux de toile imperméable formant flotteur sont compartimentés de sorte que, après gonflage, chaque compartiment est isolé de la conduite maîtresse qui amène l'air. Ainsi, sur une « Mouette » type radeau, à douze compartiments, sept d'entre eux ont pu être déchirés sans que l'embarcation sombre.

Une quille peut compléter certains modèles pour les protéger contre les avaries et faciliter la navigation.

Canot de sauvetage, canoë ou barque de sport, embarcation pouvant servir pour l'établissement de ponts, canot de promenade, telles sont les intéressantes applications de ces nouveaux bateaux modernes.



LA NOUVELLE CARROSSERIE DU « VÉLOCAR » OFFRE UNE RÉSISTANCE MINIMUM AU VENT ET PERMET DE PROPULSER L'APPAREIL SANS FATIGUE

Un rétroviseur à pose instantanée pour automobiles

LE rétroviseur, imposé sur les véhicules automobiles lourds, doit cependant faire maintenant partie intégrante de l'équipement de toute voiture. C'est une condition de sécurité qu'il ne faut pas négliger.

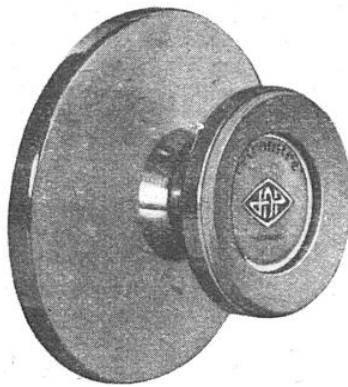
Voir loin devant soi, c'est bien, mais voir également derrière soi, au moment d'amorcer un virage ou de doubler un autre véhicule, est indispensable. On aurait grand tort à se fier uniquement à la signalisation par l'extension du bras sans chercher à connaître ce qui se passe en arrière.

Done le rétroviseur s'impose. On le fixe généralement sur le côté du pare-brise de la voiture au moyen d'un système de bras supportant le miroir convenablement incliné qui réfléchit l'image de la route à l'arrière.

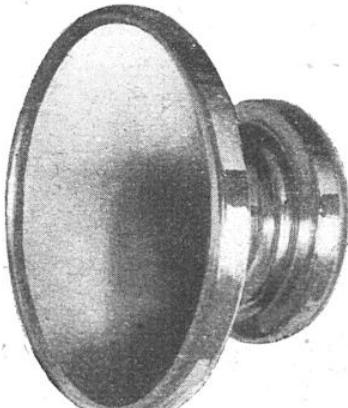
Afin de faciliter la solution de ce petit problème, on a imaginé le rétroviseur représenté ci-dessus, qui se place instantanément et est orientable à volonté. En effet, le miroir est monté, par l'intermédiaire d'une genouillère, sur un support terminé par une base circulaire en serrant un anneau plat de caoutchouc.

Au centre de cet anneau est située une plaque ronde pouvant recevoir un mouvement de translation dans les deux sens, suivant que l'on visse ou dévisse la glace. Elle forme, en quelque sorte, piston dans le cylindre constitué par l'anneau de caoutchouc.

Pour placer l'appareil, on commence par dévisser la glace jus-



VUE ARRIÈRE DU RÉTROVISEUR POUR AUTOMOBILES



LE RÉTROVISEUR, FIXÉ PAR ACTION PNEUMATIQUE, TIENS SOLIDEMENT

qu'à ce que la plaque soit au niveau de la rondelle de caoutchouc. On humecte alors celle-ci et on l'applique sur la glace du pare-brise. Il suffit alors de visser la glace du rétroviseur pour faire reculer la plaque et créer ainsi un vide assez grand. La pression atmosphérique applique fortement l'appareil qu'aucun cahot ne peut ébranler.

Pour orienter la glace, il suffit de la faire pivoter dans sa genouillère.

Cette brouette circule aisément sur tous les terrains

DANS tous les chantiers où on a à utiliser une brouette sur un terrain assez mou, il est indispensable de créer des chemins en planches, sur lesquels la brouette puisse rouler facilement.

Pour éviter ce travail supplémentaire, on



SUR UN TERRAIN MOU, LA ROUE DE LA BROUETTE ORDINAIRE S'ENFONCE, TANDIS QUE LA CHENILLE CIRCLE FACILEMENT

a imaginé, en se basant sur le même principe que celui des tanks ou des auto-chenilles, de remplacer la roue de la brouette par une chenille lui permettant de circuler sur tous les terrains. A cet effet, à l'avant des branards de la brouette, sont fixées deux roues sur lesquelles passe la chenille. L'ensemble est monté sur un axe central, qui permet aux deux roues — et par conséquent à la chenille — de suivre toutes les inégalités du terrain, voire même de monter ou de descendre des marches sans secousse.

La chenille est constituée par une série de maillons en acier, et ainsi la charge est supportée par la surface de tous les maillons qui portent sur le sol. De cette façon, la chenille ne s'enfonce pas dans la terre. En

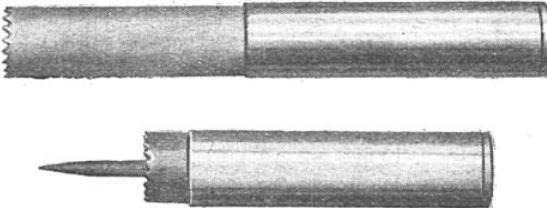
outre, celle-ci étant posée plus en arrière sous la charge de la brouette, que la roue des brouettes ordinaires, l'effort nécessaire pour soulever cette charge est relativement faible. Dans les sablières, dans les tourbières, dans les travaux de terrassement, dans les exploitations minières, cette brouette rendra le travail plus facile. Elle trouvera également son utilisation sur les terrains de golf ou de tennis, car elle ne laisse aucune trace de son passage, étant donnée la grande surface supportant la charge.

Un appareil vraiment commode pour casser la glace destinée à la préparation des sorbets, sans la faire rejaillir de tous côtés

UNE des opérations les plus ennuyeuses dans la préparation des glaces au moyen de sorbetières est le cassage de la glace destinée à assurer un contact aussi parfait que possible entre elle et le sel, formant le mélange réfrigérant le plus communément employé.

Pour cela, on sait qu'il ne faut pas taper sur la glace à coups de marteau, sous peine de la faire rejaillir de tous les côtés, mais utiliser une pointe sur laquelle quelques légers coups de marteau suffisent pour débiter la glace. Cette façon d'opérer présente, évidemment, quelques difficultés lorsque les morceaux sont déjà assez petits.

L'appareil représenté ci-dessous est très pratique pour effectuer ce travail. Il se compose de deux cylindres métalliques pouvant coulisser l'un dans l'autre ; dans l'axe du cylindre extérieur est fixée une tige



VUES DE L'APPAREIL A BRISER LA GLACE DANS SES DEUX POSITIONS

En haut, l'appareil dans sa position de repos ; en bas, le tube intérieur a été enfoncé dans le tube extérieur pour montrer la pointe qui brise la glace.

pointue assez longue pour dépasser fortement le cylindre intérieur lorsque celui-ci est enfoncé dans le premier. Dès lors, il est facile de comprendre comment on utilisera ce petit appareil.

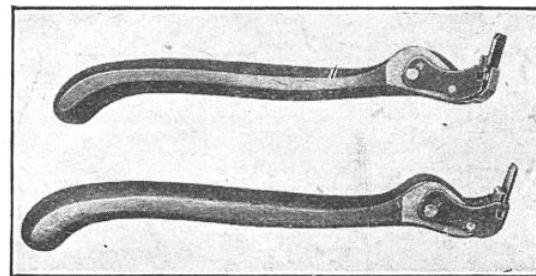
En tenant bien en main le cylindre extérieur, le pouce sur la partie supérieure, il suffit d'appuyer l'extrémité opposée du cylindre intérieur sur le morceau de glace à

casser, et d'imprimer un ou deux mouvements rapides de haut en bas, pour que la pointe pénétrant dans la glace la brise immédiatement.

Pour éviter tout glissement, on remarquera sur la photographie que le cylindre intérieur est dentelé.

Cet outil pratique permet de modeler le bois très facilement

LA fabrication des meubles en série exige l'emploi de machines spéciales qui donnent, évidemment, d'excellents résultats au point de vue du prix de revient, mais qui ne peuvent que répéter, à un grand



L'OUTIL A MODELER LE BOIS A LA MAIN

nombre d'exemplaires, un modèle préparé à l'avance, tandis que le travail à la main permet à l'artiste de donner à chaque pièce son cachet personnel.

Pour doter le sculpteur sur bois d'un instrument à modeler d'un maniement plus aisné que le ciseau, généralement employé, M. de Bruyne a imaginé l'appareil pratique suivant :

Il se compose d'une sorte de lame de rabot qui s'ajuste à l'aide d'un coin de réglage dans un porte-lame métallique fixé à l'extrémité d'un long manche en bois. Cette disposition permet à l'ouvrier de conduire facilement son outil sur les surfaces à travailler, quelle que soit leur forme. De plus, on peut employer des lames différentes, de façon à exécuter n'importe quel genre de moulures.

V. RUBOR.

Adresses utiles pour les « A côté de la Science »

Cric pour autos : ÉTABLISSEMENTS RUSBOL, 9 bis, rue Castérès, à Cligny (Seine).

Le « Vélocar » : M. MOCHET, 66-68, rue Roque-de-Fillol, Puteaux (Seine).

Embarcation insubmersible : « LES MOUETTES », 75, avenue des Champs-Élysées, Paris.

Rétrouiseur : M. J. PARENT, 164, rue de Courcelles, Paris (17^e).

Brouette à chenille : M. H.-C. SLINGSBY, 22, rue de Chabrol, Paris (10^e).

Pour casser la glace : PRODUITS D'ACIER, 21, rue Tronchet, Paris.

Outil à modeler : M. F. DE BRUYNE, 3, impasse Pers, Paris (18^e).

LA PAGE « NITROLAC »

Une référence dans l'« impression sur métal ».

**ÉTABLISSEMENTS NEUHAUS
ANCIENNE MAISON REVON, 12, RUE DE
LORRAINE, PARIS (19^e), NORD 04-28**

IMPRESSIONS SUR MÉTAUX
PANONCEAUX EN RELIEF MARDI 5 Mars 1929.
PLAQUES ÉMAILLÉES
INSIGNES ET BRELOQUES
TOUT CE QUI CONCERNE LA
SIGNALISATION PUBLICITAIRE

Société NITROLAC,
Rue Marius-Aufan,
LEVALLOIS (Seine).

Messieurs,

Nous sommes heureux de pouvoir vous informer que vos produits cellulosiques "NITROLAC", spéciaux pour machine à imprimer, nous ont donné la plus entière satisfaction.

Nous avons pu, grâce à "NITROLAC", exécuter avec nos machines des séries impeccables comme aspect et comme solidité.

Nous pouvons vous assurer que nous emploierons vos produits de façon courante, car nous avons pu, grâce aux différents avantages que l'impression en "NITROLAC" apporte à notre clientèle, enregistrer de fortes commandes dans nos différentes branches.

Veuillez agréer, Messieurs, nos salutations distinguées.

CHEZ LES ÉDITEURS

ÉLECTRICITÉ

LEÇONS SUR LA CONDUCTIBILITÉ DES ÉLECTROLYTES, par E. Darmois. 1 vol., 148 p.

La théorie de la dissociation électrolytique a subi, dans ces cinq dernières années, des remaniements très sérieux ; l'auteur expose l'essentiel de ces changements.

Il rappelle d'abord les résultats classiques sur l'électrolyse : les lois de Faraday, mesures de la conductibilité et des nombres de transport des ions. Il montre ensuite que les recherches nouvelles conduisent à attribuer aux électrolytes forts une dissociation plus grande que celle de la théorie ancienne.

La théorie des piles de Nernst est ensuite présentée, d'abord sous la forme ancienne, puis sous la forme nouvelle qui utilise l'activité.

L'hypothèse de la dissociation totale des électrolytes forts est ensuite utilisée pour calculer les propriétés osmotiques des solutions et leur conductibilité ; on indique les vérifications obtenues jusqu'ici.

L'ouvrage donne une idée assez complète et volontairement assez élémentaire de nos connaissances sur la conductibilité des électrolytes à l'état solide, à l'état fondu et en solution dans l'eau et les autres solvants.

CHIMIE

PRÉCIS D'ANALYSE CHIMIQUE, par Marcel Boll et Jacque Leroide. Tome III. Recherche et dosage des anions. 468 p. 16 × 25, 63 fig.

Le *Précis d'analyse chimique*, complété par ce tome, constitue un remarquable ouvrage, dont voici les caractéristiques essentielles :

Le tome I est consacré aux généralités sur l'analyse (qualitative et quantitative). On y a

introduit de nombreux paragraphes sur l'indice de Soerensen, les colloïdes, les complexes, les dosages colorimétriques, la microanalyse, les indicateurs colorés, l'électrovolumétrique et les méthodes gazométriques. La dernière partie de ce tome contient les données numériques les plus importantes.

Les tomes II et III traitent respectivement des cations et des anions. Systématiquement, chaque ion est étudié dans l'ordre suivant : état naturel, propriétés du corps simple, transformations réciproques du corps simple et de l'ion, action des réactifs généraux, caractères particuliers, voie sèche, modes de dosage. A propos de chaque groupe, les auteurs donnent une méthode éprouvée d'identification qualitative et un choix de techniques permettant la séparation quantitative ; tout ce qui est relatif à un ion est ainsi groupé à la même place. Par exemple, on trouvera au cation argent les dosages électrolytiques et volumétriques, en même temps que la gravimétrie et les caractères qualitatifs ; de même à l'anion nitrique toutes les méthodes qui permettent de le doser, y compris la mesure des volumes gazeux.

DIVERS

LA FRANCE AU TRAVAIL, par A. Lorbert. « Le Nord-Ouest » : 2 vol. de plus de 200 p.

Au cours de ces deux volumes, l'auteur nous fait assister au développement industriel de la Normandie et de la Bretagne, et, notamment, en ce qui concerne le textile, les industries chimiques, les industries alimentaires, etc., etc....

Présenté d'une façon très vivante et très bien documenté, cet ouvrage ne manquera pas d'intéresser tous ceux qui sont désireux de s'instruire sur l'essor industriel des grandes provinces françaises.

TARIF DES ABONNEMENTS À « LA SCIENCE ET LA VIE »

FRANCE ET COLONIES

Envoyé simplement affranchi.....	{ 1 an..... 45 fr. chis..... { 6 mois... 23 —	Envoyé recommandé.....	{ 1 an..... 55 fr. 6 mois... 28 —
----------------------------------	--	------------------------	--------------------------------------

ÉTRANGER

Pour les pays ci-après :

Australie, Bolivie, Chine, Costa-Rica, Danemark, Dantzig, République Dominicaine, Etats-Unis, Grande-Bretagne et Colonies, Guyane, Honduras, Iles Philippines, Indes Néerlandaises, Irlande, Islande, Italie et Colonies, Japon, Nicaragua, Norvège, Nouvelle-Zélande, Palestine, Pérou, Rhodésia, Siam, Suède, Suisse.

Envoyé simplement affranchi.....	{ 1 an..... 80 fr. chis..... { 6 mois... 41 —	Envoyé recommandé.....	{ 1 an.... 100 fr. 6 mois... 50 —
----------------------------------	--	------------------------	--------------------------------------

Pour les autres pays :

Envoyé simplement affranchi.....	{ 1 an..... 70 fr. chis..... { 6 mois... 36 —	Envoyé recommandé.....	{ 1 an..... 90 fr. 6 mois... 45 —
----------------------------------	--	------------------------	--------------------------------------

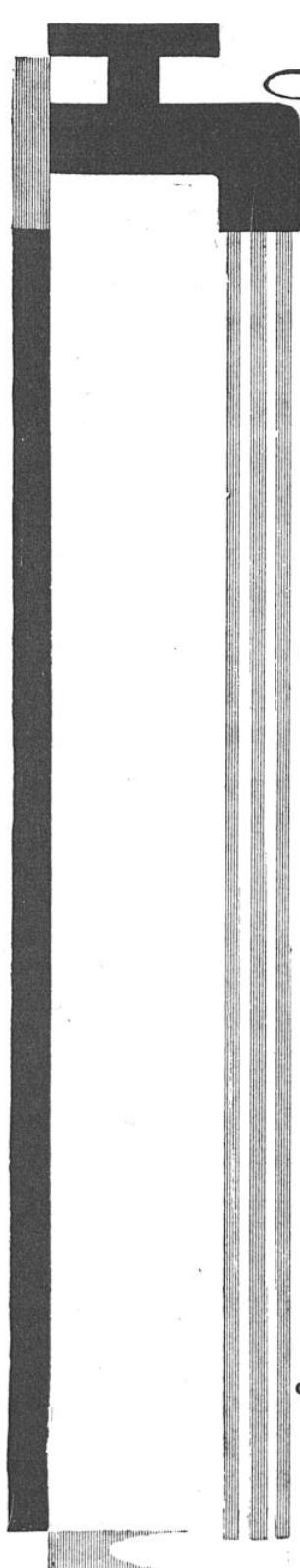
Les abonnements partent de l'époque désirée et sont payables d'avance, par mandats, chèques postaux ou chèques tirés sur une banque quelconque de Paris.

« LA SCIENCE ET LA VIE » — Rédaction et Administration : 13, rue d'Enghien, Paris-X^e
CHÈQUES POSTAUX : 91-07 PARIS

Le Gérant : Lucien Josse.

Paris. — Imp. HÉMERY, 18, rue d'Enghien.

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



L'Eau sous pression pour tous

13 modèles, de débits horaires allant de 600 litres à plus de 2.000 litres, telle est la gamme remarquable des pompes électriques Delco-Light fonctionnant sur tous courants, spécialement étudiées pour les exploitations agricoles. De construction extrêmement solide et résistante, d'un fonctionnement simple et sûr, les pompes Delco-Light, pour puits de toutes profondeurs, distribuent partout l'eau sous pression. Elles sont entièrement automatiques et fonctionnent par la simple ouverture d'un robinet; elles s'arrêtent par sa fermeture.

Si vous n'avez pas l'électricité, un groupe électrogène Delco-Light, si simple, si robuste, vous la fournira dans les meilleures conditions, sans soins, sans préoccupation d'aucune sorte. Vous aurez ainsi force et lumière; vos conditions de travail seront transformées. Documentez-vous.



DELCO-LIGHT

GROUPES ÉLECTROGÈNES ET POMPES HYDRAULIQUES

DEPT. DE FRIGIDAIRE LTD
46, rue La Boétie, Paris (8^e)



PNEUS
AUTO-AERO

CAOUTCHOUC
MANUFACTURÉ

UNIS - FRANCE

TOUTE L'ÉBONITE

- Bacs d'accumulateurs
- Planche noire marbrée gravée géométrique givrée, moirée
- Coffrets pour postes
- Bâtons, tubes
- Pièces moulées pour T.S.F., l'électricité, la soie artificielle et toutes industries

Etabl's PALLADIUM
SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 6.000.000 de francs
Siège social et Usine :
8, rue de la Grande-Ceinture, 8
ARGENTEUIL (S.-et-O.)
Adresse télégraph. : Palladium-Argenteuil Téléphone : Wagram 99-61
Argenteuil 320

Société Anonyme de Machines-Outils et Appareils divers
“LA SAMOA”
Siège social : 17, rue Brey, Paris (17^e)
R. C. SEINE 188.929

DISTRIBUTEURS D'ESSENCE
fixes et mobiles

APPAREIL FIXE TYPE B. 7
à manœuvre électrique et à main

Admis au poinçonnage par les Services des Poids et Mesures français et étrangers.

Agréé par le Syndicat général des Compagnies d'Assurances à primes fixes.

Téléphone : Wagram 75-20 — Télégr. : Samogas-Paris 74

Ingénieur Quel que soit votre âge, quel que soit le temps dont vous disposez, vous pouvez devenir Ingénieur, Dessinateur, Conducteur ou Monteur **Electricien**
par études faciles et rapides chez vous. Diplômes à la fin des études. Placement gratuit des candidats diplômés.

INSTITUT NORMAL ELECTROTECHNIQUE
40, Rue Denfert-Rochereau, PARIS
Demandez programme N° 150, gratis.

Grande et tro pompe domestique
B.J.M.
PLUS DE MAISON SANS EAU SOUS PRESSION

Pompes centrifuges
B.J.M.

BERGER & MARTIN
19, rue de la Réunion
PARIS - 20^e
Tél. : Roq. 79-44

CATALOGUE ET DEVIS SUR DEMANDE

R. C. SEINE 85.862

R. C. Paris 14.697 Ch. Postaux 329.60
La Verrerie Scientifique
 Adr. télégr. : SCIENTIVER-PARIS
 Code télégr. : AZ

Téléphone : LITtré 94-62 — 01-63

L'ÉLECTROGRAPHE "REX"

NOUVELLE MACHINE A TIRER LES BLEUS A TIRAGE CONTINU

DÉMONSTRATIONS : 12, Avenue du Maine, Paris Catalogue S franco

Demandez la
MOTOCAMERA
 PATHÉ-BABY
 avec objectif
HERMAGIS
 1/3,5

 CATALOGUE GÉNÉRAL DES
 Étab^{ts} HERMAGIS, 29, r. du Louvre, Paris
 FRANCO SUR DEMANDE

Pourquoi attendre l'an 2.000?

C'est entendu ! En l'an 2.000 chaque appartement, voire même chaque pièce, sera doté d'un extincteur à fonctionnement automatique

Mais soyez persuadé de ceci : ceux qui tiennent à leur vie et à leurs biens n'auront pas attendu jusque là pour se munir d'appareils extincteurs.

Et la vente croissante des extincteurs "Assuro", automatiques, est un gage que dans un avenir très prochain tout appartement sera muni d'un

ASSURO

Notice n° 18 en-
 voyée franco sur
 demande à
 "Assuro"
 4, Bd des
 Capucines
 Paris

L'extincteur "Assuro" est un appareil infaillible garantie 10 ans

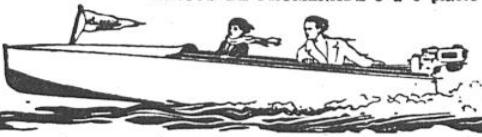
ERP

DRAGOR
Elévateur d'eau à godets pour puits profonds et très profonds
A la main et au moteur. - Avec ou sans renfoulement. - 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)

Voir article, n° 83, page 446.

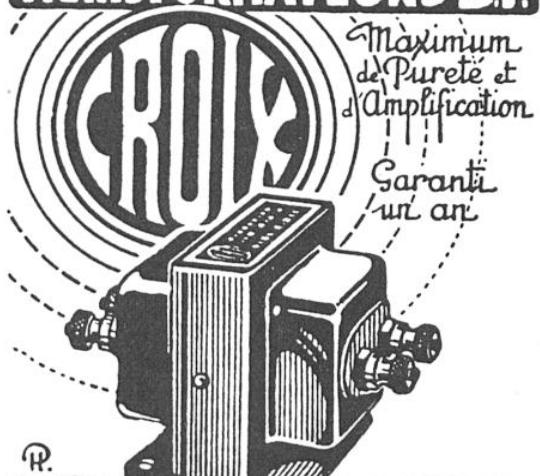
LUTETIA MODÈLES 1929

GROUPES AMOVIBLES POUR TOUS USAGES
de 12 à 55 kilomètres à l'heure
GROUPES FIXES LÉGERS
CANOTS LEGERS à GRANDE VITESSE
CANOTS DE PROMENADE 5 à 6 places



M. ÉCHARD, Ingénieur-Const^r, 31, boulevard de Courbevoie
Tél.: MAILLOT 15-51 - NEUILLY-SUR-SEINE

TRANSFORMATEURS B.F.



Constructions Électriques "CROIX"
3, Rue de Liège, 3 - PARIS

Téléph. : RICHELIEU 90-68 - Télégr. : RODISOLOR-PARIS

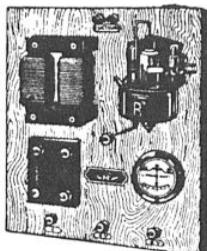
AGENCES

AMSTERDAM - BRUXELLES - BUDAPEST - COPENHAGUE - LISBONNE - LONDRES - OSLO - PRAGUE
STOCKHOLM - VARSOVIE - VIENNE - ZURICH

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

CHARGEUR L. ROSENGART

B.I.S S.G.D.G.



MODÈLE N°3.T.S.F.
sur simple prise de courant de lumière
charge toute batterie
de 4 à 6 volts sous 5 ampères

SIMPLICITÉ
SÉCURITÉ
ÉCONOMIE

Notice gratuite sur demande

21 Champs-Elysées, PARIS

TÉLÉPHONE : ELYSEES 66 60

15 ANS D'EXPÉRIENCE
5 000 APPAREILS
EN SERVICE

Publicité H. DUPIN, P.2-5

Quand vous avez chez vous la lumière électrique vous pouvez aussi avoir du Feu par l'Allumoir Electrique Moderne
Appareil électricien En vente chez tous les Électriciens
Demander NOTICE franco, au Constructeur du "WIT"
69, Rue Bellécombe, LYON.

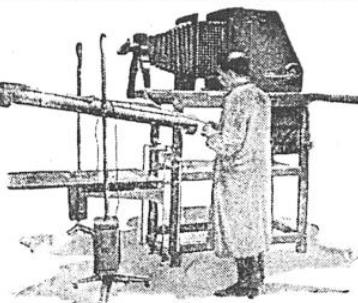
INDUSTRIELS, COMMERÇANTS, AGRICULTEURS, TOURISTES,

Montez vous-mêmes la remorque dont vous avez besoin avec une garniture DURAND.



N° 1 charge utile	250 kgs. pour Roues Michelin 4 trous
N° 2	— 500 —
N° 3	— 1.000 —
N° 4	— 1.500 —

É M I L E D U R A N D
80, Avenue de la Défense, COURBEVOIE (Seine)
Téléphone : Défense 06-03

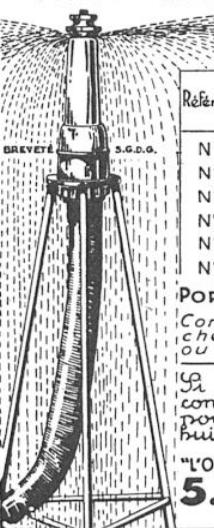


Le REPROJECTOR

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.

Démonstrations, Références, Notices : DE LONGUEVAL & Cie, constrs, 17, rue Joubert, Paris



"L'ONDÉE"
APPAREIL D'ARROSAGE
SANS PIÈCE PIVOTANTE

solide · inusable · garanti

Référence	Pour luyau de diamètre intérieur de	Appareil seul	Support Trépied
N°1	15‰	25.	
N°2	20‰	32.	25.
N°3	25‰	50.	
N°4	30‰	80.	
N°5	35‰	110.	35
N°6	40‰	150.	

PORT & EMBALLAGE 5^{fr} 00
Contre Versement, : Cpte
chèque postal Paris 133478
ou contre remboursement.

Si cet appareil ne vous
convient pas vous pourrez
le retourner dans la
boutique. Il vous sera remboursé.

"L'ONDÉE" SERVICE DES VENTES:
5. PLACE ST PIERRE
PARIS (XVII^e)

PUBL. E. LIVINER



DIMANCHE-ILLUSTRÉ

SPECIMEN FRANCO SUR DEMANDE
20, Rue d'Enghien, PARIS



MAGAZINE ILLUSTRE EN COULEURS
POUR LES GRANDS ET LES PETITS
AMUSANT - DOCUMENTAIRE - INSTRUCTIF
16 pages - PRIX : 50 cent.



A B O N N E M E N T S

	3 mois	6 mois	1 an
France, Colonies et Régions occupées.	6 frs	12 frs	24 frs
Belgique.	9 frs	18 frs	35 frs
Étranger.	15 frs	28 frs	55 frs



APPAREILS avec OBJECTIFS

BOYER



Le Catalogue n° 234 V. de 144 pages, dont 120 pages d'appareils et 130 figures, est envoyé franco contre **2 francs** en timbres-poste.

Etablissements BOYER, André LÉVY & Cie, 25, boulevard Arago, PARIS (Tél. : Gobelins 50-63)

Ingénieur Quel que soit votre âge, quel que soit le temps dont vous disposez, vous pouvez devenir Ingénieur, Dessinateur, Conducteur ou Monteur **Electricien**

par études faciles et rapides chez vous. Diplômes à la fin des études. Placement gratuit des candidats diplômés.



INSTITUT NORMAL ELECTROTECHNIQUE

40, Rue Denfert-Rochereau, PARIS
Demandez programme N° 150, gratis.

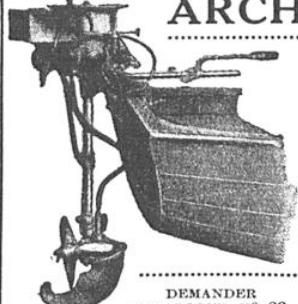
S.G.A.S. ingén.- Constr. 44, rue du Louvre, Paris-1^{er}
Nos machines ont été décrites par «La Science et la Vie»



Qui que vous soyez (artisan ou amateur), **VOLT-OUTIL** s'impose chez vous, si vous disposez de courant lumière. Il forme 20 petites machines-outils en UNE SEULE. Il perce, scie, tourne, meule, poli, etc..., bois et métaux pour 20 centimes par heure.

SUCCÈS MONDIAL

PROPULSEURS
ARCHIMÈDES



s'adaptant à tous Bateaux
2 ½, 3 ½, 5 et 7 HP
2 cylindres opposés
Sans trépidations
Départ 1/4 de tour
PÊCHE - CHASSE
PROMENADE - TRANSPORT
RIVIÈRES - LACS - MER
Nouveaux modèles perfectionnés adoptés dans TOUT L'UNIVERS

DEMANDER
CATALOGUE N° 23

27, quai de la
Guillotière, LYON

UTILISEZ VOS LOISIRS !

EN ÉTUDIANT SUR PLACE OU PAR CORRESPONDANCE

UNE LANGUE ÉTRANGÈRE

A
GARDINER'S ACADEMY

MINIMUM DE TEMPS
MINIMUM D'ARGENT
MAXIMUM DE SUCCÈS

DEMANDEZ AUJOURD'HUI

LA BROCHURE GRATUITE

ÉCOLE SPÉCIALISÉE

FONDÉE EN 1912

NOMBREUSES RÉFÉRENCES

19, B^D MONTMARTRE, PARIS-2^e

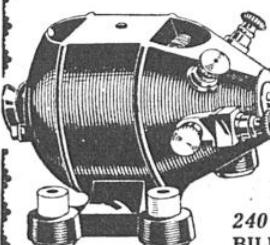
SEGMENTS CONJUGUÉS



Amélioration considérable de tous moteurs sans réaliser les cylindres ovalisés. Suppression des remontées d'huile.

E. RUELLO, rue de la Pointe-d'Ivry, PARIS-13^e
Téléphone : Gobelins 52-48 R. C. 229.344

Le Microdyne



LE PLUS PETIT MOTEUR
INDUSTRIEL DU MONDE

MOTEURS UNIVERSEL
DE FAIBLE PUISSANCE

L. DRAKE, Constructeur
240 bis, Boulev. Jean-Jaurès
BILLANCOURT - Molitor 12-39

BATEAUX PNEUMATIQUES PLIANTS "LES MOUETTES"

pour la Chasse, la Pêche, le Camping, la Mer, les Colonies

Ces bateaux, mis en service en moins d'une minute, sont absolument insubmersibles et inchavirables. Pliés, ils n'occupent qu'un volume insignifiant et sont facilement transportables. Ils peuvent être actionnés par pagaies, rames ou moteur.

Dimensions courantes : 1 m. 80 de long (Poids, 5 kilos ; charge, 150 kilos) à 8 mètres de long (Poids, 50 kilos ; charge, 8.000 kilos).

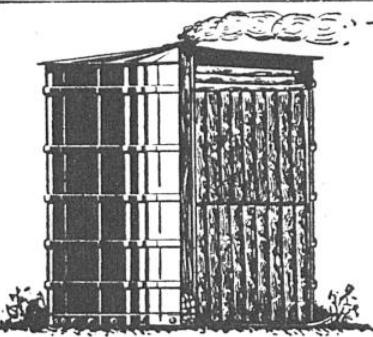
CATALOGUE SUR DEMANDE

75, avenue des Champs-Élysées - PARIS



TYPE D'EMBARCATION LÉGÈRE
C'est une sorte de gros pneumatique allongé, avec fond imperméable souple.

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



ÉT^{TS} C. DELHOMMEAU, A CLÉRÉ (I.-&-L.)

APPAREILS POUR LA FABRICATION ÉCONOMIQUE DU
CHARBON DE BOIS

Modèles 1 à 500 stères de capacité, à éléments démontables instantanément, pour la carbonisation de tous genres de bois : bois de forêts, débris de scierie, bois coloniaux, etc...

FOURS FIXES EN MACONNERIE, 25 à 250 mètres cubes
FOURS POUR BOURRÉES, FIXES OU PORTATIFS

Catalogue S sur demande.

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

EXCELSIOR

GRAND QUOTIDIEN ILLUSTRÉ

■ ■ ■

ABONNEMENTS

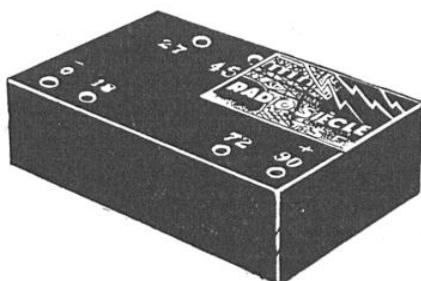
PARIS, SEINE, SEINE-ET-OISE ET SEINE-ET-MARNE.....	Trois mois.....	20 fr.
	Six mois.....	40 fr.
	Un an.....	76 fr.
DÉPARTEMENTS ET COLO- NIES.....	Trois mois.....	25 fr.
	Six mois.....	48 fr.
	Un an.....	95 fr.
BELGIQUE	Trois mois.....	36 fr.
	Six mois.....	70 fr.
	Un an.....	140 fr.
ETRANGER.....	Trois 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

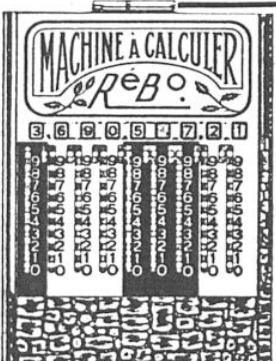
POUR VOTRE 6 LAMPES
DEMANDEZ A VOTRE FOURNISSEUR



La pile 90 volts M-80 RADIO-SIÈCLE
Débit : 30 milliampères

Prix : 104 fr. *Vous serez surpris de sa durée*

Cie Industrielle d'Appareillage Radio-Électrique
27, rue des Sablons, Châtenay-Malabry (Seine). Tél. 192 Sceaux



**MACHINE À CALCULER
Rébo.**

Fait toutes opérations vite, sans fatigue, sans erreurs INUSABLE — INDETRAQUABLE

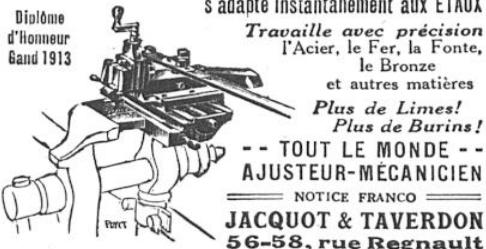
En étui porte-feuille, façon **40 fr.**
cuir

En étui portefeuille, beau cuir : 65 fr. — SOCLE pour le bureau : 15 fr. — BLOC chimique perpétuel spéç. adaptable : 8 fr. France c. mandat ou rembours^t Etrang., paiem. d'av. port en sus

S. REYBAUD, ingénieur
37, rue Sénaç, MARSEILLE
CHÉQUES POSTAUX : 90-63

LA RAPIDE-LIME

Diplôme d'Honneur
Gand 1913



s'adapte instantanément aux ÉTAUX

Travaille avec précision
l'Acier, le Fer, la Fonte,
le Bronze et autres matières

Plus de Limes!
Plus de Burins!

-- TOUT LE MONDE --
AJUSTEUR-MÉCANICIEN

NOTICE FRANÇO
JACQUOT & TAVERDON
56-58, rue Regnault
Paris (13^e)

BERNARD

SON STANDARD SIX
Super 6 lampes

TOUTE L'EUROPE SUR CADRE
reste le MEILLEUR des postes à

700 fr.

Demandez NOTICE S gratuite

BERNARD, 9, r. Aug.-Laurent, Paris-XI^e
CONSTRUCTEUR (Place Voltaire)

Les Études chez Soi

Spécialisées en toutes matières, vous permettent d'obtenir rapidement les Diplômes de

1. Comptable, Secrétaire, Ingénieur commercial.
2. Ingénieur, Electricien, Mécanicien, Chimiste, Géomètre, Architecte, Filateur.
3. Dessinateur artistique, Professeur de musique.
4. Agronome, Régisseur, Directeur de laiterie.
5. Licencié et Docteur en Philosophie, Lettres, Droit, Sciences physiques, sociales, etc., etc.

Demandez Catalogue général

INSTITUT PHILOTECHNIQUE (26^e année)
94, rue Saint-Lazare, Paris-9^e

Le plus merveilleux poste du marché, c'est le **SUPER-SYNTONIQUE**

■ 4 lampes sur cadre ■

Poste récepteur scientifique aussi puissant qu'un 7 lampes, d'une pureté remarquable.

Sélectivité **absolue**, séparant n'importe quelle station - Sensibilité étonnante.

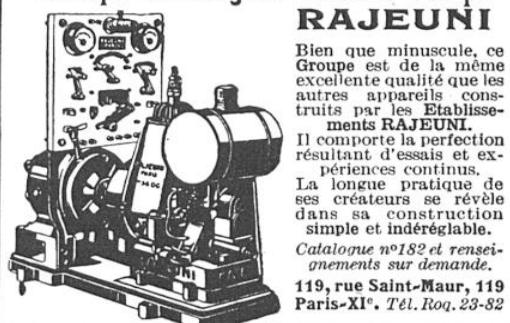
Type A nu : **1.400 fr.** - Type luxe nu : **1.800 fr.**

Auditions permanentes, de 4 à 10 h. du soir.

Éts NEF, 35, rue du Rocher (Gare St-Lazare), PARIS-8^e

T.S.F.
T.S.F.

Groupe électrogène ou Moto-Pompe — RAJEUNI



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

Il comporte la perfection résultant d'essais et expériences continus.

La longue pratique de ses créateurs se révèle dans sa construction simple et indéréglable.

Catalogue n°182 et renseignements sur demande.

119, rue Saint-Maur, 119 Paris-XI^e. Tél. Roq. 23-82

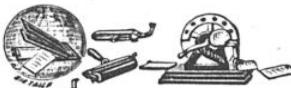
Ingénieur Quel que soit votre âge, quel que soit le temps dont vous disposez, vous pouvez devenir Ingénieur, Dessinateur, Conducteur ou Monteur **Electricien**

par études faciles et rapides chez vous. Diplômes à la fin des études. Placement gratuit des candidats diplômés.

INSTITUT NORMAL ELECTROTECHNIQUE
40, Rue Denfert-Rochereau, PARIS
Demandez programme N° 150, gratis.



DUPLICATEURS Plats CIRCULAIRES, DESSINS, MUSIQUE, ETC. Rotatifs



1^{er} PRIX du CONCOURS
GRAND PALAIS

IMITATION PARFAITE sans auréole huileuse de la **LETTRE PERSONNELLE**

Notices A. B. à
G. DELPY, Const^r, 17, rue d'Arcole, Paris-4^e

**PRÉSERVEZ vos CONSTRUCTIONS DE
L'HUMIDITÉ**
D'UNE MANIÈRE SIMPLE ET DURABLE
AVEC LES PRODUITS ÉCONOMIQUES DE
L'ASSÉCHEMENT, SARREBOURG.41
(MOSELLE)

RENSEIGNEMENTS GRATUITS
PRES DE 40 ANS D'EXPÉRIENCE PRATIQUE

RC SAVERNE 2518

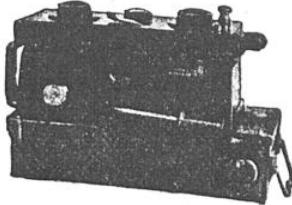
Joie !
Santé !
Vigueur !
Beauté
physique
pour vos
enfants
par
le plus chic
le plus
passionnant
des
JOUETS SPORTIFS

L'AUTO-AVRON

ANÈRE.F. 4, Aue Félix Faure, LYON

VÉRASCOPES J. RICHARD

Modèles 45×107, 6×13, 7×13



Le plus copié parce que le Meilleur

.....
POUR LES DÉBUTANTS

LE GLYPHOSCOPE

Formats 45×107 et 6×13

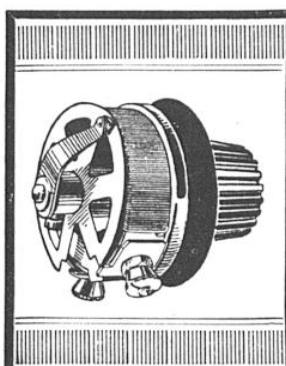
.....
POUR LES DILETTANTES

L'HOMEOS

Appareil stéréoscopique permettant de faire 27 vues sur pellicules, se chargeant en plein jour.

.....
CATALOGUE B SUR DEMANDE

.....
Établs J. RICHARD, 25, rue Mélingue, Paris
Magasin de vente : 7, rue La Fayette (Opéra)



Ne demandez pas un rhéostat !...

EXIGEZ un REXOR (BREVETÉ tous pays)

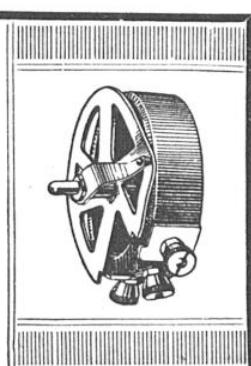
C'est une fabrication GIRESS

Mieux que la publicité, un essai vous convaincra !

Catalogue général SV franco

GIRESS 40, boul. Jean-Jaurès, CLICHY (Seine)
Téléphone : Marcadet 37-81

Pour la Belgique : J. DUCOBU, 69, rue Ambiorix, LIÈGE



MAISON BIEN ÉTABLIE A LONDRES
cherche seule représentation pour l'Angleterre et Colonies de n'importe quelle nouvelle machine ou article, de préférence pour bureau.

Écrire : Jean O SAUVEN, 195, UPPER THAMES ST. LONDRES, E C 4



CHIENS DE TOUTES RACES

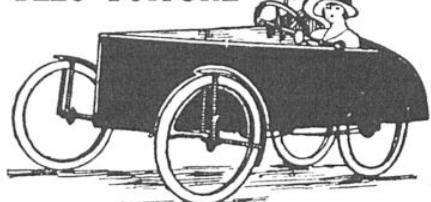
de garde et policiers jeunes et adultes supérieurement dressés. Chiens de luxe et d'appartement, Chiens de chasse courants, Ratiers. Enormes chiens de trait et voitures, etc.

Vente avec faculté échange en cas non-convenance. Expéditions dans le monde entier. Bonne arrivée garantie à destination.

SELECT-KENNEL, Berchem-Bruxelles (Belgique) Tél.: 604-71

MANUEL-GUIDE GRATIS **INVENTIONS** BREVETS, MARQUES, Procès en Contrefaçon

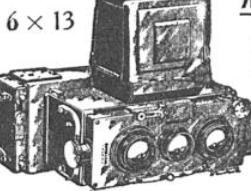
UN VÉLO-VOITURE



LE VÉLOCAR

Plus rapide et plus confortable qu'une bicyclette
2 PERSONNES, 3 VITESSES
Demandez notice détaillée (Envoyez timbre pour réponse)
MOCHET, 68, Rue Roque-de-Fillol, PUTEAUX (Seine)

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



NOUVEAUTÉ !!!

L'ONTOSCOPE

APPAREIL
PHOTOGRAPHIQUE
à RÉFLEX, de
même conception que
les ONTOSCOPEs
précédents.

Avec ses derniers perfectionnements ultra-modernes, s'imposera auprès de la nombreuse clientèle.

CATALOGUE SUR DEMANDE

Établs G. CORNU, 7, 9, rue Juillet, PARIS-20^e

Tél. : Roquette 01-13

LE MEILLEUR ALIMENT MÉLASSÉ

4 GRANDS PRIX
4 HORS CONCOURS
MEMBRE DU JURY
DEPUIS 1910

PAÏL'MEL

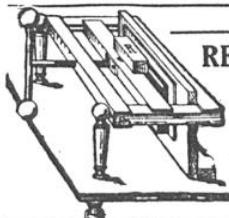
POUR CHEVAUX
ET TOUT BÉTAIL

USINE FONDÉE EN 1901 À TOURY'EURE & LOIR,
Reg Comm. Chartres B 41

RELIER tout SOI-MÊME

est une distraction
à la portée de tous

Demandez l'album illustré de
l'Outilage et des Fournitures,
franco contre 1 fr. à
V FOUGÈRE & LAURENT, à ANGOULÈME



Ingénieur Quel que soit
votre âge, quel
que soit le temps dont vous disposez, vous pouvez
devenir Ingénieur, Dessinateur, Conducteur
ou Monteur **Electricien**

par études faciles et rapides chez vous. Diplômes
à la fin des études. Placement gratuit des
candidats diplômés.



INSTITUT NORMAL ELECTROTECHNIQUE

40, Rue Denfert-Rochereau, PARIS
Demandez programme N° 150, gratis.

TIMBRES DES MISSIONS

Au kilo, par paquets de 500, 250,
125 grammes. Beaucoup d'Afrique
du Nord. Notice gratis. Bien
des kilos. Annonces ordinairement.
"Timbres Missions".
Boîte 268, Casablanca.



INVENTIONS ET RÉALISATIONS FINANCIÈRES

SOCIÉTÉ D'ÉTUDE ET DE VALORISATION EN PARTICIPATION

22, rue d'Athènes, 22 - PARIS (9^e) — Téléphone : Gutenberg 65-34 et Central 96-13

Brevets d'invention en France et à l'Étranger. — Toutes opérations relatives à la Propriété industrielle. — Négociation des brevets. — Valorisation des inventions. — Recherche de capitaux. — Constitution de Sociétés industrielles.

DIMANCHE-ILLUSTRÉ

LE GRAND MAGAZINE DE LA FAMILLE
a créé

UNE COLLECTION DE VOLUMES
publiés sous le titre de

**BIBLIOTHÈQUE
“DIMANCHE-ILLUSTRÉ”**

Cette collection comprend :

1^o Des livres d'utilité pratique et de documentation, qui réunissent, en les développant, les articles qui, dans les colonnes de “DIMANCHE-ILLUSTRÉ”, ont obtenu le plus de succès ;

2^o Des romans inédits d'action et d'aventure.

DÉJA PARUS :

IVAN CŒURJOIE

Roman de Jean KEROUAN

LE PALACE EN DÉRIVE

Roman de Gaston PASTRE

CHAQUE VOLUME : Prix... — 2 fr. 50
— En vente chez tous les libraires

La femme moderne
qui veut être au courant
de tout ce qui se fait
de tout ce qui se porte

est une lectrice
de

NOS LOISIRS

Des contes, des articles, une sélection de modes de la grande couture font, de cette publication luxueusement illustrée, la plus élégante revue familiale française.

PRIX DU NUMÉRO :
4 francs

DIMANCHE-AUTO

automobile SERVICE tourisme

TOUT
ce qui intéresse l'automobiliste !

TOUT
ce qui peut lui être utile !

DIMANCHE-AUTO
instruit
défend
renseigne

20 pages - 5.500 lignes de texte
60 illustrations ou cartes

En vente partout le samedi : **1 franc**

SPÉCIMEN FRANCO SUR DEMANDE

13, rue d'Enghien, 13 - PARIS-10^e

L'AGRICULTURE NOUVELLE

REVUE ILLUSTRÉE BIMENSUELLE

PARAÎSSANT

LES 2^e ET 4^e SAMEDIS DE CHAQUE MOIS

Elle enseigne les méthodes les plus modernes et les plus économiques applicables à
TOUTES LES CULTURES et à
TOUS LES ÉLEVAGES.

Êtes-vous embarrassé sur une question de législation rurale, de médecine vétérinaire ou toute autre concernant l'agriculture ? Consultez-la, elle vous répondra gratuitement dans ses rubriques spéciales.

Le numéro de 32 pages, abondamment illustrées, sous couverture en couleur
En vente partout : 75 centimes

ABONNEMENTS

Un an... 18 fr. | Six mois 9 fr.
à l'Administration,
18, rue d'Enghien, Paris (10^e)

Toutes les Victoires de **LUCIFER**
ont été remportées sur bicyclettes munies du
Célèbre Moyeu TORPEDO
LE ROI DES MOYEUX
à roue libre et frein à contre-pédalage

BORDEAUX-PARIS (590 kms)
3^e Demuysère -:- **4^e** Verhaegen -:- **5^e** Van Slembruck
PARIS-BRUXELLES (366 kms) : **1^{er}** Pé VERHAEGEN

Agence TORPEDO pour la France
Établissements MESTRE & BLATGÉ
46-48, avenue de la Grande-Armée, PARIS (17^e)



**TIMBRES-POSTE AUTHENTIQUES
DES MISSIONS ÉTRANGÈRES**
Garantis non trés, vendus au kilo
Demandez la notice explicative au
Directeur de l'Office des Timbres-
Poste des Missions, 14, rue des Ré-
doutes, TOULOUSE (France).
R. C. TOULOUSE 4.568 A



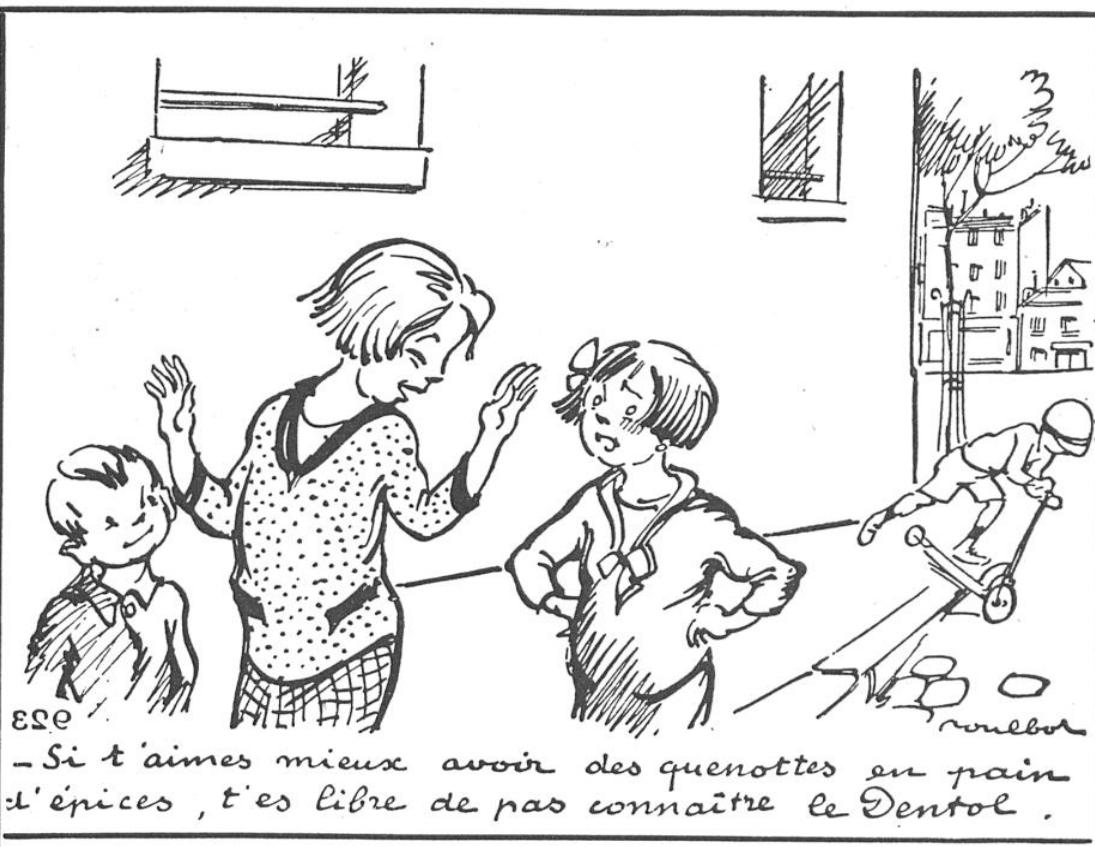
LES PYRÉNÉES VAINCUES

La phrase historique et symbolique attribuée à Louis XIV : « Il n'y a plus de Pyrénées », devient de plus en plus exacte matériellement.

Après la ligne transpyrénéenne, d'Oloron à Saragosse par Canfranc, ouverte en 1928, va bientôt fonctionner celle d'Ax-les-Thermes à Barcelone, par Bourg-Madame et Puigcerda.

Vers le milieu de 1929, cette ligne sera parcourue par des trains rapides assurant les meilleures relations entre Paris-Quai d'Orsay et Barcelone. L'inauguration coïncidera avec l'Exposition Internationale de Barcelone.

Au début, les voyageurs devront changer de train à la gare frontière ; mais il est déjà permis d'espérer que, peu de temps après, la voie espagnole, transformée, permettra aux voyageurs de circuler sans changer de voiture entre Paris et Barcelone. Ce sera une grande date dans l'histoire des relations ferroviaires entre la France et l'Espagne.



Le DENTOL (eau, pâte, poudre, savon) est un dentifrice à la fois souverainement antiseptique et doué du parfum le plus agréable. — Créé d'après les travaux de Pasteur, il raffermit les gencives. En peu de jours, il donne aux dents une blancheur éclatante. Il purifie l'haleine et est particulièrement recommandé aux fumeurs. Il laisse dans la bouche une sensation de fraîcheur délicieuse et persistante.

Le **DENTOL** se trouve dans toutes les bonnes maisons vendant de la parfumerie et dans toutes les pharmacies.

Dépôt général : Maison FRÈRE, 19, Rue Jacob, Paris

CADEAU

Il suffit de retourner à la MAISON FRÈRE, 19, rue Jacob, Paris (6^e), la présente annonce de *La Science et la Vie*, sous enveloppe affranchie à 0 fr. 50, en indiquant lisiblement son nom et son adresse, pour recevoir gratis et franco un échantillon de **Dentol**.

R. C. SEINE 124.350

**INSTITUT DE MÉCANIQUE & D'ÉLECTRICITÉ
PAR CORRESPONDANCE**
DE
l'Ecole du Génie Civil

(25^e année) **152, avenue de Wagram, PARIS - 17^e** (25^e année)

Les prix comprennent la fourniture des cours, des devoirs et leur correction

MÉCANIQUE GÉNÉRALE

DIPLOMES D'APPRENTIS ET OUVRIERS

Arithmétique, géométrie, algèbre (Notions). — Dessin graphique. — Technologie de l'atelier. — Ajustage.
Prix de cette préparation 185 fr.

DESSINATEURS ET CONTREMAITRES D'ATELIER

Arithmétique. — Algèbre. — Géométrie pratique. — Notions de physique et de mécanique. — Éléments de construction mécanique. — Croquis coté et dessin industriel. — Technologie.
Prix de la préparation 325 fr.

**CHEFS D'ATELIER
ET CHEFS DE BUREAU DE DESSIN**

Arithmétique. — Algèbre. — Géométrie. — Trigonométrie. — Physique. — Mécanique. — Résistance des matériaux. — Règle à calcul. — Construction mécanique. — Outilage et machines-outils. — Croquis coté et dessin industriel.
Prix de la préparation 600 fr.

**SOUS-INGÉNIEURS DESSINATEURS
ET SOUS-INGÉNIEURS D'ATELIER**

Compléments d'algèbre et de géométrie, de résistance des matériaux, de construction mécanique. — Cinématique appliquée. — Règle à calcul. — Electricité industrielle. — Machines et moteurs.
Prix de cette préparation 800 fr.

**INGÉNIEURS DESSINATEURS
ET INGÉNIEURS D'ATELIER**

Éléments d'algèbre supérieure. — Mécanique théorique. — Mécanique appliquée. — Résistance des matériaux. — Usinage moderne. — Construction mécanique. — Règle à calcul. — Construction et projets de machines-outils. — Machines motrices. — Croquis coté. — Dessin industriel. — Electricité.
Prix de la préparation 1.250 fr.

DIPLOME SUPÉRIEUR

Préparation ci-dessus, avec en plus : Calcul différentiel. — Calcul intégral. — Géométrie analytique. — Mécanique rationnelle. — Résistance des matériaux. — Physique industrielle. — Chimie industrielle. — Géométrie descriptive.
Prix de ce complément 600 fr.

ÉLECTRICITÉ

DIPLOME D'APPRENTI-MONTEUR

Etude de l'électricité complète, sous une forme très simple, ne nécessitant aucune connaissance mathématique.
Prix 120 fr.

DIPLOME DE MONTEUR ÉLECTRICIEN

Cours comprenant 100 leçons d'électricité parfaitement graduées, très simples, n'exigeant que les connaissances du certificat d'études. — *Prix* 200 fr.

a) CONTREMAITRE-ÉLECTRICIEN

Notions d'arithmétique, algèbre, géométrie et physique. — Electricité industrielle. — Dessin électrique. — *Prix* 250 fr.

b) DESSINATEUR-ÉLECTRICIEN

Même préparation que ci-dessus, avec en plus : compléments de dessin. — Technologie du dessin électrique. — Résistance des matériaux. — Arithmétique. — Géométrie et algèbre pratiques. — Notions de mécanique. — Règle à calcul.
Prix du complément de préparation 250 fr.
De l'ensemble a et b 450 fr.

c) CONDUCTEUR-ÉLECTRICIEN

Arithmétique. — Algèbre. — Géométrie. — Physique. — Trigonométrie. — Mécanique. — Résistance des matériaux. — Règle à calcul. — Technologie de l'atelier. — Construction mécanique. — Machines industrielles. — Electricité industrielle. — Dessin. — *Prix* 700 fr.

d) SOUS-INGÉNIER ÉLECTRICIEN

Même préparation que conducteur, avec en plus : Chimie. — Physique. — Dangers des courants. — Unités. — Conduites des appareils. — Bobinage. — Notions d'hydraulique. — Mesures. — Eclairage. — Complément de mathématique. — Béton armé.
Prix de ce complément 500 fr.
Prix de l'ensemble c et d 1.000 fr.

e) INGÉNIER-ÉLECTRICIEN

Algèbre supérieure. — Compléments de physique. — Mécanique. — Applications mécaniques de l'électricité. — Calcul des machines. — Essais. — Electricité théorique. — Production et distribution. — Construction de l'appareillage. — Electrochimie. — Eclairage. — Hydraulique. — Projets. — *Prix* 1.250 fr.

f) DIPLOME SUPÉRIEUR

Même préparation que ci-dessus, avec en plus : Mathématiques supérieures. — Mécanique rationnelle. — Electrotechnique. — Installation d'usines hydroélectriques. — Mesures.
Prix de cette partie 500 fr. | *Prix de e et f.* 1.600 fr.

CHEMINS DE FER, MARINE, ÉCOLES

Préparation à tous les programmes officiels.

COURS SUR PLACE

L'ÉCOLE DU GÉNIE CIVIL, 152, avenue de Wagram, Paris, répondra par lettre à toute demande complémentaire accompagnée d'un timbre pour la réponse.

Les prix indiqués sont pour le paiement par mois. — En payant au comptant, il est fait une réduction de 20 %.

L'École Universelle

par correspondance de Paris

PLACÉE SOUS LE HAUT PATRONAGE DE L'ÉTAT

la plus importante école du monde, vous offre les moyens d'acquérir chez vous, sans quitter votre résidence, sans abandonner votre situation, en utilisant vos heures de loisirs, avec le minimum de dépense, dans le minimum de temps, les connaissances nécessaires pour devenir :

**INGÉNIEUR,
SOUS-INGÉNIEUR,
CONDUCTEUR,
DESSINATEUR,
CONTREMAÎTRE,
Etc....**

dans les diverses spécialités :

Électricité	Architecture
Radiotélégraphie	Béton armé
Mécanique	Chauffage central
Automobile	Topographie
Aviation	Industrie du froid
Métallurgie	Chimie
Forge	Exploitation agricole
Mines	Agriculture coloniale
Travaux publics	Génie rural

Demandez l'*envoi gratuit de la Brochure n° 4333.*

Une autre section spéciale de l'*École Universelle* prépare, d'après les mêmes méthodes, aux diverses situations du commerce :

Administrateur commercial	Comptable
Secrétaire commercial	Teneur de livres
Correspondancier	Commis de banque
Sténo-dactylographe	Coullissier
Représentant de commerce	Secrétaire d'Agent de change
Adjoint à la publicité	Agent d'assurances
Ingénieur commercial	Directeur-gérant d'hôtel
Expert-comptable	Secrétaire-comptable d'hôtel

Demandez l'*envoi gratuit de la Brochure n° 4342.*

L'enseignement par correspondance de l'*École Universelle* peut être suivi avec profit certain, quels que soient l'âge, la profession, la résidence, le degré d'instruction de l'élève.

École Universelle
59, Boulevard Exelmans, PARIS-XVI^e

LA SCIENCE ET LA VIE

NITROLAC



UNE RÉVOLUTION !

NITROLAC ÉMAIL A FROID BRILLANT appliquée à la machine à imprimer.
Voir la page "NITROLAC" à l'intérieur!