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 nº 78-753 du 17 juillet 1978 :

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

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

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

4- Pour obtenir la reproduction numérique d’un document du Cnum en haute définition, contacter cnum(at)cnam.fr

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

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

NOTICE BIBLIOGRAPHIQUE

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

Notice du Volume	
Auteur(s) volume	[s.n.]
Titre	La science et la vie
Volume	Tome 29. n. 108. Juin 1926
Adresse	Paris : La Science et la Vie, 1926
Collation	1 vol.(LIV p.-p.[451]-540) : ill., couv. ill. en coul. ; 24 cm
Cote	SCI. VIE 108
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.108

France et Colonies.. .. .. 3 fr.
Étranger .. .. 4 fr.

N° 108. - Juin 1926

LA SCIENCE ET LA VIE

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

JEUNES OUVRIERS

qui voulez devenir

CONTREMAITRES

et davantage encore

la plupart du temps vous ne pouvez franchir le premier échelon de l'enseignement technique et professionnel qui vous est indispensable, parce que vous ignorez les premiers principes de mathématiques et que nulle part vous ne pouvez les étudier.

L'ÉCOLE DU GÉNIE CIVIL

à votre usage exclusif

a édité un cours très simple, avec de nombreux problèmes parfaitement gradués, faciles à résoudre.

DEPUIS 20 ANS,

des MILLIERS de jeunes gens comme vous ont suivi ce cours, et rien ne les a plus arrêtés dans leur évolution technique.

INSCRIVEZ-VOUS DE SUITE

SOMMAIRE DU COURS :

ARITHMÉTIQUE. — Numération. - Addition. - Soustraction. - Multiplication. - Division. - Fractions. - Rapports et proportions. - Règles de trois. - Système métrique.

GÉOMÉTRIE. — Tracé des lignes droites, des parallèles, des angles, des perpendiculaires, des axes et des circonférences.

Etude du triangle, du parallélogramme, du quadrilatère, du rectangle, du losange, du carré, du trapèze.

Surfaces du rectangle, du carré, du parallélogramme, du losange, du triangle, du trapèze, du polygone, du cercle.

Volumes et surfaces des prismes, du cylindre, du cône et de la sphère.

ALGÈBRE. — Emplois des signes et des lettres. - Opérations algébriques très simples (Addition, Soustraction, Multiplication, Division, Equations).

PRIX DU COURS

comprenant un cours spécialement édité, 115 exercices, la correction de ceux-ci et un corrigé type : **60 francs** au comptant, ou **75 francs** en trois versements mensuels de **25 francs.**

Envoi franco dès réception de la demande accompagnée de son montant.

Le prix de ce cours sera remboursé à tout élève qui s'inscrira ensuite à une préparation technique complète.

ÉCOLE DU GÉNIE CIVIL

152, avenue de Wagram, PARIS-17e

Pour toute demande complémentaire de renseignements, joindre un timbre pour la réponse.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En 1926, *La Science et la Vie* n'accepte plus que de la PUBLICITÉ SCIENTIFIQUE ET INDUSTRIELLE.

INSTITUT DE MÉCANIQUE
DE
L'ÉCOLE DU GÉNIE CIVIL

152, avenue de Wagram, PARIS-17e

COURS SUR PLACE ET PAR CORRESPONDANCE

12 SECTIONS :

Machines-Outils	Constructions navales (Machines)	Tissage
Moteurs thermiques	Chemins de Fer (Traction)	Constructions métalliques
Automobile	Froid industriel	Chauffage central
Aviation	Installation et Entretien d'Usines	Chauffage industriel

DIPLOMES

(Mention spéciale pour chaque section et Prix pour l'Enseignement par correspondance)

Les Prix comprennent les ouvrages pour l'étude, les devoirs à rédiger et leur correction

DIPLOME D'ENSEIGNEMENT PRÉPARATOIRE DE LA MÉCANIQUE (Prix : **175 fr.**)[1] :
Notions d'arithmétique. - Géométrie. - Algèbre. - Notions de croquis et dessin industriel. - Notions de machines thermiques. - Notions de technologie de l'atelier.

CONTREMAITRES (Prix : **225 fr.**) :
Arithmétique. - Algèbre. - Géométrie pratique. - Notions de physique et mécanique. - Croquis coté. - Technologie. - Construction mécanique. - Cours technique spécialisé.

DESSINATEURS (Prix de l'ensemble : **325 fr.** ; de cette partie : **150 fr.**) :
Préparation de contremaître, avec, en plus : technologie du dessin industriel, résistance des matériaux, trigonométrie pratique, règle à calcul, notions de géométrie descriptive.

SOUS-CHEFS DE TRAVAUX (Prix de l'ensemble : **500 fr.** · de cette partie : **225 fr.**) :
Préparation de dessinateur, avec, en plus : notions d'électricité industrielle, moteurs industriels, dessin industriel, règle à calcul, comptabilité industrielle.

CHEFS DE TRAVAUX (Prix : **700 fr.**) :
Arithmétique. - Géométrie. - Algèbre pratique et théorique. - Trigonométrie. - Mécanique. - Résistance des matériaux. - Physique. - Construction mécanique. - Croquis coté et dessin industriel. - Cours technique spécialisé.

SOUS-INGÉNIEURS (Prix de l'ensemble : **1.000 fr.** ; de cette partie : **500 fr.**) :
Même préparation que ci-dessus, avec, en plus, des cours complémentaires de dessin, résistance des matériaux, règle à calcul, construction mécanique, chimie industrielle, physique, statique graphique, béton armé.

INGÉNIEURS (Prix : **1.200 fr.**) :
Arithmétique. - Algèbre. - Géométrie. - Trigonométrie. - Mécanique théorique. - Cinématique appliquée. - Cours supérieur de construction mécanique. - Résistance des matériaux. - Construction d'usines. - Projets spécialisés. - Cours technique supérieur.

INGÉNIEURS - Diplôme supérieur (Prix de l'ensemble : **1.600 fr.** · de cette partie : **500 fr.**) :
Même préparation que ci-dessus, avec, en plus : mathématiques, mécanique, résistance des matériaux supérieurs, calcul des machines, thermodynamique.

L'ÉCOLE du GÉNIE CIVIL

152, avenue de Wagram, PARIS-17e

répondra par lettre à toute demande complémentaire accompagnée d'un timbre pour la réponse.

(1) Les prix indiqués sont pour le paiement par mois. En payant au comptant, il est fait une réduction de 20 0/0.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le Selectadyne

DÉPOSÉ

LE SEUL POSTE UNISSANT :

UNE PUISSANCE FORMIDABLE & UNE PURETÉ PARFAITE

Grace à son mode d'amplification spécial

UNE EXTRÊME FACILITÉ DE RÉGLAGE & UNE SÉLECTIVITÉ ABSOLUE

Grace aux perfectionnements mécano-électriques et à l'automatisme de la plupart des manœuvres.

CATALOGUE GÉNÉRAL contre 1 fr. 25

NOTICE sur LE SELECTADYNE et TARIF contre 0 fr. 30

Etablissements

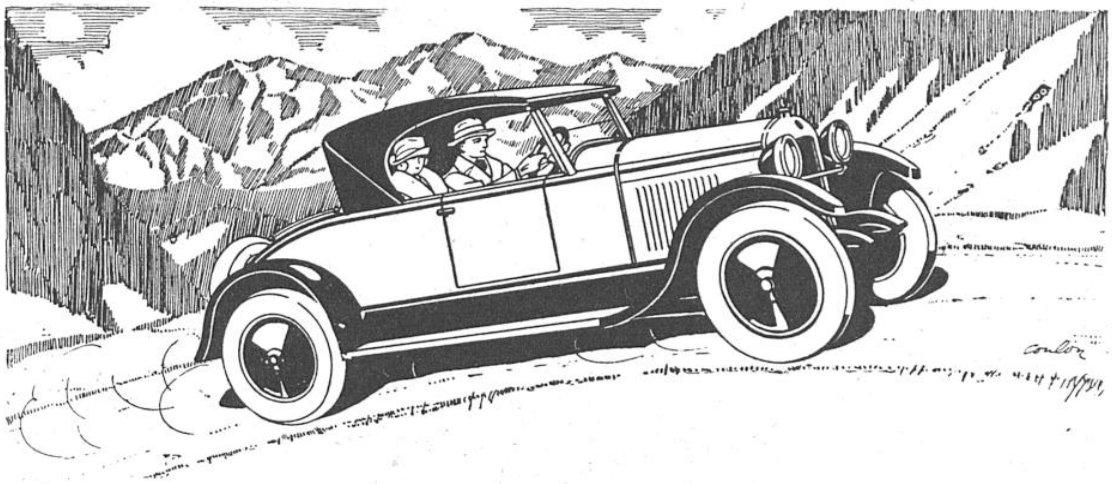
MERLAUD & POITRAT

Ingénieurs-Constructeurs

23, avenue de la République, Paris (XIe) — Téléphone : Roquette 56-08

PUBL. G. TANNEUR.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Monter les Côtes en Vitesse

C'est un vrai plaisir pour l'automobiliste, mais...

Grimper allégrement les côtes, entraîné par un moteur donnant sa pleine puissance, n'est-ce pas un vrai plaisir ?

Ces coups de collier que vous demandez à votre moteur, il vous les fournira sans peine et sans fatigue si l'huile qui graisse ses organes est à la hauteur du dur labeur imposé. Elle doit assurer une étanchéité parfaite des segments et une protection efficace des surfaces frottantes.

L'huile Gargoyle Mobiloil appropriée à votre moteur satisfera toujours aux conditions de travail les plus dures. En effet, la qualité supérieure de cette huile dépend du choix des pétroles bruts dont elle est tirée, et des procédés spéciaux de raffinage de la Vacuum Oil Company. En consultant chez tous les garagistes, le Tableau de Graissage établi par le Service Technique de la Vacuum Oil Company, vous connaîtrez immédiatement le type d'huile Gargoyle Mobiloil approprié à votre moteur. Parce qu'elle assure une meilleure compression et moins d'encrassements des bougies et des pistons, Gargoyle Mobiloil conserve au moteur son plein rendement, sans fatigue, ni usure préjudiciable.

Pour mieux vous renseigner.

Rien ne saurait vous intéresser davantage que le *"Guide de Graissage"* édition 1926, publié par la Vacuum Oil Company, sur l'emploi des huiles Gargoyle Mobiloil.

Remplie de renseignements utiles sur le fonctionnement du moteur, le rôle du lubrifiant, les pannes de moteur et leurs remèdes, cette brochure, abondamment illustrée, vous est adressée gratuitement sur demande, en vous servant du coupon ci-dessous.

GARGOYLE
MARQUE DÉPOSÉE
Mobiloil
Consultez notre Tableau de Graissage

Vacuum Oil Company
SOCIÉTÉ ANONYME FRANÇAISE
34, Rue du Louvre. — PARIS
AGENCES & SUCCURSALES : Alger, Bordeaux, Lille, Lyon, Marseille, Nancy, Nantes, Rouen, Toulouse, Tunis, Bâle, Bruxelles, Luxembourg (G.-D.), Rotterdam.

VACUUM OIL COMPANY S.A.F.
34, Rue du Louvre. — PARIS

Veuillez m'envoyer gratuitement votre brochure "Guide de Graissage".

Nom : .....

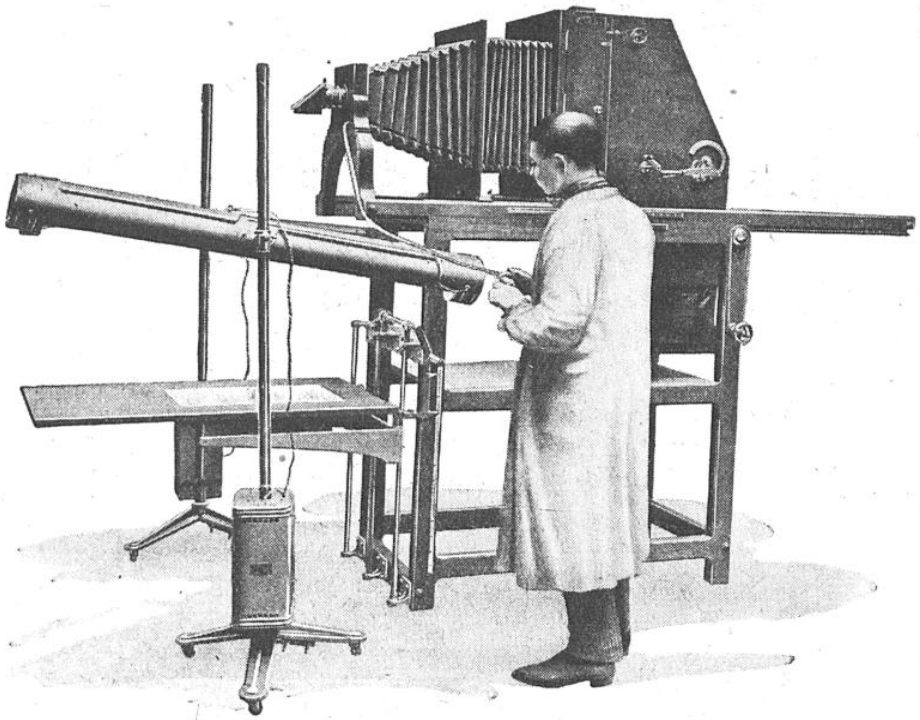
Adresse : .....

A retourner sous enveloppe fermée. 102-AA

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

INGÉNIEURS, INDUSTRIELS ADMINISTRATIONS

réduisez votre personnel, en substituant le travail mécanique au travail manuel,
dans vos services d'études, de documentation, de comptabilité.



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

DÉMONSTRATIONS, RÉFÉRENCES, NOTICES :

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

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

PHOTO-HALL

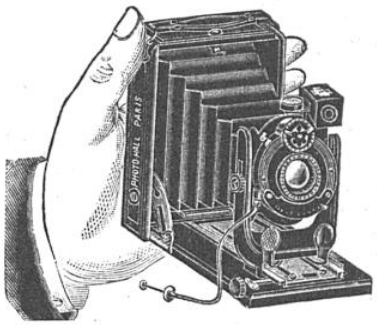
5, Rue Scribe (près de l'Opéra), **PARIS-OPÉRA** (9e)

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

N. B. — Notre Maison, qui se consacre depuis plus de 30 années à la construction et à la vente des appareils photographiques, ne livre que des instruments minutieusement vérifiés, formellement GARANTIS, expédiés FRANCO DE PORT ET D'EMBALLAGE et pouvant être échangés lorsqu'ils ne répondent pas au goût de l'acheteur.

Compte de Chèques Postaux : PARIS N° 217.29

Solidité — *Légèreté* — *Simplicité*



Netteté — *Rapidité* — *Luminosité*

LA PHOTO ARTISTIQUE

s'obtient avec la plus grande facilité en employant notre appareil **PERFECT-PLIANT**, de construction très soignée, gainé maroquin, donnant à volonté des clichés sur plaques 9 × 12 ou sur films-packs 9 × 12, se chargeant en plein jour, muni d'un soufflet peau, d'un objectif **ANASTIGMAT** extra-rapide avec obturateur de précision pour pose ou instantané jusqu'au 1/100e de seconde et d'un viseur réversible. Chaque appareil est livré avec 3 châssis 9 × 12, un déclencheur, une instruction et un traité de photographie.

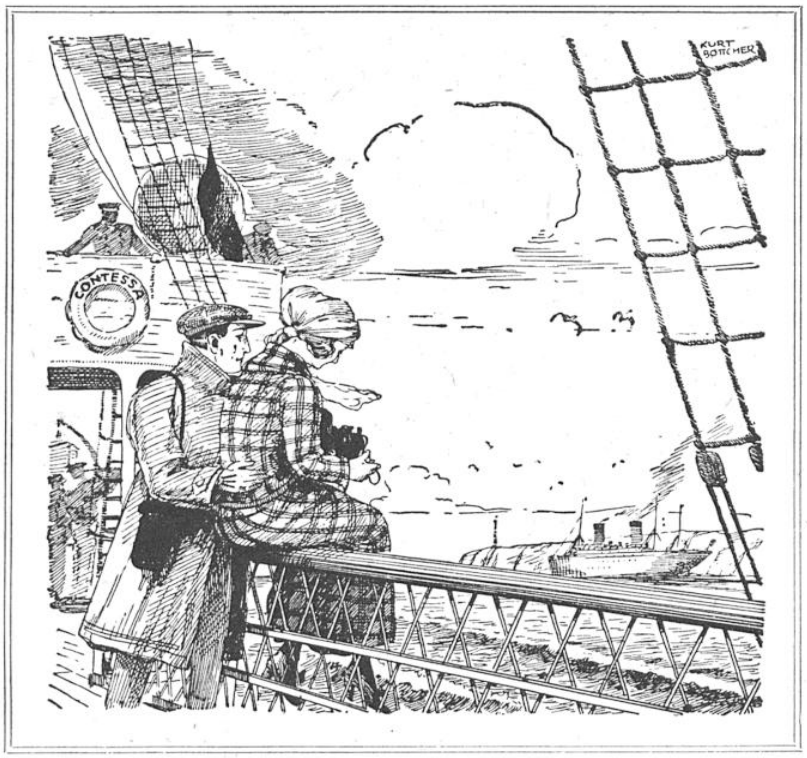
Avec anastigmat PERFECT	Avec anastigmat HERMAGIS	Avec anastigmat ROUSSEL	Avec anastigmat BERTHIOT
275 FR.	350 FR.	375 FR.	450 FR.

Sac imitation cuir, doublé velours, avec séparation et longue courroie		Fr.	20. »
Le même sac tout cuir, doublé velours		—	50. »
Châssis supplémentaire pour plaques 9×12		—	3.75
Plaques ultra-rapides marque PERFECT 9×12	la douzaine	—	9.25
Pied en cuivre à 3 coulisses, marque PERFECT		—	25.90
Châssis pour pellicules FILM-PACK ou BLOC-FILM 9×12		—	19.50
BLOC-FILM PLAVIC, 12 poses 9×12 (émulsion Lumière)		—	26. »
FILM-PACK KODAK, 12 poses 9×12		—	27.90

APPAREILS DE TOUS MODÈLES — CATALOGUE GRATUIT

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

PHOTO



PLAIT

Pour charmer la traversée, n'oubliez pas un appareil Photo-Plait.

Amateurs, n'hésitez pas !!!

Les meilleurs appareils et aussi le plus grand choix se trouvent aux Etablissements

Photo-Plait

37, rue La Fayette, Paris-Opéra

Succursale : **104, rue de Richelieu, Paris-Bourse**

Le Catalogue Général 1926 est adressé contre **0 fr. 50** pour frais d'envoi ; véritable répertoire des marques Kodak, Ica, Contessa, Gaumont, Ernemann, Plait, Vérascope Richard, Ontoscope, S. O. M., Monobloc, « Mentor », Pathé-Baby, Accessoires divers, Radio.

Spécialité de Travaux pour amateurs, Développement Plaques et Pellicules, Tirages, Agrandissements

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

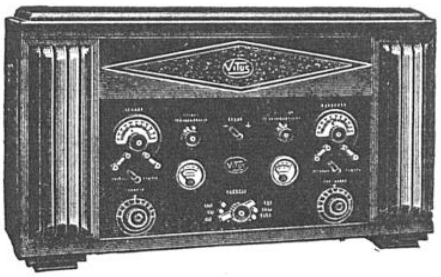
Dans votre intérêt, recommandez-vous toujours de *La Science et la Vie* auprès de ses annonciers.

T.S.F.

L'ULTRA-HÉTÉRODYNE

VITUS

est le Récepteur le plus puissant du Monde



LE PLUS HAUT DEGRÉ DE SÉLECTION

ETABLTS F. VITUS

90, rue Damrémont - PARIS (Salon d'Auditions)

Notices gratuites sur demande

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

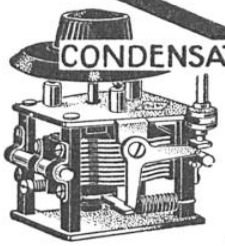
Au 1er rang de la T. S. F.

ON TROUVE LA MARQUE

HAUT-PARLEURS

CASQUES

PIVAL



CONDENSATEURS

PIVAL S.A.

TRANSFORMATEURS

à TULLE (Corrèze)

UNION RADIOPHONIQUE U.R.F. DE FRANCE

EN VENTE CHEZ TOUS LES ÉLECTRICIENS

DÉPOTS POUR LA VENTE EN GROS A :

Paris, Lyon, Toulouse, Marseille, Bordeaux, Lille, Nancy, Reims, Alger, Bruxelles, Amersfoort, Londres, Derby, Barcelone.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

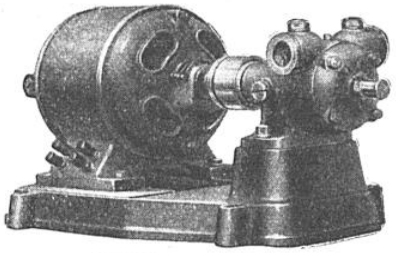
POMPES & COMPRESSEURS BAUDOT-HARDOLL

6, rue Saint-Marc, PARIS-2e

L'eau à discrétion

AVEC LES POMPES

INTÉGRALES & HARDOLL



1.200 litres — 30 mètres

Pompes domestiques

POMPE seule avec poulie....	210 fr.
GROUPE triphasé 0 HP 25...	865 —
— monophasé 0 HP 25.	1.155 —
DÉMARREUR automatique..	160 —

(Sauf variation des cours)

Tous les débits - Toutes les puissances

DEMANDEZ NOTRE CATALOGUE

Pompes rotatives spéciales

pour Liquides visqueux : Huiles, Goudrons, Mazout, Jus, Sirops, Mélasses, etc...

Pompes à vide - Compresseurs

de 50 m^3 à 5.000 m^3 heure

Tous les pompages en Sucreries, Distilleries, Brasseries, Papeteries, etc...

Nous pourrions éventuellement céder la licence de nos brevets en Amérique.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Automobilistes

N'oubliez pas
de mélanger à votre essence
LE
Supercarburant

Boyce-ite

rend
l'essence bleue

Garanti ne contenir ni plomb soit fixe, soit tetra-éthyle, ni éther, ni nitro-benzine.

Innocuité absolue, aussi bien pour les usagers que pour tous les organes du moteur.

Boyce-ite

détruit les dépôts de calamine, donne au moteur son rendement maximum. Kilométrage supérieur pour même consommation de carburant.

Départ immédiat en toutes saisons

ÉCONOMIE IMPORTANTE

En vente chez tous les garagistes, marchands d'essence, d'accessoires et marchands de couleurs.

Boyce-ite

Proportion du mélange :
1 centilitre pour 10 litres

SIÈGE SOCIAL :
79,
rue de Miromesnil
PARIS-8e
Téléph. : **Laborde 01-29**

Aussi pratique et plus économique que le gaz

LES FOURNEAUX SECIP
au gaz de pétrole

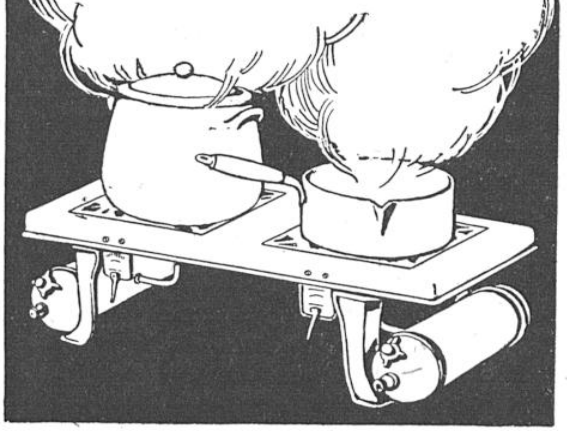
permettent de faire la cuisine aussi commodément qu'avec le gaz, car ils sont réglables et peuvent être mis en veilleuse ou remis à grand feu instantanément ; de plus, ils possèdent un dispositif de décrassage automatique et instantané.

Ils fonctionnent sans bruit, sans odeur, sans fumée. Leur consommation est de un litre de pétrole en 7 à 12 heures, suivant l'allure.

De forme élégante et de construction soignée, ils s'imposent à toute ménagère n'ayant pas le gaz à sa disposition et désireuse d'augmenter le confort dans sa cuisine en excluant tout danger, car le pétrole est le seul combustible liquide ininflammable à la température ordinaire.

Catalogue illustré franco

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



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LA GYMNASTIQUE MENTALE ET SON UTILITÉ

La Gymnastique Mentale est l'un des procédés de la *Psychologie Pratique*. Elle a pour but de développer les aptitudes par un entraînement approprié, afin d'augmenter la valeur de chaque individu.

« Entreprise irréalisable ! » s'écrie un critique chagrin, « et promesse fallacieuse ! » Il ajoute : « On ne donne pas plus de l'esprit aux sots qu'on ne rend la vue aux aveugles. »

Nous répondons :

Ce sceptique a prouvé l'existence et l'efficacité de la *Psychologie Pratique* quand il a appris à parler, puis à lire, puis à se comporter raisonnablement envers les choses et envers les personnes, puis à se servir de mieux en mieux de ses sens, de ses mains, de son intelligence, des dons libéraux dont la nature l'a gratifié. Et il lui reste à en donner de nouvelles preuves, en réformant un jugement trop sévère.

Qu'il veuille bien réfléchir aux faits suivants :

Les aveugles font l'éducation de leur toucher et parviennent à suppléer, en une certaine mesure, à leur infirmité. Quiconque n'est pas tout à fait aveugle ou tout à fait sourd peut apprendre à tirer meilleur parti de son aptitude visuelle ou auditive, si limitée soit-elle. L'infirmité de la mémoire peut, de même, être, jusqu'à un certain point, masquée ou compensée. D'autre part, il est de fausses infirmités des sens et de la mémoire ; celles-ci peuvent disparaître entièrement, par une discipline capable de les rectifier.

Quiconque n'est pas imbécile tire profit de l'éducation de l'esprit, et tout établissement d'éducation ou d'instruction est un établissement de *Psychologie Pratique*.

L'Institut Pelman (1) a ceci de particulier qu'il s'adresse aux adultes normaux, en pleine activité professionnelle. Sa clientèle est composée, en majeure partie, d'hommes et de femmes parvenus à des situations honorables, mais désireux d'améliorer leur position en augmentant leur efficience mentale. Elle se recrute par dizaines de milliers dans tous les milieux, elle s'étend à tous les âges.

Un petit nombre de favorisés n'abordent une carrière qu'après s'être minutieusement équipés. Et souvent une préparation intensive réussit à les porter plus haut qu'ils ne méritaient par leurs capacités natives. N'est-ce pas le triomphe de l'éducation ?

Le cas contraire est de beaucoup le plus fréquent. Ce n'est pas toujours, tant s'en faut, le moins doué qui est obligé de se lancer trop tôt et de gagner sa vie avant l'âge. Non sans peine, par ses propres forces, le voici arrivé à des fonctions déjà importantes, qui impliquent des responsabilités. Moins il a été soutenu et aidé, plus il a fait la preuve qu'il n'est pas une non-valeur. Cependant, à un certain tournant de sa route, il se prend à douter de soi. Pour devenir capable d'un nouvel essor, il lui faut, sans renoncer à son entreprise, faire réviser son « moteur ». Un bon bateau repasse au bassin, une bonne automobile repasse à l'atelier, un bon esprit a besoin de venir à l'Institut Pelman.

L'Institut Pelman compte parmi ses étudiants plus d'un homme de valeur qui n'a pas pu passer par les Facultés ou les grandes Ecoles, et plus d'un aussi qui en est sorti, mais qui sent le besoin d'améliorer son régime mental.

Les professeurs pelmanistes sont formés par une sélection à deux degrés. Ils sont choisis parmi les meilleurs licenciés, agrégés, docteurs de l'Université, mais cette culture de base ne saurait suffire. Ils ont, en outre, à subir un entraînement spécial, pour acquérir la pratique des méthodes de l'Institut. Ce sont là de sérieuses garanties pour tout homme désireux de progrès.

Docteur T.

(1) *33, rue Boissy-d'Anglas, Paris-8e.*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

PIPE L.M.B.

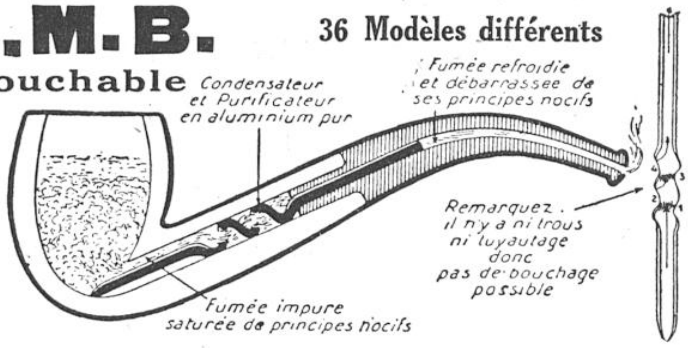
36 Modèles différents

positivement imbouchable

— Condensant 38 % de nicotine —
se nettoyant automatiquement.

Approuvée à l'unanimité par la Société d'Hygiène de France. Purs modèles anglais d'une ligne impeccable, remarquablement finis, robustement taillés en plein cœur de vieille racine de bruyère odoriférante.

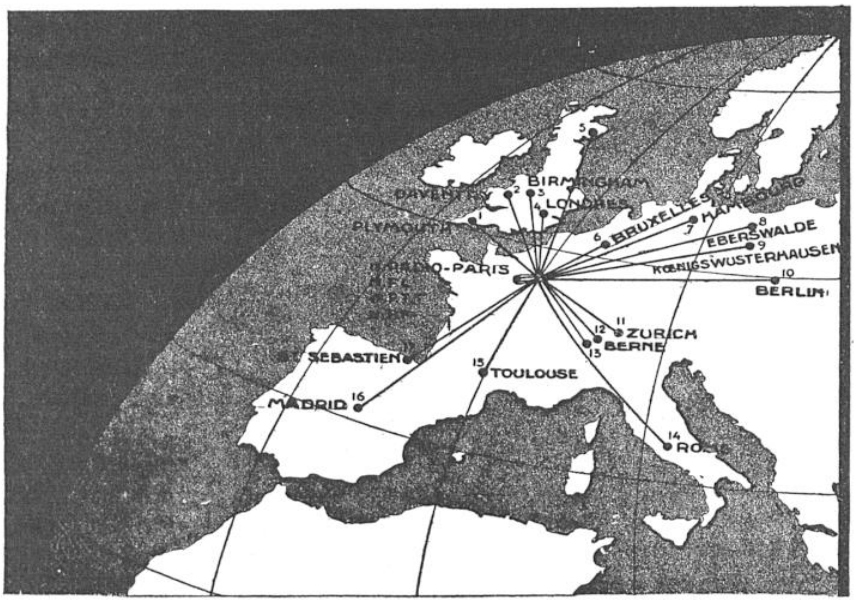
Curieuse brochure : ***Ce qu'un fumeur doit savoir*** et la manière de choisir et soigner vos pipes, envoyée gratis par la **PIPE LMB,** — 182, rue de Rivoli, Paris.



En vente : L.M.B. PIPE, 182, rue de Rivoli ; 125, r. de Rennes, Paris ; 9, r. des Lices, Angers. Grands Magasins & bonnes Maisons Articles fumeurs.

R. C. SEINE 58.780

Les Merveilles de la Radio



RÉCEPTIONS NORMALES OBTENUES A **ESTRÉES (Aisne),** SANS AMPLIFICATION (Référence nº 647) avec le POSTE A **GALÈNE "G 3".**

REMARQUE. — Quand on peut de pareilles performances avec un simple poste à galène, imaginez les résultats merveilleux que l'on doit forcément obtenir avec

"L'ANGELICA"

le fameux poste à 4 lampes, à effet neutrodyne et réglage automatique, conçu et construit par le même constructeur.

Une notice très intéressante, avec nombreux graphiques et références, est envoyée franco contre 0 fr. 50 par

RADIO-HALL, *23, rue du Rocher, PARIS-8e*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

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

"DESSINEZ"

Tout le monde doit pouvoir dessiner

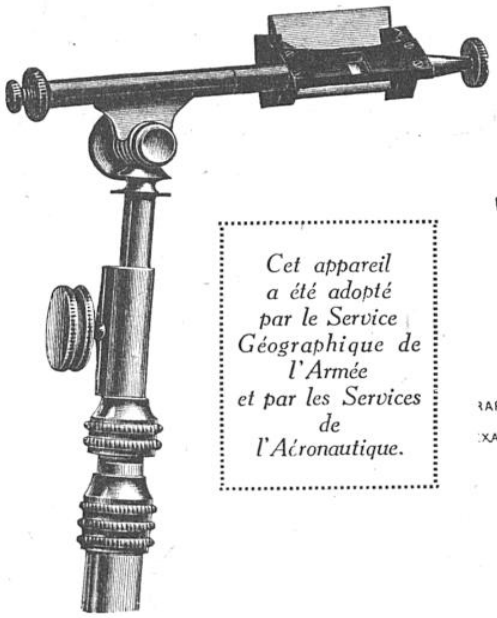
Si vous êtes dessinateur, vous gagnerez un temps précieux

Si vous ne savez pas dessiner, vous pouvez de suite dessiner

AVEC

LA CHAMBRE CLAIRE UNIVERSELLE

QUI PERMET DE



RÉDUIRE
AGRANDIR
COPIER
DES
PAYSAGES
PORTRAITS
DOCUMENTS
OBJETS ETC...

RAPIDEMENT
ET
EXACTEMENT

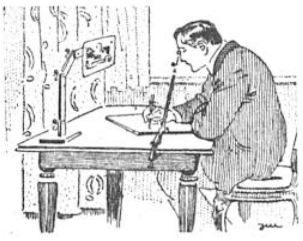
Cet appareil a été adopté par le Service Géographique de l'Armée et par les Services de l'Aéronautique.

DESSIN DE PAYSAGE

NOTA. — En dehors des nombreux amateurs de dessin, cet instrument s'adresse particulièrement aux artistes peintres, ingénieurs, géomètres, architectes, graveurs, cartographes, brodeurs et tous dessinateurs pour l'illustration de catalogues, bijoux, modes, étoffes, papiers de tenture, ameublements et les croquis pour la mécanique à une échelle déterminée, etc., etc...

DEMANDER LE CATALOGUE N° 5

DESSIN DE PORTRAIT



COPIE, RÉDUCTION OU AGRANDISSEMENT
de Photo, P.an, objet ou document quelconque

Maison BERVILLE

Fondée en 1833

25, Chaussée d'Antin, Paris-IXe

Spécialité de Règles et Cercles à calcul

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

SOM

Société d'Optique et de Mécanique de Haute Précision
(Anciens Établissements Lacour-Berthiot)
125 à 135, Boulevard Davout -- PARIS (20e)

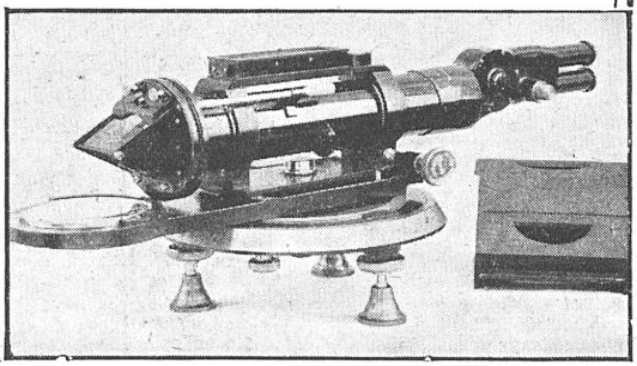
OPTIQUE CIVILE ET MILITAIRE :

TÉLÉMÈTRES STÉRÉOSCOPIQUES OU A COINCIDENCE

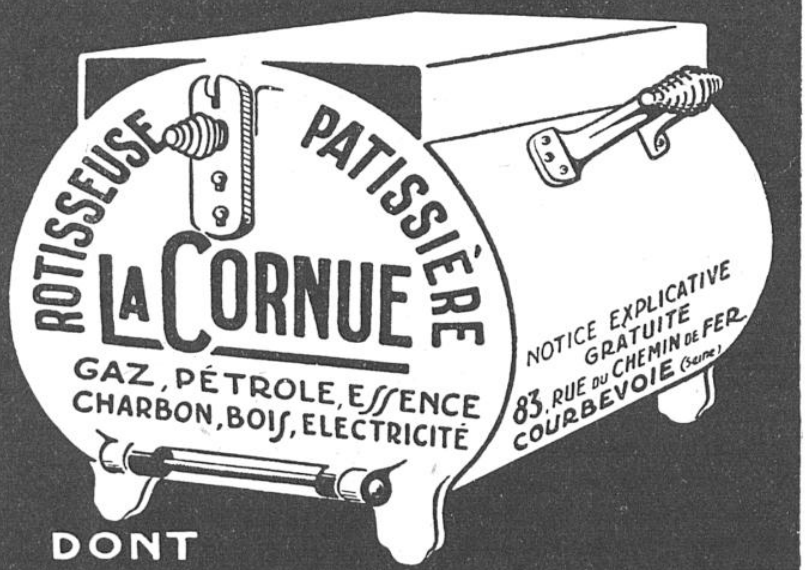
PÉRISCOPES DE SOUS-MARINS
GONIOMÈTRES
THÉODOLITES - LUNETTES CISEAUX
ASTROLABE A PRISME
CLAUDE-DRIENCOURT-SOM
SISMOGRAPHES

PHOTOGRAPHIE
Appareils et Objectifs

Catalogue S ou notices sur demande



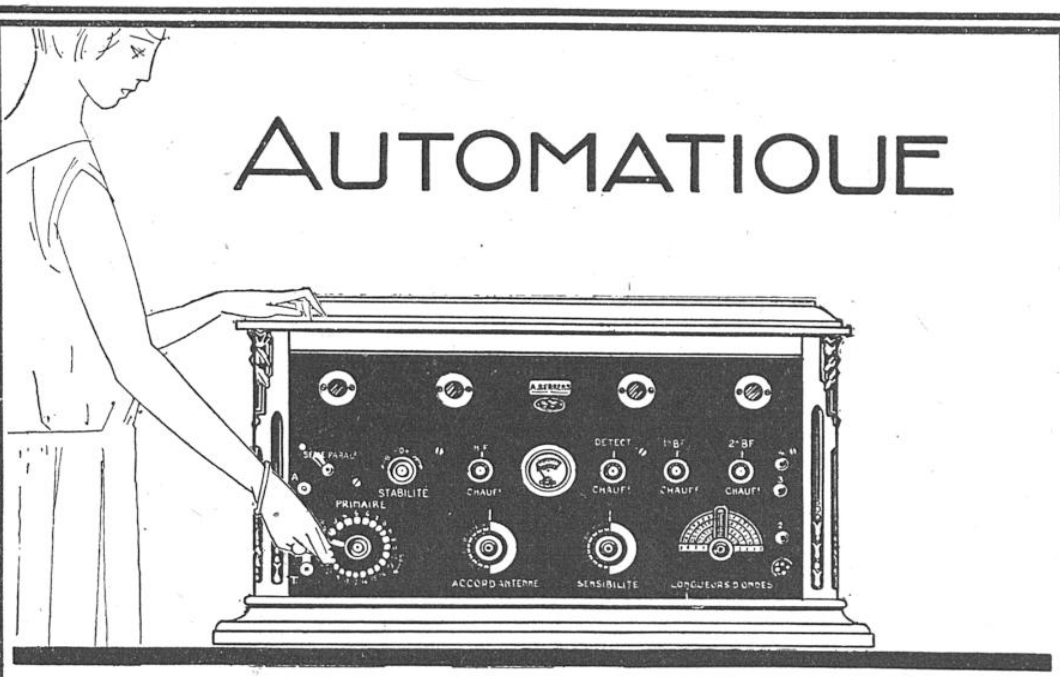
VOICI LE FOUR MODERNE



DONT
VOUS AVEZ BESOIN

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

AUTOMATIQUE



LE PREMIER ET LE SEUL RÉCEPTEUR DE T. S. F.

A RÉGLAGE AUTOMATIQUE

(SYSTÈME ABELÉ-BERRENS, BREVETÉ POUR TOUS PAYS)

Permettant par la simple observation d'une aiguille se déplaçant sur un cadran gradué de se régler à l'avance et sans aucune difficulté sur un poste émetteur quelconque

LA RÉCEPTION DES PRINCIPALES ÉMISSIONS EUROPÉENNES EST ASSURÉE EN HAUT-PARLEUR

NOTICES ET RÉFÉRENCES ENVOYÉES FRANCO

BERRENS

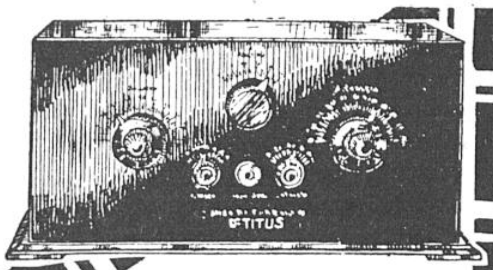
86, Avenue des Ternes PARIS 17ÈME

N'OUBLIEZ PAS DE VENIR NOUS VOIR A LA FOIRE DE PARIS

8

Nº 5

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



LE MONTAGE LE PLUS SENSIBLE AU MONDE

La SUPER-RÉACTION modifiée par notre dernier brevet 206-240 et son addition 20.442, est un appareil absolument au point.

C'est celui qui correspond le mieux à l'état actuel de la radiophonie en Europe (emploi des ondes courtes), aucun effet de capacité du corps, réglage facile. L'appareil à **2 lampes** peut fonctionner sans antenne, sans terre et sans accumulateur.

Qui peut le plus peut le moins.

Nos références ont été obtenues sur cadres de 0 m 30 à 3 mètres de côté. **Sur petite antenne intérieure, les résultats sont surprenants.**

Si l'on tient compte de sa puissance, **l'appareil de super-réaction est le poste le meilleur marché au monde ;** tout est relatif. La super-réaction offre aux amateurs et aux chercheurs le plus passionnant champ d'expériences.

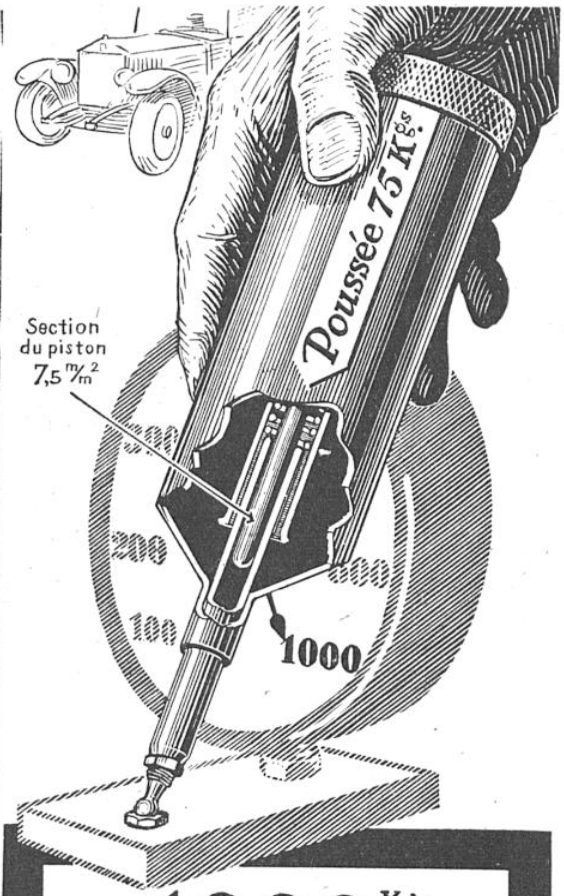
Si la super-réaction et les différents montages qui en dérivent n'étaient pas intéressants, on n'en parlerait pas si souvent, et la télégraphie militaire française ne se servirait pas couramment de la super-réaction pour la réception des ondes courtes.

Les principales revues italiennes, ainsi que la *Rundfunk*, d'Hambourg, ont consacré des articles élogieux au montage que nous avons inventé :

l'ULTRA-RÉACTION

On demande des Agents. — Envoi du catalogue contre 3 frs en timbres

Dr TITUS KONTESCHWELLER
Ingénieur-Constructeur
69, r. de Wattignies, Paris-12e
TÉL. : DIDEROT 54-99



1000 Kgs de pression par c.m.²

La pression est proportionnelle à la poussée et inversement proportionnelle à la section du piston, d'où :

$$p = \frac{P}{S} = \frac{75}{7,5\ m/m^2} = 1.000\ kg.\ par\ cm^2$$

(p, pression ; P, poussée ; S, section du piston).

Le **LUB** fonctionne à l'huile et à la graisse.

Il est adopté en série par : Hispano-Suiza, Panhard et Levassor, Peugeot, De Dion-Bouton, Donnet-Zedel, Corre la Licorne, Brasier, E.-H.-P., Charron, Rolland-Pilain, Machines à bois Guilliet fils et Cie, etc... *Renseignements franco.*

SUPER-GRAISSAGE

LUB

1 avenue de Villars PARIS (7e)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En 1926, *La Science et la Vie* n'accepte plus que de la PUBLICITÉ SCIENTIFIQUE ET INDUSTRIELLE.

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'*École 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 BACCALAURÉATS.

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'École Universelle

PLACÉE SOUS LE HAUT PATRONAGE DE L'ÉTAT

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

L'*École 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° 3503 : *Classes primaires complètes* (Certificat d'études, Brevets, C. A. P., Professorats) ;
Brochure n° 3512 : *Classes secondaires complètes, Baccalauréats, Licences* (lettres, sciences, droit) ;
Brochure n° 3523 : *Toutes les Grandes Écoles spéciales* (Agriculture, Industrie, Travaux publics, Mines, Commerce, Armée et Marine, Enseignement, Beaux-Arts, Colonies) ;
Brochure n° 3528 : *Toutes les Carrières administratives ;*
Brochure n° 3554 : *Langues vivantes* (anglais, espagnol, italien, allemand) ;
Brochure n° 3568 : *Orthographe, Rédaction, Calcul, Calcul extra-rapide, Dessin, Écriture, Calligraphie ;*
Brochure n° 3573 : *Carrières de la Marine marchande ;*
Brochure n° 3584 : *Études musicales* (solfège, harmonie, transposition, contrepoint, fugue, composition, orchestration).
Brochure n° 3593 : *Études artistiques* (Dessin d'illustration, Composition décorative, Dessin de figurines de modes, Anatomie artistique, Histoire de l'art, professorats de dessin).

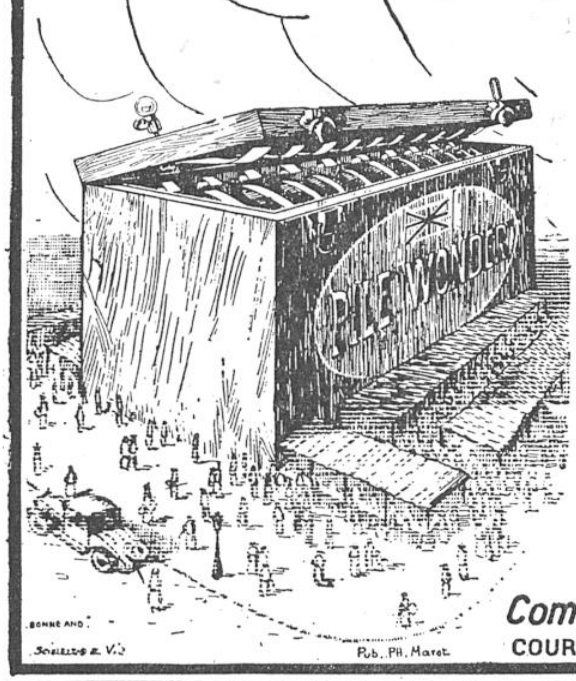
Ecrivez aujourd'hui même à l'Ecole Universelle. Si vous souhaitez en outre des conseils spéciaux à votre cas, ils vous seront fournis très complets, à titre absolument gracieux et sans aucun engagement de votre part.

ÉCOLE UNIVERSELLE, 59, Boulevard Exelmans, PARIS-16e

51

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le COFFRET A PILES. WONDER DOMINE le MARCHE



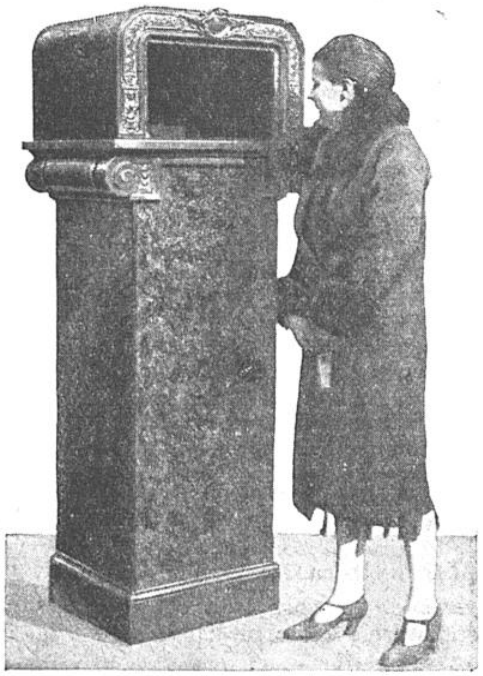
Cette batterie haute tension est constituée par un coffret contenant des **piles de poche ordinaires.** Sur le couvercle du coffret est montée une série de contacts, disposés de telle sorte qu'en fermant le couvercle les piles de poche se trouvent montées en série.

Les piles de poche sont interchangeables. Lorsque la batterie est un peu usagée, on remplace les éléments épuisés, les éléments ayant encore un voltage suffisant pouvant être utilisés jusqu'à épuisement complet.

Le coffret WONDER présente, en outre, l'avantage des blocs à voltage variable, car ils sont munis de fiches de 4 volts 5 en 4 volts 5.

Le coffret WONDER est d'un emploi particulièrement pratique dans les régions reculées, où l'on trouve facilement des piles de poche, mais où, par contre, il est difficile de trouver des batteries de T.S.F.

Compte Générle des Piles WONDER
COURTECUISSE-RICHEZ – 169bis Rue Marcadet, PARIS



Le Cinéma partout

OPÉRA-CINÉ

APPAREIL AUTOMATIQUE

PROJECTIONS ANIMÉES
visibles
en plein jour et en plein éclairage

AUCUNE INSTALLATION SPÉCIALE
Films ininflammables
Format commercial

MULTIPLES APPLICATIONS
MAGASINS - GARES - HOTELS
CASINOS - CAFÉS
PUBLICITÉ

Société Anonyme OPÉRA-CINÉ
40, rue de Liége, PARIS

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans toutes les tailles
Les mêmes qualités

LE BROWN existe en 9 modèles de grandeur et de puissance différentes. Chaque type a sa destination spéciale, depuis le H. 4, le benjamin, jusqu'à l'énorme « Power » ; mais tous comportent le fameux dispositif de diaphragme amplificateur BROWN, qui leur assure :

SENSIBILITÉ PUISSANCE
NETTETÉ VOLUME DE SON

Ne vous basez pas sur de simples on-dit, exigez de votre fournisseur une comparaison loyale entre le BROWN et n'importe quel appareil similaire.

Album illustré contenant tous les nouveaux modèles franco

BROWN, S. E. R., 12, rue Lincoln, Paris
Société concessionnaire de la marque et seul importateur

Brown

OJY

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

MADAME,

L'Aspirateur électrique "CALOR"

débarrassera votre demeure de toutes les poussières et la rendra saine et agréable.

Demandez une démonstration chez les électriciens ou dans les grands magasins.

Vous saurez pourquoi le connaisseur ne veut que **"Calor"**, en réclamant l'envoi franco de la notice "*Le Nettoyage absolu*" à la

Société CALOR
200, rue Boileau
LYON

DEUX MILLIONS D'APPAREILS EN USAGE

CONSTRUCTION FRANÇAISE
DE HAUTE PRÉCISION

pour votre intérieur...
un **Haut Parleur**
Petit Modèle

prix 250 frs

Haut Parleur Grand Modèle
prix 495 frs
Transformateurs HF et BF.
Condensateurs, variables de précision

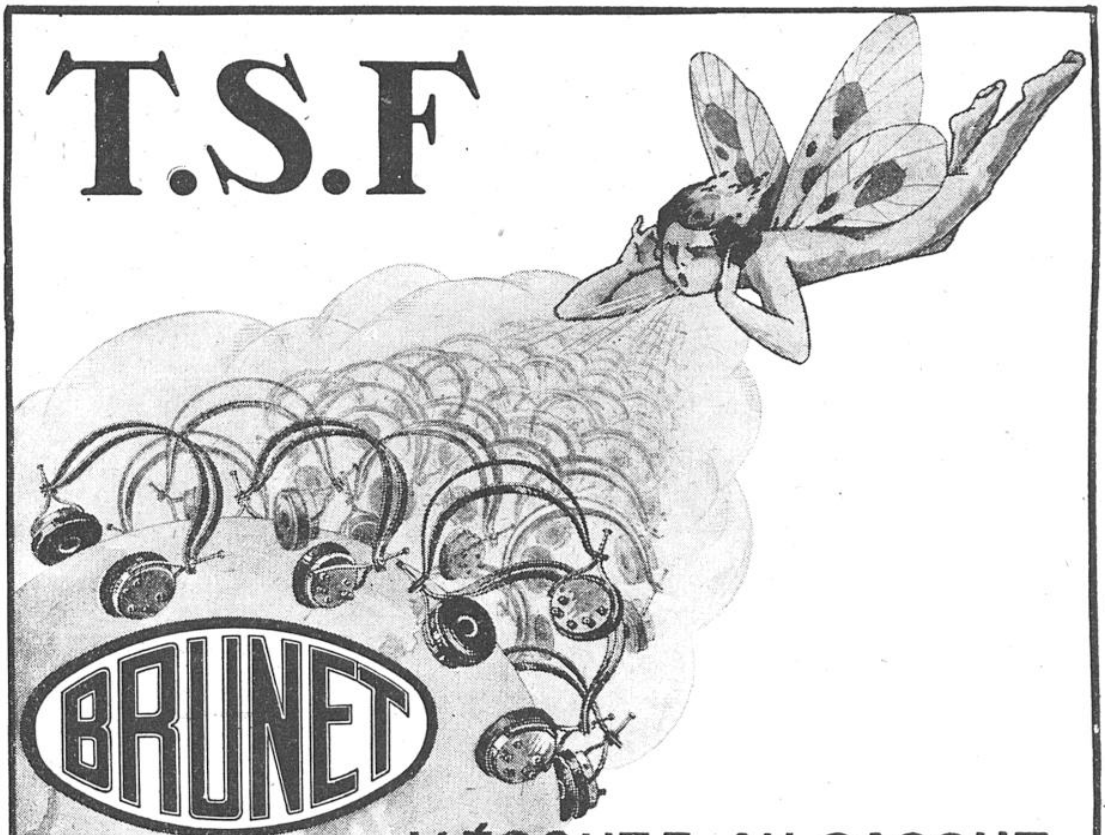
Notice franco sur demande

Etablissements
61, Bd National CLICHY —Seine—
BARDON
Téléphone. MARCADET 06-75-15-71

Aux prix ci-dessus, il convient d'ajouter la taxe de luxe de 12 %.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

T.S.F



BRUNET

L'ÉCOUTE AU CASQUE
EST UN PLAISIR AVEC LE

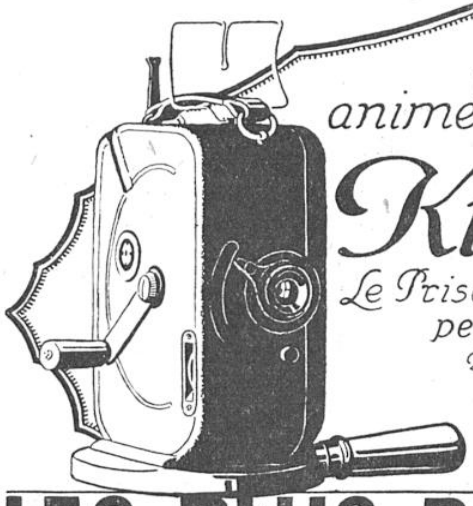
ZÉPHYR

CASQUE EXTRA LÉGER ET DE HAUTE SENSIBILITÉ QUI SE PORTE ABSOLUMENT
SANS FATIGUE
moins de ***150*** *grammes*

BRUNET & Cie, Constructeurs, 5, Rue Sextius-Michel, PARIS XVe
Ateliers : 30, rue des Usines, PARIS XVe
Le catalogue complet : casques, haut-parleurs, transformateurs, est envoyé franco sur demande aux **Etablissements BRUNET.**

CLICHÉ 18 B

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



La Photo animée pour Tous avec le

Kinamo-Ica

Le Prise de vue cinématographique le plus petit existant avec film normal

Dimensions 15×13×6 cm Poids 1500 g

En vente dans toutes les bonnes Maisons Spécialistes en Photographie

Demandez le Catalogue IX gratuit

LES PLUS BEAUX APPAREILS

Concessionnaire exclusif pour la vente des Appareils-Ica pour la France et ses Colonies:
René Crespy 5, Rue Nicolas-Flamel. Paris (IVe).

AMATEURS !

Montez vous-mêmes votre

Poste REINARTZ

Réception des ondes d'amateur à partir de 12 m.,
avec l'Instruction de Montage KB 8

BALTIC

Exigez-les chez votre électricien — Envoi franco contre 6 fr. 50 en timbres-poste

BALTIC-RADIO, 83, boulevard Jean-Jaurès, 83 - CLICHY (Seine)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Une Industrie rémunératrice

le regommage des pneumatiques

Vous pouvez entreprendre cette industrie avec des connaissances techniques élémentaires et un capital modeste.

Vous l'amortirez en quelques mois, sans crainte possible d'aléa.

Un stage à l'un de nos ateliers-modèles, en France ou à l'étranger, vous assurera de la réussite la plus absolue.

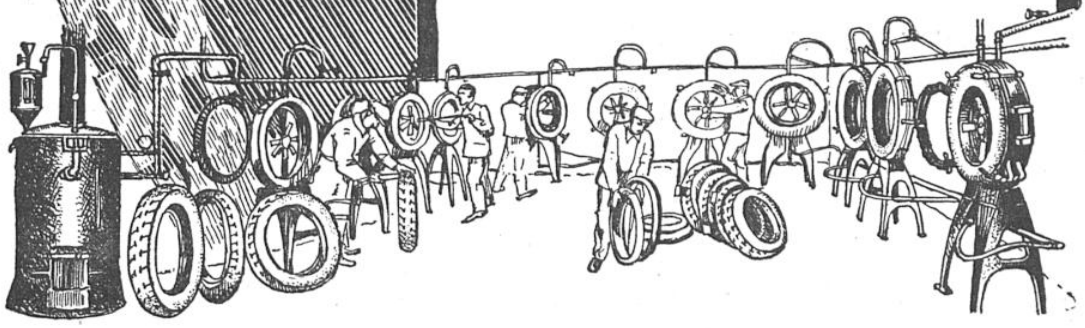
L'appareillage fabriqué par les Etablissements "REGOM-PNEUS", de Grenoble, remet à neuf les pneumatiques en une seule opération. Il est le plus parfait de tous les dispositifs connus.

Ecrivez, ce jour même, aux

Etablts REGOM-PNEUS
91, rue de Maubeuge, Paris-10e

et vous recevrez franco, par courrier, une jolie plaquette illustrée, accompagnée d'une documentation très complète.

Voir article descriptif, page 519.



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

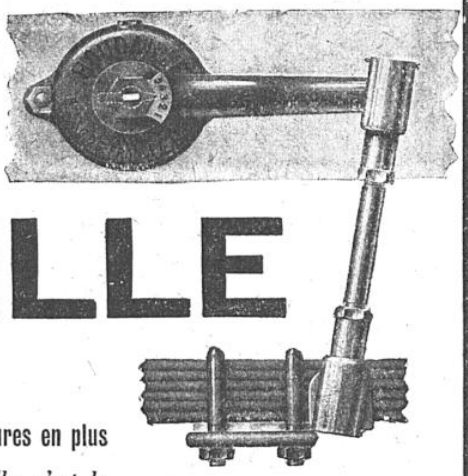
6 C. V. RENAULT

En UNE heure et demie votre

6 c. v. RENAULT peut être équipée par vous avec des amortisseurs

HYDRAULIQUES

HOUDAILLE



GARANTIS DEUX ANS

Prix : 330 fr. La paire mod. C. (Hsse temp. 15°/o), ferrures en plus

Sachez gré à l'agent qui vous recommande des Houdaille, c'est la preuve qu'il fait passer votre intérêt avant le sien, puisque pendant des années il n'aura plus à vous fournir d'amortisseurs

BREVETÉ S. G. D. G. FRANCE ET ÉTRANGER

MONTAGES POUR TOUTES VOITURES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

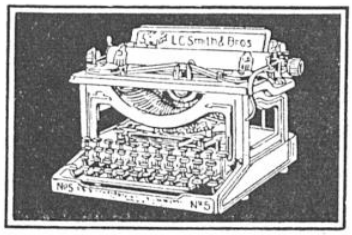
Amortisseurs Houdaille, 50, rue Raspail, Levallois Tél. : Wagram 08-06 et 99-10

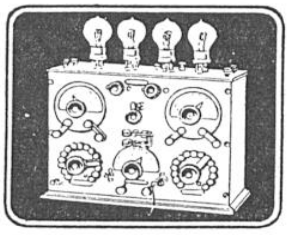
1 AN DE CRÉDIT

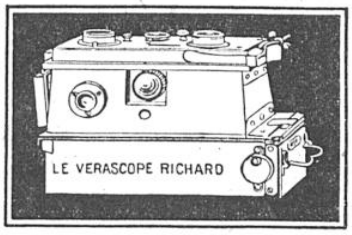
MÊMES PRIX QU'AU COMPTANT

L'INTERMÉDIAIRE

17, RUE MONSIGNY. PARIS







TOUTES LES GRANDES MARQUES

DE MACHINES À ÉCRIRE, D'APPAREILS PHOTOGRAPHIQUES ET DE T.S.F.

Catalogues spéciaux franco.

MAISON FONDÉE en 1894

PUBLICITÉ PRATIQUE

R.C. SEINE 33450

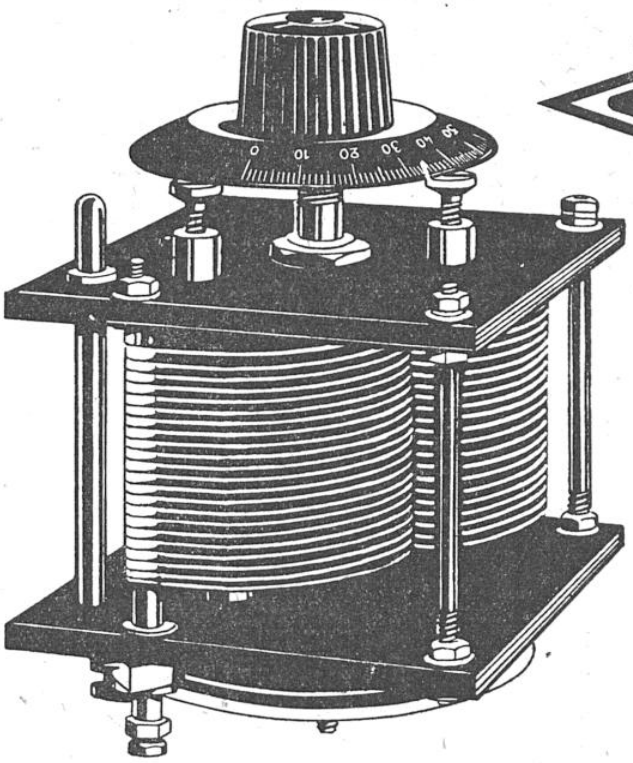
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

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

CONDENSATEUR

SQUARE LAW

GMR



MODÈLE DÉPOSÉ
A LAMES SPÉCIALES

LE "SQUARE LAW" G.M.R CONSTITUE LE DERNIER MOT DU PROGRÈS EN MATIÈRE DE CONDENSATEUR

la forme particulièrement ingénieuse de ses lames a permis, tout en protégeant ces dernières, de réduire l'encombrement de l'ensemble à 80×80 m/m A noter également le système démultiplicateur perfectionné

DEMANDER LA NOTICE SPÉCIALE ENVOYÉE FRANCO
"LE PRINCIPE ET L'UTILISATION DES CONDENSATEURS SQUARE LAW"

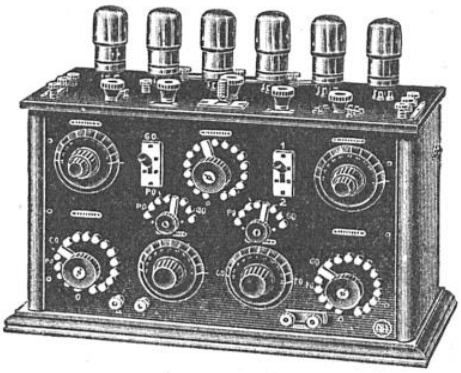
Ets G. M. R. 8, Bd de Vaugirard PARIS

N°24

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En Téléphonie sans fil, pour tout entendre, il faut des appareils

SIMPLES - PUISSANTS - SÉLECTIFS



AUTO-6

Longues portées
(TAHITI - NEW - YORK)
8.000 kilomètres

LABORATOIRE

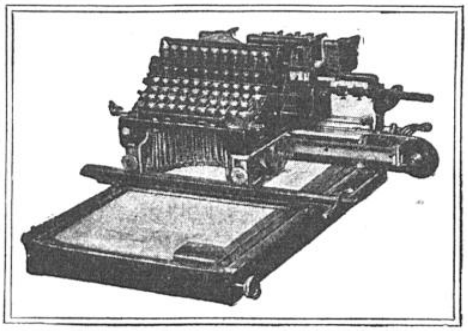
Grande sélectivité
3 circuits filtreurs

Établissements André HARDY, constructeur
5, avenue Parmentier, Paris

VENTE A CRÉDIT

DEMANDEZ NOS NOTICES GRATUITES

VENTE A CRÉDIT



Elliott-Fisher

ORGANISATIONS COMPTABLES

MACHINE ÉCRIVANT A PLAT

Elle écrit également sur les registres

Les études et projets d'organisations comptables sont faits sans frais et sans engagement pour toute maison qui en fait la demande.

AGENCES. — **A PARIS :** 5 *bis*, rue Képler (16e) ; 22, rue de l'Élysée (8e), *pour les banques.*

EN PROVINCE :

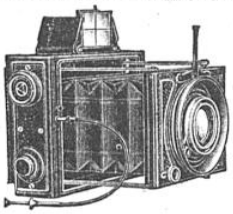
Alsace-Lorraine : 4, rue de Metz, MULHOUSE ; 4, quai Kellermann, STRASBOURG (Sous-Agence).

BORDEAUX ..... 11, allée de Chartres.
LILLE . 19, r. des Ponts-de-Commines.
LYON ..... 71, rue de la République.

MARSEILLE ..... 2, rue Corneille.
NANCY .... 10, rue Saint-Dizier.
NANTES .... 1, place de l'Ecluse.
ROUEN ..... 2, rue Nationale.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

PHOTO-OPÉRA
21, RUE DES PYRAMIDES, PARIS (AV. OPÉRA)



APPAREILS DE MARQUE
(Vente et échange)
Ermanox - Ernoflex - Klapp Mentor - Ica - Bellieni S. O. M. Berthiot - Ciné-photo Sept - Pathé-Baby, etc., etc...

GRANDE VENTE RÉCLAME
de **Foldings** tous modèles 9 × 12
de **Foldings ICA** 6 1/2 × 9, plaques et film-pack, objectif double extra-rapide *(Valeur, 392 fr.)* ..... **195 fr.**
d'**Appareils à pellicule** 6 × 9, depuis ..... **286 fr.**
SÉRIE DE LUXE, objectif anastigmat 6,3, dispositif spécial de mise au point ..... **450 fr.**
(Demander liste appareils d'occasion : **0.50***)*
Une visite s'impose à nos magasins

CINÉPHOTO-OPÉRA
12, CHAUSSÉE D'ANTIN, PARIS (9e)

APPAREILS PRISE DE VUES
Camera (Obj. Zeiss 3,5). **475 fr.**
Pathé-Baby ..... **435 fr.**
Prochainement mécanisme automatique pour « Caméra »
Cinéphoto SEPT automatique
Kinamo - Cinex - Kinette, etc.
TOUS LES MODÈLES EN MAGASIN
Grande salle de démonstration
Catalogue Cinéma **0.50**

RAYON SPÉCIAL DE PHONOGRAPHES
Mignonphone - Kid - Decca - Orbiphone, etc...
Grand choix de disques — *DERNIÈRES NOUVEAUTÉS*

RADIO-OPÉRA
21, RUE DES PYRAMIDES, PARIS (AV. OPÉRA)
GUILLAIN & Cie, Constructeurs
Poste à galène *RÉCLAME* : 110 fr.

NOTRE MONTAGE A RÉSONANCE (4 lampes) avec **Condensateurs Square Law**
900 fr.

Notre **SUPER-RADIO-OPÉRA**, 6 l. (grande portée) : **1.800 fr.**
(Nombreuses attestations)

Postes C. 119 bis en PIÈCES DÉTACHÉES
Faciles à construire soi-même (Notice : **0.30**)

2 lampes	3 lampes	4 lampes	5 lampes	6 lampes
275. »	319. »	357. »	397. »	450. »

DERNIÈRE NOTICE ... **0.50**. - (Etranger : **1.25**)

CLERMONT-FERRAND (Puy-de-Dôme)

AUX ETABLISSEMENTS JOHN REID
Nous vous informons que notre charpente est arrivée voici quelques jours. Nous en sommes entièrement satisfaits. Nous en avons effectué le montage en TREIZE heures, à SIX hommes.
ARNAUD ET JOURDE,
15, Rue de la Cartoucherie.

Série 39 — CINQUANTE COMBINAISONS

AVEC ou SANS AUVENT
Assemblage uniquement par boulons
Pour tous besoins de l'Industrie ou de la Culture
Abris, Granges, Hangars, Garages, Ateliers, Remises de voitures, Entrepôts.
Notre propre fabrication sur notre chantier de banlieue

PORTÉES : 5 à 10 mètres. — TRAVÉES : 4 m., 4 m. 50, 5 m.
HAUTEUR : Sous auvent jusqu'à 4 m., sous faîtière jusqu'à 8 m.
LONGUEUR : A volonté.

Prix : Charpentes seules à partir de 25 fr. le mètre carré de superficie couverte. Toitures en tôle ondulée galvanisée au taux de 14 fr. 82 le mq., ou en fibro-ciment ondulé à 12 fr. 72 le mq. Grosse fabrication de charpentes en acier en série et à façon. Livraison rapide de tous projets.

Le hangar de MM. Arnaud et Jourde a une longueur de 20 m. et une portée de 10 mètres entre les poteaux, comme celui des Etablissements Philipps et Pain dont nous avons parlé le mois dernier. MM. Arnaud et Jourde ont mis des auvents d'un seul côté, pas des deux côtés comme MM. Philipps et Pain. Pour la toiture, au lieu de mettre du fibro-ciment ondulé, ils ont mis de la tôle ondulée galvanisée. Le prix global du bâtiment complet se décompose comme suit :

CHARPENTE en acier ; série 39, modèle 27.

Cinq fermes avec auvents d'un seul côté au prix unitaire de 935 francs	Fr.	4.675 »
Quatre séries d'entretoises au taux de 546 francs la série	Fr.	2.184 »
	Fr.	6.859 »

TOITURE.

Tôle ondulée galvanisée ayant 6/10e d'épaisseur avant galvanisation, en feuilles de premier choix, prêtes à poser sans découpage ni gaspillage, y compris les faîtières et toute la visserie de pose	Fr.	4.712 »
Pannes en sapin du Nord prêtes à poser, complètes, avec toutes éclisses et accessoires de pose	Fr.	1.260 »
Fers à T pour 6 châssis de vitrage dans la toiture	Fr.	504 »

Nous fabriquons nos charpentes en acier, en portées de 5, 6, 7, 8, 9 et 10 mètres. Une ferme comporte l'arche et les poteaux selon la gravure. Chaque ferme se fait en trois hauteurs distinctes. Les fermes se relient entre elles au moyen de poutrelles en treillis, dites « ENTRETOISES ». On espace les fermes à 4 m., 4 m. 50, 5 m., selon son terrain et sa toiture. On met des auvents ou non selon son désir. On n'a qu'à réfléchir pour se rendre compte de toutes les combinaisons possibles. Celui qui ne peut trouver son affaire là-dedans doit être difficile à contenter. Toutefois, avant de se décider à payer bien plus cher pour du travail à façon, on pourrait faire pire que de nous demander LA NOTICE 55 C.

EXPORTATION. — Notre série 39 se prête aussi bien aux Colonies. Nos expéditions maritimes se font entièrement démontées, les longues barres reliées fortement ensemble, les goussets et les petites pièces en caisses. Le supplément de prix pour l'exportation est de 5 %.

Nous produisons vingt-huit modèles de la série n° 39
(A nous écrire pour la Notice 55 C)

Etablissements John REID
INGÉNIEURS-CONSTRUCTEURS
6 *bis*, quai du Havre, ROUEN

TOLES ONDULÉES GALVANISÉES (premier choix : 6/10e)
Largeur : 90 %. Longueurs : 165, 200, 250, 300 %
Expédition directe de notre Usine de banlieue (14 fr. 82 le mq.).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Si vous n'aimez pas la T. S. F. venez voir et entendre le

MICRODION

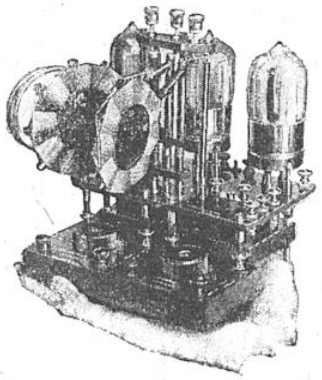
...VOUS SEREZ SURPRIS... ET CHARMÉ !

VÉRASCOPE DE LA T.S.F. (Formule autorisée par M. RICHARD)

DIPLOME D'HONNEUR aux Arts Décoratifs, Paris 1925

Accepte SANS CRAINTE TOUTES les COMPARAISONS

CATALOGUE ET NOTICES M. CONTRE 1 FR.



ONDOPHONE à galène
MICROPOST-POCKET
MICRODION
MICRODION-ÉMETTEUR
MEUBLE pour Microdion
PARAFOUDRE "PROMÉTHÉE"
à mise à la terre automatique
MICRODION - STENTOR
de très grande puissance pour hôtel, etc.

Horace HURM 9+ 14, rue J.-J.-Rousseau, Paris-1er

Co-fondateur et membre du Comité du S.P.I.R.
FOURNISSEUR DE L'ARMÉE

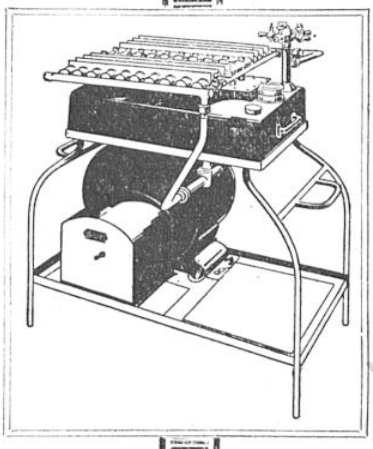
MAISON FONDÉE EN 1910
Créatrice de la T.S.F. d'amateur et de la MICRO-T.S.F.

Envoi franco de la notice descriptive à toute personne se référant de "La Science et la Vie"

Tout le confort de la ville à la campagne

PAR

LE GAZOGÈNE LE SORCIER



BREVETÉ S. G. D. G.

qui fabrique du vrai gaz pouvant être utilisé pour

la cuisine, l'éclairage, le chauffage, l'industrie, etc.,

par la carburation de l'air par évaporation de l'essence **à froid**

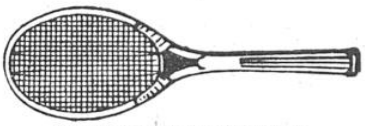
Voir article dans le présent numéro

LA PLUS GRANDE SIMPLICITÉ — LA PLUS GRANDE SÉCURITÉ

L. BRÉGEAUT INVENTEUR-CONSTRUCTEUR
18-20, rue Volta, Paris-3e

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

SPORTS et TOURISME



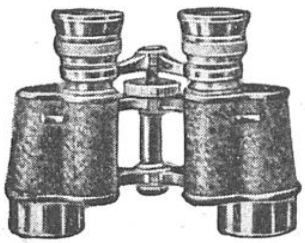
RAQUETTES DE TENNIS

FABRICATION SUPÉRIEURE

Boy	**24. »**
Nasseau	**37.50**
Club	**49. »**
Champion	**52. »**
Superb	**58. »**
Marvel	**62.50**
Daisy	**65. »**
Olympic	**75. »**
Richmond	**110. »**
Spécial " Meb "	**125. »**
Royal " Meb "	**140. »**
Extra " Meb "	**190. »**
Impérial " Meb "	**245. »**
Cambrian	**260. »**

BALLES DE TENNIS " MEB " 1926

	Spécial	Extra	Royal
La douzaine	**85. »**	**99. »**	**135. »**



JUMELLES PRISMATIQUES, mise au point par molette centrale, avec correcteur pour la rectification des yeux inégaux. Modèle de haute précision, muni des derniers perfectionnements mécaniques et optiques, joint, à un fort grossissement et à un grand champ, une excellente luminosité ..... **414. »**

Autres modèles, depuis **90. »** jusqu'à ..... **609. »**

BALLON " OXONIAN ", vache anglaise, 14 sections, en cuir extra, indéformable, tannage garanti, équilibre parfait, cuir seul tanné. **99. »**

" BRITON ", 12 sections, cuir seul, coutures soignées ..... **75. »**

" GLORY ", 12 sections, cuir seul ..... **70. »**

" QUEEN-MEB " ..... **59. »**

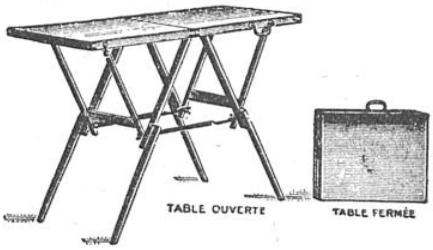


TABLE PLIANTE PORTATIVE EN BOIS " LA PRATIQUE ", élégante, légère, solide.

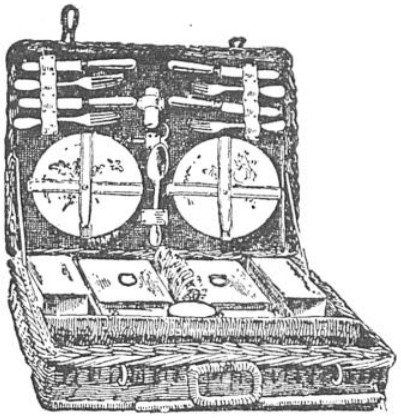
Longueur 1m largeur 0m45, hauteur 0m72. **75. »**
— 1m — 0m50, — 0m72. **78. »**
— 1m10, — 0m50, — 0m72. **80. »**

Les dimensions ci-dessus peuvent être modifiées sur demande.

Autre modèle, **" LA CAMPIGNETTE ",** à 4 pieds, pour 4 personnes. Dimensions : 65 × 67 c/m, croisillons hêtre, dessus roulant en bois verni. **135. »**

Bouteille " THERMOS " article réclame, étui fer peint au four, dessus en aluminium poli.

1/4 litre... **16. »**
1/2 » **18. »**
1 » **26. »**



PANIER PIQUE-NIQUE plat, osier plein, contenant des boîtes à vivres en faïence avec couvercles nickelés, des bouteilles à fermeture système canette, des timbales et un pot à beurre aluminium. Dans le couvercle, sur un plateau recouvert moleskine, sont disposés, sous des courroies bouclées, les assiettes, les fourchettes et cuillers argentées, les couteaux, la salière,

Avec	2	4	6	couverts
	250. »	**345. »**	**435. »**	

Autres modèles depuis **80. »** jusqu'à .... **970. »**

Nouveau Catalogue S.V. " SPORTS ET VOYAGES "
(375 pages, 6.000 gravures, 25.000 articles), franco contre **3 fr.**
Nouveau Catalogue S.V. " SECTION FOOTBALL-TENNIS "
franco sur demande.

" LE PASSE-PARTOUT " à clins en bois des îles. — Modèle 1926

SOLIDITÉ STABILITÉ

LÉGÈRETÉ CONFORT

CANOË genre **Indien** à fond mi-plat. Solidité à toute épreuve par sa construction en bois d'acajou croisé. Etanchéité parfaite ; un seul joint de chaque côté, couvert par une lisse longitudinale. Pontages-abris pour vêtements et accessoires, 0m80 de chaque bout. Longueur, 4m50. Livré avec un siège pliant et une pagaie double ..... **999. »**

GRAND CHOIX DE CANOTS EN MAGASIN

MESTRE & BLATGÉ

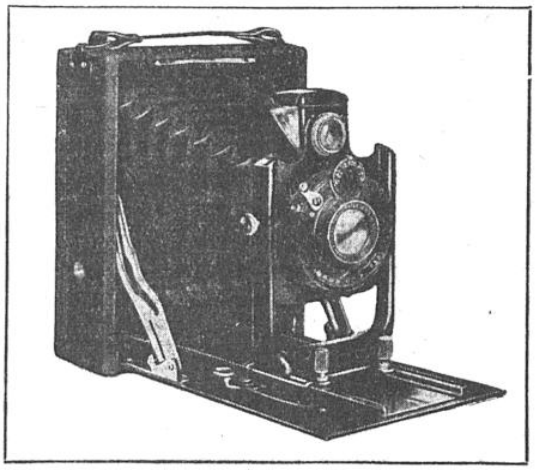
46-48, avenue de la Grande-Armée
PARIS

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

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TIRANTY

91, rue La Fayette — PARIS
(Angle du Faubourg Poissonnière) - Métro : *Poissonnière*
R. C. Seine 169.938



Le GOLF

MODÈLE 1926

Appareil pliant 9 × 12 à plaques et film-pack se chargeant en plein jour

Le **GOLF** ne saurait, en aucune façon, être assimilé aux appareils de prix identiques, mais de qualités optique et mécanique différentes. Grâce à une fabrication en grande série, nous avons établi, à un prix des plus réduits, un type d'appareil très étudié, comportant tous les perfectionnements utiles et susceptible de satisfaire les desiderata de l'amateur le plus soucieux d'obtenir des résultats parfaits.

DESCRIPTION :

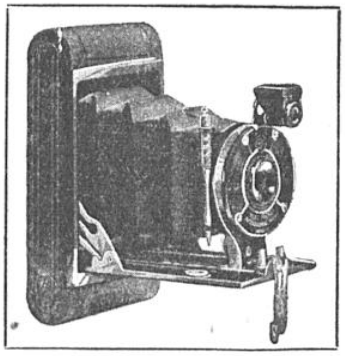
Corps en bois gainé. - Abattant aluminium. - Soufflet *cuir*. - Porte-objectif en aluminium pressé. - *Double décentrement* vertical et horizontal. - Grand viseur clair réversible. - Mise au point par levier, avec secteur gradué aux différentes distances. - Arrêt automatique à l'infini. - Deux écrous de pied. - Glace dépolie.
Le **GOLF** est monté avec *véritable anastigmat MICROR F*/6,5, extra-lumineux, sur obturateur type Vario faisant la pose, la 1/2 pose et les instantanés aux 1/25e, 1/50e, 1/100e de seconde.

Prix du **GOLF**, livré complet en boîte, avec un châssis et un déclencheur métallique ..... **200 fr.**
Prix du châssis permettant l'emploi du film-pack, chargeable en plein jour..... **16 fr.**
Prix des châssis métalliques pour plaques ..... **3 fr. 50**

VEST-POCKET KODAK

NOUVEAU MODÈLE **B**

Employant les pellicules en rouleau, se chargeant en plein jour



Ce nouveau **Vest-Pocket**, d'un emploi simple et pratique, donne des résultats parfaits. Il résume les qualités de solidité et d'élégance qui sont les caractéristiques des appareils **KODAK**. Son poids et son volume insignifiants lui permettent de tenir facilement dans la poche d'un vêtement.

Il est construit entièrement en métal gainé ; son abattant, refermé lorsque l'appareil est au repos, protège complètement les organes essentiels (objectif, obturateur, etc.) des poussières et des chocs.

Le nouveau **Vest-Pocket** est muni du **Système Autographique** permettant de noter les vues prises.

Il est monté avec objectif achromatique sur obturateur faisant la pose et l'instantané.
Il comporte un viseur réversible et un écrou permettant le montage sur pied.
Le **Vest-Pocket** (Modèle **B**) emploie le film 127 (8 vues 4 × 6 1/2).
Prix, complet, livré en boîte avec manuel..... **150 fr.**

CATALOGUES : **Photo n° 142 - Cinéma n° 151** ..... franco à nos lecteurs

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

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

N° 108

SOMMAIRE

Tome XXIX.

(JUIN 1926)

Comment on crée une plantation de caoutchouc	Carlo Toché, Ancien élève de l'École Polytechnique.	453
Les cent produits que l'on extrait des bois	S. et V.	464
L'industrie moderne extrait des bois près de cent produits différents	G. Dupont, Professeur à la Faculté des Sciences de Bordeaux, directeur de l'Institut du Pin.	465
Une heure avec M. Mussolini	Pierre Chanlaine	477
Qu'est-ce que l'inertie? Qu'est-ce que la gravitation?	Marcel Boll, Professeur agrégé de l'Université, docteur ès sciences, ingénieur de l'École de Physique et de Chimie de Paris.	479
A 272 degrés au-dessous de zéro	Marcel Tournier, Chef de travaux à l'École de Physique et de Chimie de Paris.	489
Le grand inventeur Édison entre dans ses 80 ans	Jean Labadié	495
Les États-Unis ont lancé le plus grand sous-marin	S. et V.	500
Le sous-marin est-il appelé à disparaître devant les moyens scientifiques permettant de le découvrir ?	Laboureur, Capitaine de corvette de réserve.	501
La Ville-Lumière manque encore d'électricité	Pierre Chanlaine	507
L'automobile et la vie moderne	A. Caputo	513
Les soins à donner au moteur	—	513
Les amortisseurs	—	516
Le regommage des pneumatiques	—	519
Un gazogène qui se remonte comme une pendule	S. et V.	520
La T. S. F. et la vie	Joseph Roussel	521
Horaires des principaux postes de T. S. F.	J. R.	526
Les A côté de la science (Inventions, découvertes et curiosités)	V. Rubor	527
Pour télégraphier sa propre écriture et même ses dessins	Lucien Fournier	531
Le disque du phonographe va-t-il céder la place au film enregistreur ?	Jacques Berthet	535
A travers les Revues	S. et V.	537

Afin d'éviter des frais de correspondance inutiles à nos lecteurs, nous les informons que l'ouvrage La Téléphonie sans fil pour tous *est complètement et définitivement épuisé. Par contre, il nous reste encore quelques dizaines d'exemplaires de l'ouvrage* L'Électricité au foyer. *La somme à nous adresser pour recevoir cet ouvrage franco est de : France et Colonies, 6 fr. 75 ; Etranger, 7 fr. 50. Le prix de cet ouvrage, à nos bureaux, est de 6 francs.*

La couverture du présent Numéro représente l'opération du laminage du caoutchouc, en Indochine. (Voir l'article : Comment on crée une plantation de caoutchouc, à la page 453.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

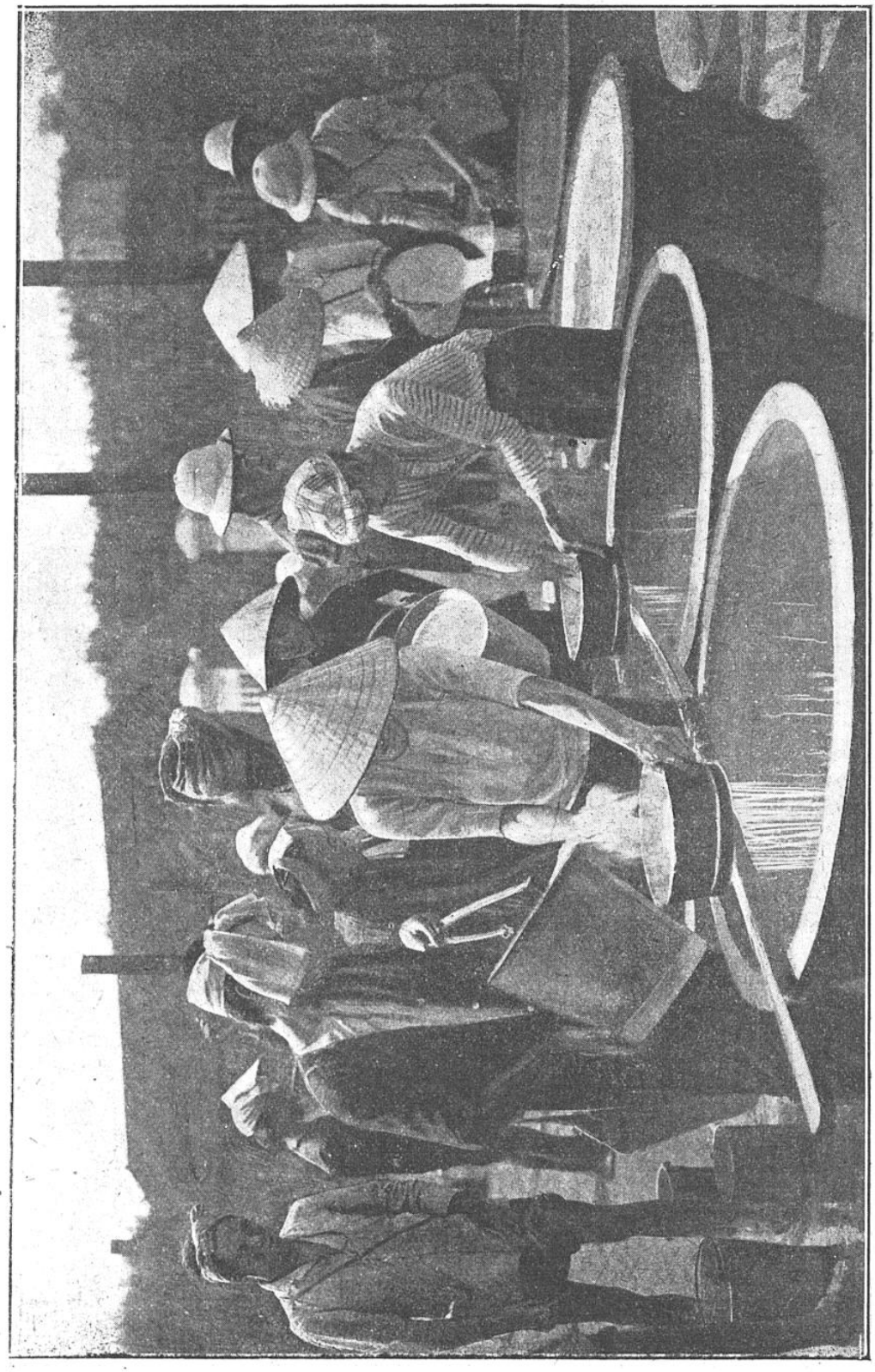


FIG. 1. — OUVRIERS ANNAMITES OCCUPÉS A LA FILTRATION, AU-DESSUS DE GRANDES CUVES, DU LATEX BRUT QUI VIENT D'ÊTRE RECUEILLI PAR LES SAIGNEURS : LES GODETS PLACÉS AU PIED DE CHAQUE ARBRE (VOIR FIG. 9, PAGE 459) ONT ÉTÉ VIDÉS DANS DES SEAUX QUI SONT EUX-MÊMES VERSÉS SUR LES FILTRES QUE L'ON VOIT ICI

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

AVIS AUX LECTEURS

de *LA SCIENCE ET LA VIE*

Depuis plus d'un an, *LA SCIENCE ET LA VIE* était parvenue à maintenir son prix de vente à 3 francs en dépit de la hausse continue de ses frais de fabrication. Or, ces frais de fabrication se sont accrus si rapidement et dans de telles proportions depuis quelque temps, que notre équilibre commercial s'est trouvé rompu, ce qui nous contraint à porter le prix de notre livraison à 4 francs à partir du 1er Juillet prochain.

LA SCIENCE ET LA VIE — le premier des magazines de vulgarisation scientifique et industrielle du monde — reste néanmoins le meilleur marché de tous au prix de 4 francs, puisqu'il se vendait, en 1914, 1 franc, alors que le nombre de ses pages était moindre et que la parité entre 1914 et 1926 est aujourd'hui de 6 francs pour 1 franc d'avant guerre.

Persuadée que ses lecteurs apprécieront son effort et lui resteront fidèles, *LA SCIENCE ET LA VIE* pourra ainsi réaliser de nouvelles améliorations et enregistrer de nouveaux succès.

(Voir au verso nos nouveaux prix d'abonnements)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Par suite de la modification de notre prix de vente, nos tarifs d'abonnements seront les suivants, à partir du 1er Juillet 1926 :

FRANCE ET COLONIES : 45 frs. - Recommandé : 53 frs

ÉTRANGER. { Tarif A : 70 frs. - Recommandé : 85 frs
Tarif B : 80 frs. - Recommandé : 95 frs

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

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. : Bergère 37-36

Tous droits de reproduction, de traduction et d'adaptation réservés pour tous pays.
Copyright by La Science et la Vie, Juin 1926. - R. C. Seine 116.544

Tome XXIX — Juin 1926 — Numéro 108

COMMENT ON CRÉE UNE PLANTATION DE CAOUTCHOUC

Par Carlo TOCHÉ

ANCIEN ÉLÈVE DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE

L'accaparement du caoutchouc par le marché britannique, accaparement dont se plaignent les États-Unis, appelle l'attention sur ce produit devenu aussi indispensable que le cuivre et le pétrole. L'auteur de cet article va nous rappeler toute son histoire, qui est d'hier, nous initier à la plantation des jeunes hévéas et aux procédés de récolte et de préparation du latex, jusqu'au moment où il est expédié aux usines américaines ou européennes. L'hévéa s'est parfaitement acclimaté, notamment en Indochine, qui possède un sol très riche et les conditions climatériques exigées par cet arbre merveilleux. En augmentant l'étendue des plantations dans notre belle colonie, nous créerons là, à son profit et au nôtre, une source de richesse inépuisable.

Quelques mots d'histoire sur le caoutchouc

Au XVIe siècle, Gonzalo Fernandès d'Oviedo, revenant d'un voyage au Brésil, raconta que certains « Indiens » de ce pays jouaient avec des balles qui, *jetées par terre avec force, rebondissaient plus haut que la main qui les avait lancées.* Ces balles étaient, disait-il, faites d'une sorte de *gomme*. Cette nouvelle ne suscita, en Europe, aucune espèce d'intérêt, et c'est seulement deux siècles plus tard que La Condamine raconta que la même gomme servait à empêcher les bottes de prendre l'eau et surtout que, taillée en petits cubes, elle remplaçait merveilleusement la mie de pain pour effacer les traits de crayon ! C'est par cette petite porte que le caoutchouc s'introduisit en Europe ; on le vendait chez les papetiers sous le nom de *peau de nègres*.

Il conquit bientôt ses grades : en 1823, Mackintosh inventa les imperméables ; en 1839, Goodyear découvrit que la vulcanisation l'empêchait de devenir poisseux par la chaleur ; enfin, de 1880 à 1890, on découvrit les bandages caoutchoutés et les pneumatiques.

Le caoutchouc sylvestre

Jusqu'au moment où la vulgarisation de l'automobile amena une consommation considérable de caoutchouc, le caoutchouc sauvage ou sylvestre, venant des régions de l'Amazone ou du Congo, suffisait aux besoins de l'industrie. Les Seringueros d'Amérique, Européens ou Métis, s'enfonçaient dans la grande forêt et saignaient les arbres et les lianes à caoutchouc ; la gomme, recueillie dans des calebasses ou des récipients grossiers, était traitée par des procédés primitifs : on y trempait le bout d'une baguette, que l'on exposait ensuite à la flamme d'un feu de bois : le caoutchouc se coagulait, et, peu à peu, après de nombreuses trempettes, se formait une boule de « para », que l'on allait ensuite vendre au trafiquant de la factorerie voisine. Celui-ci ne manquait pas, avant de peser les boules, de les couper en quatre, pour voir si l'intérieur ne renfermait pas quelque lourd caillou destiné à leur donner du poids.

En Afrique, les nègres opéraient par des procédés tout aussi primitifs, et le rendement était très faible : la forêt, saccagée,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

renfermait de moins en moins d'arbres à caoutchouc ; la production n'augmentait pas et même était en régression.

Le caoutchouc de plantation

Vers 1900, des Anglais, à Ceylan, et des Hollandais, à Java et à Sumatra, tentèrent d'acclimater et de planter en grand le meilleur arbre à caoutchouc : l'*hévéa* du Brésil, qui croît à l'état naturel dans les grandes forêts des bords de l'Amazone et de l'Araguaya. Cet arbre s'accommoda remarquablement des terres et du climat de la Malaisie et les plantations se développèrent très rapidement. Vers 1908, quelques Français clairvoyants entreprirent de créer des plantations d'hévéas en Indochine, où elles se développèrent très rapidement, surtout à partir de 1910 et 1911, date de création des grandes plantations de Locninh, par la

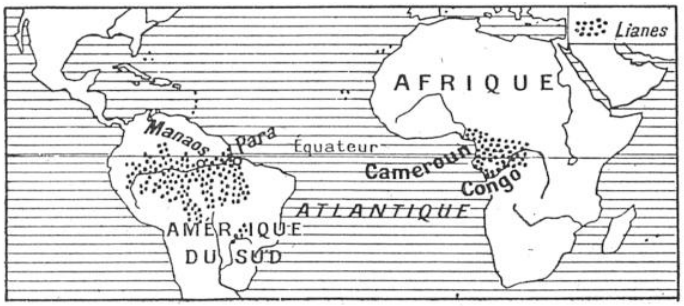


FIG. 2. — LES RÉGIONS OU L'ON RECUEILLE LE CAOUTCHOUC SAUVAGE

Les plantations de caoutchouc sont de date récente, puisque les plus anciennes n'ont pas trente ans. Jusque-là, on recueillait le caoutchouc en incisant les arbres de diverses espèces qui poussent dans la zone équatoriale, surtout le long de l'Amazone, en Amérique du Sud, au Cameroun et au Congo, en Afrique; les points tillés ci-dessus indiquent les principales zones de cueillette.

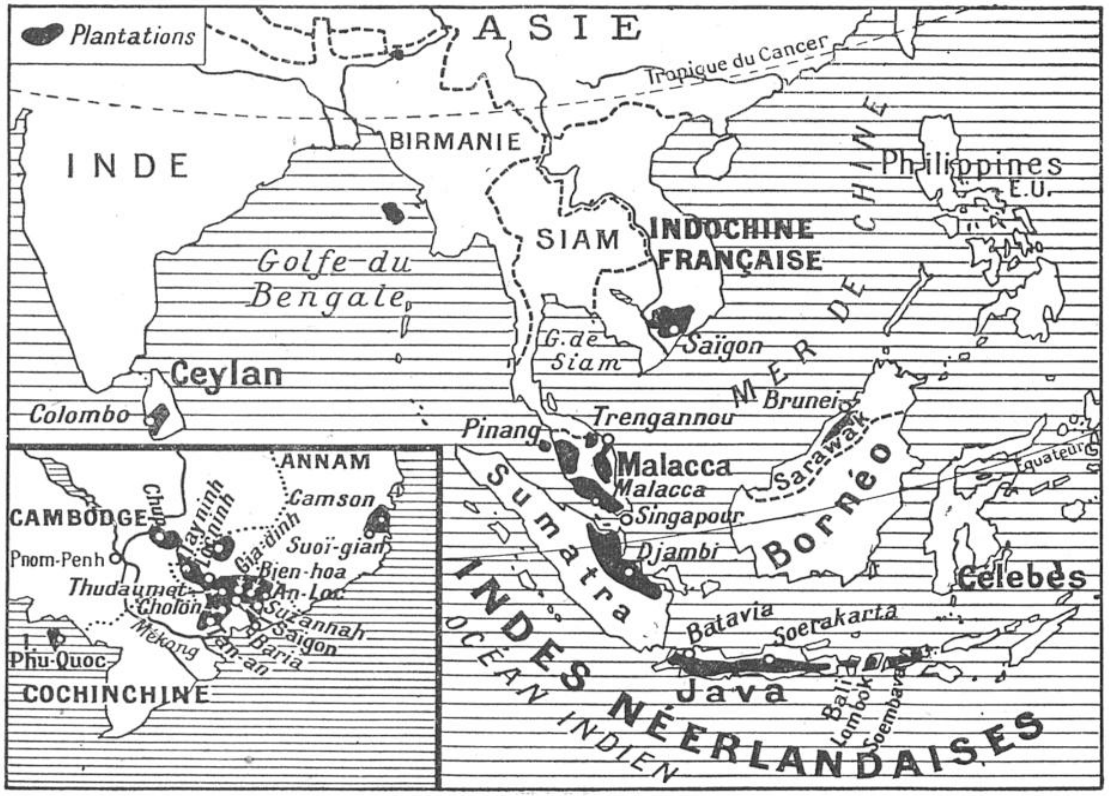


FIG. 3. — LA RÉGION DES PLANTATIONS DE CAOUTCHOUC

C'est à Ceylan, en Malaisie, dans les Indes néerlandaises et en Indochine que se trouvent toutes les plantations; l'Indochine, dont le sol est très propice à l'hévéa, ne renferme encore que peu de plantations ; elle devrait alimenter toute la consommation française et même exporter aux Etats-Unis.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

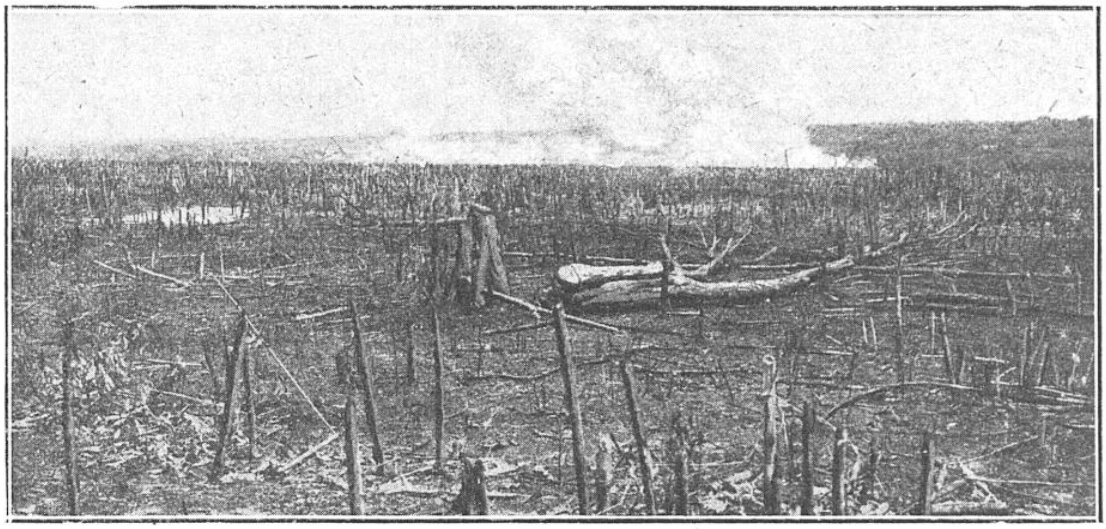


FIG. 4. — PRÉPARATION RAPIDE DU TERRAIN POUR UNE PLANTATION D'HÉVÉAS

C'est par le feu que l'on détruit les forêts pour rendre libre le terrain sur lequel on veut créer une plantation d'arbres à caoutchouc ; les bambous et la petite brousse qui couvrent le sol brûlent en laissant une couche de cendres qui servira d'engrais.

Société des Caoutchoucs de l'Indochine, et de Suzannah, par la Société agricole du même nom.

Aujourd'hui, les plantations de caoutchouc d'Indochine et de Malaisie couvrent 1.600.000 hectares, et leur production atteint 400.000 tonnes de caoutchouc par an, tandis que les forêts vierges ne produisent plus que 20 à 25.000 tonnes.

Comment on crée une plantation

Il faut d'abord choisir le terrain : il doit être peu accidenté, pour que les grandes pluies de mousson ne ravinent pas le sol et n'entraînent pas la terre végétale ; enfin, la terre doit être déjà riche d'une forte couche d'humus et d'acide phosphorique, d'un peu de chaux, car le caoutchouc, arbre de luxe, ne pousse pas dans les terrains arides ; il lui faut un sol déjà ameubli et enrichi par de nombreuses générations d'arbres ou de broussailles, qui ont accumulé des débris organiques formant un engrais naturel.

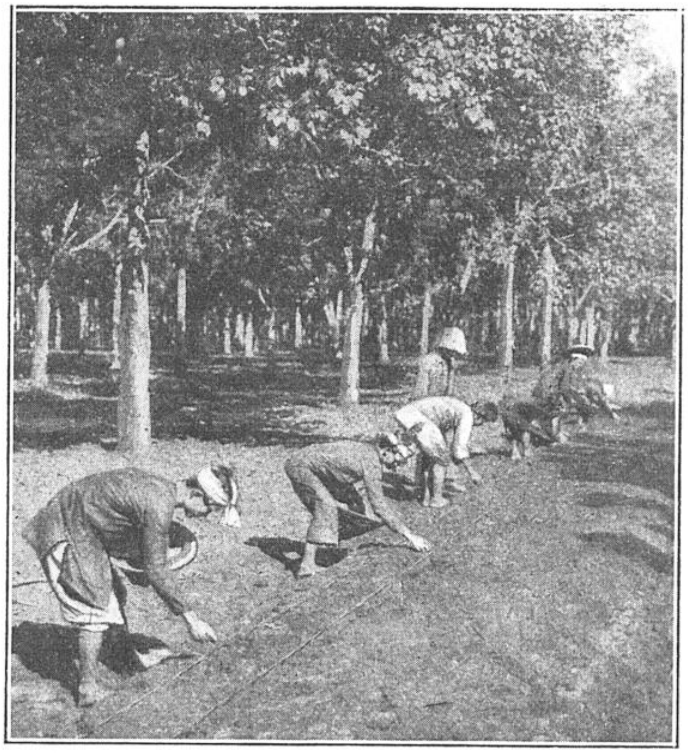


FIG. 5. — COMMENT ON SÈME L'ARBRE A CAOUTCHOUC EN INDOCHINE

Suivant une ligne marquée par un cordeau, les semeurs déposent les graines d'hévéa sur le sol, en les puisant dans leur large chapeau qui sert de réservoir.

L'Indochine possède de larges bandes

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de terres particulièrement fertiles, les terres rouges, qui doivent leur nom à des imprégnations ferrugineuses : ces terres sont couvertes depuis des siècles de forêts, qui ont créé, en pourrissant sur place, le riche substratum nécessaire.

Le nettoyage du sol

Avant de planter l'hévéa, il faut faire place nette et enlever la forêt : le procédé le plus simple est le feu (fig. 4). Par un jour où le vent de mousson souffle régulièrement, on allume la lisière du carré que l'on veut nettoyer, et on laisse le vent pousser le feu dans la « mer de bambous » : les bambous et la brousse brûlent, et il n'en reste rien qu'un tapis de cendres, qui constituera un merveilleux élément fertilisant. Après un travail de finissage, qui consiste à dessoucher les gros arbres épargnés par le feu, on peut planter les jeunes hévéas sortant des pépinières, que l'on a eu grand soin de préparer plusieurs mois auparavant.

L'hévéa se reproduit au moyen de graines presque rondes, grosses comme un œuf de pigeon, qui jonchent le sol vers les mois de novembre et décembre. Des coolies recueillent ces graines, qui sont plantées, au printemps, dans des carrés de terre meuble, en longues lignes tracées au cordeau (fig. 5). Quelques semaines après, le jeune hévéa est devenu une tige mince et droite, terminée par deux feuilles nettes et si luisantes qu'on les dirait vernies ; il renferme déjà du latex, car si l'on coupe la mince tige, on voit une grosse goutte blanche perler à son extrémité : c'est le latex, ou lait de caoutchouc. Étalé sur les doigts, il poisse exactement comme la dissolution dont on se sert pour réparer les chambres à air de bicyclette.

FIG. 6. — PÉPINIÈRE D'HÉVÉAS

L'hévéa est un arbre qui aime la verticale : le tronc lisse et régulier s'élève droit dans les airs jusqu'à 6 ou 8 mètres ; il se prolonge dans le sol par une longue racine verticale aussi, qui pique droit dans le sol jusqu'à 4 ou 5 mètres. Les jeunes plants que l'on voit ici présentent déjà une petite tige droite et nette comme une longue aiguille.

La plantation des jeunes arbres

Dans le terrain nu et couvert de cendres qui remplace la forêt séculaire, on plante en lignes bien régulières de jeunes plants d'hévéas ou *stamps*, à de larges intervalles,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

généralement de 7, 8 ou même 10 mètres. Chaque plant est doublé ou triplé, afin de parer aux manques éventuels. Si tous les jeunes arbres vivent, on fera ensuite une sélection, pour ne conserver que les plus vigoureux. Entre temps, la plantation a été soigneusement clôturée, pour que les cerfs ne viennent pas brouter les jeunes hévéas ou, plus tard, les écorces.

L'entretien du sol

L'hévéa est un arbre difficile à élever : il faut, pendant ses premières années, empêcher la brousse de s'élever de nouveau dans la jeune plantation ; les herbes hautes et drues, que les pluies tropicales font pousser en quelques jours, étoufferaient les jeunes arbres ou, tout au moins, rendraient leur croissance moins rapide en épuisant les principes nutritifs du sol : aussi, les planteurs prennent-ils un soin extrême à éviter les mauvaises herbes et surtout le « tranh », l'« herbe à paillottes », l'« herbe à éléphant », dont les racines s'enfoncent jusqu'à près d'un mètre dans le sol, entre les lignes d'hévéas. Pour arrêter cette végétation, on peut employer deux moyens : le premier, bien connu en France, est le sarclage par des équipes de travailleurs, qui pourchassent et arrachent les herbes parasites ; le second, plus original, consiste, au contraire, à semer certaines plantes qui étouffent le tranh, tout en étant elles-mêmes inoffensives pour l'hévéa, car elles ne prennent pas de racines dans le sol et ne s'élèvent pas à plus de quelques centimètres. Ce sont des plantes de couverture, dont la plus employée est une sorte de passiflore, qui forme comme un épais tapis parsemé d'innombrables fleurs de passion. La figure ci-dessus montre, entre les jeunes arbres d'une plantation de trois ans, le tapis de passiflores, qui s'étend au second plan des deux côtés de la route, dont on voit se dessiner la ligne sombre entre les arbres.

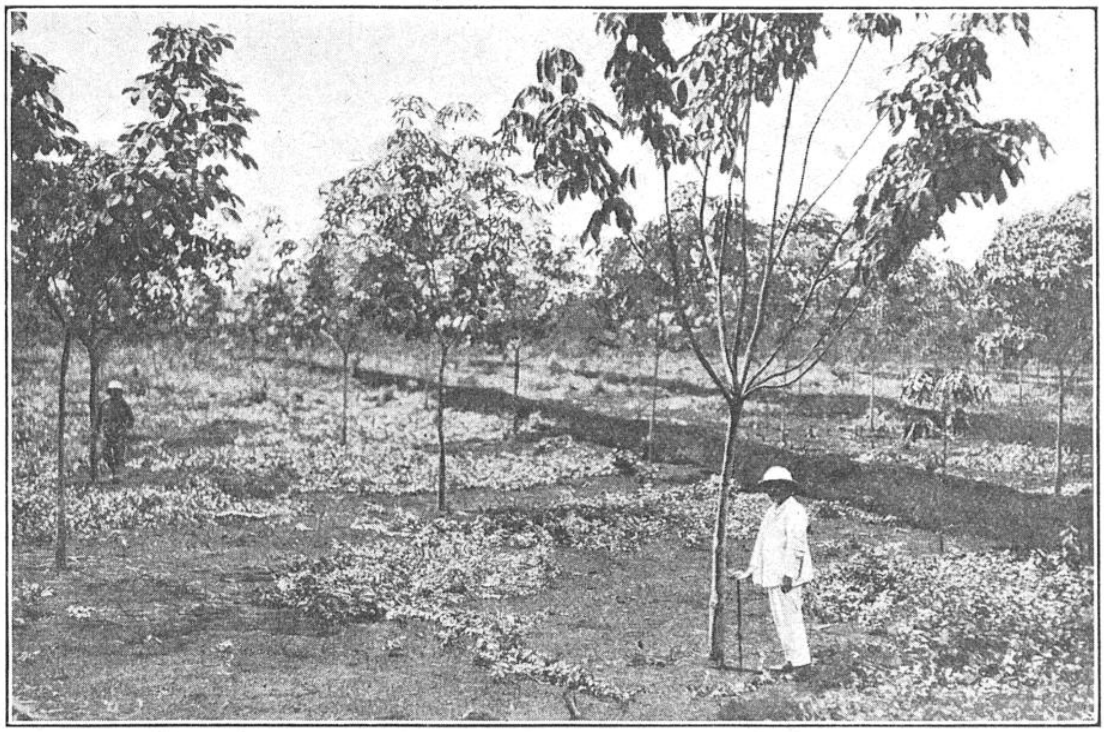


FIG. 7. — A TROIS ANS, L'HÉVÉA ATTEINT DÉJA UNE TAILLE RESPECTABLE

Ces arbres sont encore trop jeunes pour supporter la saignée d'où s'écoulera le latex. Il faut attendre encore quatre ans environ pour commencer à recueillir le caoutchouc : la première année de saignée, chaque arbre donnera peu, 1 à 2 kilogrammes de caoutchouc au plus ; ce n'est que cinq ans plus tard, quand il aura atteint l'âge de douze ans, qu'il donnera un rendement normal de 4 à 5 kilogrammes. Il est à remarquer que les arbres donnent d'autant plus qu'ils sont plus espacés de leurs voisins : sur la photographie ci-dessus, les arbres sont plantés à 10 mètres l'un de l'autre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'écorce, précieuse source du latex

Les hévéas poussent, enfonçant dans le sol une racine pivotante unique, qui descend verticalement jusqu'à 5 mètres et plus, pour chercher l'humidité et les éléments nourriciers indispensables à la croissance de l'arbre. Remarquons, en passant, que cette racine profonde nécessite une épaisseur considérable de terre végétale : c'est ce qui explique que l'hévéa ne pousse pas dans tous les sols et ce qui fait, au contraire, la merveilleuse fécondité des terres rouges d'Indochine, qui présentent des épaisseurs allant jusqu'à 20 et 30 mètres d'une terre fertile et homogène.

Vers sept ans, l'hévéa est bon à exploiter : c'est un bel arbre de 12 mètres de haut, à tronc lisse, s'épanouissant à 4 ou 5 mètres du sol en trois ou quatre branches peu divergentes, montant très vite à la verticale (fig. 8).

FIG. 8. — UNE BELLE PLANTATION DE DIX ANS A LOCNINH (COCHINCHINE)

En pleine exploitation, cette belle forêt d'arbres à caoutchouc est traversée par une voie Decauville utilisée pour le transport du latex; on remarquera que les arbres sont dépouillés d'une partie de leurs feuilles, qui jonchent le sol : la photographie a été prise au début de la saison sèche, où les hévéas perdent leurs feuilles, qui repoussent après un mois à peine.

La partie la plus précieuse de l'arbre est son écorce, car c'est à l'intérieur de cette gaine de 2 centimètres d'épaisseur que circule le latex dans des vaisseaux laticifères.

Pour recueillir le latex, on saigne l'arbre. Voici en quoi consiste l'opération le sai-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

gneur, muni d'une gouge, sorte de rabot à fer mince, enlève une légère épaisseur d'écorce sur la lèvre d'une incision déjà préparée : l'extrémité des vaisseaux laticifères est sectionnée, et, au bout de chacun d'eux — ils sont innombrables — perle une petite goutte de latex; ces gouttes se rejoignent, et un mince filet de liquide blanc coule le long de l'incision inclinée jusqu'à une rigole verticale, creusée à même l'écorce, qui aboutit à une coulotte de fer, fichée aussi dans l'écorce, qui déverse le latex dans une tasse. Au bout d'une demi-heure, une heure au plus, les vaisseaux laticifères se bouchent par la formation de petits tampons de caoutchouc dans chacun d'eux ; la coulée du latex s'arrête. Le saigneur repasse devant l'arbre, vide la tasse dans un seau que porte son aide et s'en va vers la salle de coagulation: l'arbre a un jour ou deux de répit jusqu'à la prochaine saignée.

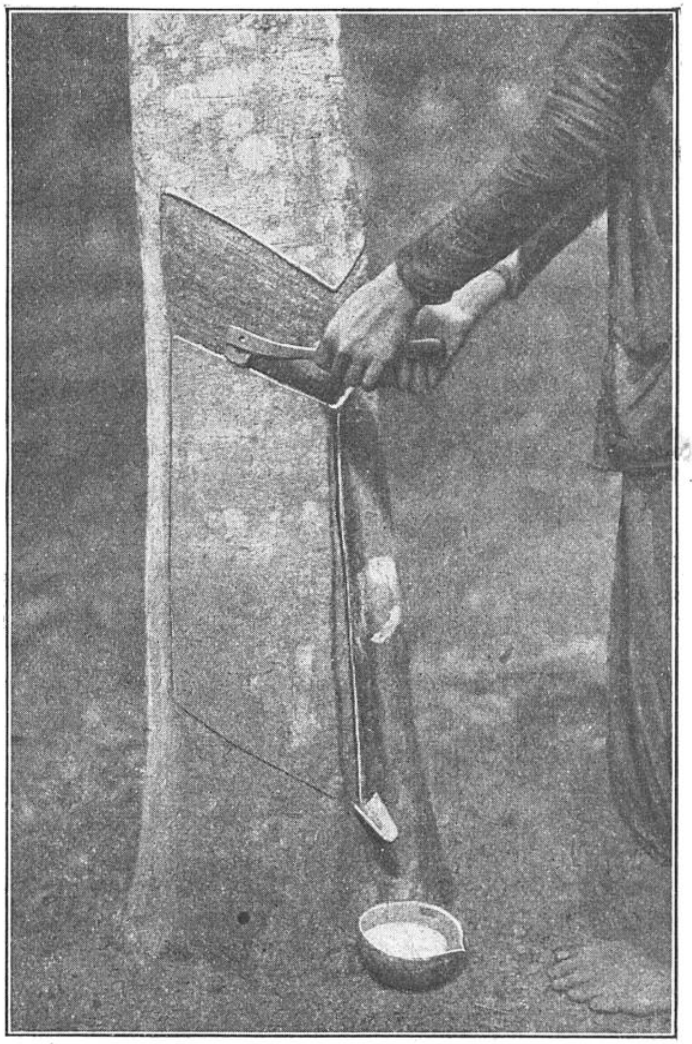


FIG. 9. — SAIGNÉE EN V PRATIQUÉE SUR UN HÉVÉA

Au moyen d'une gouge, le saigneur incise légèrement l'écorce, mettant à nu l'extrémité des canaux laticifères; le latex coule le long de l'incision jusqu'au petit déversoir qui le fait tomber dans la tasse que l'on voit posée à terre. La difficulté de la saignée consiste à enlever très peu d'écorce pour que le pan qui doit être enlevé dure le plus longtemps possible ; on voit, au-dessus de l'incision, la teinte sombre de l'écorce déjà enlevée et, délimité par des traits noirs, le pan qui doit être enlevé : avec de bons saigneurs, on mettra quinze mois pour arriver au bas; pendant ce temps l'écorce du dessus se sera refaite.

Un léger ruban de caoutchouc se forme, par le séchage du latex sur la plaie : le saigneur l'enlèvera au moment de la saignée.

Saignée journalière ou saignée alternée

Si l'on pratique sur la plantation la saignée journalière, il sera opéré, de nouveau, le lendemain, au lever du soleil ; si l'on pratique la saignée alternée, il le sera dans deux jours seulement. Quelle méthode doit-on préférer? C'est une question assez controversée. La saignée journalière permet d'obtenir une plus forte production, mais elle exige plus de main-d'œuvre et, surtout, consomme plus d'écorce. On la pratique quand le caoutchouc est cher et qu'il faut que la plantation rende. La saignée alternée est plus économique; au bout de quelques années, l'hévéa semble s'y accoutumer et produit presque autant de caoutchouc en cent quatre-vingts opérations annuelles qu'en trois cent soixante.

La consommation d'écorce est une chose très importante à surveiller : l'incision faite sur l'arbre porte, en général, sur le tiers de sa périphérie et, chaque fois, on enlève un copeau de 2 millimètres d'épaisseur ; on voit donc qu'un

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

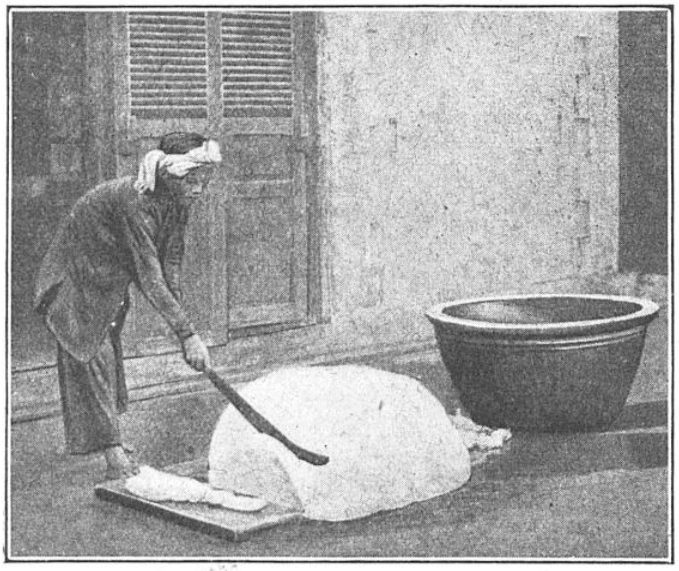


FIG. 10. - DÉCOUPAGE DU LATEX COAGULÉ DANS LES CUVES

Le latex filtré (voir fig. page 452) se coagule dans les cuves. On le découpe en tranches grossières au moyen d'un outil tranchant : ce sont ces tranches qui sont passées au laminoir et se transforment en feuilles régulières minces et unies, ainsi que le représente la couverture du présent numéro.

pan d'écorce d'un mètre de hauteur supporte à peu près cinq cents opérations, soit dix-huit mois en saignée journalière et trois ans en saignée alternée. Quand l'opérateur arrive au bas du pan d'écorce (fig. 9), il entaille une autre face de l'arbre sur un second tiers de périphérie et il le dépouillera d'écorce depuis 1m10 jusqu'à 10 centimètres du sol. On ne commence pas plus haut, car le rendement en latex diminue avec la hauteur. Au bout des dix-huit ou trente-six mois, on sera amené à entamer le dernier pan d'écorce vierge, et, au bout de quatre ans et demi en saignée journalière et neuf ans en saignée alternée, tout l'anneau d'écorce entre 1 m. 10 et 0 m. 10, aura été débité en minces lanières. L'arbre est-il donc tari? Aucunement, car l'écorce se reforme en quelques années et on peut, quand on a terminé le dernier pan d'écorce, revenir sur le premier attaqué qui, garni d'une écorce neuve, aussi belle que l'ancienne, refournira d'amples moissons de latex.

La production annuelle des hévéas

Un hectare d'hévéas en plein développement, produit, en moyenne, 500 kilogrammes de caoutchouc sec par an ; suivant l'espacement auquel sont plantés les arbres, cet hectare renferme de 120 à 400 hévéas, dont chacun produit, par conséquent, au maximum, 4 kg. 500 et, au minimum, dans le cas d'une plantation serrée, 1.250 grammes de caoutchouc. Il semble que ce soit l'espace dont dispose l'arbre pour étendre ses feuilles et les offrir à la lumière qui règle sa production de caoutchouc ; c'est ce qui incite les planteurs à espacer de plus en plus les arbres, parfois jusqu'à 10 mètres sur 10 mètres dans certaines plantations. Mais

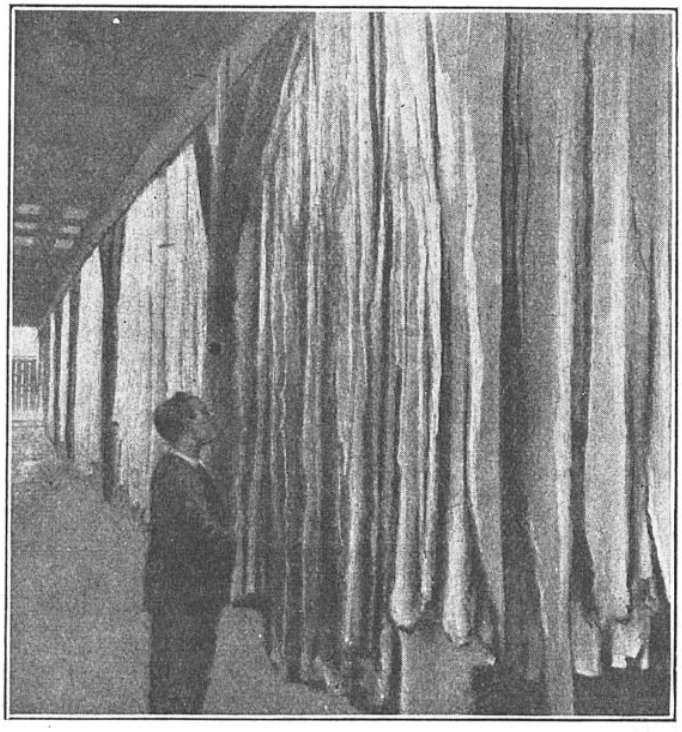


FIG. 11. — SÉCHAGE DES « CRÊPES » A L'AIR LIBRE

Les crêpes sont de longues bandes de caoutchouc très minces, obtenues par de multiples laminages des feuilles de coagulum *ou latex coagulé. Ils sont séchés simplement à l'air libre, au lieu de passer au fumoir comme les feuilles épaisses.*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

il y a un revers au tableau : les plantations espacées ont un moins bon rendement pendant les premières années et, de plus, si un arbre meurt, il se produit un vide que les arbres voisins mettent très longtemps à combler.

Transformation du latex en caoutchouc

Le latex, recueilli après chaque saignée, est traité sur la plantation même pour fournir le caoutchouc sec, qui pourra être expédié vers les lieux de consommation en Europe ou en Amérique. On procède d'abord à l'opération de la coagulation ; pour cela, le latex est versé dans de grands récipients (voir fig. 1), où il est additionné d'une certaine quantité d'acide acétique ou d'acide pyroligneux fourni, sur la plantation même, par la distillation du bois d'hévéa. Tout le caoutchouc dissous dans le latex se précipite sous l'influence de l'acide et forme, au fond des cuves, une masse blanche compacte qu'on appelle le coagulum. Le coagulum est ensuite transformé en caoutchouc marchand.

Crêpes et feuilles fumées

On découpe, dans la masse de caoutchouc coagulé, des tranches grossières, que l'on passe ensuite au laminoir pour leur donner une forme régulière et une épaisseur d'environ un centimètre. La couverture de ce numéro représente cette opération, qui se fait sous un courant d'eau, au moyen d'un petit laminoir à cylindres entraîné mécaniquement.

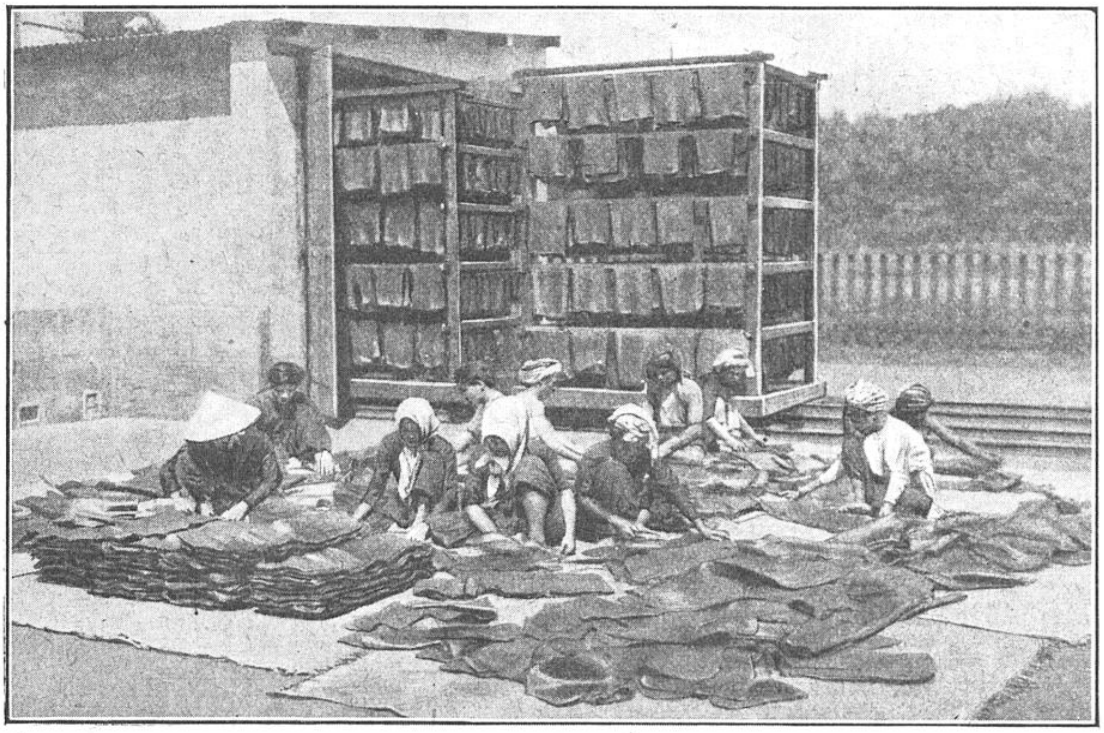


FIG. 12. — BROSSAGE DES FEUILLES DE LATEX APRÈS SÉCHAGE

A leur sortie des séchoirs, les feuilles sont examinées, triées, brossées et classées en catégories : les plus belles forment les feuilles type standard, qui se paient au plus haut prix : dans une plantation de caoutchouc où l'usinage se fait bien, toutes les feuilles produites, sauf un déchet infime, doivent être de qualité standard.

Après quelques passages dans différents laminoirs, dont les cylindres sont de plus en plus serrés, la feuille a pris sa forme définitive ; c'est une sorte de plaque de caoutchouc, blanche et malléable, qui ne présente aucune solidité et contient encore une grande quantité d'eau.

On procède alors à l'égouttage, qui fait disparaître une partie de l'eau résiduelle, et enfin au séchage, qui donne au caoutchouc son état définitif.

Le séchage des feuilles se fait dans des fumoirs, au-dessous desquels on entretient des foyers qui environnent les feuilles d'une

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

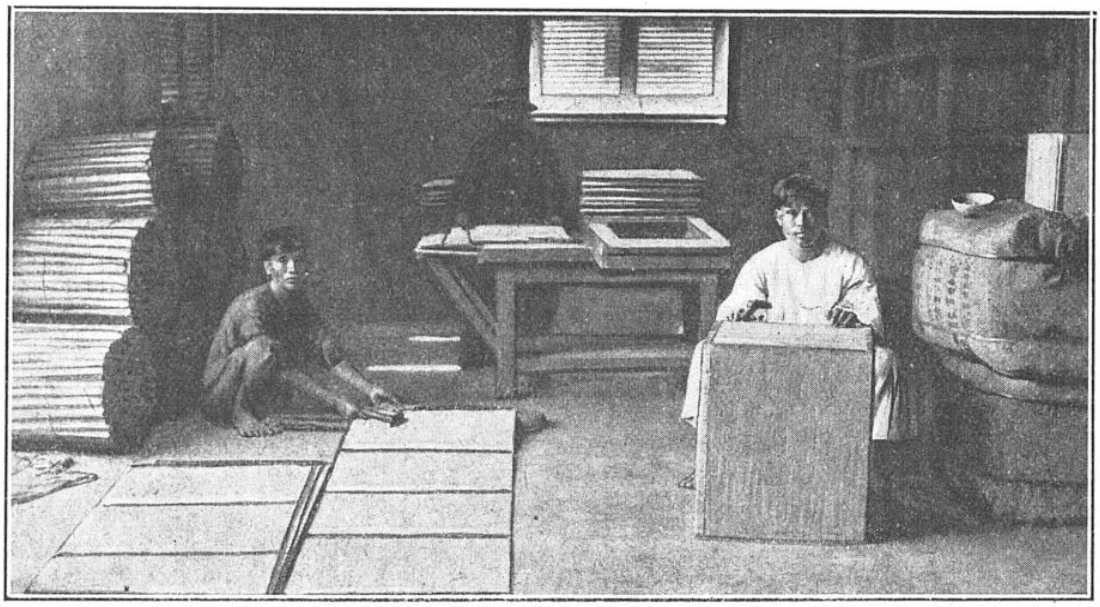


FIG. 13. — LE CAOUTCHOUC EST EXPÉDIÉ EN CAISSES OU EN BALLES
On voit ici les ouvriers en train de préparer les caisses d'emballage.

atmosphère de fumée intense ; les feuilles de caoutchouc, suspendues à des wagonnets ou à des tringles fixes, perdent leur humidité et prennent, peu à peu, une teinte jaune ambrée, qui est l'indice de la transformation définitive.

Après trois semaines, les feuilles sont sorties du séchoir, nettoyées à la brosse et envoyées à l'emballage.

Une autre forme de caoutchouc marchand est constituée par les crêpes, qui sont séchés à l'air libre : pour permettre leur dessiccation parfaite, le laminage est, dans ce cas, poussé beaucoup plus loin ; le caoutchouc est réduit en une mince pellicule d'un millimètre d'épaisseur et de plusieurs mètres de longueur (fig. 11). Ces crêpes sont suspendus dans de grands hangars bien ventilés, où le simple renouvellement de l'air, qui, sous les tropiques, est à une température élevée, suffit à assurer une complète dessiccation au bout de huit à quinze jours, suivant l'intensité de la ventilation.

Les crêpes ont une couleur jaune paille, moins foncée que les feuilles fumées : ils sont très recherchés pour certaines applications du caoutchouc.

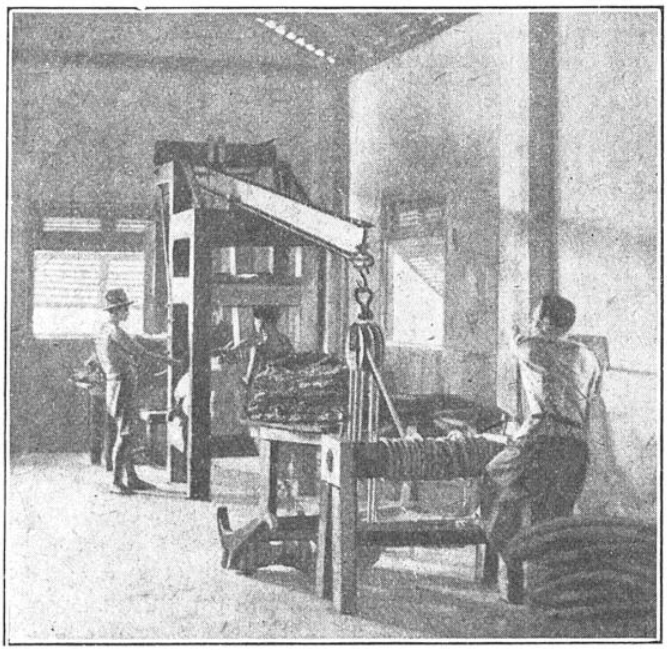


FIG. 14. — COMPRESSION A LA PRESSE DES BALLES DE CAOUTCHOUC AVANT EXPÉDITION
Le fret du caoutchouc se paie au volume occupé et non au poids ; c'est pourquoi on s'efforce de comprimer le caoutchouc le plus possible au moment de l'emballage.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le départ pour l'Europe et l'Amérique

Crêpes et feuilles fumées sont soigneusement emballés en balles ou en caisses de bois contreplaqué, du poids de 100 kilogrammes environ portant la marque de la plantation. Après une minutieuse vérification — chaque caisse de 100 kilogrammes vaut 5 à 6.000 francs, quand le caoutchouc cote 50 à 60 francs le kilogramme — les caisses, chargées sur camions automobiles ou sur wagons, s'en vont vers les entrepôts du port, où elles attendent d'être embarquées pour les lieux d'usinage.

Il serait intéressant de suivre les transformations multiples que subira le caoutchouc brut pour devenir enveloppe et chambre à air de pneumatique, mais le sujet a déjà été traité ici même. (Voir *La Science et la Vie*, nº 48 de Janvier 1920).

L'avenir des plantations

Les plantations de caoutchouc couvrent, actuellement, 1.600.000 hectares et produisent 400.000 tonnes : le caoutchouc produit par les forêts vierges est en pleine régression, c'est donc le caoutchouc de plantation qui devra bientôt alimenter seul l'industrie. Quel est l'avenir des plantations : doit-on se lancer hardiment dans la création de nouvelles plantations, ou doit-on considérer que les surfaces actuellement plantées sont suffisantes ? C'est un problème qui passionne tous les planteurs et tous les actionnaires des nombreuses sociétés de plantations.

Pour résoudre le problème, nous ne saurions mieux faire que de nous reporter à l'exposé magistral fait récemment à l'Ecole des Hautes Etudes sociales, sur l'ensemble de la question du caoutchouc, par M. Octave Homberg, qui a été l'un des créateurs des grandes plantations en Indochine et est, aujourd'hui, l'animateur du groupe d'affaires qui poursuit le plus activement la mise en valeur de cette colonie féconde ; M. Octave Homberg pense qu'en 1926 et en 1927, un équilibre relatif paraît devoir être maintenu entre la production et la consommation, aux environs de 620.000 tonnes ; mais, à partir de 1928, le déséquilibre s'affirme pour aboutir, en 1932, à une insuffisance de 150.000 tonnes.

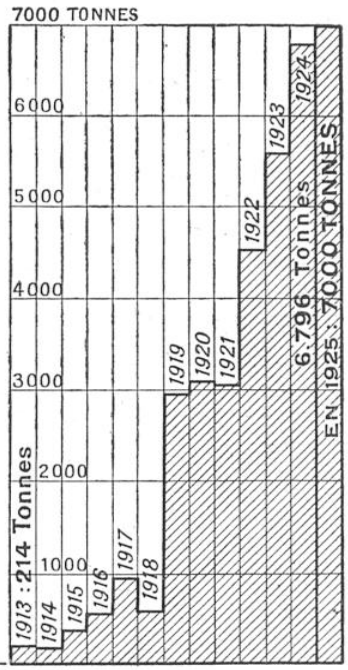


FIG. 15. — PRODUCTION DU CAOUTCHOUC EN INDOCHINE

L'Indochine a commencé à exporter du caoutchouc en 1913 ; de 214 tonnes, la production s'est élevée, peu à peu, à 7.000 tonnes en 1925, ce qui représente, au prix moyen de 40 francs le kilogramme atteint par le caoutchouc en 1925, 280 millions de francs. Ce chiffre peut paraître important, mais il ne faut pas oublier que la France a consommé 41.000 tonnes de caoutchouc cette même année, soit six fois plus, et que la consommation mondiale a été de 500.000 tonnes, soit soixante-dix fois plus ; on voit combien l'Indochine peut et doit développer ses plantations.

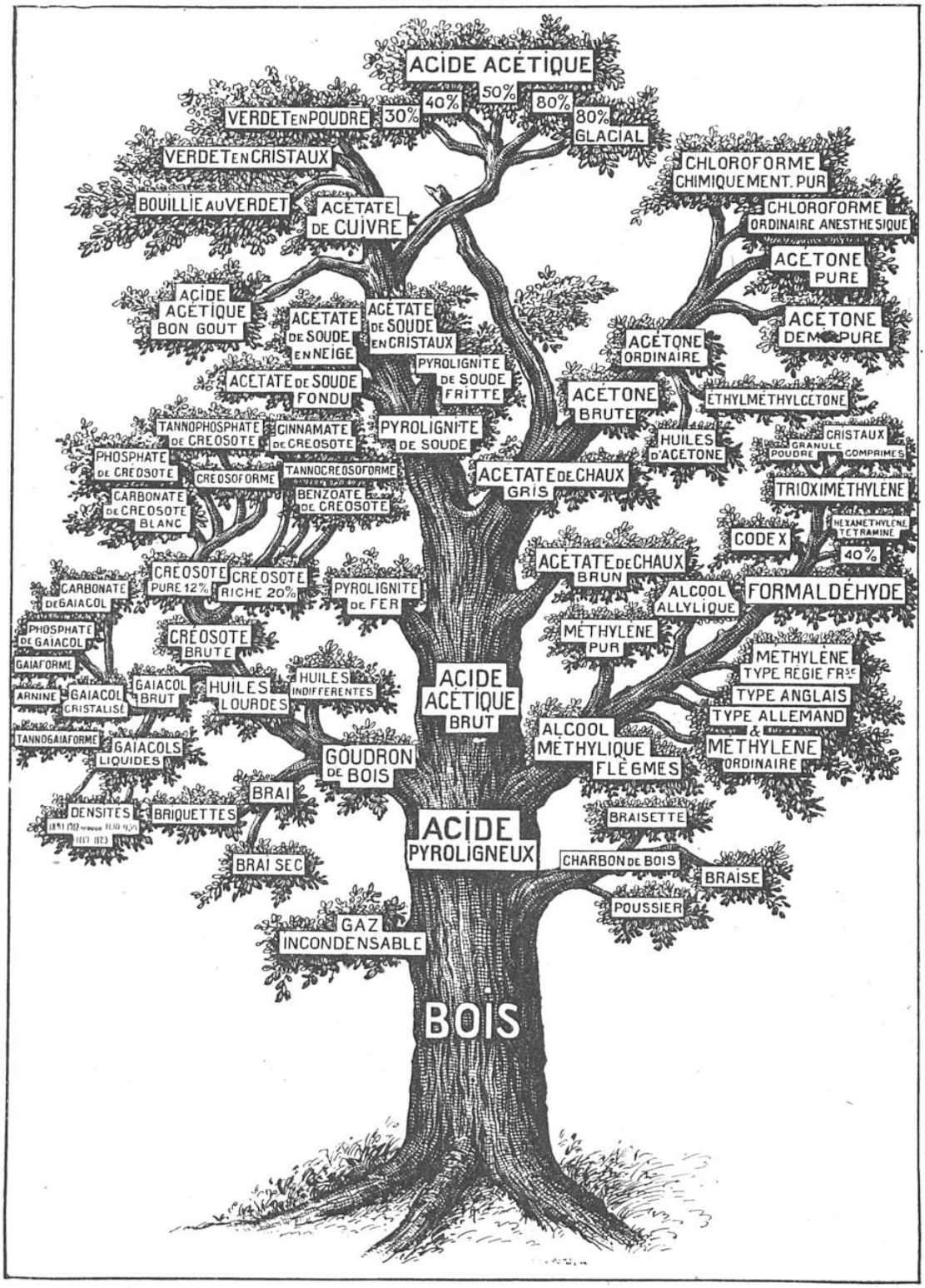
Ces pronostics peuvent être formulés avec une quasi certitude puisque l'hévéa ne commençant à produire qu'au bout de sept ans, les seuls arbres plantés à ce jour coopèreront à la production du caoutchouc jusqu'en 1932 ; en ce qui concerne la consommation mondiale, la courbe du développement de la circulation automobile est à peu près régulière, et on peut penser que, loin de se ralentir, l'emploi de l'automobile deviendra de plus en plus intense.

On peut objecter que les pneumatiques pourront être faits un jour d'autres matières que le caoutchouc naturel, avec du caoutchouc synthétique ou du caoutchouc régénéré. Tous les essais effectués dans ce sens, jusqu'ici, ont été bien décevants.

C'est donc en toute confiance que l'on peut créer des plantations partout où le climat, le sol et la main-d'œuvre le permettent. Puisque l'Indochine est tout spécialement favorisée, il faut que nous, Français, fassions un sérieux effort pour mettre notre colonie au niveau des Indes néerlandaises et de la Malaisie britannique ; non seulement l'Indochine devra ravitailler la France, mais elle devra exporter le caoutchouc sur le marché mondial, ce qui rendra plus rapide notre redressement financier.

CARLO TOCHÉ,
Ancien élève de l'École polytechnique.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



VOICI LA CENTAINE DE PRODUITS OBTENUS PAR DISTILLATION DU BOIS

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'INDUSTRIE MODERNE EXTRAIT DES BOIS PRÈS DE CENT PRODUITS DIFFÉRENTS

Distillation — Carbonisation

Par G. DUPONT

PROFESSEUR A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE BORDEAUX
DIRECTEUR TECHNIQUE DE L'INSTITUT DU PIN

Après avoir connu une ère de prospérité étonnante, l'industrie de la distillation du bois, qui avait relégué au second plan la carbonisation pure et simple, grâce à la production de nombreux corps que la chimie lui avait permis d'extraire, se voit elle-même menacée. Les principaux de ces corps, l'acide acétique et l'alcool méthylique, peuvent être obtenus par de nouvelles méthodes en quantités telles que la distillation du pyroligneux est menacée de devenir économiquement impossible. Mais l'industrie est en perpétuelle évolution. On s'est aperçu que le charbon de bois fournit un gaz pauvre que, sous certaines conditions, peuvent consommer nos moteurs d'automobiles. Aussitôt la carbonisation réapparaît pour entrer en concurrence avec l'essence. Les appareils nouveaux mis à son service ne sont donc, en réalité, que les premiers spécimens d'une industrie très ancienne qui se modernise. Nous avons demandé au savant le plus qualifié qui soit en cette matière, M. le professeur Dupont, de dire à nos lecteurs ce qu'est la distillation du bois, de nous faire connaître les principaux produits que l'on en tire, de tracer, en un mot, les grandes lignes de cette industrie si peu connue. Malgré l'aridité du sujet, l'auteur a su nous initier à cette branche bien spéciale de la chimie sans cesser un seul instant d'être attrayant à lire.

Quand on brûle du bois, il se dégage de la flamme et de la fumée et il reste un peu de charbon et des cendres. Cette flamme observée, nous savons aujourd'hui qu'elle est due à la combustion de gaz et de vapeurs produits par l'action de la chaleur sur le bois. Si notre curiosité nous porte à étudier la nature de ces produits, voici comment nous pouvons y parvenir.

Il nous suffit, pour cela, de chauffer le bois en vase clos. Il ne se produit plus de flamme ; seules les vapeurs s'échappent, et si on les envoie dans un réfrigérant destiné à les condenser, tous les liquides provenant de cette combustion pourront être recueillis à la base du réfrigérant ; seuls les gaz non liquéfiables continueront à s'échapper.

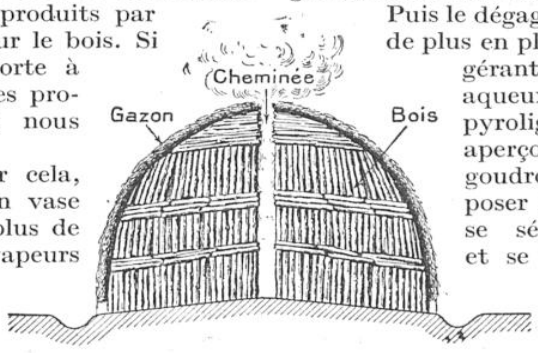


FIG. 1. — COUPE D'UNE MEULE DE CHARBONNIERS

Avec un dispositif aussi primitif, tous les gaz de la distillation du bois sont perdus, et on ne recueille que le charbon. Celui-ci se trouve, d'ailleurs, lui-même en partie brûlé, pour fournir la chaleur nécessaire à la carbonisation.

Si l'on traite de cette manière du bois de pin, par exemple, on constate, en élevant lentement la température, que l'eau contenue dans le bois se volatilise en entraînant une petite quantité d'essence de térébenthine. Quand la température atteint 150 degrés, l'eau de condensation devient brune et des gaz combustibles commencent à s'échapper. Puis le dégagement gazeux s'accélère de plus en plus et, à la base du réfrigérant, apparaît un liquide aqueux que l'on nomme le pyroligneux et dans lequel on aperçoit des gouttelettes de goudron noir. Si on laisse déposer le mélange, le goudron se sépare du pyroligneux et se rassemble au fond du réservoir. Enfin, quand la température atteint 400 degrés, le dégagement gazeux cesse à peu près complètement ; la décomposition du bois est terminée. Après refroidissement, on trouve dans la cornue du charbon de bois.

Cette distillation nous a donc donné quatre produits : du charbon de bois, du goudron de bois, du pyroligneux et des gaz

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

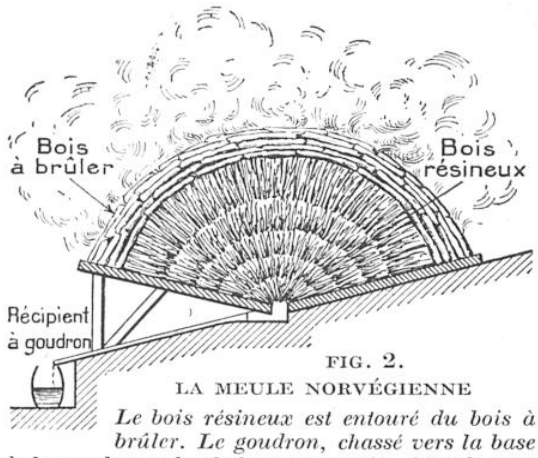


FIG. 2.
LA MEULE NORVÉGIENNE

Le bois résineux est entouré du bois à brûler. Le goudron, chassé vers la base de la meule par la chaleur rayonnée, s'écoule vers le récipient disposé à cet effet. Le charbon est, ici, en grande partie sacrifié.

combustibles non récupérés. Nos lecteurs savent que souvent on ne cherche à recueillir aucun autre produit que le charbon : cette opération s'appelle alors la carbonisation, et on l'effectue encore actuellement souvent par le procédé antique de la meule du charbonnier. Nous reviendrons sur cette question.

Les Égyptiens connaissaient déjà le pyroligneux, puisqu'ils l'utilisaient pour l'embaumement, mais l'industrie de la distillation du bois n'a pris naissance qu'après 1800, à l'époque où Philippe Lebon découvrit le gaz d'éclairage par la distillation du bois. Mais le gaz de houille vint rapidement concurrencer le gaz de bois et, de ce fait, arrêter l'essor de l'industrie naissante, jusqu'au jour où l'industrie des matières colorantes exigea de grosses quantités d'acide acétique et d'alcool méthylique, que l'on ne put se procurer que par la distillation du bois.

La distillation moderne

Actuellement, l'industrie de la distillation du bois utilise presque généralement des cornues de dimensions et de formes très variables. Celles d'une contenance inférieure ou égale à une tonne de bois sont généralement mobiles : à l'aide d'un pont roulant ou d'une grue, on les dispose en série dans des fours, puis on les relie aux appareils de condensation par des tuyauteries. Après cuisson, la cornue est enlevée du four et remplacée par une autre cornue de bois frais. On ne l'ouvre que lorsque le charbon est entièrement refroidi.

Dans les grandes usines, on emploie des cornues fixes horizontales de 1 à 2 mètres de diamètre et de 3 à 12 mètres de longueur. Le chargement s'effectue en poussant la charge de bois sur des wagonnets, attelés à la suite les uns des autres et chargés de telle manière qu'ils remplissent presque complètement la cornue. Lorsqu'une cuisson est terminée, le train de charbon est retiré du four et introduit dans un étouffoir de même dimension, où il se refroidit. Ce refroidissement ne peut s'effectuer à l'air libre parce que le charbon prendrait feu spontanément, en raison de sa température élevée.

Il existe également des cornues à distillation continue : à intervalles de temps réguliers et par un jeu convenable de portes, un wagon de bois pénètre dans le cylindre de distillation, tandis qu'un wagon de charbon incandescent sort par l'extrémité opposée de la cornue et est refroidi dans un étouffoir. Le four Grôndal, que représente schématiquement notre figure 5, carbonise plus de 120 stères de bois en vingt-quatre heures, en donnant 90 mètres cubes de charbon.

Un mot encore sur le chauffage des cornues. Il s'effectue généralement par les parois en répartissant sur elles, le mieux possible, les gaz chauds d'un foyer, alimenté au bois. Un procédé qui semble donner des résultats très intéressants, consiste à prélever des gaz provenant de la distillation à la sortie des réfrigérants et à les refouler dans un réchauffeur, qui les porte à une température d'environ 500 degrés. Ils sont ensuite envoyés directement dans la cornue par l'extrémité opposée à l'échappement des produits de la distillation (fig. 6). Avec ce dispositif, on obtient, en plus d'un chauffage très homogène du bois, un entraînement rapide des produits de la combustion par le gaz de chauffage. Les conditions étant très voisines de la distillation par le vide, le rendement en goudron s'en trouve considérablement accru.

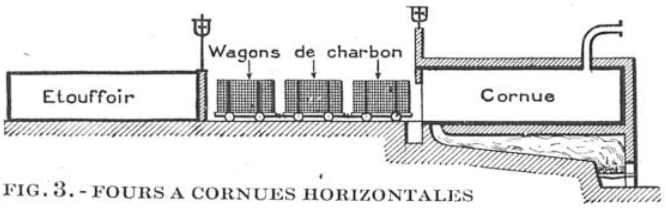


FIG. 3. - FOURS A CORNUES HORIZONTALES

Le bois n'est plus brûlé à l'air libre, mais distillé dans des cornues chauffées au charbon. Le bois, chargé sur des wagonnets, est introduit dans la cornue, où il est distillé. Quand la distillation est terminée, le train de wagons est tiré en arrière et introduit dans un étouffoir qui est hermétiquement clos et où le charbon s'éteint et se refroidit, tandis qu'un nouveau train de bois vient le remplacer dans la cornue.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Récolte et traitement des produits volatils

Pour obtenir des produits assez purs, il est nécessaire de séparer, le plus complètement possible, le goudron du pyroligneux pendant la condensation.

Le goudron étant peu volatil (il se présente dans les gaz de distillation sous la forme de fines gouttelettes constituant un brouillard), on l'oblige à venir se déposer sur du goudron liquide, dans des appareils dits *dégoudronneurs*. Ce sont des colonnes (fig. 10) munies de plateaux sur lesquels s'amasse le goudron. Les vapeurs de distillation traversent les colonnes de bas en haut et abandonnent les gouttelettes de goudron à leur passage sur les plateaux dont la température (110 degrés) est insuffisante pour condenser le pyroligneux. L'excès de goudron descend à la base des tubes d'où il s'échappe.

Le pyroligneux est ensuite condensé dans une série de réfrigérants tubulaires (fig. 11).

Le produit le plus précieux, qui est l'alcool méthylique, étant très volatil, échappe en partie à la condensation. On le récupère en le faisant pénétrer à la base d'une tour que l'on nomme le *scrubber*, au sommet de laquelle on fait couler de l'eau en pluie, qui dissout l'alcool méthylique entraîné.

Enfin, les gaz incondensables s'échappent du scrubber et sont utilisés au chauffage des cornues.

Les produits liquides et leur traitement

Les goudrons de bois constituent un mélange très complexe de phénols et de divers carbures. Dans les goudrons de bois non résineux, les phénols constituent la partie la plus intéressante puisque, purifiés, ils constituent la *créosote*. Les goudrons de conifères contiennent de fortes proportions d'huiles formées d'hydrocarbures terpéniques. Ces huiles constituent parfois l'unique produit recherché dans la carbonisation : ce sont les goudrons de Norvège, les goudrons de cèdre, les huiles de cade (genévrier), etc.

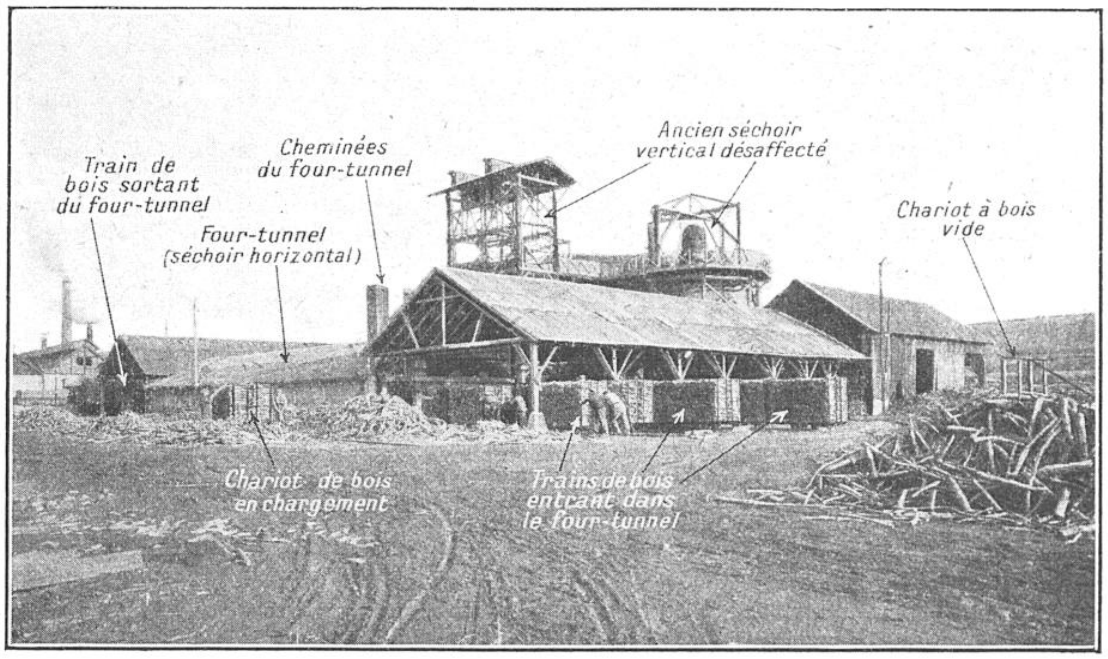


FIG. 4. — FOURS-TUNNELS POUR LE SÉCHAGE DES BOIS

Avant d'être distillé, le bois doit être séché. Il pénètre, entassé sur des chariots spéciaux, dans un grand four horizontal, où il abandonne sa vapeur d'eau.

Le pyroligneux contient principalement de l'acide acétique, de l'alcool méthylique et de l'acétone.

Le goudron est, en général, simplement déshydraté par chauffage, vers 120 degrés, dans une chaudière de cuivre. Il distille des huiles de goudron et du pyroligneux. Ces huiles de goudron trouvent divers usages industriels, et le pyroligneux recueilli est joint à celui obtenu pendant la distillation du bois. Les goudrons de bois non résineux

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

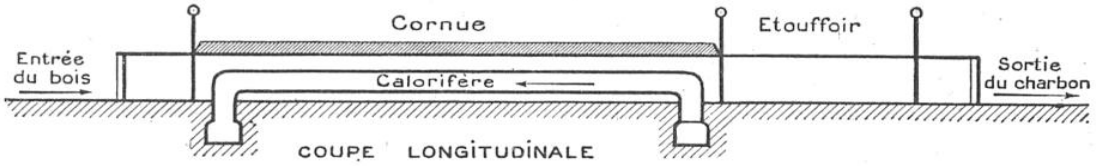


FIG. 5. — FOURS CONTINUS DE DISTILLATION (TYPE DE GRÖNDAL)

Le bois, chargé sur des wagonnets, pénètre d'abord dans un premier compartiment, où il se sèche, puis dans la cornue (chauffée par un calorifère), où il distille ; ensuite, il passe dans l'étouffoir, où le charbon se refroidit avant de sortir enfin à l'air. L'ensemble marche d'une façon continue, en sorte que, lorsqu'un wagon de bois rentre à une extrémité, un wagon de charbon froid sort à l'autre.

sont, le plus souvent, utilisés seulement pour le chauffage ; ceux des bois résineux ont, par leurs usages, une valeur bien supérieure, nous le verrons.

Le pyroligneux brut, recueilli à la base des réfrigérants, est débarrassé des goudrons qu'il tient encore en suspension par décantation. Après une distillation éventuelle, destinée à séparer les goudrons dissous, le pyroligneux est neutralisé par la chaux et distillé : les sels de chaux non volatils restent dans la cornue (ils constitueront, après séchage, le pyrolignite de chaux gris à 80 % du commerce). Le méthylène, au contraire (mélange d'alcool méthylique et d'acétone) distille et peut être recueilli. Ce méthylène fournit, après plusieurs rectifications, de l'alcool méthylique pur, utilisé dans les industries chimiques, et du méthylène-régie, utilisé pour la dénaturation des alcools ménagers.

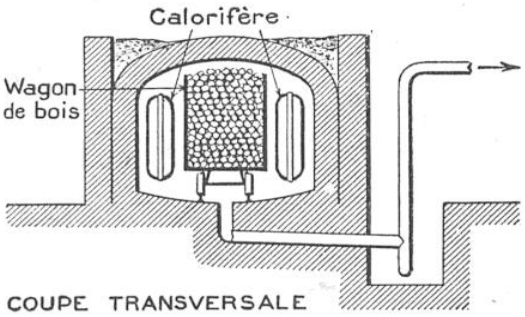


FIG. 6. — COUPE DE LA CORNUE CI-DESSUS

On voit, sur cette coupe, le calorifère et les tuyaux de dégagement des produits de la distillation.

Nous résumons dans le schéma, fig. 9, toutes les opérations effectuées dans une usine de distillation du bois.

Les bois non résineux donnent :

Charbon, 25 à 30 % ; gaz, 18 à 25 % ; goudron, 4 % ; pyrolignite de chaux, 4 à 5 % ; méthylène, 1,2 à 1,5 %.

Dans les bois résineux, les rendements des deux derniers produits sont réduits de moitié, tandis que le goudron atteint un rendement de 10 %, qui peut atteindre 30 % lorsqu'on emploie des bois sélectionnés comme les vieilles souches de pin, très employées en Norvège. Celles-ci s'enrichissent, en effet, fortement en résine dans le sol après l'abatage de l'arbre ; elles semblent vouloir se préserver ainsi de la pourriture.

Usages des produits

Les dérivés chimiques que l'on tire actuellement des produits de la distillation du bois sont innombrables ; nous ne pouvons qu'en faire une rapide énumération.

En dehors de ses usages ménagers bien connus, le charbon de bois est toujours employé dans l'industrie métallurgique, lorsqu'il s'agit de donner aux métaux purs et aux alliages fondus ou incandescents, l'atmosphère réductrice nécessaire pour empêcher l'action oxydante de l'air ou pour réduire les oxydes formés.

D'autre part, un avenir très brillant semble lui être réservé par son emploi comme carburant. Nos lecteurs n'ignorent pas l'importance du problème qui se pose aujourd'hui aux nations civilisées du fait du développement formidable de la traction automobile, qui laisse entrevoir l'épuisement rapide des réserves mondiales de pétrole. Le charbon de bois semble devoir fournir le succédané idéal de l'essence à moteur. On peut, en effet, en tirer, grâce à des gazogènes spéciaux, un gaz pauvre constitué par un mélange d'oxyde de carbone et d'hydrogène, utilisable dans les moteurs et beaucoup plus économique que l'essence.

Si le problème du remplacement de l'essence par le charbon de bois dans les moteurs était résolu actuellement, il faudrait prévoir une consommation supplémentaire de un million de tonnes de charbon de bois, quantité qui exigerait la carbonisation de 4 à 5 millions de tonnes de bois sec. Ajoutons que les forêts françaises, par une meilleure utili-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sation de leurs sous-produits, pourraient assez aisément fournir cette quantité et, par suite, alléger considérablement le chiffre malheureusement trop élevé de nos importations. La production française de charbon de bois est actuellement de 150.000 tonnes, dont le tiers provient de la distillation et le reste de la carbonisation en forêt.

Les goudrons, fournis par la distillation de certains genièvres, constituent l'*huile de cade*, recherchée pour les emplois pharmaceutiques ; de même ceux qui sont fournis par le cèdre donnent des goudrons de cèdre, dont les propriétés sont très voisines de celles de l'huile de cade.

Nous avons déjà dit que les goudrons

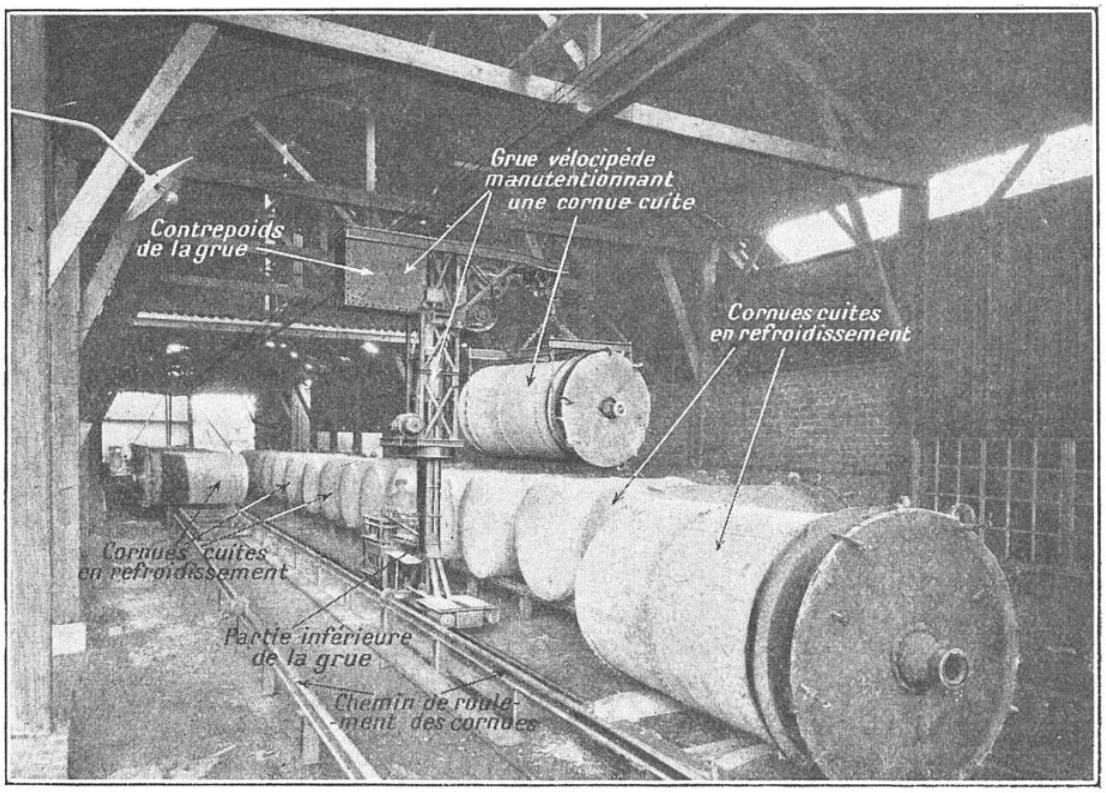


FIG. 7. — MANUTENTION ET REFROIDISSEMENT DES CORNUES CUITES

Le bois est, dans ce dispositif, placé dans de petites cornues, qui sont disposées dans des fours, de façon à distiller le contenu. Nous voyons ici les cornues qui, lorsque la distillation est terminée, sont retirées du four par une grue et abandonnées au refroidissement, tandis que des cornues de bois frais sont introduites à leur place dans les fours.

Les goudrons de bois ont des usages très différents suivant leur origine : ceux des résineux, genre goudron de Suède, servent pour l'imprégnation des câbles employés dans la marine, des filets de pêche et pour le calfatage des bateaux.

Des huiles de goudron de bois résineux, on tire un produit blanc, désigné sous le nom d'essence de pin, qui est un succédané excellent et très recherché de l'essence de térébenthine. En Amérique, où cette extraction s'est considérablement développée, la production en essence de pin est environ le dixième de celle en essence de térébenthine.

de bois non résineux servent à la fabrication de la créosote (extraite du goudron de hêtre).

L'acétate de chaux est le point de départ de la fabrication de l'acide acétique. Cet acide est un produit industriel de première importance : en dehors de ses emplois dans l'alimentation, il sert, en effet, à préparer une grosse quantité de sels à usages industriels : acétate de soude, acétate de cuivre ou verdet, acétate de plomb (sel de saturne), acétates de fer, de chrome, d'alumine, etc... et un grand nombre de produits pharmaceutiques. Il entre dans la fabrication de matières colorantes importantes, telles que l'indigo. Le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

chlorure d'acétyle et l'anhydride acétique, tirés de l'acétate de soude, servent à fabriquer divers éthers utilisés en parfumerie et à celle des *acétates de cellulose*, produits qui ont pris une importance industrielle considérable dans la confection de vernis et de films ininflammables.

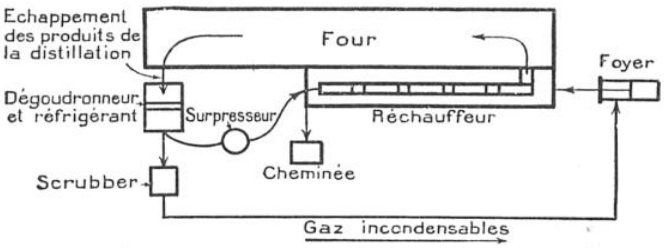


FIG. 8. — FOUR A DISTILLATION DE BERGSTRÖM

Dans ce dispositif, on provoque la distillation du bois par un courant de gaz chaud, prélevé sur les gaz de distillation et envoyé dans un réchauffeur avant son entrée dans la chambre de distillation.

Nous voici encore en présence d'un autre produit non moins intéressant : l'*acétone*, obtenu en soumettant l'acétate de chaux à la distillation sèche ; il est utilisé comme solvant dans la fabrication des vernis, dans celle du celluloïd, de certains produits pharmaceutiques, tels que le chloroforme, l'iodoforme, etc., de parfums. Par suite de ces divers usages, la France consomme annuellement 12.000 tonnes d'acide acétique ; l'Allemagne, de 20.000 à 25.000 tonnes ; et les États-Unis, 50.000 tonnes environ.

Cette incursion dans le domaine de la chimie, que nous devons à l'industrie de la distillation du bois, pourrait être poussée beaucoup plus avant, si nous ne craignions d'importuner nos lecteurs.

Il nous faut cependant leur parler encore de l'*alcool méthylique*, qui a acquis une telle importance dans l'industrie des matières colorantes que, par suite de ses utilisations, sa production est devenue le principal facteur du développement actuel de la distillation des bois. L'alcool méthylique sert, en outre, à préparer un certain nombre de dérivés intéressants, comme le chlorure de méthyle, le sulfate, l'azotate, l'acétate de méthyle ; mais son usage, qui semble offrir les perspectives de développement les plus considérables, est sa transformation en aldéhyde formique. On sait, en effet, que ce corps, de découverte cependant assez récente, est un antiseptique d'une très grande valeur et un corps chimique extrêmement actif, dont les applications paraissent innombrables : tannage des peaux, fabrication des résines synthétiques, de matières colorantes, etc. Enfin, le méthylène-régie sert, comme nous l'avons dit, à dénaturer les alcools ménagers en vue de leurs emplois industriels (opération absolument obligatoire), et entre également dans la composition de certains vernis.

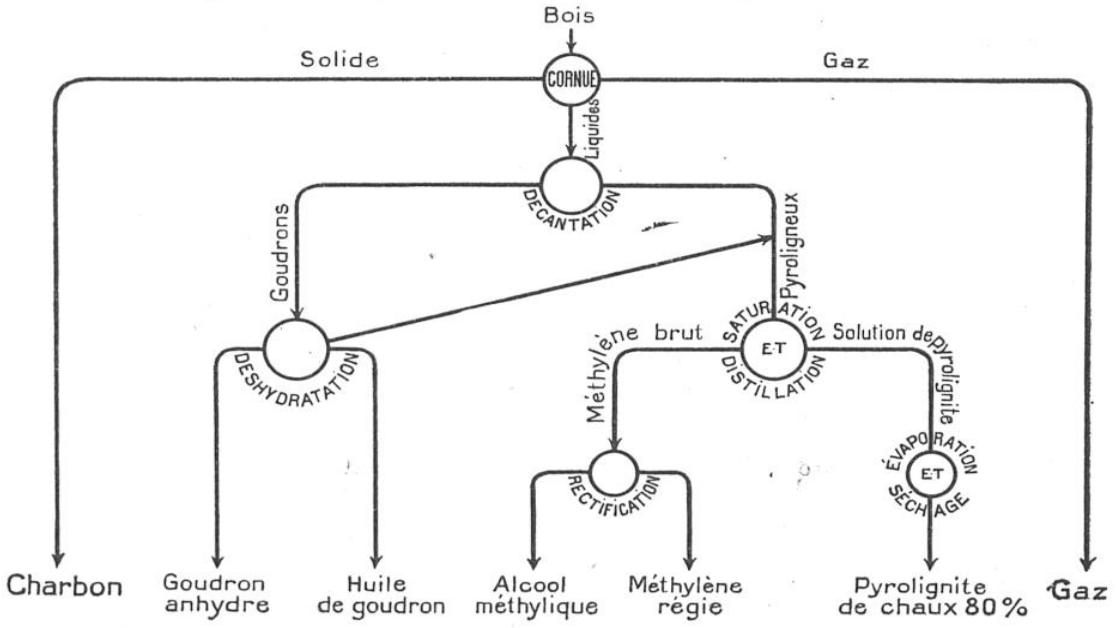


FIG. 9. — SCHÉMA DES OPÉRATIONS EFFECTUÉES DANS UNE USINE DE DISTILLATION

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les concurrents

Le rapide exposé qui précède semblerait montrer sous un jour très favorable l'avenir de l'industrie de la distillation des bois. Des débouchés larges et largement croissants paraissent, en effet, s'offrir à ses produits.

Mais l'industrie est et doit rester sous la menace constante de rudes retours de fortune ; elle est, en effet, une lutte continuelle, une poursuite ardente, par des voies diverses, vers des méthodes et des résultats meilleurs et vers des prix de revient inférieurs. Contrairement à ce qui semblerait résulter du principe économique de la loi de l'offre et de la demande, plus un produit industriel trouve de débouchés et devient indispensable à notre industrie moderne, plus son prix de vente tend à baisser du fait des concurrences qui naissent de toutes parts pour sa fabrication. C'est ce qui se présente pour les produits de la distillation du bois. Nous avons dit que l'essor de cette industrie était en grande partie dû à l'importance que le développement de l'industrie chimique moderne avait donné à ses deux produits principaux : l'acide acétique d'une part, l'alcool méthylique d'autre part. Mais de cette importance même devaient surgir des sources concurrentes de ces produits.

Pour l'*acide acétique*, on savait depuis longtemps qu'il était facile de l'obtenir par oxydation de l'aldéhyde acétique. Or, l'industrie a réussi à obtenir l'aldéhyde acétique industriellement, à bas prix, par une simple hydratation de l'acétylène à l'aide de catalyseurs convenables. Il devenait donc possible d'obtenir l'acide acétique en quantité illimitée, puisque l'acétylène est obtenu à partir du carbure de calcium, c'est-à-dire, finalement, à partir du coke et de la chaux. Cette nouvelle source d'acide acétique, qui, au début, semblait devoir entraîner un prix de revient prohibitif, a été progressivement améliorée, si bien qu'aujourd'hui l'Allemagne et le Canada, à eux seuls, produisent, annuellement, de cette façon, plus de 20.000 tonnes d'acide acétique.

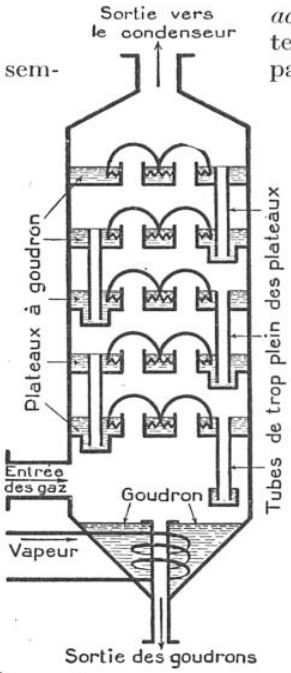


FIG. 10. — DÉGOUDRONNEUR

Les gaz, à la sortie de la cornue, passent d'abord par le dégoudronneur, où ils se débarrassent des goudrons contenus par barbotage dans du goudron liquide. Celui-ci se trouve retenu sur une série de plateaux ; les goudrons s'écoulent de l'un à l'autre vers les plateaux inférieurs et, finalement, sont déshydratés par la chaleur produite par un serpentin de vapeur.

L'*alcool méthylique*, à son tour, semble pouvoir être, aujourd'hui, produit en quantité illimitée par un procédé synthétique des plus intéressants au point de vue économique. En 1921, Calvert, en Angleterre, et Patard, en France, ont breveté, en effet, des procédés permettant de transformer le gaz à l'eau additionné d'hydrogène (mélange $CO+H^2$) en alcool méthylique. Il suffit, pour cela, de faire passer ce mélange d'oxyde de carbone et d'hydrogène sur un catalyseur, tel que l'oxyde de zinc, à 400-450 degrés sous la pression de 150 à 250 atmosphères. Le gaz à l'eau peut être obtenu à très bas prix par l'action de la vapeur

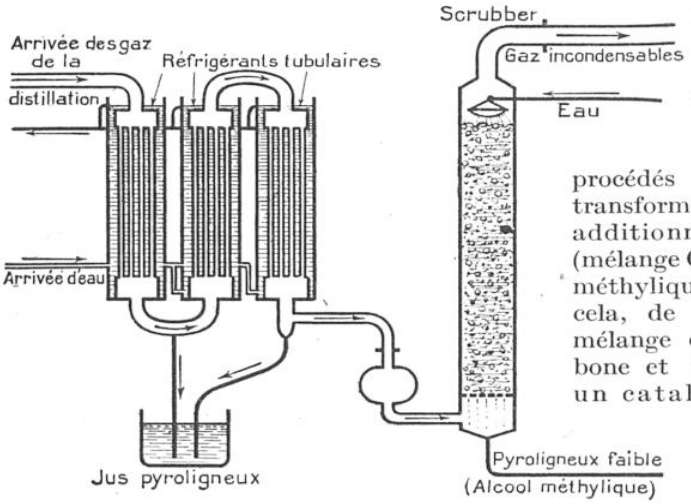


FIG. 11. -- RÉCOLTE DU PYROLIGNEUX ET DE L'ALCOOL MÉTHYLIQUE

Le jus pyroligneux, recueilli par réfrigération, et l'alcool méthylique entraîné sont recueillis, grâce à une pluie d'eau, dans le scrubber, qui fait suite aux condenseurs.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

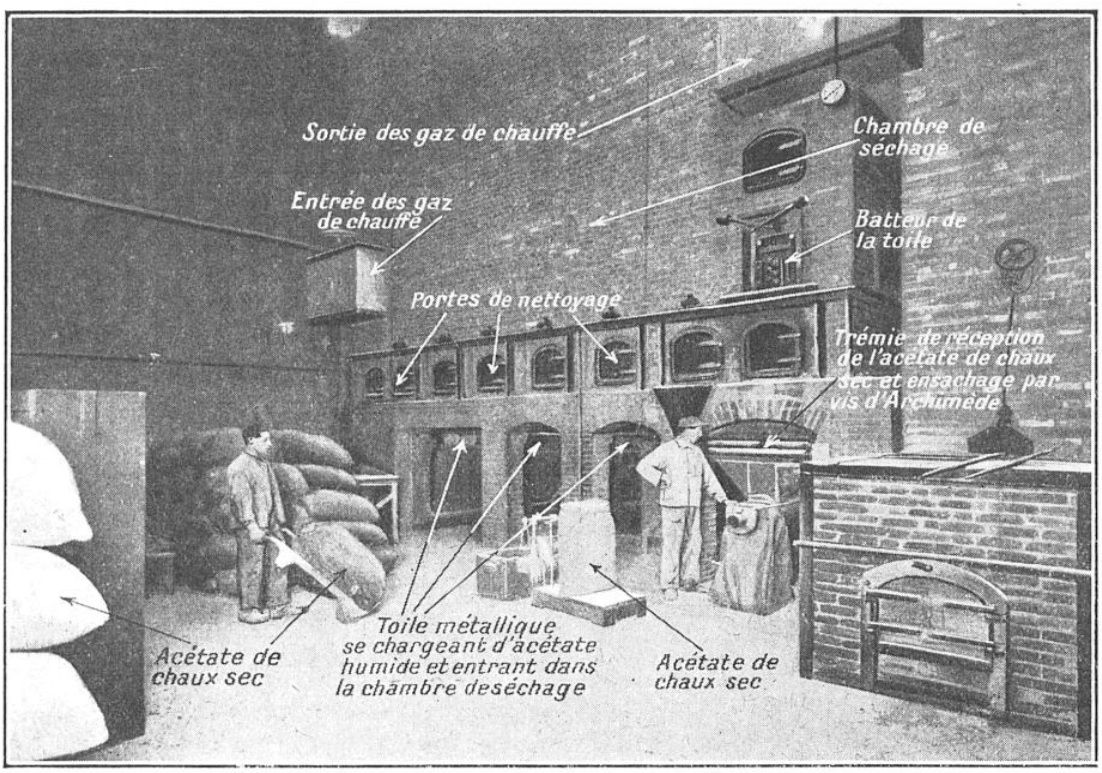


FIG. 12. — BATTERIE DE VINGT-CINQ APPAREILS POUR LA DISTILLATION DU PYROLIGNEUX BRUT
Cette distillation a pour but de débarrasser le pyroligneux des goudrons qu'il contient encore en dissolution.

d'eau sur le coke au rouge, et on peut, à meilleur compte encore, le remplacer par le gaz qui s'échappe au sommet des hauts fourneaux.

Dès la fin de 1922, la Badische Anilin und Soda Fabrik avait, à Merseburg, installé une première usine susceptible de produire 20 tonnes par jour d'alcool méthylique, à un prix de revient, paraît-il, très satisfaisant. On conçoit la grosse inquiétude que ces concurrences dangereuses ont provoquée dans l'industrie de la distillation du bois. Cette industrie, jadis si rudement touchée par la concurrence de la houille, va-t-elle vers de nouvelles catastrophes? Heureusement, aujourd'hui, l'industriel est armé pour la lutte ; il sait prévoir et chercher dans des techniques nouvelles les moyens qui lui permettront de passer le mauvais pas prévu.

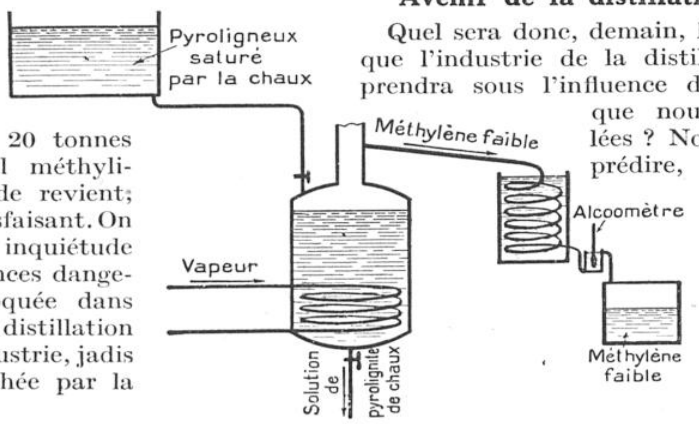


FIG. 13. — SÉPARATION DU PYROLIGNEUX, NEUTRALISÉ PAR DES SELS DE CHAUX, ET DU MÉTHYLÈNE
Cette séparation s'effectue par distillation. Le méthylène volatil se dégage et est recueilli à la base d'un réfrigérant ; on pousse la distillation jusqu'à ce que le titre alcoométrique devienne nul.

Avenir de la distillation des bois

Quel sera donc, demain, le nouvel aspect que l'industrie de la distillation des bois prendra sous l'influence des concurrences que nous avons signalées ? Nous n'oserions le prédire, mais, dès aujourd'hui, des conditions nouvelles influent visiblement sur les tendances de cette industrie. D'après ce qui précède, deux faits semblent actuellement dominer le problème :

1° Accroissement de l'im-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

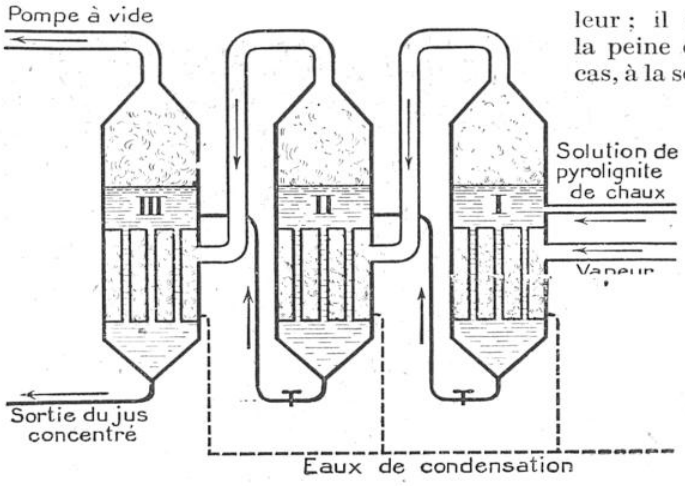


FIG. 14. — SCHÉMA D'UN APPAREIL A TRIPLE EFFET POUR EFFECTUER LA CONCENTRATION DE LA SOLUTION DE PYROLIGNITE DE CHAUX

Le jus à concentrer entre dans la chaudière I, *où il est porté à l'ébullition par de la vapeur introduite dans un système tubulaire. Les vapeurs dégagées viennent chauffer le système tubulaire de la chaudière* II, *dans laquelle passent les jus sortant de* I ; *sous l'effet d'un vide partiel maintenu dans cette chaudière, ce jus est porté à l'ébullition, et sa vapeur va chauffer la chaudière* III, *au-dessus de laquelle on maintient un vide élevé. En gros, un kilogramme de vapeur sortant de* I *vaporise un kilogramme de vapeur dans* II, *qui vaporise lui-même un kilogramme de vapeur dans* III, *d'où la dénomination de l'appareil à triple effet.*

portance industrielle du charbon de bois ;

2° Réduction de celle du pyroligneux.

En conséquence, c'est vers la carbonisation que semblent tendre, actuellement, les gros efforts des industriels.

Le gros avantage de celle-ci est, en effet, de pouvoir être exécutée en forêt et d'éviter ainsi les frais, si fortement onéreux aujourd'hui, de manutention et de transport des déchets forestiers. Le bois sur place, en forêt ou derrière une scierie mobile, vaut très peu de chose. Le transport du charbon ou du goudron obtenus sera trois ou quatre fois moins onéreux que celui du bois vers l'usine.

Lorsqu'on a affaire aux bois non résineux, le goudron, nous l'avons dit, a une très faible valeur ; il ne semble donc pas qu'il vaille la peine de le récolter ; c'est donc, dans ce cas, à la seule carbonisation qu'il faut s'adresser pour obtenir les meilleurs résultats économiques.

Mais le procédé ancien de la meule demande un personnel éduqué et stable, très rare et coûteux aujourd'hui ; les efforts tendent donc, actuellement, à simplifier le travail des charbonniers, en mettant à leur disposition des fours simples et légers, carbonisant par combustion partielle. Les concours qui ont eu lieu, en 1925, à Blois et dans la forêt de Sénart, ont mis en lumière quelques types, tels que le four de *Magnein* (fig. 18) ou celui de *Delhommeau* (fig. 17), qui ne sont que des meules à couvertures métalliques. Ces fours ont l'avantage d'être très peu coûteux.

Dans le cas des bois résineux,

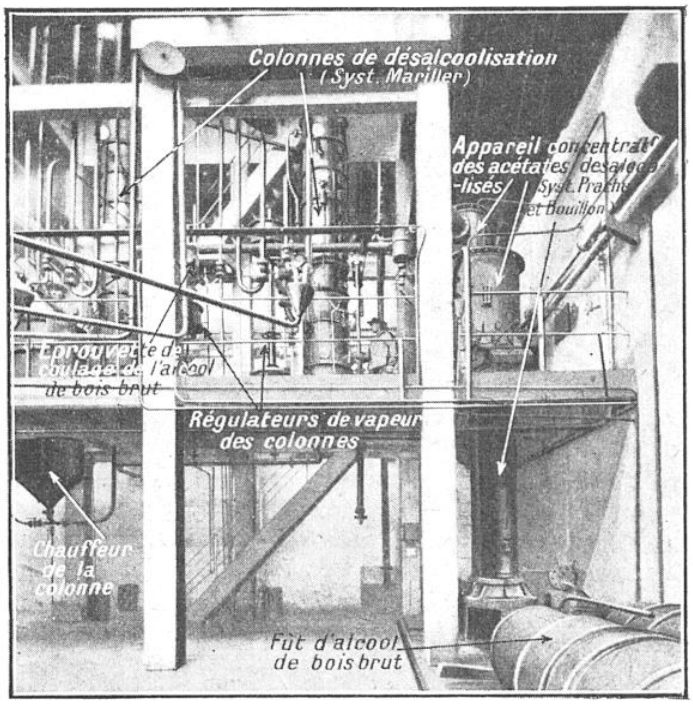


FIG. 15. — DÉSALCOOLISATION DES SOLUTIONS D'ACÉTATE ET CONCENTRATION

Dans ce dispositif perfectionné, la désalcoolisation des solutions d'acétate se fait en continu dans une colonne à plateau, et la concentration des acétates se fait également en continu dans un appareil Prache et Bouillon.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

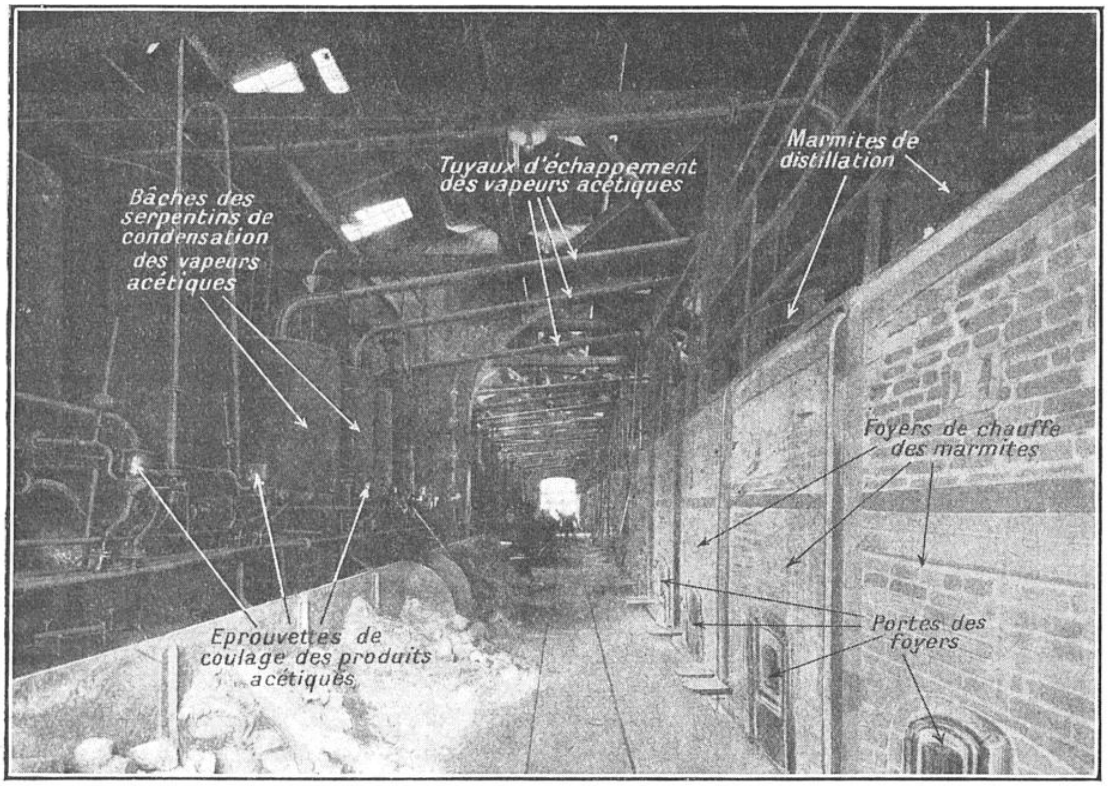


FIG. 16. — INSTALLATION DE SÉCHOIRS D'ACÉTATE DE CHAUX

le problème se présente d'une façon différente. Même avec les bois ordinaires (déchets de scierie), le goudron que l'on en peut tirer par distillation donne un revenu généralement supérieur à celui du charbon lui-même. Ce goudron peut, d'ailleurs, être recueilli par simple condensation à 100 degrés, dans un dégoudronneur, sans avoir besoin, comme on le croit souvent, d'une réfrigération importante.

Pour ces bois, on est donc conduit à chercher la solution de la distillation en forêt dans des appareils clos ; quelques types de tels fours ont déjà paru dans les concours précités. L'appareil de Barbier et Aubé est transportable et utilise deux cornues remplies de bois et disposées dans un four, où elles sont successivement distillées. Lorsqu'une cornue est cuite, elle est enlevée et remplacée immédiatement par des cornues de bois frais.

L'appareil Laurent est un four vertical continu, divisé en compartiments étroits, au sommet desquels on introduit le bois convenablement divisé et à la base desquels on récolte le charbon.

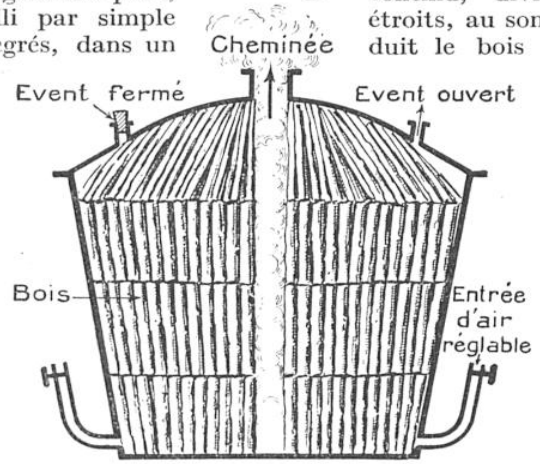


FIG. 17. — FOUR DELHOMMEAU

On peut régler la combustion par l'entrée d'air et par les évents placés à la partie supérieure.

L'appareil Ringelmann est un four cylindrique, dans lequel le bois, divisé en copeaux, est convoyé par un système de grilles mobiles vers des régions de plus en plus chaudes et, finalement, déversé dans un étouffoir. Ces fours ont encore besoin de recevoir la sanction de la pratique ; le point capital, et encore mal étudié, est celui de la condensation des pro-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

duits ; un concours, qui doit avoir lieu prochainement dans la forêt landaise, permettra, sans doute, de préciser les qualités et les défauts de ces appareils. Mais il semble certain que l'accroissement de valeur du charbon de bois, joint à la rareté croissante de la main-d'œuvre charbonnière, ouvre à ces appareils de carbonisation ou de distillation en forêt des horizons très intéressants.

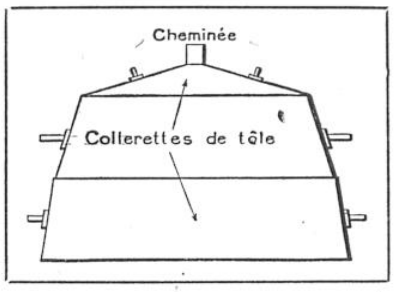


FIG. 18. — FOUR MAGNEIN
La meule de bois est recouverte de collerettes de tôle superposées.

Que deviendra, en revanche, l'industrie de la distillation en usine fixe? Cette dernière cherchera-t-elle, dans le traitement des produits abondants, demi-finis de l'usine mobile, une utilisation rémunératrice de son outillage ou bien, par des améliorations apportées à ses procédés, par des perfectionnements à ses appareils, par une utilisation différente et meilleure de ses produits normaux, trouvera-t-elle le moyen de lutter victorieusement contre la concurrence qui la menace ? On ne saurait, actuellement, le dire avec certitude, mais on doit espérer que ces usines, qui représentent un capital énorme et productif, sauront conserver leur importance industrielle actuelle et que, en outre, aidées par les usines ambulantes forestières, elles sauront tirer de nos forêts et de leurs sous-produits, si souvent gaspillés, une utilisation meilleure.

L'énumération encore bien incomplète des principaux produits que la science moderne sait tirer de nos bois par la distillation, et le bref énoncé de leurs très importantes applications, montrent, en effet, l'intérêt capital représenté par une exploitation méthodique et scientifique de nos forêts, qui sont, en France, si belles, si nombreuses et si variées.

G. DUPONT.

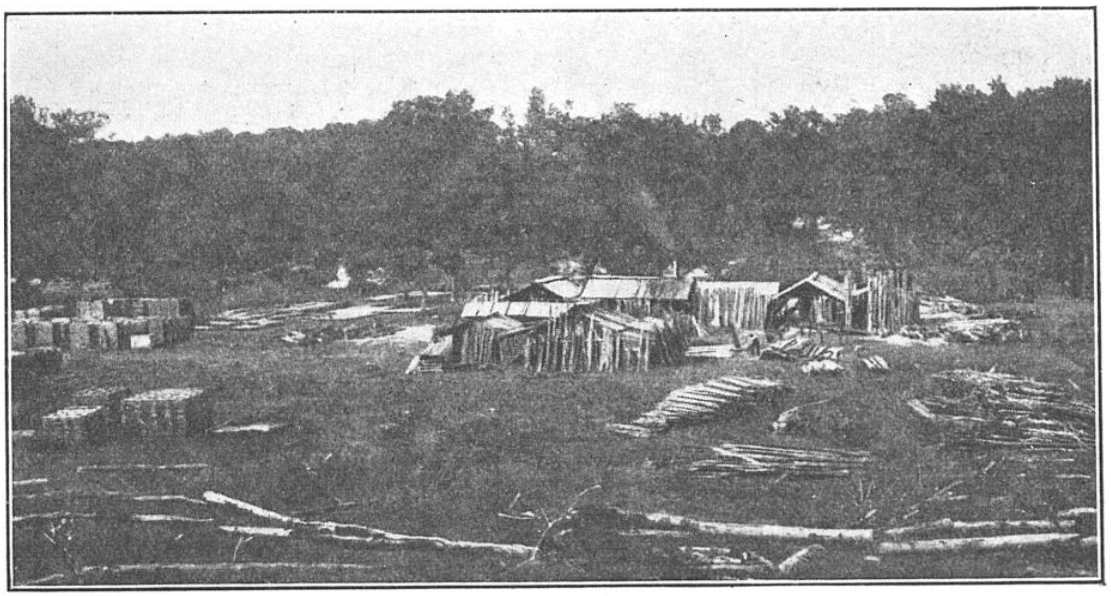


FIG. 19. — UNE SCIERIE MOBILE EN PLEINE FORÊT
Cette photographie montre les déchets de bois laissés par la scierie.

LA SCIENCE ET LA VIE est le seul magazine
DE VULGARISATION SCIENTIFIQUE ET INDUSTRIELLE

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LE « PREMIER » ITALIEN : M. MUSSOLINI
Photographie prise le jour où il reçut à Rome l'envoyé spécial de « La Science et la Vie ».

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

UNE HEURE AVEC M. MUSSOLINI

Par Pierre CHANLAINE

ENVOYÉ SPÉCIAL DE « LA SCIENCE ET LA VIE » A ROME

M. Mussolini m'a fait prévenir, à mon hôtel, qu'il me recevrait à 17 heures. Je hèle un taxi :

— *Piazza Colonna, Palazzo Chighi...*

J'arrive. Après cinq minutes d'attente, un huissier m'introduit dans le cabinet du président. C'est une salle immense, aux murs de laquelle pendent des tapisseries. Dans un coin, derrière une table ornée de trois appareils téléphoniques, un homme se lève en me tendant la main : Son Excellence M. Mussolini.

Il est de taille moyenne, élancée, bien découpée. Dans son masque volontaire, où, malgré le rasoir, un système pileux épais laisse une empreinte sombre, ses yeux prennent un rôle prépondérant. Ils expriment, avec une intensité impressionnante, l'intelligence, l'audace, l'énergie. C'est un homme. Un homme qui pense clair, qui sait décider vite et vouloir. Vouloir !... Cet infinitif, c'est tout son programme. Il réussit là où tous les autres ont échoué, uniquement parce qu'il veut et qu'il sait vaincre tout ce qui se hérisse contre ses projets.

Bien qu'il fournisse quotidiennement un effort écrasant — il est à la fois Président du Conseil, Ministre de la Guerre, de la Marine, de l'Aviation, des Affaires étrangères, chef du parti fasciste, et rien ne se fait dans le royaume d'Italie sans avoir été soumis à son approbation — il a une excellente mine et un cerveau prodigieusement éveillé.

A voir cet homme — à le voir seulement — on a l'impression d'une de ces forces peu communes, qu'on trouve éparpillées, de siècle en siècle, à travers l'Histoire. A l'entendre, cette impression se confirme et s'intensifie.

— Pas d'interview, me dit M. Mussolini, en me serrant la main, dans le français le plus correct et le plus dépourvu d'accent qui soit. Je n'aime pas les interviews. Nous allons parler quelque temps, mais nous nous bornerons à cela.

— Au moins, Votre Excellence me permettra-t-elle de ne pas taire ce qu'elle aura bien voulu me dire sur un sujet qui n'atteint pas la politique et se limite à la Science.

M. Mussolini sourit sans répondre, et, modeste :

— Je n'ai aucune espèce de compétence dans le domaine scientifique. Et ce que je vous dirai n'aura guère d'intérêt.

— Je n'ai pas à formuler d'opinion, mais je crois pouvoir dire que les lecteurs du magazine qui m'envoie près de Votre Excellence, penseront tout différemment.

— Je sais que *La Science et la Vie* a publié des interviews des hommes que je considère comme les plus remarquables et qui, à mon sens, sont de ceux dont s'honore le plus l'humanité. Gustave Le Bon, par exemple. J'ai lu toute l'œuvre de Gustave Le Bon. Je ne sais pas combien de fois j'ai relu sa *Psychologie des foules*. C'est un ouvrage capital auquel je me reporte encore souvent ; Painlevé, qui est un des cerveaux les plus éminents d'aujourd'hui. Mon opinion? Il est difficile de la mettre en parallèle avec celle de ces hommes.

— Votre Excellence pense-t-elle que la Science peut contribuer à améliorer le sort de l'Humanité?

— On ne peut pas répondre à une pareille question sans faire intervenir un facteur : le temps. Pour nous autres qui vivons l'heure présente, pour nos enfants, peut-être même pour leurs enfants encore, la Science est, évidemment, une source de bien-être. Donc de bonheur. C'est elle qui actionne le progrès économique, et c'est le progrès économique qui apporte aux masses la prospérité. La Science? Mais elle permet aux Etats l'indépendance. Que je m'explique? Tenez ! Dans un temps où les nécessités industrielles exigent qu'un pays consomme du charbon, examinez le cas de l'Italie : son sol n'en contient pas. Il faut aller en acheter en Angleterre à des prix que vous connaissez. La Science va nous permettre, avant vingt ans, de nous passer de charbon. Il y a,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dans ce pays, des sources magnifiques de houille blanche. Nous les avons déjà réalisées. Vous avez constaté que le train qui vous a amené de Bardonnèche à Gênes marchait sur ligne électrifiée. Bientôt cette ligne ira jusqu'à Spezzia ; puis on électrifiera d'autres lignes et, d'ici dix ans, je pense qu'aucune locomotive ne marchera plus au charbon. Mieux ! La houille blanche ne nous fournit pas plus de 7 % d'énergie pour la traction ferroviaire ; le reste, nous l'employons déjà dans nos usines. Sans la Science, y serions-nous parvenus ?

« Un autre exemple? Rome, vous le savez, était, autrefois, desservie par le port ancien d'Osti, qui est maintenant à 4 kilomètres à l'intérieur des terres. Osti va être ressuscité. Au sud de l'embouchure actuelle du Tibre, nous allons voir le pont d'Osti Nuova, faisant pénétrer dans la mer un môle, qui permettra aux transatlantiques venant de l'Amérique du Sud notamment d'y aborder pendant deux cent soixante-dix jours par an. Quand la mer sera par trop mauvaise — ce qui est rare — ces transatlantiques se dirigeront vers Civitta-Vecchia ou Spezzia, mais, la plupart du temps, ils débarqueront leurs passagers à 20 kilomètres d'ici. Rome sera ainsi appelée à un immense développement. Qui nous a permis cet effort? La Science. Vous voyez que je lui rends justice. Davantage encore... Nous allons construire une Rome moderne, en développant vers la mer cette ville qui compte déjà près d'un million d'habitants. Elle pourra, dans peu de temps, en abriter quatre millions. Les nouvelles maisons seront modernes, mais avec leur cachet local. Le confort y sera poussé à l'extrême, et j'espère que la cuisine et le chauffage n'y seront plus qu'électriques...

— Donc, Excellence, vous pensez...

— Attendez !... Je reprends le facteur temps auquel je faisais allusion tout à l'heure. Si, au lieu de considérer les bienfaits que peut apporter la Science à l'Humanité dans une période de dix, vingt ou cinquante ans, j'essaie de me demander ceux qu'elle entraînera dans cinq ou six cents ans, je cesse d'avoir une opinion. Je me tais. Je remarque que, dans l'Histoire, les peuples dont la civilisation a été la plus intensive, la plus scientifique, si vous voulez, ont vite glissé sur la pente de la décadence. Témoin les Arabes. Et aussi, si vous voulez, les Romains.

« Visitez, pendant que vous êtes de passage à Rome, les thermes de Caracalla, qui datent de deux siècles environ après Jésus-Christ. Ils ont été construits en trois ans. Et c'est un des édifices les plus formidables de l'antiquité latine. Ils contiennent des chambres de sudation dans lesquelles la température nécessaire était obtenue par des courants d'air chaud, dont vous pouvez voir encore les conduites. Avant nous, les Romains avaient inventé le chauffage central. Voyez les immenses aqueducs parallèles à la voie Appienne et, plus près de nous, le Coliseum. Ce sont des édifices formidables qui n'ont pu être réalisés que par un peuple dont les ingénieurs et les architectes étaient de premier ordre. Et, pourtant, la dégringolade n'a pas tardé. Le progrès scientifique ne précipite-t-il pas l'humanité vers la ruine, en développant l'individualisme ? Je n'en sais rien. Je vous donne rendez-vous dans cinq cents ans pour en reparler.

« Mais peu importe !... Nous n'avons pas le droit de nous abstraire dans la philosophie. Nous devons être de ce temps. Agir. Telle est la devise de l'homme de tous les pays, dans les temps actuels. Et la Science nous apporte des moyens d'action prodigieux.

— Votre Excellence pense-t-elle que le développement de l'enseignement scientifique peut entraîner une amélioration morale de l'Humanité?

— Je ne le crois pas... L'homme ne peut s'incliner qu'en rentrant en soi, en méditant. La Science lui donne des moyens d'action. Pas de méditation. Je ne vois, moi, que la religion qui puisse l'élever, l'améliorer. L'une et l'autre, d'ailleurs, ne sont pas incompatibles. Elles s'étayent, elles se complètent. Tenez ! Gustave Le Bon a admirablement défini l'esprit scientifique : « Il consiste, a-t-il dit, à rechercher les causes des phénomènes. » Rien n'est plus exact ni mieux précisé. Eh bien! je pense que l'Église ne peut voir d'inconvénient à la recherche de la vérité, qu'elle poursuit, elle aussi, dans une voie différente.

« Mais, comme l'a dit, encore, votre illustre Gustave Le Bon, c'est la foi qui forme l'âme des hommes. La Science ne fera qu'aiguiser leur intelligence et leur fournir des moyens d'action.

« Voilà ce que, sans avoir réfléchi à rien, je puis vous dire... Pas d'interview. Arrangez ces pensées comme vous le jugerez bon, mais, si vous voulez des réponses à des questions précises, revenez me voir plus tard, lors d'un nouveau passage à Rome, et adressez-moi un questionnaire. Je réfléchirai et je répondrai. »

En sortant, je consulte ma montre : je suis resté avec lui une heure et quart...

P. CHANLAINE.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

QU'EST-CE QUE L'INERTIE ?
QU'EST-CE QUE LA GRAVITATION ?

Deux phénomènes dissemblables qui n'en font qu'un.

Par Marcel BOLL

PROFESSEUR AGRÉGÉ DE L'UNIVERSITÉ DOCTEUR ÈS SCIENCES
INGÉNIEUR DE L'ÉCOLE DE PHYSIQUE ET CHIMIE DE PARIS

Masse, inertie, pesanteur, gravitation, sont, pour nos lecteurs, des mots familiers que l'on associe fréquemment aux conversations courantes. Bien peu seraient capables de les définir et même d'expliquer, par des faits, les idées qu'ils représentent. Pourquoi donc notre collaborateur éprouve-t-il le besoin de nous rafraîchir la mémoire? C'est que les connaissances péniblement acquises ne laissent souvent dans l'esprit qu'une empreinte très superficielle. Il faut creuser de nouveau le sillon en rappelant les souvenirs, en ajoutant d'autres images à celles qui nous sont restées. Peut-être même n'a-t-il voulu que nous donner une meilleure opinion de nous-mêmes? Ne nous abusons pas ! Car voici associées ces idées d'inertie et de pesanteur, de masse et de gravitation, voici que nous passons insensiblement de Newton à Einstein, celui dont le nom fait frémir les humbles. Entraîné par son sujet, le savant, qui n'abdique jamais, nous oblige à aborder avec lui ce domaine que beaucoup considèrent encore comme celui de l'infini et qui prend, pour lui et pour ceux qui le suivent, l'aspect d'un monde, immense sans aucun doute, mais limité, mesuré, pesé. Il nous a dit combien pèse la Terre, quelles sont les dimensions de l'univers !

La vie de tous les jours et les théories scientifiques

Il arrive fréquemment qu'on se fasse sur la science et sur la recherche scientifique les idées les plus étranges, les plus contraires à la réalité. Qui d'entre nous n'a jamais entendu dire que les savants sont des originaux, réfugiés dans une espèce de tour d'ivoire, occupés à manipuler des ustensiles baroques ou à salir des feuilles de papier par des hiéroglyphes incompréhensibles? Et je me remémore ces quelques lignes charmantes de Jean Macé, le grand éducateur français, mort il y a une trentaine d'années :

« Ils sont là, voyez-vous, un petit nombre d'hommes qui n'ont l'air de rien du tout. Ils parlent un langage à faire sauver les enfants. Ils pèsent des petites poudres noires dans des balances de pharmacien, trempent des plaques de cuivre dans une eau

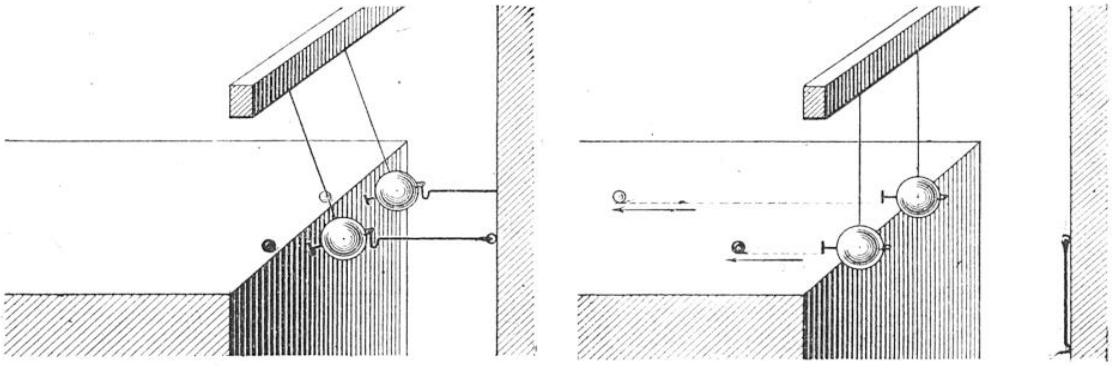


FIG. 1 ET 2. — QU'EST-CE QUE L'INERTIE ?

FIG. 1. - *Dispositif d'une expérience destinée à comparer les inerties d'une bille de verre et d'une bille d'acier de même volume. Les deux grosses sphères sont identiques et tomberont de la même hauteur.*

FIG. 2. — *Les deux grosses sphères de la figure précédente viennent de tomber simultanément : la bille de verre prend une vitesse trois fois plus grande que la bille d'acier.*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qui pique et regardent passer, dans des tubes de verre recourbés, des boules d'air, qui sont quelquefois aussi dangereuses que des boulets de canon. Ils grattent des os qui ne servent à rien, coupent en quatre des fétus gros comme une tête d'épingle. Ils tiennent leurs yeux braqués pendant des heures entières sur des lunettes à trente-six verres, et, quand on va voir au bout, on ne trouve rien. A les regarder travailler dans ce qu'ils nomment leurs laboratoires, on dirait qu'ils sont fous... Et, quand tout cela est fini, il se trouve, un beau matin, qu'ils ont changé la face de la Terre, fait des révolutions auxquelles empereurs et rois tirent le chapeau, enrichi les peuples par centaines de millions à la fois et révélé à l'humanité les lois qu'elle ignorait. »

Nos lecteurs sont, en général, trop instruits pour avoir de ces étonnements ; mais les meilleurs esprits s'imaginent parfois qu'il y a, entre la réflexion scientifique et les modes de penser habituels, une opposition bien plus marquée que ce n'est effectivement le cas. Il n'y a qu'une différence de degré — non de nature — entre l'expérimentation scientifique et un coup d'œil rapide jeté sur le cadran d'une horloge ; la science prend pour base les faits mêmes dont nous sommes témoins dans la vie quotidienne ; elle les étudie seulement avec plus d'attention, plus de soin, plus de scrupules ; elle les décrit avec une précision dont seraient incapables toutes les langues de la terre, même les plus claires — comme celle que nous avons le bonheur de parler — et, pour cela, elle a recours à un langage qui est devenu depuis longtemps international, et qui n'est autre que le langage mathématique ; les faits une fois décrits, elle tâche de les *expliquer*, c'est-à-dire, somme toute, de les ramener à un petit nombre de faits simples, facilement compréhensibles, mais qui ne sont pas nécessairement ceux qui se présentent le plus souvent dans la pratique courante. « Ramener un fait à un autre », on se convainc de plus en plus que le mot *expliquer* ne peut guère avoir d'autre signification.

C'est toujours une date mémorable dans l'histoire des sciences, lorsqu'une *explication* — dans le sens rigoureux donné à ce terme — est découverte et définitivement acceptée. Date mémorable, non seulement par l'enthousiasme intellectuel que cette explication procure, mais aussi par la multitude d'applications pratiques, les plus inattendues, qui ne manquent pas d'affluer. J'aieu récemment (1) l'occasion de rappeler comment le physicien anglais Maxwell, qui ramena le fait « lumière » au fait plus simple «champélectromagnétique », est le véritable précurseur de la radiotélégraphie et de la radiophonie ; comment le savant autrichien Boltzmann, en rattachant le principe de Carnot à la théorie des probabilités, nous fit connaître une loi générale d'évolution, d'une portée incalculable pour notre compréhension des phénomènes dont sont le siège la matière et la vie.

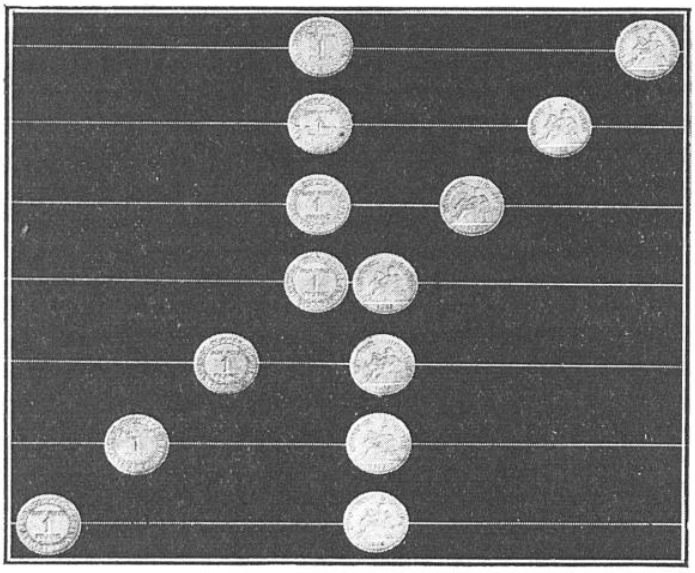


FIG. 3. — EXPÉRIENCE DE CHOC EXÉCUTÉE AVEC DEUX PIÈCES DE UN FRANC

Les deux pièces étant placées sur une table bien polie et bien horizontale, on lance la pièce de droite contre celle de gauche, primitivement immobile. La figure donne les positions successives des deux pièces, comme si chaque ligne faisait partie d'un film cinématographique.

Qu'y a-t-il de commun entre le fait de *se cogner le front contre une poutre* et celui de *soulever une valise?* Ce n'est pas là une plaisanterie, comme celle qui consiste à demander l'âge du capitaine du *Paris*, en

(1) *La Science et la Vie*, février 1926, pages 115-125 et mars 1926, p. 208.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

indiquant que la longueur totale de ce transatlantique est 234 mètres 15. Et, cependant, il est tout à fait certain, depuis quelques années, que ces deux phénomènes si disparates que sont l'inertie et la gravitation sont, *au fond*, identiques ; nous allons le voir en nous appuyant sur les observations les plus banales ; chemin faisant, nous préciserons quelques notions, généralement confuses, — par la faute de ceux qui les exposent —, mais très utiles à bien comprendre, car elles interviennent dans une foule de circonstances ; nous verrons aussi comment il a été possible de peser la Terre, de peser approximativement l'univers tout entier et de se faire une idée sur ses dimensions.

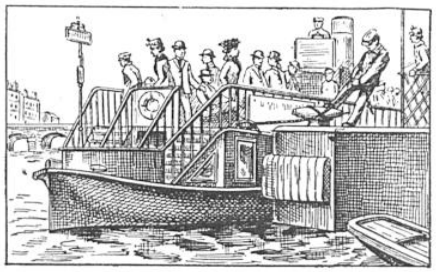


FIG. 4. — L'ARRÊT D'UN BATEAU-MOUCHE

Il faut une force pour diminuer la vitesse d'un bateau et, à plus forte raison, pour l'arrêter complètement.

Qu'est-ce que l'inertie ?

Nous venons de voir que la science s'appuie sur les faits de la vie habituelle ; mais tous ces faits ne sont pas également avantageux. Ainsi, il serait maladroit de recourir au cas d'un cycliste gravissant une côte, car les facteurs qui interviennent sont beaucoup trop nombreux et beaucoup trop complexes : indépendamment du cycliste lui-même, de ses échanges de matière et d'énergie avec le milieu ambiant, la bicyclette est une application des lois de l'inertie et de la gravitation, de la résistance de l'air et du frottement, de la rigidité des solides et de l'élasticité des gaz, etc. Il serait fort délicat d'isoler les phénomènes élémentaires, dont le fait global est la résultante.

Une expérience schématique sera autrement instructive. Supposons que nous disposions d'une table horizontale unie (fig. 1) et de deux billes d'égale grosseur, l'une en acier, l'autre en verre. Comment est-il possible de les mettre en mouvement par des actions extérieures égales? On pourrait les lancer, comme le font les enfants, au moyen de deux chiquenaudes successives ; mais, pour plus de précision, nous pourrons nous servir de deux boules de fonte identiques, du genre de celles qu'on dispose aux extrémités d'un haltère. Ces deux boules sont suspendues par deux ficelles égales, déviées de la même quantité et maintenues par deux crochets. Avec ce matériel rudimentaire, nous instituons une véritable *expérience* scientifique : nous nous arrangeons pour opérer dans des circonstances parfaitement comparables, en ne modifiant qu'un seul facteur, la nature des billes qui vont être mises en mouvement.

D'un coup brusque de l'avant-bras, — ou, mieux, par la chute bien horizontale d'une poutrelle de bois, — les deux boules sont libérées au même moment et heurtent simultanément les deux billes qui partent en même temps. Peu après, l'apparence est celle de la figure 2 ; comme on pouvait s'y attendre, la bille de verre prend une vitesse très supérieure à la bille d'acier, mettons trois fois plus grande ; ou, si l'on préfère, la bille d'acier aura besoin de trois fois plus de temps pour atteindre le bord opposé de la table.

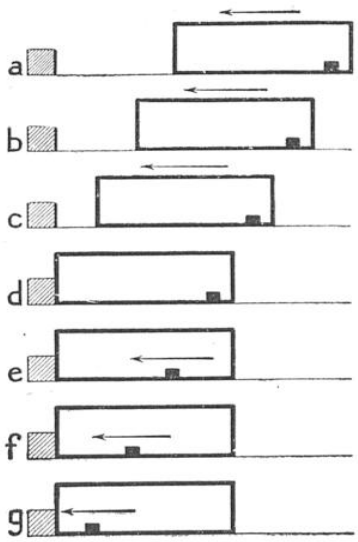


FIG. 5. - LES EFFETS DE L'INERTIE DANS LA TRANSLATION

Une caisse, sur le plancher de laquelle est posée une pièce de monnaie, se meut uniformément (a, b, c) ; *en* d, *elle s'arrête brusquement ; la pièce continue le mouvement interrompu* (e, f, g).

On définit ainsi une propriété primordiale de la matière, sa *masse :* lorsque deux corps sont soumis au même choc, à la même impulsion, celui qui prend la plus grande vitesse possède la masse la plus petite ; à une vitesse triple correspond une masse trois fois moindre. La masse unité est celle d'un bloc de platine, conservé au pavillon de Breteuil, dans le parc de Saint-Cloud, et s'appelle le kilogramme international ; sa masse est extrêmement voisine de celle d'un litre d'eau distillée. La masse, grandeur physique mesurable, précise ce dont on a spontanément

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

une idée un peu confuse sous le vocable d'*inertie*. C'est à l'Allemand Képler et à l'Anglais Newton, qui vivaient au XVIIe siècle, qu'est due la notion de masse telle que nous la concevons aujourd'hui.

L'expérience qui vient d'être décrite (fig. 1 et 2) peut être refaite beaucoup plus simplement en lançant, de deux chiquenaudes successives, une pièce de 50 centimes, puis une pièce de 2 francs, lesquelles pièces jouent respectivement les rôles de la bille de verre et de la bille d'acier. Il est aussi très suggestif, comme le représente la figure 3, de placer une pièce de 1 franc sur une table (pièce vue par sa face *pile*) et de lancer contre elle une seconde pièce de 1 franc (vue, celle-ci, par sa face *face*) : par le choc, la pièce en mouvement s'arrête brusquement et la pièce, primitivement au repos, part avec la même vitesse.

On conçoit facilement que, lorsqu'un corps est au repos, il y restera indéfiniment si aucune action — extérieure ou intérieure — n'agit sur lui ; mais, ce qui paraît tout d'abord moins évident, c'est qu'un corps abandonné à lui-même avec une certaine vitesse conservera indéfiniment cette vitesse (fig. 4). Pour comprendre l'exactitude de ce principe — qui porte justement le nom de *principe de l'inertie* —, il suffit d'avoir retourné une bicyclette et d'avoir « lancé » violemment la roue d'avant : on ne manquera pas d'être étonné du temps que durera le mouvement. La surprise est analogue si on lance un bloc de glace sur un lac gelé. Certes, le mouvement ne dure pas indéfiniment, mais cela provient de ce que, ni la roue de bicyclette, ni le bloc de glace ne sont *tout à fait* abandonnés à eux-mêmes ; dans les deux cas, il subsiste un certain frottement. Le mouvement perpétuel est pratiquement irréalisable à la surface de la Terre ; d'ailleurs, ces contingences n'existent plus ni pour les molécules de la matière ni pour les planètes : les corps célestes se déplacent dans le vide sans frottement, et le fourmillement des molécules se poursuit sans répit.

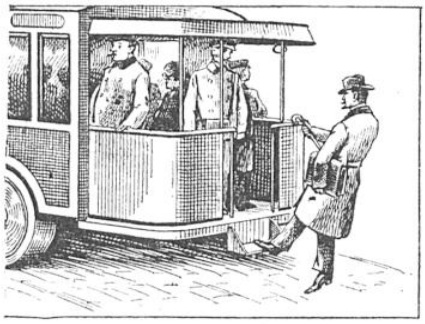


FIG. 6. — L'INERTIE DANS LA VIE PRATIQUE

Il faut se projeter en arrière lorsqu'on veut descendre d'un autobus qui n'est pas encore complètement arrêté.

L'inertie dans la vie pratique

De tous les phénomènes du monde matériel, le mouvement est, sans aucun doute, celui qui nous est le plus familier : la contraction des muscles, le déplacement des meubles, les moyens de transport sont des faits dont nous sommes les témoins ou les acteurs plusieurs milliers de fois par jour, et, chaque fois, le principe de l'inertie s'applique.

La figure 5 schématise le plus simplement possible l'intervention de ce principe dans le cas d'une translation : une caisse creuse se déplace, à vitesse constante, de la droite vers la gauche ; sur le plancher de la caisse est posée une pièce de monnaie qui est en repos par rapport à la caisse, tant que celle-ci ne change pas de vitesse (fig. 5, *a*, *b* et *c*). En *d*, la caisse heurte un butoir et s'arrête brusquement ; on observe alors que la pièce prend soudain une vitesse précisément égale à celle que possédait la caisse et qu'elle poursuit, pour son propre compte, le mouvement commencé (fig. 5, *e*, *f* et *g*). Si nous rapportons nos observations à la caisse, nous dirons qu'à l'époque *d*, la pièce a été soumise, pendant un instant très court, à une force qu'on appelle *force d'inertie*.

Au contraire, en supposant que la caisse soit en verre parfaitement transparent, des observateurs extérieurs à la caisse ne remarqueraient rien de particulier (à l'époque *d*) dans le mouvement de translation de la pièce de monnaie ; on constate, sur le dessin (fig. 5), que les diverses positions successives de la pièce sont sur une même ligne droite. En d'autres termes, les forces auxquelles sont soumis les corps sont *relatives* aux repères (ici, la caisse ou la table) qu'on choisit ; c'est Einstein qui nous a fait le mieux comprendre l'intérêt de ces considérations tout à fait élémentaires.

La figure 5 schématiserait aussi bien un wagon de métro, dans lequel aurait pris place un voyageur debout. Tant que la vitesse est constante, le voyageur n'a aucune peine à se maintenir en équilibre ; bien plus, sans le bruit des trépidations, sans les lampes à incandescence qui jalonnent la voûte du tunnel, il ne pourrait pas savoir si la rame de métro est ou non en mouvement. C'est pour la même raison que, quand deux trains sont arrêtés dans une gare, on ne sait pas si c'est le train où on a pris place qui part dans

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

un sens ou si c'est le train voisin qui part en sens inverse (nouvel exemple de *relativité*) ; que, quand on est étendu, la nuit, sur une banquette d'un wagon, on est incapable de percevoir dans quel sens le train se déplace ; et, enfin, que le mouvement de la Terre, malgré sa vitesse fantastique de 30 kilomètres par seconde (par rapport au Soleil), n'a pas d'influence sensible sur nous.

Poussons plus loin l'assimilation de notre caisse (fig. 5) et du wagon du métro. Le cas *d* est celui où le wattman a freiné trop précipitamment : le voyageur conserve la vitesse qu'il avait par rapport à la voie, et, comme ses pieds ne peuvent glisser sur le parquet, le haut de son corps est projeté dans le sens de la marche. On montrerait, de manière analogue, qu'un démarrage trop brutal (démarrage « en deuxième ») le renverserait dans le sens inverse de la marche. J'engage vivement le lecteur à dessiner la figure schématique (caisse et pièce de monnaie) relative au démarrage.

Le cas est exactement le même quand on saute d'un autobus qui n'est pas complètement arrêté (« Défense de descendre avant l'arrêt ») : le voyageur se trouve projeté vers l'avant et, pour éviter une chute sur la figure, il est obligé de se lancer son corps en arrière, d'autant plus violemment que la vitesse de l'autobus était plus grande (fig. 6).

S'il s'agit d'un tramway, pour lequel la descente s'effectue latéralement, on doit toujours se tourner vers l'avant, le pied gauche sur la dernière marche, et poser le pied droit le premier sur le sol ; si le véhicule n'était pas tout à fait arrêté, il serait nécessaire de courir, après la descente, pour ne pas passer trop brusquement d'une certaine vitesse à une vitesse nulle et pour rétablir ainsi son équilibre compromis ; les prescriptions récemment affichées dans les tramways parisiens ont été inspirées par une saine compréhension du principe de l'inertie.

La cuisinière qui se sert d'un panier à salade, l'ouvrier qui emmanche un marteau ou un tournevis, le chien qui se secoue en sortant de l'eau, appliquent inconsciemment, les uns et les autres, le même principe.

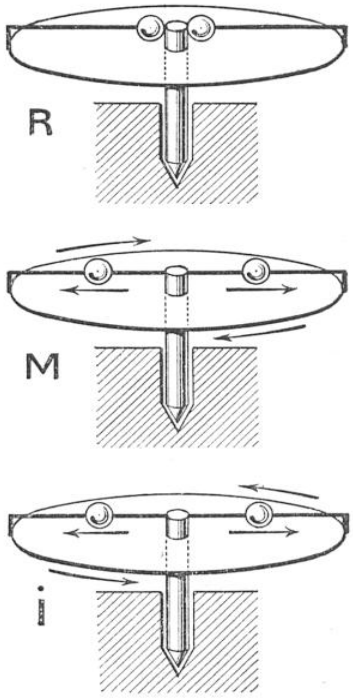


FIG. 7. — LES EFFETS DE L'INERTIE DANS LA ROTATION

Deux boules sont enfilées, à frottement doux, dans une tige horizontale, solidaire d'un plateau. Lorsqu'on fait tourner le plateau dans le sens des aiguilles d'une montre (M) *ou en sens inverse* (I), *les deux boules se précipitent vers la périphérie, sollicitées par la force centrifuge.*

La force centrifuge

Pour en finir avec le rôle de l'inertie dans la vie de chaque jour, il est utile de compléter ces indications relatives au mouvement de translation par quelques autres concernant le mouvement de rotation.

La théorie montre alors, et l'expérience vérifie, que la force d'inertie — dans le cas où la rotation est uniforme — est dirigée suivant la ligne droite qui va de l'axe au point considéré : c'est ce qu'on appelle la *force centrifuge*. Considérons un plateau horizontal (fig. 7) pouvant tourner autour d'un axe vertical ; ce plateau porte une tige horizontale en fer, sur laquelle sont enfilées, à frottement doux, deux boules de bois. Tant que le plateau est au repos (fig. 7, *R*), les boules restent, elles aussi, immobiles. Mais, si nous faisons tourner le plateau, soit dans le sens des aiguilles d'une montre (fig. 7, *M*), soit en sens inverse (fig. 7, *I*) — peu importe — nous constaterons que les deux boules se mettent en mouvement du centre vers la périphérie et qu'elles vont se fixer le plus loin possible du centre ; elles ont été sollicitées par la force centrifuge, qui n'est nullement une force « fictive », comme on l'affirme parfois à tort, mais qui est *tout aussi réelle* que n'importe quelle autre force (forces gravifiques, électriques, magnétiques, élastiques, etc.).

La force centrifuge intervient dans de nombreux appareils industriels : pompes centrifuges, ventilateurs, essoreuses, écrémeuses, centrifugeuses, régulateur de Watt (fig. 8),... c'est cette force qui tend la ficelle de la fronde, qui permet de faire tourner (avec un peu d'entraînement) un seau rempli d'eau sans en renverser une seule goutte, ou encore de faire boucler la boucle *(looping the loop)* à une bicyclette ou à une automobile : la force

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

centrifuge impose la dénivellation des rails de chemin de fer dans les courbes, la forme qu'on est conduit à donner aux pistes des vélodromes et autodromes, l'inclinaison que prennent, spontanément, dans les virages, coureurs, cavaliers et cyclistes, la projection vers la convexité de la trajectoire des voyageurs de métro, d'autobus. La surface de l'eau en rotation dans une carafe est creusée en son centre ; et, dans les volants, dans les meules, dans les induits de dynamos et de moteurs, il faut prévoir des matériaux suffisamment résistants pour ne pas être disloqués ou brisés, en ne perdant pas de vue que, quand le nombre de tours par minute est doublé, la force centrifuge devient quatre fois plus grande, toutes choses égales d'ailleurs.

Les exemples qui précèdent suffisent à montrer l'importance primordiale de l'inertie dans la vie pratique ; nous verrons bientôt que son intérêt théorique n'est pas moindre, mais il nous faut d'abord rappeler en quoi consiste la gravitation, dont la pesanteur n'est qu'un cas particulier.

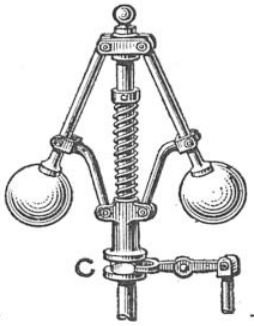


FIG. 8. — RÉGULATEUR A FORCE CENTRIFUGE

Lorsque la vitesse de la machine s'accélère, les boules s'écartent de l'axe de rotation : elles entraînent le collier C, dont le déplacement est utilisé pour diminuer l'admission de la vapeur. Inversement, quand la vitesse diminue, les boules retombent, et l'accès de la vapeur est accru.

Pesanteur et gravitation

De même que la chiquenaude est, de tous nos gestes familiers, celui qui nous donne le plus intuitivement une première idée de l'inertie, — une même chiquenaude envoyant beaucoup plus loin une pièce de 50 centimes qu'une pièce de 2 francs — de même on compare la pesanteur en plaçant les objets dans le creux de la main et en les *soupesant ;* on remarque alors que la pièce de 50 centimes est plus légère que la pièce de 2 francs. A quoi bon, me direz-vous peut-être, reproduire de telles banalités? Je n'aurais guère de peine à montrer, pour ma défense, que cette critique sans aménité prouve que son auteur n'a pas suffisamment réfléchi à la question. Savoir s'étonner, tout est là, et on doit déplorer que jusqu'à Ernst Mach, l'illustre savant autrichien, et à Albert Einstein, le non moins illustre savant allemand, personne n'avait su s'étonner à ce propos : de cet étonnement fécond est née une théorie admirable, pressentie, tout d'abord, par Machet, précisée ensuite par Einstein, la théorie de la ***relativité généralisée***, dont nous dirons tout à l'heure quelques mots.

Évidemment, chiquenaudes et soupesées ne donnent qu'une idée très vague et uniquement qualitative. Nous avons vu comment (fig. 2) on pouvait, sur deux billes, l'une de verre, l'autre d'acier, instituer une expérience de *choc* qui fût une « chiquenaude quantitative » ; tâchons de réaliser parallélement, sur ces deux billes, une expérience qui soit une « soupesée quantitative » et, pour cela, adressons-nous à un phénomène de *déformation*. Procurons-nous un fil de caoutchouc très fin et coupons trois morceaux de même longueur (3 centimètres, par exemple). Au moyen d'un petit grain de cire molle, fixons nos deux billes aux extrémités de deux des fils et suspendons les trois fils, comme le représente la figure 9. Sous l'action des deux billes, les fils de caoutchouc (qui fonctionnent comme des « dynamomètres » sensibles) s'allongent, et les longueurs deviennent 3,5 cm. pour la bille de verre et 4,5 cm. pour la bille d'acier. Autrement dit, l'allongement est trois fois plus grand pour l'acier que pour le verre ; la bille d'acier est trois fois plus lourde, trois fois plus *pesante* qu'une bille de verre de même dimension.

Le résultat auquel nous venons de parvenir est tout à fait général : il se trouve confirmé par des mesures d'une extrême précision, dues au savant hongrois Roland Eötvös, auxquelles nous aurons l'occasion de faire allusion d'ici peu. Nous dirons donc que ce sont les mêmes corps qui sont à la fois les plus *pesants* (fig. 9) et les plus *inertes* (fig. 2). Voici deux propriétés de la matière qui varient dans le même sens, deux propriétés on ne peut plus dissemblables. Enregistrons pour le moment ce parallélisme sans commentaire ; l'explication en sera donnée prochainement.

Dans la vie courante, la pesanteur intervient presque aussi fréquemment que l'inertie : c'est grâce à la pesanteur que nos pieds prennent leurs points d'appui sur le sol, que les corps tombent, que fonctionnent les pendules de nos horloges. Une étude expérimentale, déjà très complète, de ces phénomènes fut faite au XVIIe siècle par le savant italien Galilée, au moyen du plan incliné ;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mais ce fut Newton qui rattacha la pesanteur terrestre à une catégorie beaucoup plus générale de faits, en énonçant sa loi célèbre de la *gravitation universelle* (1666).

La légende raconte que Newton fut frappé de l'analogie qui existe entre la chute d'une pomme et le mouvement de la Lune autour de la Terre : la rotation de ce satellite est, en effet, comparable à la rotation d'une pierre fixée à l'extrémité d'une fronde. Si la pierre ne s'échappe pas « suivant la tangente », c'est qu'elle est retenue par une force élastique provenant de la ficelle ; de même, la Lune se trouve soumise, de la part de la Terre, à une force, dite force gravifique, qui l'empêche de s'éloigner et qui est justement la force qui occasionne la chute d'une pomme. Il affirma donc que tous les corps s'attirent proportionnellement à leurs masses et en raison inverse du carré de leur distance mutuelle. La révolution des planètes et le mouvement des projectiles terrestres se trouvaient ainsi ramenés à un même phénomène, ce qui constituait une importante simplification dans notre conception de l'univers.

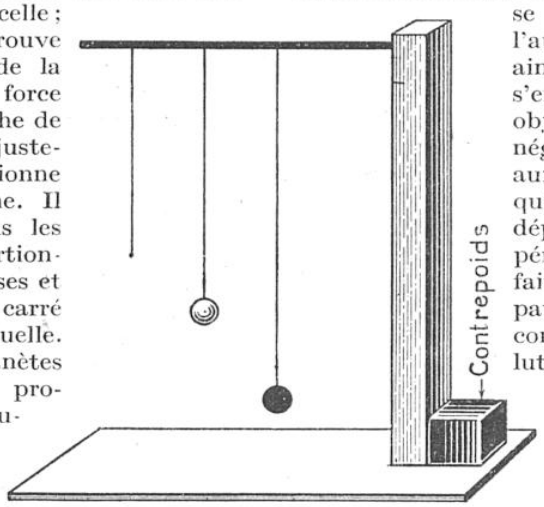


FIG. 9. — QU'EST-CE QUE LA GRAVITATION ?
On coupe un fil de caoutchouc en trois parties égales : la première est suspendue librement ; aux deuxième et troisième sont suspendues deux billes égales, l'une de verre, l'autre d'acier : on constate que l'allongement est trois fois plus grand pour l'acier que pour le verre.

Combien pèse la Terre ?

Newton parvint, en outre, à démontrer mathématiquement, à partir de la loi de la gravitation, — et les expériences ultérieures vérifièrent rigoureusement — que, si les objets en présence sont deux sphères, ce qu'il faut prendre comme distance mutuelle, c'est non pas la distance des deux surfaces les plus voisines, mais une longueur « moyenne », qui se trouve être précisément la distance des deux centres : chacune des sphères agit comme si sa masse totale était condensée en son centre, et ceci, quel que soit le volume de cette sphère.

Je n'ai pas à m'occuper ici des travaux qui permirent de déterminer avec une grande précision les dimensions de notre globe ; ce qu'il suffit de rappeler, c'est ce résultat que chacun apprend à l'école primaire, à savoir que « le mètre est la dix-millionième partie du quart du méridien terrestre » ; le rayon de notre planète est alors compris entre 5.500 et 6.000 kilomètres ; on l'a, d'ailleurs, déterminé avec une approximation bien plus considérable. Pour connaître la masse de la Terre, il est indispensable d'avoir étudié quantitativement la gravitation sur des corps de masses connues, c'est-à-dire d'avoir mesuré, une fois pour toutes, l'attraction mutuelle de deux corps à la surface du globe. Cette attraction est extraordinairement faible ; sinon, nous verrions, sur notre table, la bouteille et la carafe se précipiter l'une sur l'autre, et, s'il n'en est pas ainsi, c'est que la force qui s'exerce entre les deux objets est tout à fait négligeable par rapport aux forces de frottement qui les empêchent de se déplacer sur la table. L'expérience en question fut faite, pour la première fois, par l'Anglais Cavendish, contemporain de la Révolution française, et elle a été reprise depuis, sous une forme quelque peu différente, dont je vais donner une idée.

On suspend au-dessous du plateau d'une balance une boule de plomb de 10 centimètres de diamètre (fig. 10) et on établit l'équilibre par des *poids* sur l'autre plateau, puis on amène sous cette boule une sphère (de plomb également) de 60 centimètres de diamètre, dont la masse est par conséquent de l'ordre d'une tonne. La balance s'incline légèrement du côté de la sphère et, pour la ramener au zéro, on ajoute un *poids* (de l'ordre d'un dixième de milligramme) sur l'autre plateau. Cette expérience, qui peut d'ailleurs être rendue cinquante fois plus sensible, détermine donc l'action de la grosse sphère sur la petite boule.

On possède alors tous les éléments du calcul, puisqu'on a exactement compensé l'action de la Terre sur un dixième de milligramme au moyen de l'attraction de la grosse sphère sur la petite, et on trouve que la densité *moyenne* de la Terre est supérieure à cinq fois celle de l'eau, nombre parfaitement admissible. Comme on connaît le volume de la Terre et sa densité, le produit

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de ces deux grandeurs donnera la masse de notre planète : elle a pour valeur approximative, en tonnes, un nombre représenté par le chiffre 6 suivi de dix-neuf zéros !

Une dernière remarque sur ce point particulier, afin de dissiper toute équivoque. Quand on emploie l'expression : « Combien pèse la Terre? » il ne s'agit pas d'évaluer son poids ; nous savons, en effet, que le poids d'un objet n'est autre que l'action que la Terre exerce sur lui, et parler du poids de la Terre n'aurait aucun sens. Cette locution ambiguë, que je ne vois guère le moyen de supprimer, faute d'un meilleur terme, provient de ce fait qu'en réalité, quand on pèse un objet au moyen d'une balance, ce n'est pas son poids, mais bien sa *masse* qu'on mesure ; au lieu du mot « peser », il faudrait forger un dérivé de « masse » ; or, le seul verbe possible est pris dans une tout autre acception. Telle est la raison pour laquelle, à la question : « Combien pèse la Terre », nous répondons : sa masse est soixante milliards de milliards de tonnes. Sa masse, c'est-à-dire sa résistance au mouvement, son inertie, ou, ce qui revient pratiquement au même, la quantité de matière dont est fait notre globe.

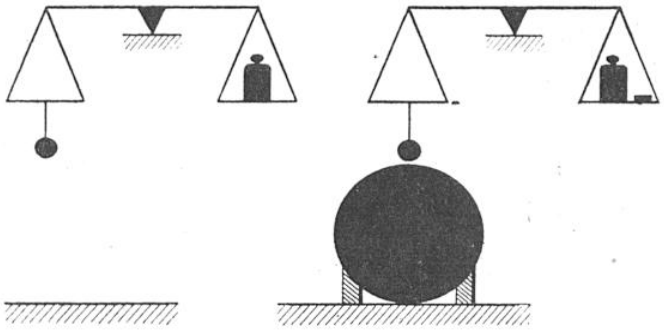


FIG. 10. — UNE MACHINE A PESER LA TERRE

Une balance est d'abord en équilibre (figure de gauche). A droite, l'action de la grosse sphère de plomb sur la petite est exactement compensée par l'attraction de la Terre sur le poids supplémentaire qu'il a fallu ajouter à l'autre plateau.

Les expériences d'Eötvös

Le plus souvent, dans un *même* phénomène, inertie et gravitation interviennent *en même temps :* un cycliste qui monte une côte a besoin de pédaler à la fois pour atteindre une certaine vitesse (inertie) et pour lutter contre l'attraction terrestre (gravitation). Il en est de même, quoi qu'il en paraisse au premier abord, dans le cas, infiniment plus simple, du *fil à plomb*.

Les figures 11 et 12 indiquent nettement pourquoi le fil à plomb, c'est-à-dire, *par définition*, la direction de la verticale, ne passe pas exactement par le centre de la Terre : c'est qu'en effet un corps quelconque n'est pas seulement soumis à l'attraction terrestre, mais encore à la force centrifuge, puisque Paris décrit, en vingt-quatre heures, une circonférence dont le rayon est égal à peu près aux trois quarts du rayon terrestre. Sous l'influence de ces deux forces, — force de gravitation et force d'inertie, — une bille suspendue à un fil prend une direction intermédiaire, comme on le voit sur la figure 12. D'ailleurs, comme la force d'inertie (force centrifuge) n'est que la trois-centième partie de l'autre, la verticale ne se trouve déviée que d'un angle de douze minutes par rapport à la direction qu'elle aurait si la Terre ne tournait pas.

Si nous réalisons successivement des « fils à plomb », au moyen de billes d'acier, de verre, les verticales obtenues ne se confondront que si l'inertie et la gravitation varient *rigoureusement* dans le même rapport. Eötvös, en mettant à profit la torsion de fils très fins, a prouvé, par des mesures d'une extrême minutie (1891), que cet angle de douze minutes était le même, aux erreurs inévitables près, lesquelles se trouvaient réduites à la cinq millionième partie d'une minute d'arc. Les expériences les plus délicates confirment donc ce résultat que des essais qualitatifs nous avaient fait pressentir : quelle que soit la substance dont les corps sont constitués, *ce sont toujours les corps les plus inertes qui sont les plus pesants*.

Comment supprimer la gravitation ?

Le romancier anglais Wells, dans une de ses plus amusantes fantaisies, a imaginé l'invention d'écrans opaques capables d'intercepter les actions de gravitation, ce qui fournirait le moyen de voyager dans les espaces sidéraux ; tel est le thème du roman *les Premiers hommes dans la Lune*, qui date de vingt-cinq ans. Nous savons aujourd'hui que c'est là une pure utopie, mais nous pouvons nous représenter des circonstances dans lesquelles la gravitation serait complètement supprimée.

A l'équateur, la force centrifuge est rigoureusement verticale et dirigée vers

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

le haut, ainsi que nous en convaincrait un simple coup d'œil sur la figure 11. On a calculé que, si la rotation de la Terre sur elle-même était dix-sept fois plus rapide, en d'autres termes, si la journée, au lieu de durer vingt-quatre heures, se trouvait réduite à une heure vingt-quatre minutes (quarante-deux minutes de jour et quarante-deux minutes de nuit), la pesanteur n'existerait plus (naturellement, rien ne serait changé au pôle). Jules Verne, dans son roman *De la Terre à la Lune* (1865), racontait que ce serait le cas pour les voyageurs enfermés dans un obus au moment précis où les attractions terrestre et lunaire se feraient exactement compensation : ceci aurait lieu très sensiblement aux neuf dixièmes du trajet d'aller.

Si la pesanteur se trouvait ainsi supprimée, une bille lâchée dans l'air resterait à l'endroit même où on l'aurait placée ; une bille lancée suivant une certaine direction continuerait indéfiniment sa course en ligne droite. La trajectoire d'un rayon lumineux serait rigoureusement rectiligne, ce qui, on le sait maintenant, n'est pas tout à fait le cas à la surface de la Terre et encore moins à la surface du Soleil. Bref, pour prendre le langage d'Einstein, on aurait réalisé un *espace sans courbure* (1).

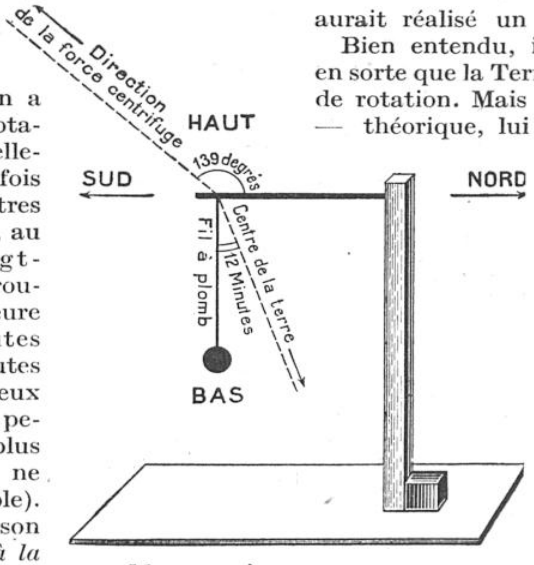


FIG. 11. — QU'EST-CE QUE LA VERTICALE ? *(Légende de la figure ci-dessous)*

Cette figure représente la coupe de la Terre, qui tourne autour de la ligne des pôles. La verticale est la direction résultant de deux forces : l'une (de beaucoup la plus grande) est la force de gravitation due à la Terre ; l'autre est la force d'inertie (force centrifuge), provenant de ce que chaque point de la Terre décrit une circonférence en 24 heures.

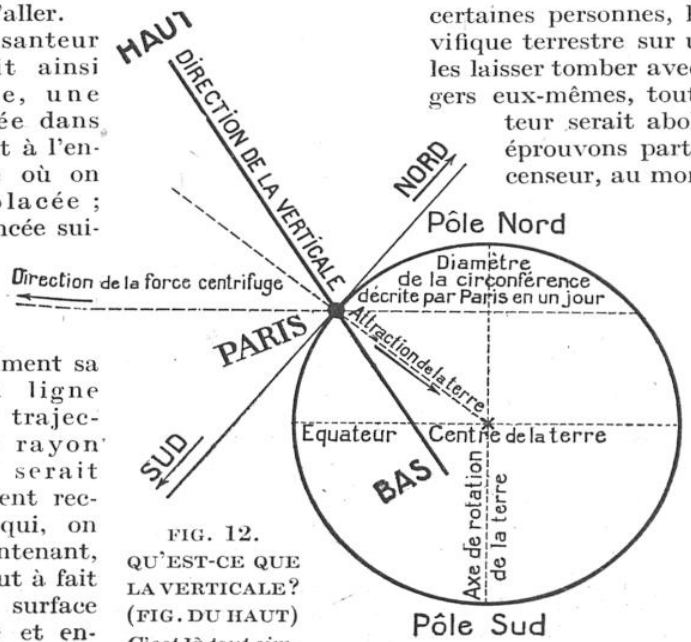


FIG. 12. QU'EST-CE QUE LA VERTICALE? (FIG. DU HAUT)

C'est là tout simplement la reproduction de la figure 11 à une échelle 2.000.000 de fois plus grande : c'est à cause de la force centrifuge de la Terre que le fil à plomb prolongé ne passerait pas exactement par le centre de la Terre.

Bien entendu, il est impossible de faire en sorte que la Terre accélère son mouvement de rotation. Mais il existe un autre moyen — théorique, lui aussi — de supprimer localement la gravitation : c'est de prendre place dans un ascenseur qui tomberait en chute libre dans le vide, suivant la verticale ; ce terrible accident s'est parfois produit dans les puits de mine, par suite de la rupture du câble supportant la cabine. Si, à un instant donné, un passager lâche une bille, des observateurs extérieurs constateront qu'elle continue à tomber avec le mouvement même de l'ascenseur ; par contre, aux yeux du passager, cette bille restera à la place où il l'aura lâchée, elle flottera dans le vide, si bien que, pour elle, la gravitation sera supprimée. Pour annihiler, aux yeux de certaines personnes, l'action du champ gravifique terrestre sur une bille, il n'y a qu'à les laisser tomber avec elle... Pour les passagers eux-mêmes, toute sensation de pesanteur serait abolie : c'est ce que nous éprouvons partiellement dans un ascenseur, au moment précis où il commence à descendre

L'origine de l'inertie et les dimensions de l'univers

Il y a ainsi *équivalence complète* entre l'inertie et la gravitation. De même qu'il nous est impossible de percevoir le mouvement de translation de la Terre — et, plus généralement, n'importe quel déplace-

(1) Ou, du moins, dont la courbure ne dépasse pas celle du vide interstellaire.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ment d'ensemble à vitesse uniforme —, de même, lorsqu'on se trouve à l'intérieur d'un système fermé qui varie de vitesse, nous ne pouvons deviner si ce changement de vitesse est dû à une action gravifique — comme dans le cas d'un corps qui tombe — ou à un effet d'inertie — comme le brusque départ d'une pièce à l'intérieur d'une caisse (fig. 5).

C'est Newton qui, le premier, ramena le poids à l'attraction de la Terre ; Einstein prouva que cette force de gravitation n'était, en somme, qu'une apparence, et qu'il fallait en trouver la raison profonde dans une modification de la structure de l'espace au voisinage de notre planète.

D'ailleurs, Einstein alla plus loin, mais, sans le secours des conceptions mathématiques les plus ardues, il faut renoncer à fournir autre chose qu'une idée générale des résultats qu'il obtint. Pour cela, on peut comparer la Terre à l'Univers tout entier, avec cette différence profonde que la Terre est une surface (à deux dimensions) et le monde, un volume (à trois dimensions). Pour l'Univers, le voisinage de la Terre ou du Soleil est l'analogue d'une colline ou d'une montagne : la surface terrestre est plus incurvée dans une région accidentée qu'en plaine, l'espace universel est plus incurvé au voisinage de grosses masses matérielles que dans le vide interstellaire (1).

Poussons plus loin le parallèle : lorsqu'on parla, la première fois, de la rotondité de la Terre, on eut bien des difficultés à ne pas imaginer les hommes des antipodes dans la position de mouches qui courent sur un plafond ; et, cependant, tout le monde sait aujourd'hui qu' « ils n'ont pas la tête en bas ». Bref, la surface terrestre n'est pas plane ; elle possède une certaine *courbure moyenne*, qui se superpose aux courbures locales, comme les Alpes ou les Montagnes Rocheuses. Eh bien ! il résulte des admirables travaux d'Einstein que l'Univers a, lui aussi, une courbure moyenne, mais cette courbure est extrêmement faible ou, ce qui revient au même, l'Univers est très grand. Faire le tour de la Terre est un voyage qui exige quelques mois ; au contraire, si un voyageur pouvait se déplacer à une vitesse légèrement inférieure à celle de la lumière (300.000 kilomètres par seconde), il ne repasserait à son point de départ qu'après dix millions de siècles ; remarquons qu'il serait arrivé au Soleil huit minutes après avoir quitté la Terre. C'est la première fois qu'on se risque à envisager de telles immensités, dont une portion infime nous est seule perceptible à l'œil nu, ou à l'aide des plus puissants télescopes.

La courbure moyenne de l'univers nous dévoile l'origine de l'inertie. De même que le *poids* n'est que la conséquence de la courbure locale de l'espace au voisinage de la Terre (1), de même la *masse* est l'apparence sensible sous laquelle se décèle la courbure moyenne de l'espace. Si un sous-marin flotte entre deux eaux, c'est parce qu'il est soumis aux influences de toutes les molécules d'eau présentes autour de lui ; de même, si un objet possède une certaine résistance au mouvement, c'est parce que, étant entouré de tous côtés par d'autres masses, dont l'ensemble constitue l'Univers, il subit de la part de toutes ces masses une action d'inertie, qui, finalement, est la même dans tous les sens.

Ajoutons que la masse totale présente dans l'Univers est un nombre de tonnes exprimé par l'unité suivi de quarante-huit zéros ; celle de la Terre, nous l'avons vu, ne comptait *que* dix-neuf zéros ; pour avoir la masse du Soleil, il faudrait faire suivre le chiffre 2 de vingt-cinq zéros...

Les anciens Grecs bornaient leur horizon à quelques kilomètres, encore qu'Eratosthène ait réussi à obtenir une valeur très approchée du rayon de la Terre. La Renaissance s'exerça à mesurer les distances astronomiques. Nos contemporains ont appris d'Einstein à évaluer la grandeur de l'Univers tout entier, en même temps que l'étude de l'inertie et de la gravitation se trouvait identifiée avec l'étude de l'espace, c'est-à-dire avec la géométrie. Malgré quelques rares protestations, la théorie d'Einstein a subi l'épreuve de vérifications expérimentales nombreuses et n'est plus sérieusement contestée par personne. C'est en prenant pour devise : « Définir ce dont on parle et s'abstenir de parler de ce qu'on ne sait pas définir » qu'il s'est haussé, d'un seul coup, à côté des plus illustres génies scientifiques dont l'humanité peut se glorifier.

MARCEL BOLL.

(1) Le lecteur pourra trouver quelques notions complémentaires (sans mathématiques) dans ma petite brochure : *Euclide, Galilée, Newton, Einstein*. (Editions d'actualités, 39, avenue de Saint-Mandé, Paris.)

(1) Une métaphore, qui m'est suggérée par M. André Metz, permet de comprendre comment la Terre produit dans l'espace une certaine courbure : si l'on tend sur un cerceau horizontal une feuile de caoutchouc et si l'on y dépose une orange, on constate qu'elle déforme le caoutchouc autour d'elle, qu'elle produit autour d'elle une certaine courbure. Si, maintenant, on dépose, au voisinage de l'orange, une petite bille de liège, on verra celle-ci se précipiter sur l'orange, tout comme un corps quelconque se précipite sur la Terre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

A 272 DEGRÉS AU-DESSOUS DE ZÉRO

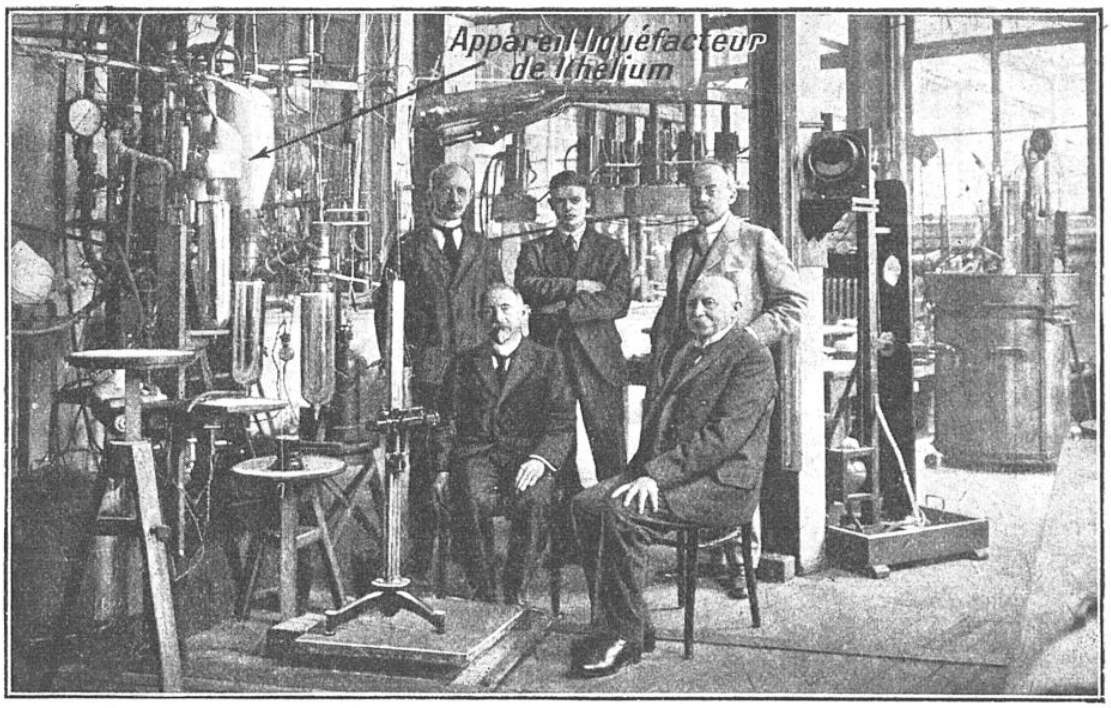
Le laboratoire du froid, à l'Université de Leyde

Par Marcel TOURNIER

CHEF DE TRAVAUX A L'ÉCOLE DE PHYSIQUE ET CHIMIE DE PARIS

Le professeur Kamerlingh-Onnes, directeur du Laboratoire cryogène de l'Université de Leyde, que l'Académie des Sciences avait élu récemment, en qualité de membre étranger, vient de mourir en plein travail, à Leyde. Le nom du savant, pourtant célèbre dans le monde entier, créateur de ce laboratoire du froid artificiel unique au monde, est, cependant, fort peu connu du grand public. Voici l'œuvre de ce savant qui lui a permis de se rapprocher à moins de un degré du zéro absolu (273 degrés centigrades au-dessous de zéro), température limite et idéale de la physique moderne.

Depuis le début de sa carrière, qui se place à l'époque des célèbres expériences de Pictet, le professeur Kamerlingh-Onnes s'était spécialisé dans les recherches physiques qui ont permis la liquéfaction de tous les gaz. Déjà, en 1877, deux savants, Cailletet, à Paris, et Pictet, à Genève, déposaient le même jour, à l'Académie des Sciences, une communication dans laquelle ils annonçaient l'un et l'autre qu'ils étaient parvenus à liquéfier l'oxygène, considéré, jusque là, comme un gaz permanent. Or, en bouillant sous la pression atmosphérique, l'oxygène liquide permettait de descendre jusqu'à — 182° de l'échelle des températures. Kamerlingh-Onnes fut l'un des premiers à penser qu'il serait très important, pour les physiciens, d'étudier les propriétés



KAMERLINGH-ONNES ET SES COLLABORATEURS DANS SON LABORATOIRE, PRÈS DE L'APPAREIL QUI LUI A PERMIS DE LIQUÉFIER L'HÉLIUM

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

physiques de la matière à des températures aussi basses et qu'il fallait, pour cela, non seulement liquéfier tous les gaz dits permanents, mais surtout en constituer de grandes réserves à l'état liquide, dans de grands récipients où pourraient être effectuées les expériences. Ces récipients, dénommés *cryostats*, peuvent être maintenus à une température très basse pendant plusieurs heures, sans que cette température change de plus d'un centième de degré.

La réalisation d'un programme aussi vaste nécessitait l'organisation d'un laboratoire tout à fait différent des cabinets de physique de l'époque. Le célèbre professeur entrevit alors le laboratoire-usine, le premier du genre, qu'il n'hésita pas à constituer. Si son œuvre apparaît aujourd'hui aussi riche en résultats utiles, c'est que tous ses efforts furent toujours orientés vers ce but unique : produire des températures très basses et donner aux chercheurs de tous les pays les moyens d'exécuter des travaux à ces températures. Aussi, le laboratoire de Leyde a-t-il toujours accordé la plus large hospitalité aux savants étrangers, en particulier aux savants français. M. E. Mathias et M. Jean Becquerel en ont été les hôtes.

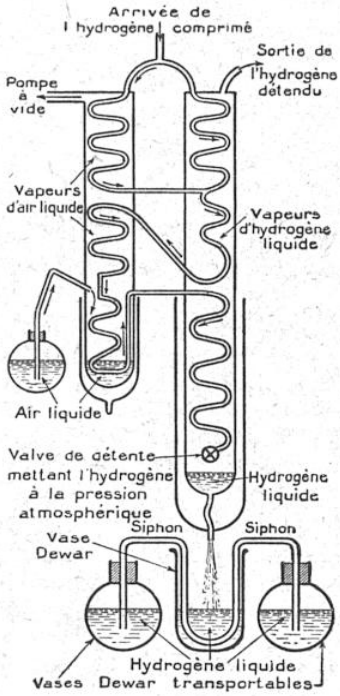


SCHÉMA D'UN APPAREIL A LIQUÉFIER L'HYDROGÈNE

L'hydrogène comprimé se refroidit au contact de tubes plongeant dans l'air liquide, qui bout sous pression réduite, puis par détente il se refroidit encore et finalement se liquéfie.

Appareils et méthodes

Nous avons dit ce que sont les cryostats. Leur température peut être réglée à volonté entre 0° et — 271°. Les gaz liquéfiés qu'ils contiennent, ne sont jamais soumis à l'ébullition à des pressions supérieures à la pression atmosphérique, afin d'éviter des accidents. Chaque gaz ne peut être utilisé que pour réaliser des températures comprises entre celle de son point d'ébullition à la pression atmosphérique et celle de son point de congélation. Ci-dessous le tableau des constantes des gaz utilisés à Leyde.

Pour obtenir de grandes quantités de gaz liquéfiés, on utilise une série de machines frigorifiques, suivant la méthode dite des cycles en cascade de Pictet. Cette méthode dérive de celle de Faraday, qui consiste à comprimer le gaz dans un récipient refroidi; sous l'influence du froid et l'action de la pression, le gaz se liquéfie. On le fait alors bouillir sous une pression inférieure à la pression atmosphérique; sa température s'abaisse. On sait, en effet, que l'évaporation rapide d'un liquide le refroidit.

L'opérateur dispose ainsi d'un milieu liquide très froid, dans lequel il plonge un tube renfermant un deuxième gaz sous pression, plus difficile à condenser que le premier. Ce gaz se liquéfie à son tour. Par évaporation rapide, il fournit un deuxième bain dont la température est encore plus basse que celle de sa condensation et qui permet de condenser un troisième gaz sous pression. C'est ainsi que la condensation et l'évaporation

PRODUITS	POINT D'ÉBULLITION	POINT DE CONGÉLATION	TEMPÉRATURE CRITIQUE
Chlorure de méthyle	— 24°,09	—102°,9	+143°
Protoxyde d'azote	— 89°,8	—102°,3	+ 36°,50
Éthylène	—103°,72	—169°	+ 9°,50
Méthane	—161°,37	—183°,15	— 82°,85
Oxygène	—182°,95	—218°,4	—118°,82
Azote	—193°,78	—209°,86	—147°,13
Néon	—245°,92	—248°,67	—228°,71
Hydrogène	—252°,76	—259°,14	—239°,91
Hélium	—268°,83	—272°	—267°,84

TABLEAU DES CONSTANTES PHYSIQUES DES DIVERS GAZ UTILISÉS A LEYDE

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

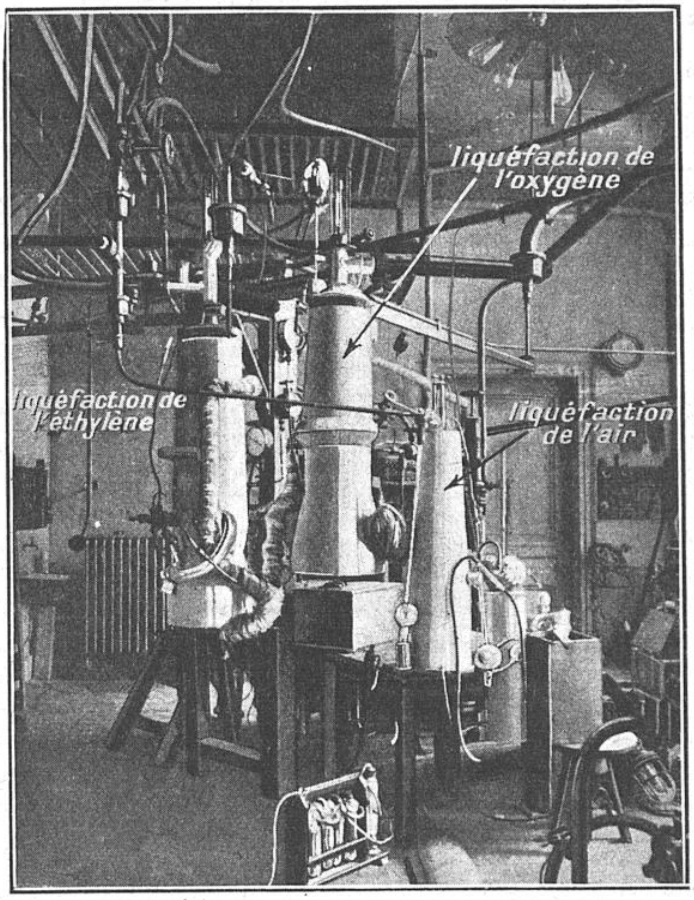
successives de plusieurs gaz, de plus en plus résistants à l'action du froid, permettent d'obtenir, en fin de compte, des températures extrêmement basses. Au laboratoire de Leyde, les gaz employés sont successivement le chlorure de méthyle, l'éthylène, l'oxygène et l'air atmosphérique.

Le chlorure de méthyle gazeux se liquéfie à la température ordinaire, sous une pression de quatre atmosphères. Introduit dans un vase en maillechort, on réalise l'évaporation au moyen d'une pompe à vide à grand débit (350 mètres cubes à l'heure). Sa température descend alors jusqu'à —85 degrés. Comme il est nécessaire de perdre le moins possible du liquide, on comprime à nouveau la fraction évaporée et on la reliquéfie en la refroidissant par l'eau.

Le bain obtenu à —85 degrés est utilisé pour la liquéfaction de l'éthylène, qui s'effectue également sous pression. Le liquide, soumis à un cycle analogue au précédent, donne un bain à —150 degrés, dans lequel on fait circuler de l'oxygène enfermé dans un serpentin et comprimé à 20 atmosphères. Celui-ci se liquéfie et, en l'amenant à la pression atmosphérique, sa température tombe à — 183 degrés. Ce bain d'oxygène liquide est employé à la liquéfaction de l'air comprimé à 15 atmosphères et débarrassé de l'acide carbonique qu'il contenait. L'appareil fournit environ 14 litres d'air liquide à l'heure ; il donne des bains à une température de — 217 degrés. On peut, dans ce quatrième cycle, remplacer l'air par du protoxyde d'azote, du méthane ou de l'azote. Ce dernier est utilisé, en particulier, dans les expériences sur le magnétisme.

Pour toutes ces manipulations, on utilise toujours des pompes et des récipients spéciaux pour chaque gaz, afin d'éviter les explosions qui pourraient résulter de leur mélange.

Tous les appareils sont soigneusement calorifugés. Chose curieuse, dans ce laboratoire, aucune apparence de froid n'est perceptible, nul dépôt de glace, aucune condensation de vapeur d'eau n'apparaît sur les tuyauteries.



ENSEMBLE DES APPAREILS UTILISÉS POUR LA LIQUÉFACTION DE L'AIR

Cette liquéfaction s'opère en quatre stades : 1° liquéfaction du chlorure de méthyle ; 2° liquéfaction de l'éthylène ; 3° liquéfaction de l'oxygène ; 4° liquéfaction de l'air. Chacun des gaz liquéfiés sert à abaisser la température du suivant.

Liquéfaction de l'hydrogène

La température de — 217 degrés est la plus basse que l'on puisse atteindre par la méthode de Pictet. Or, il importe de liquéfier les gaz qui exigent des températures inférieures, comme l'hydrogène et l'hélium.

Il existe, pour liquéfier les gaz, un autre procédé qui consiste à les refroidir par des détentes successives, jusqu'à ce que la température de liquéfaction soit atteinte.

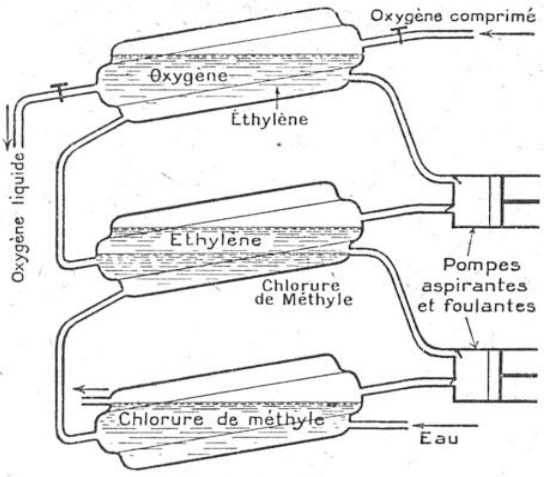
Si la détente s'effectue sans travail extérieur, il ne se produit aucun changement de température pour les gaz parfaits ; mais, dans les gaz réels, où les molécules s'attirent

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mutuellement, il est nécessaire que du travail soit fourni au moment de la détente pour séparer les molécules ; comme ce travail est fourni par le gaz lui-même, il en résulte un abaissement de température.

Malheureusement, si on prend de l'hydrogène à la température ordinaire, la détente, loin de le refroidir, l'échauffe. Il faut partir d'une température initiale inférieure à — 40 degrés pour que la détente s'accompagne d'un abaissement de température. L'appareil de Leyde servant à liquéfier l'hydrogène, est une sorte de machine de Linde, dans laquelle le gaz qu'on détend est d'abord fortement comprimé, refroidi par de l'air liquide bouillant sous pression réduite, et ensuite détendu ; l'hydrogène détendu, plus froid qu'avant la détente, circule autour du serpentin, amenant au robinet de détente de nouvelles quantités de gaz comprimé. D'instant en instant, la température du serpentin baisse jusqu'au moment où l'hydrogène se liquéfie.

L'appareil de Leyde fournit 13 litres à l'heure.



LA MÉTHODE DES CYCLES

Dans chaque cycle, un gaz comprimé se liquéfie en étant refroidi par un bain d'un gaz plus facile à liquéfier, qui a été obtenu liquide dans le cycle précédent et qui bout sous pression réduite.

Liquéfaction de l'hélium

L'hélium est le gaz le plus près de l'état parfait; il a été découvert d'abord dans le soleil, par l'analyse spectrale, puis retrouvé se dégageant pendant les traitements chimiques qu'on faisait subir à des sables monazités, qui sont les minerais des terres rares. On s'est aperçu qu'il se forme aux dépens des atomes radioactifs pendant les transformations de ceux-ci. Il existe, en très petite quantité, dans l'air. L'hélium est encore au-dessus de son point critique, à la température de solidification de l'hydrogène. L'obtenir à l'état liquide est un des problèmes expérimentaux les plus ardus qui furent résolus à Leyde.

En 1912, M. Kamerlingh-Onnes, avec l'hélium liquide, parvint à s'approcher de un degré environ du zéro absolu (—273°), ce pôle nord des températures physiques, où les mouvements moléculaires de la matière sont arrêtés.

L'appareil employé est basé sur le même principe que celui employé pour la liquéfaction de l'hydrogène ; sa construction est la même.

L'hélium, comprimé à 30 atmosphères, pénètre dans deux serpentins séparés qui se réunissent ensuite pour se séparer à nouveau en deux spirales enfin réunies une fois encore en une seule qui aboutit à la valve de détente. L'hélium se liquéfie à la sortie de cette valve et se rassemble dans le cryostat à l'hélium. Les refroidissements successifs sont obtenus par la vapeur froide d'hydrogène, par la vapeur froide d'hélium et l'hydrogène bouillant.

Au début de ses recherches, le professeur Onnes prépara de petites quantités d'hélium avec des sables monazités, puis il reçut de M. Georges Claude et d'une compagnie américaine de l'hélium provenant des résidus de distillation de l'air liquide. A la fin de la guerre, la provision du laboratoire n'était plus que de 300 litres. Fort heureusement, en 1919, le professeur Onnes reçut de la marine américaine un présent de 30 mètres cubes d'hélium préparés au Texas pendant la guerre. Le professeur Mac Lennan, de Toronto, apporta lui-même à Leyde, en 1921, environ 6 mètres cubes d'hélium. La provision est maintenant considérable.

Les cryostats

Les précieux gaz liquides obtenus sont gardés dans des cryostats, vases en verre à double paroi, dits vases de Dewar. Ces vases sont fermés et réunis à une pompe à vide permettant de faire bouillir le gaz sous pression réduite.

Les cryostats sont transportables et les expériences peuvent être faites en un point quelconque du laboratoire, loin des machines à liquéfier les gaz.

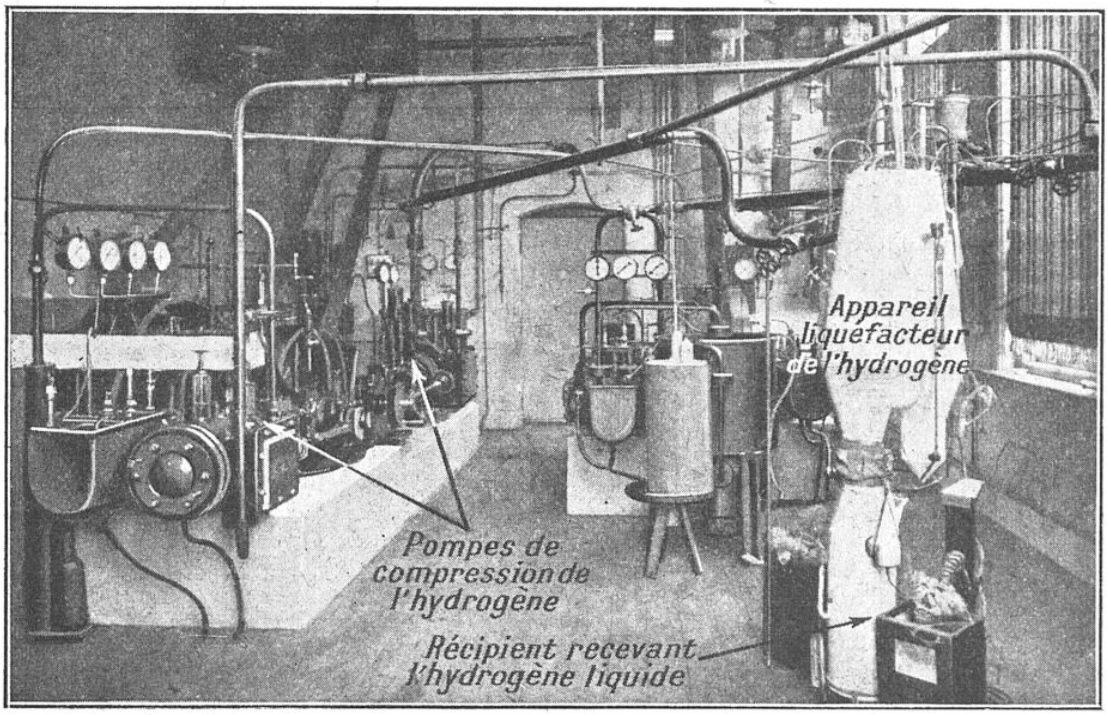
Mécanique et verrerie

La fabrication de tous les appareils est effectuée au laboratoire. De vastes ateliers de mécanique emploient un nombreux per-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sonnel d'ouvriers, spécialisés dans les travaux de précision nécessaires à la création incessante de nombreux engins de travail.

Les vases en verre à double paroi de Dewar, de toutes formes, sont, pour ainsi dire, les seuls récipients employés au laboratoire. Un atelier de verrerie est adjoint à l'établissement. Enfin, dans les ateliers de mécanique et de verrerie fonctionne une école d'apprentissage, où des jeunes gens consacrent la moitié de leur temps à l'étude de ces métiers et suivent ensuite des cours techniques.



INSTALLATION POUR LA LIQUÉFACTION DE L'HYDROGÈNE

L'hydrogène comprimé est envoyé dans un appareil, où il est refroidi à la température de l'air liquide bouillant sous pression réduite, puis il est détendu ; il se liquéfie; on le recueille dans un vase, où il se maintient en ébullition à la pression atmosphérique.

Les travaux scientifiques du laboratoire

En premier lieu, le laboratoire de Leyde a permis d'effectuer un grand nombre de recherches de thermodynamique. L'étude des gaz et des liquides aux basses températures a fourni de nombreux résultats touchant la constitution des molécules des corps étudiés et sur les actions mutuelles de ces molécules.

Ces travaux furent faits, en particulier, par MM. Kamerlingh-Onnes, Mathias, Crommelin et Keesom.

L'étude des phénomènes magnétiques a été poursuivie par M. Kamerlingh-Onnes, M. Pierre Weiss, M. Albert Perrier et M. Osterluin. Il s'agissait d'abord de vérifier aux basses températures les lois sur le magnétisme formulées par Pierre Curie et par M. Langevin. On sait que Pierre Curie a étudié l'action de la température sur l'aimantation des corps et que M. Langevin a interprété les propriétés magnétiques des gaz placés dans un champ magnétique, en tenant compte de l'influence du champ qui tend à ordonner les molécules, et de celle de l'agitation thermique qui tend à les bouleverser en tous sens. On découvrit que, jusqu'aux températures de l'hélium liquide, la théorie de M. Langevin, reposant sur la mécanique classique, continue à se vérifier.

Tout un groupe de recherches concernant l'optique et les phénomènes magnéto-optiques aux très basses températures, a donné de précieux enseignements sur la structure des molécules.

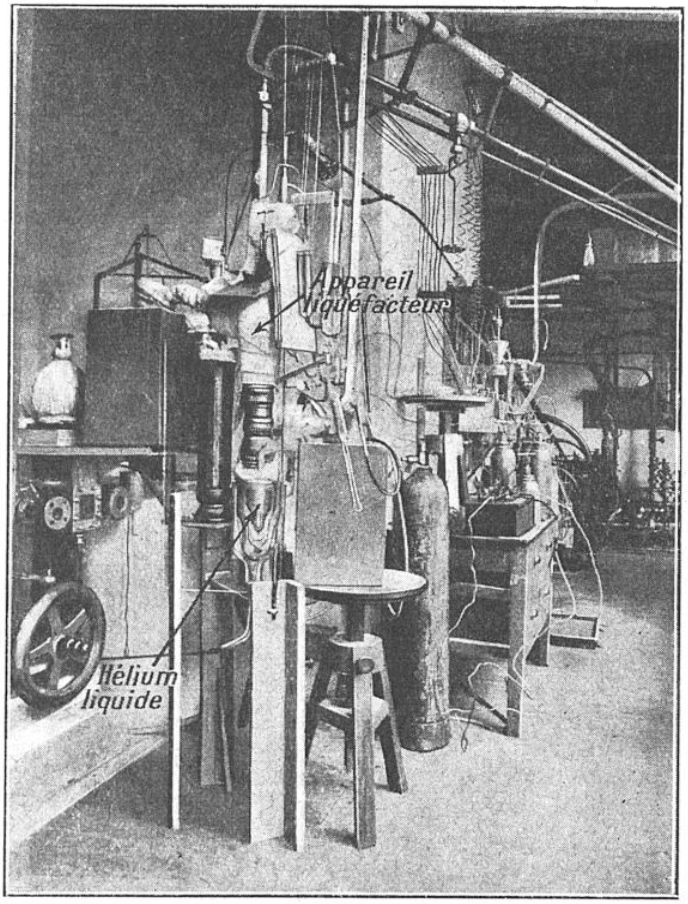
M. Jean Becquerel a étudié, à Leyde, les spectres d'absorption dans les composés des terres rares, puis le phénomène de Zeemann aux basses températures, et a décou-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

vert l'existence de ce phénomène dans les spectres des corps solides.

Le phénomène de Zeemann correspond à la manière dont réagissent sur une onde lumineuse les électrons des atomes placés dans un champ magnétique.

Mme Curie a observé les phénomènes de radioactivité au voisinage du zéro absolu et a montré que, même à ces températures, les rayonnements des corps radioactifs ne subissent pas de variations d'intensité.



LIQUÉFACTION DE L'HÉLIUM

On opère toujours par le même procédé, mais en utilisant l'hydrogène liquide comme refroidisseur.

Les métaux supraconducteurs d'électricité

Une grande découverte scientifique a été faite à Leyde, celle des métaux supraconducteurs. On sait que la résistance électrique des métaux diminue avec la température de 1/273 de sa valeur environ par degré. M. Kamerlingh-Onnes a trouvé que, pour certains métaux, tels que le plomb, l'étain, le cadmium, le thallium, le mercure, à une température très basse comprise entre 2 et 8 degrés absolus, la résistivité électrique tombe brusquement à une valeur extrêmement faible.

Dans l'état supraconducteur, un fil métallique a une résistance environ cent mille millions de fois plus petite qu'à 0 degré centigrade.

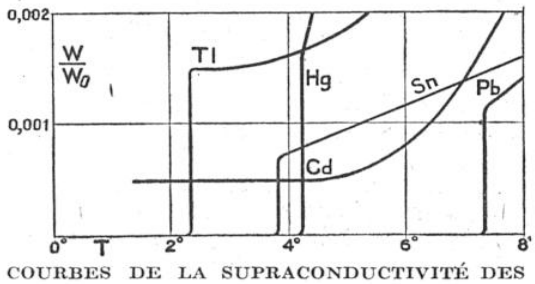
Dans un fil de plomb de un dixième de millimètre de diamètre, on a pu faire passer des courants de plusieurs centaines d'ampères sans dégagement de chaleur appréciable.

Lorsque dans des bobines de fil supraconducteur en court-circuit on fait passer un courant électrique et qu'on supprime la force électromotrice, on constate que le courant persiste malgré la disparition de cette force électromotrice. On a réalisé ainsi un aimant permanent artificiel.

Les divers détails observés pendant ces expériences trouvent une explication dans la théorie de l'atome de Bohr et celle des quanta. Ces expériences deviennent un soutien important de ces théories.

L'organisation ordonnée et méthodique d'un vaste laboratoire, poursuivant un but unique avec la collaboration d'un personnel spécialisé, permet aux savants de tous les pays de réaliser des expériences impossibles à tenter ailleurs, dans les mêmes conditions, qu'à Leyde. Il faut souhaiter que l'exemple d'une organisation si puissante et si désintéressée, uniquement occupée à servir la Science, encourage toutes les Universités à tenter, elles aussi, un effort comparable à celui de l'antique et célèbre Université de Leyde.

M. TOURNIER.



COURBES DE LA SUPRACONDUCTIVITÉ DES MÉTAUX AUX BASSES TEMPÉRATURES

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

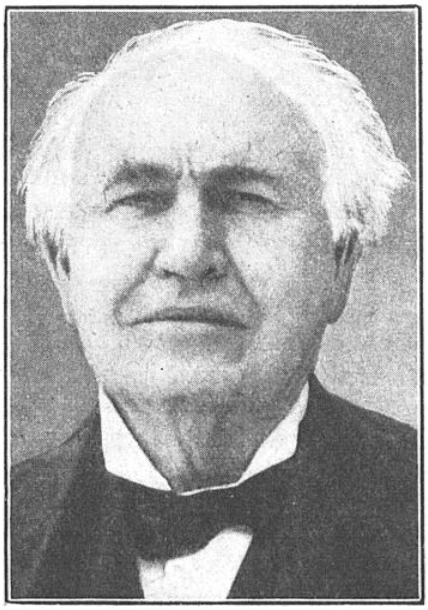
LE GRAND INVENTEUR EDISON ENTRE DANS SES 80 ANS

Par Jean LABADIÉ

Edison représente, aux yeux du monde entier, le genie de l'invention américaine. Le père du phonographe, de la lampe à incandescence, de l'accumulateur au nickel, est célèbre sur les deux continents et honore l'esprit inventif des chercheurs. Il appartient donc à tous ceux qui s'intéressent au progrès humain de rendre hommage au grand savant américain, au moment où il entre dans sa quatre-vingtième année, après soixante ans de labeur.

Thomas Alva Edison, né le 11 février 1847, à Milan (Ohio), vient d'entrer dans sa quatre-vingtième année. C'est une date mémorable pour tous ces poètes — littéralement, ces *trouvères* — d'un genre si touchant et presque toujours malheureux, qui vouèrent leur vie à la muse Invention.

Edison est l'Homère des inventeurs de petite et de grande mécanique. Aussi, mieux que son compatriote, pourtant immensément plus grand, Willard Gibbs, représente-t-il, aux yeux du peuple américain, le prophète de la Science. Sachant ce qu'elles coûtent d'efforts patients, ce peuple admire d'instinct les réussites matérielles totales. Edison, ayant réussi industriellement à peu près tout ce qu'il entreprit, est donc un grand Américain et, partant, un grand homme. Il n'a peut-être pas créé de toutes pièces aucune de ses inventions, dont la plupart étaient en train, mais il réussit toujours parfaitement à les mettre au point.



THOMAS EDISON

Son œuvre, que nous allons brièvement examiner, demeure, cependant, le témoignage singulièrement vivant de ce que peut le travail méthodique, joint, pour commencer, à la seule ténacité et, pour finir, aux millions de dollars.

Edison, à 17 ans, n'était que vendeur de journaux

Comme tous ces rois Yankee de l'acier, du pétrole et du rail, que Georges Sorel comparait, pour l'énergie et le courage, aux premiers conquistadors de l'Amérique, le roi de l'invention, Thomas Edison, débuta par l'échelon social le plus modeste.

Homme d'équipe pour commencer, ensuite journaliste imprimeur et vendeur de ses propres feuilles dans la petite gare de Détroit, où, bien entendu, n'avaient encore débarqué ni Henry Ford ni l'automobile, telle était, vers 1860, la situation de celui qui dépensa un million de dollars pour créer simplement ceci : un tout petit cigare métallique fait d'un enroulement de feuilles de nickel, minces comme bulles de savon. C'était la première électrode de l'accumulateur, dont toute la flotte sous-marine des Etats-Unis se trouve aujourd'hui équipée (1). L'inventeur conserva longtemps, et porte peut-être encore aujourd'hui, cette amulette dans son gousset. Ne vaut-elle pas (en dollars) le plus beau des joyaux ?

(1) Voir *La Science et la Vie*, de septembre 1915.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Edison télégraphiste : c'est le début de sa fortune

Heureusement pour lui, en 1860, des problèmes autrement simples et moins coûteux s'offraient à la sagacité d'Edison. Le télégraphe venait de poindre. Edison, à quinze ans, ne manqua pas de se faire télégraphiste... avec fil, à cette époque, tout comme il eut été de nos jours « petit T. S. F. ».

Un jour qu'il avait mission de « relayer » des télégrammes, le jeune Edison comprit qu'un électro-aimant, doublé d'une pile fraîche, s'acquitterait aussi bien de cette fonction fastidieuse. Ce fut le premier « répétiteur automatique » ou relais, destiné à aider le télégraphe dans ses premiers pas hésitants. Le courant des batteries de pile était vite essoufflé, dans ce temps-là. L'appareil fut adopté et — chose normale, en Amérique — payé à l'inventeur lui-même.

Profitant du répit que lui donne ce premier gain, Edison étudie le problème à l'ordre du jour : la communication « multiplex ». Après quelques recherches, il combine un montage « duplex », permettant de télégraphier simultanément dans les deux sens d'une ligne.

Ce *duplex* devient bientôt *quadruplex* et finalement *sextuplex* : on peut désormais télégraphier simultanément trois textes différents dans un sens et trois autres dans le sens inverse.

En 1869, la *Gold and Stock Cy* prend Edison à gages comme ingénieur-conseil. Son *télégraphe imprimant* lui fut payé 40.000 dollars. Il emploie cette fortune à monter un laboratoire qu'il établit à Newark (New Jersey), en attendant de le transporter à Menlo-Park et à Orange. Edison, qui n'a pas vingt-cinq ans, est, dès cette époque, maître de sa destinée.

40.000 dollars bien employés. — La machine électrique à courant continu

Jamais aucun capital industriel ne fut plus productif que ces 40.000 dollars.

La première dynamo à courant continu, « l'anneau de Gramme », était sortie, en 1867, des mains d'un ouvrier menuisier. Spécialiste des escaliers en colimaçon, Gramme eut l'intuition géniale de l'enroulement qu'il fallait donner à un induit pour obtenir du courant continu. Il résolvait ainsi, d'instinct, un vrai problème de « connectivité » de l'espace, comme disent les mathématiciens.

Ce faisant, Gramme rendit peut-être un mauvais service à l'industrie électrique, puisqu'il détourna l'attention des courants alternatifs, sur lesquels on fut obligé de revenir quelque quarante ans plus tard.

Si l'Histoire doit, un jour, confirmer ce jugement (qui n'est pas de moi), Edison aura assumé une part énorme de responsabilité, puisque c'est lui qui, reprenant l'idée de Gramme, transforma le fameux anneau en une dynamo capable de fabriquer du courant ou, inversement, de servir de moteur sous l'action du courant. L'aimant naturel, faible inducteur de l'appareil Gramme, était devenu le puissant électro, l'étrier solide par lequel l'électricité allait conquérir toute l'industrie du siècle (1).

Edison réalise la transmission et la reproduction de la voix humaine

Concurremment à la mise au point de sa dynamo, Edison travaillait la question du téléphone.

Les problèmes acoustiques, en général, occupent, d'ailleurs, son attention depuis 1868. Il pensait, de front, au téléphone et au phonographe. Personne, sauf peut-être Edison lui-même, ne pourra dire quels chassés-croisés téléphone et phonographe accomplirent dans la tête de l'inventeur, avant de prendre corps.

Ni l'un ni l'autre, d'ailleurs, ne furent des créations absolument originales d'Edison. La création originale, qu'il s'agisse du cinéma, ou de la T. S. F., ou de n'importe quoi, est un mythe. Le réalisateur a toujours des précurseurs.

Le problème du téléphone, quand Edison l'entreprit, était plus que débrouillé. Graham Bell avait déjà construit son appareil, d'une simplicité sans égale : deux électro-aimants se transmettant une vibration d'un bout à l'autre d'un fil. Hughes avait créé le microphone. Edison industrialise tout cela.

Son mérite est autrement apparent dans l'histoire du phonographe.

Reproduire la voix humaine artificiellement ! Une pléiade d'inventeurs l'avait recherché.

En 1874, notamment Barlow avait imaginé un « logographe » où tous les trucs de l'orchestre à vent étaient mis en œuvre pour imiter le gosier humain.

Mais Edison comprit que là n'était pas la voie. Il médita longuement les graphiques du tambour enregistreur sur lequel Young obtenait l'image exacte des vibrations

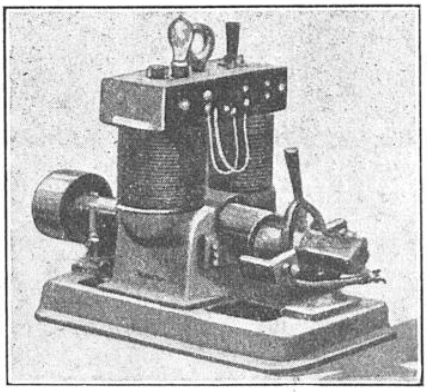
(1) L'*électro* théorique n'est pas, bien entendu, l'invention d'Edison, mais d'Ampère. Un cordonnier anglais, Sturgeon, l'inventa, d'ailleurs, en dehors d'Ampère, au dire du savant anglais Fleeming.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'un diapason muni d'un stylet traçant.

En France, vers la même époque, Charles Cros serrait de très près la solution. Il copiait l'appareil de Young dont le cylindre enregistrait les vibrations sonores par des courbes ondulées latéralement. Ces courbes, Cros pensait qu'il suffisait de les creuser en sillons assez profonds pour qu'un stylet enfoncé dans ces sillons soit obligé de suivre toutes leurs sinuosités, de droite à gauche et de gauche à droite, pendant que le cylindre tournerait. Le mouvement latéral du stylet, dans l'appareil de Cros, se transformait en vibrations sonores par un jeu de leviers très ingénieux aboutissant à une membrane vibrante.

L'idée de génie d'Edison fut de rechercher l'enregistrement des vibrations sonores, non pas dans le sens latéral, comme le faisait Charles Cros, mais en profondeur, suivant la normale à la surface du cylindre. Et cette idée était si simple qu'Edison, paraît-il, réalisa ses premières expériences probantes avec un chapeau haut de forme au centre duquel était piquée, extérieurement, l'aiguille enregistreuse. Ainsi, tout corps vibrant est, en principe, « phonographique ». Et l'on a vu, ces dernières années, les plus curieux appareils, un cornet de carton (Pathé), un éventail plissé circulairement (A. Lumière), se substituer dans le phonographe à l'ancienne membrane de mica.



LA MACHINE GRAMME TRANSFORMÉE PAR EDISON

C'est en 1877 qu'Edison obtint ses premiers résultats. Une feuille d'étain enroulée sur un tambour portait le sillon phonographique tel que nous le connaissons aujourd'hui. Un diaphragme, constitué d'abord par un mince parchemin et, peu après, par une lame mince de verre (en attendant le mica), portait en son centre un levier couplé terminé en pointe d'aiguille. Les vibrations subies par le diaphragme sous l'influence des sons enregistrés, étaient amplifiées par le levier et se traduisaient par une empreinte plus ou moins profonde dans la feuille d'étain. La suite de ces empreintes n'est autre que le sillon phonographique.

Une fois tracé, ce sillon peut, à son tour, faire vibrer la « charrue » qui l'a tracé, c'est-à-dire la pointe d'aiguille et, par elle, la membrane du diaphragme. La parole sort du diaphragme par le même mécanisme suivant lequel elle y était entrée.

Ce n'est qu'en 1888 qu'Edison produisit, après soixante heures de travail consécutif, son premier phonographe destiné au commerce.

En 1882, on trouve Edison pilotant une locomotive électrique, mais cela ne pouvait aller loin à cette époque. D'autant qu'Henry Ford allait, précisément, entrer comme... apprenti à l'atelier d'Edison (1890). On sait vers quelles destinées Ford aiguilla le véhicule automoteur.

Comment est née la lampe à incandescence dans le vide

Quoi qu'il en soit, l'œuvre maîtresse d'Edison, celle dont le retentissement industriel a dépassé tout ce que l'inventeur lui-même espérait, demeure l'ampoule électrique.

Ici encore, le problème à résoudre n'était pas neuf. La lampe à arc, la bougie Jablokoff, les premières des sources lumineuses électriques connues, avaient ébloui et enthousiasmé le monde, dès leur apparition. Mais l'irrégularité de leur fonctionnement, le prix de revient de leur clarté furent décevants. Les physiciens pensèrent aussitôt à utiliser la lumière électrique par incandescence.

Un courant électrique d'une intensité suffisante, lancé dans un fil conducteur, le porte au rouge, puis au blanc. Mais aussitôt le métal entre en fusion et le fil se rompt. Le platine, qui, de tous les métaux, supporte le mieux l'incandescence, ne va pas bien loin dans cette voie. Sa lumière n'est pas d'un rendement suffisant. Le meilleur filament pour le rendement lumineux est celui qui se rapproche de ce corps « idéal » que les physiciens nomment le « corps noir ». Sans définir ici le corps noir, on ne sera pas étonné d'apprendre que le charbon est presque un corps noir. (Ce n'est pourtant, le croiriez-vous, qu'un corps « gris ».)

Les précurseurs d'Edison qui expérimentèrent l'incandescence du charbon comme source de lumière, furent nombreux. Citons seulement le Français Régnier, dont la lampe, très curieuse, est représentée à la page suivante. Une tige de graphite (mine de crayon), portée à l'incandescence par

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

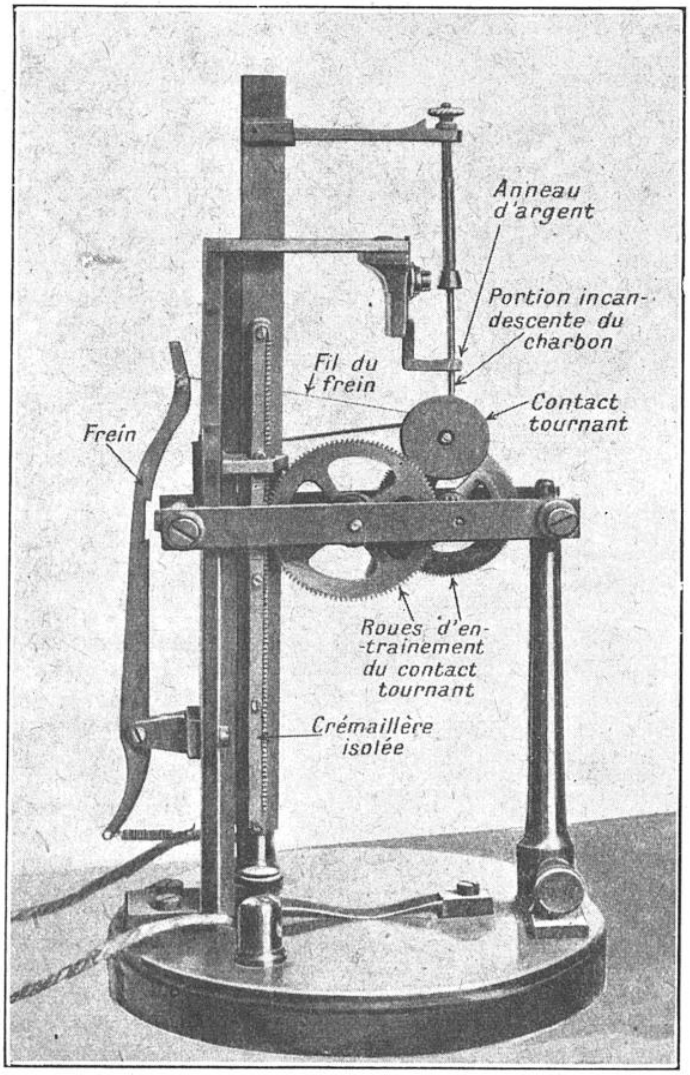
un courant électrique, fournit une vive lumière. Mais le graphite s'use vite. Il brûle par l'arc qui se forme à ses extrémités. L'appareil de Régnier demandait un renouvellement perpétuel de son crayon de graphite. Et il exige beaucoup de courant, étant donnée la grosseur du crayon.

Edison pensa qu'un filament très ténu, si on pouvait le protéger de l'oxydation de l'air ambiant, réaliserait mieux la source idéale.

Le filament ténu, il l'obtint en carbonisant des fibres végétales de coton, puis de bambou. Il expérimenta de la sorte plus de 6.000 variétés de textiles, dont 2.000 variétés de bambous.

Quant à la protection du filament, c'est au vide qu'il la confia. Inutile d'insister sur la description de l'ampoule électrique. La formule donnée par Edison, en 1878, s'est perfectionnée par l'intervention de soies artificielles qui sont à base de cellulose et d'une homogénéité plus grande que la fibre végétale. On obtient, par leur carbonisation, des filaments beaucoup plus solides que les filaments de bambou. Et puis est venu le fil de tungstène, dont la préparation constitue une admirable technique, toute récente.

La lampe à incandescence, construite au laboratoire de Menlo-Park, apportait cependant l'essentiel du principe de l'éclairage moderne et même davantage, puisque c'est en elle qu'on décela le fameux « effet Edison », d'où sont sorties les valves électriques de Fleeming et la lampe à trois électrodes de Lee de Forest, sans laquelle il n'y aurait pour ainsi dire pas de télégraphie sans fil. L'effet Edison prend, d'ailleurs, une importance industrielle croissante avec les tubes à vide de toute sorte, grâce auxquels on peut utiliser aujourd'hui les courants à haute fréquence sous les potentiels les plus élevés.



LAMPE DU FRANÇAIS RÉGNIER

Une portion d'un crayon de charbon est portée à l'incandescence par le passage d'un courant électrique qui lui est amené par un anneau d'argent et par un contact tournant.

Ainsi, l'ampoule primitive d'Edison, malgré sa vie éphémère, laisse derrière elle un sillage lumineux, dont la clarté élargit tout l'horizon industriel jusque dans un avenir très lointain.

Cet avenir, Edison n'a pas su l'apercevoir, parce que le « magicien » de Menlo-Park a toujours travaillé dans un empirisme situé à l'opposite de la Science physique moderne. Il n'eut jamais le temps de spéculer ni d'apprendre les mathématiques.

Certes, un tel empirisme, dans un cerveau anglo-saxon, peut atteindre à une fécondité merveilleuse, *même en science*. S'il n'y avait Edison, l'histoire de Faraday, qui ne s'occupa

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

jamais beaucoup de formules, serait là pour le démontrer. Mais il semble qu'aujourd'hui l'âge d'or d'un tel empirisme soit révolu. Encore, en est-on bien sûr?

Je hasarderai même, à ce propos, une timide opinion de philosophe : M. Henri Bergson nous a montré que l'*homo faber* (le forgeron) est l'ancêtre de l'*homo sapiens* (le savant). Avec les « ouvriers » de génie, les Faraday, les Edison, voire le menuisier Gramme ou le cordonnier Sturgeon, l'Intelligence se replonge dans sa mère la Matière et se remet humblement au vert. (Ceci n'est pas pour déprécier ni les Clark Maxwell ni les Albert Einstein.)

Edison s'attaque au problème de l'accumulateur léger

Edison répétait, en effet, sans se lasser, plusieurs milliers de fois ce qu'on pourrait appeler ses « essais » plutôt que ses « expériences ». A l'un de ses compagnons, Francis Jehl, qui se lamentait un jour de tout le temps perdu sur une recherche, Edison répondit : « J'ai eu, c'est vrai, 3.000 échecs, mais, grâce à eux, j'ai appris 3.000 choses nouvelles. » Ainsi Edison a-t-il été, toute sa vie, l'élève assidu et attentif de son propre travail matériel. Disposant depuis longtemps de moyens incomparables, de centaines d'ouvriers et d'ingénieurs choisis, Edison n'a jamais lâché prise devant un problème à résoudre. Sa dernière création, à force de ténacité, est *l'accumulateur à électrodes de fer et de nickel*. Ses recherches ont duré sept ans. Aussi peut-on dire qu'elles ont pratiquement épuisé la question de l'accumulateur *chimique*.

On connaît le résultat. L'accumulateur Edison ne contient plus d'acides, mais seulement de la potasse. Il ne répand plus de vapeurs délétères, ce qui le rend éminemment propre à la navigation sous-marine. Il est d'une solidité à toute épreuve. Avant de le livrer, on lui fait subir des chocs et des trépidations qui mettraient hors de service un accumulateur au plomb.

Mais quel travail dans la préparation de ses électrodes ! L'électrode positive surtout. Il a fallu empiler des couches extrêmement minces de nickel pulvérulent et de feuilles de nickel laminées à l'extrême limite de ce que peut supporter la matière (1).

LA LAMPE A INCANDESCENCE DANS LE VIDE D'EDISON

Et, finalement, c'est un beau résultat pratique : l'accumulateur Edison marque sans doute l'apogée de ce genre d'instruments, somme toute assez grossiers et provisoires. mais dont l'industrie et surtout l'automobile ne sauraient encore se passer.

* * *

Les inventions de détail sorties des laboratoires d'Edison sont innombrables. Purement techniques, elles ne sauraient intéresser le grand public.

Les méthodes de recherche d'Edison furent également celles de Frédérick Winslow Taylor, l'inventeur des aciers à coupe rapide et le rénovateur de l'usine. Ont-elles un grand avenir ?

Scientifiquement, c'est douteux. La recherche individuelle d'un Pasteur, d'un Curie sera probablement toujours plus féconde que le travail patient et laborieux d'une équipe. Mais, *industriellement*, il ne fait aucun doute que les Taylor et les Edison soient les modèles de l'avenir. Au demeurant, les hommes seront, ici encore, plus difficiles à trouver que les méthodes et, même, que les moyens matériels.

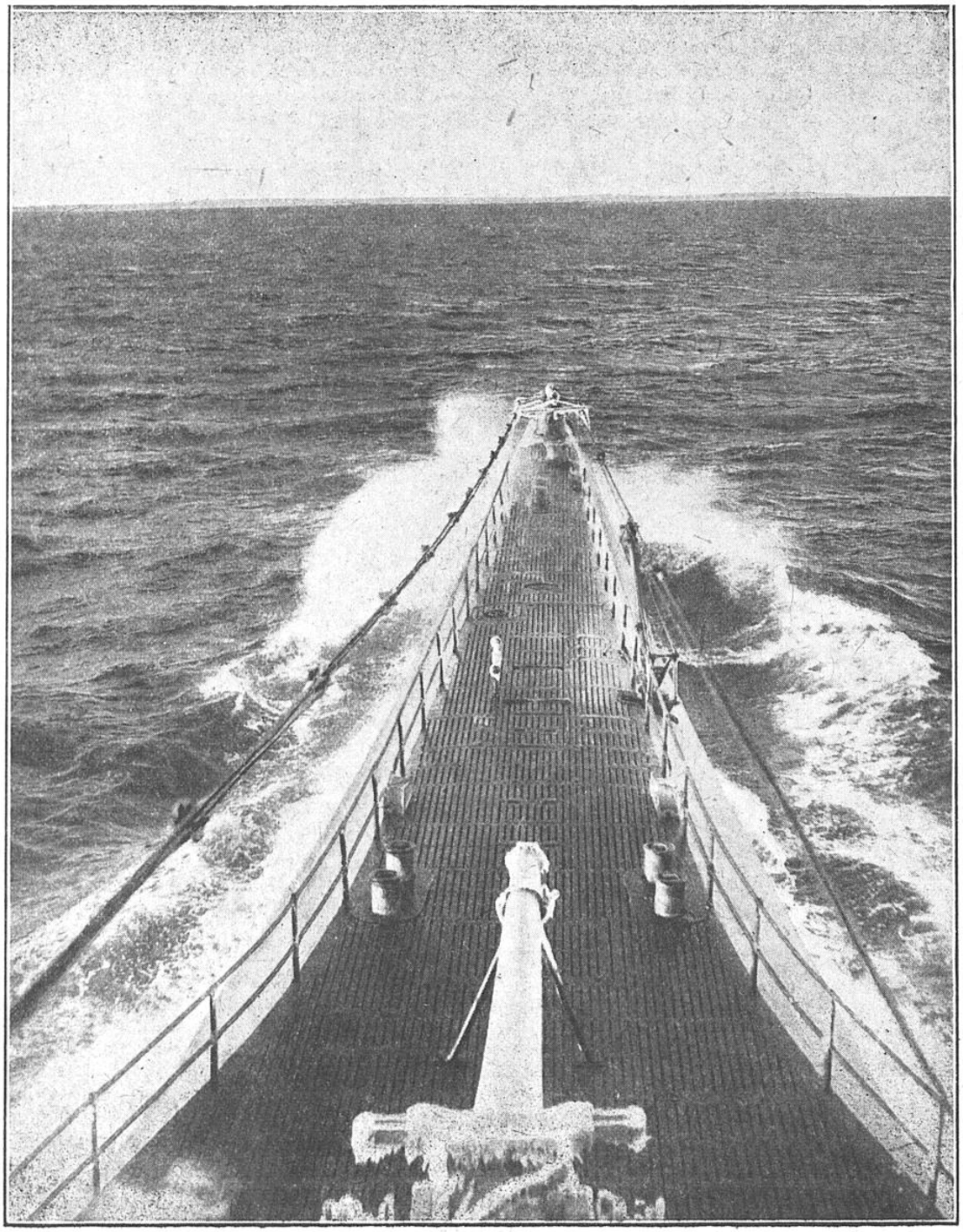
Edison a fait tenir le secret de son énergie étonnante dans ce tercet : « Manger deux fois moins ; dormir deux fois moins ; travailler deux fois plus. »

JEAN LABADIÉ.

(1) *La Science et la Vie*, de septembre 1915.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LES ÉTATS-UNIS ONT LANCÉ LE PLUS GRAND SOUS-MARIN



Ce sous-marin, d'une longueur de 104 mètres, comporte six lance-torpilles et un canon de 5 pouces. Son équipage se compose de sept officiers et quatre-vingt-quatre marins. Cette photographie, prise de la tour centrale, montre le pont, qui ne ressemble guère à un pont de sous-marin ordinaire.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LE SOUS-MARIN EST-IL APPELÉ A DISPARAITRE DEVANT LES MOYENS SCIENTIFIQUES PERMETTANT DE LE DÉCOUVRIR

Par le Capitaine de corvette de réserve LABOUREUR

Si la disparition du sous-marin, comme moyen de combat, est souhaitable au même titre que celle de tous les engins de guerre, il ne faut pas trop compter sur le progrès scientifique pour la rendre effective. C'est que le progrès s'exerce aussi bien dans la parade que dans l'attaque et, ici encore, nous assisterons pendant longtemps à la lutte, sous une nouvelle forme, de l'obus et de la cuirasse. La lutte contre le sous-marin commence seulement à s'organiser. La première condition à remplir est de découvrir d'abord le sous-marin. Actuellement, on repère la position des sous-marins par la méthode sonore, en utilisant le bruit que fait l'hélice dans l'eau, et par la méthode des ultra-sons, qui utilise le phénomène de l'écho. D'autre part, les signaux de T. S. F. émis par le sous-marin permettent de le situer exactement lorsqu'il navigue à la surface, mais ces émissions étant passagères n'autorisent pas à leur confier un système définitif de détection. Bien plus problématiques encore seraient les procédés basés sur les champs électriques et les phénomènes magnétiques ainsi que sur la radiovision, non encore réalisée. Même si une méthode de détection permet de situer la position exacte du sous-marin, sa perte n'en sera jamais certaine, car il saura alors assurer sa sécurité par des moyens nouveaux.

Les procédés de détection actuellement employés

La qualité essentielle du sous-marin est l'invisibilité. On ne saurait mieux comparer la recherche et l'attaque du sous-marin qu'à la recherche, dans l'obscurité, d'un adversaire que l'on voudrait détruire à coups de revolver ou de grenades ; rien d'autre ne pourra guider que le bruit provoqué par l'adversaire, par suite de ses mouvements. L'assaillant s'efforcera de repérer la direction du bruit, marchera dans cette direction, essaiera d'apprécier la distance d'après l'intensité des sons et, lorsqu'il supposera qu'il est arrivé à bonne portée, il lancera ses projectiles au jugé, en les dispersant pour essayer d'obtenir un coup heureux.

C'est de cette façon que le sous-marin sera attaqué par les navires de surface qui, ayant repéré sa position par des procédés acoustiques ou autres, à l'exception de tout procédé visuel, viendront croiser au-dessus de la position présumée et laisseront tomber une succession de grenades sous-marines, dispersées à dessein pour avoir quelques chances d'atteindre leur objectif.

Mais comment seront-ils guidés vers l'ennemi invisible? Cette question, qui ne s'était, pour ainsi dire, pas posée avant la guerre, devint, tout d'un coup, une question formidablement angoissante, lorsque les sous-marins allemands firent planer sur le commerce la tragique menace que l'on sait. A cette menace, l'ingéniosité des chercheurs et des savants opposa bientôt une parade, plusieurs parades.

Principe de la détection sonore

La première idée fut, naturellement, comme pour l'homme attaquant l'homme dans la nuit, de chercher à repérer le sous-marin par le son. Le sous-marin ne peut, en

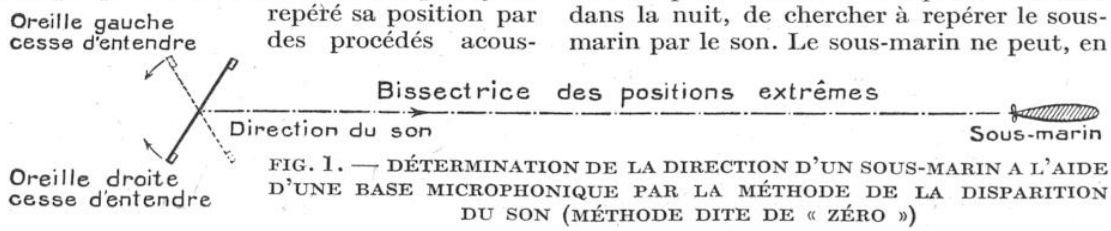


FIG. 1. — DÉTERMINATION DE LA DIRECTION D'UN SOUS-MARIN A L'AIDE D'UNE BASE MICROPHONIQUE PAR LA MÉTHODE DE LA DISPARITION DU SON (MÉTHODE DITE DE « ZÉRO »)

La base microphonique est constituée par deux microphones assez distants l'un de l'autre et réunis, chacun, à une oreille du guetteur. Le croquis montre clairement comment on détermine la direction du sous-marin en se basant sur l'extinction du son dans l'oreille droite et dans l'oreille gauche.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

effet, se déplacer sous l'eau sans que ses moteurs, sa coque, ses gouvernails, ses hélices ne produisent un certain bruit : ce bruit, transmis par la mer, devait pouvoir être détecté par des procédés d'investigation acoustique.

Principe de la détection ultra-sonore

En 1925, les travaux de deux savants, MM. Chilowsky et Langevin, sur les ultra-sons aboutirent à la découverte d'un nouveau procédé de détection, la détection ultra-sonore (1). Ce procédé utilise les propriétés mêmes de l'écho : quand un homme lance un cri dans la nuit, la perception de l'écho lui révèle la présence voisine d'un obstacle qui échappe à sa vue, un mur, par exemple : le temps qui s'est écoulé entre l'émission du cri et la perception de l'écho peut le renseigner sur la distance de l'obstacle ; cependant le sens de la direction de cet obstacle lui échappe encore.

Il pourrait, jusqu'à un certain point, s'en faire une idée en concentrant sa voix dans un entonnoir (appelé par les marins : mégaphone) et répétant son cri en tournant sur lui-même ; l'écho ne lui reviendra nettement et puissamment que si le son est dirigé vers l'obstacle même, surtout si l'angle conique de l'entonnoir est très faible.

Cette concentration précise d'une onde acoustique est pratiquement irréalisable ; mais elle devient parfaitement possible si l'on utilise non plus les sons, mais les ultra-sons, et c'est en cela, surtout, que consiste leur intérêt ; les ultra-sons peuvent permettre de déceler la présence d'un sous-marin, même si ce dernier, immobile en plongée, est parfaitement silencieux.

Etudions, d'abord, rapidement les deux modes de détection ci-dessus indiqués, avant d'examiner si d'autres procédés de détection sont possibles.

En quoi consiste la détection sonore ?

On sait que les sons se propagent beaucoup plus facilement dans l'eau que dans l'air, à cause de l'incompressibilité des liquides ; la vitesse du son devient beaucoup plus grande et la perception d'un bruit même assez faible comme le bruit d'une hélice est obtenue aisément, à une certaine distance, sans le secours d'aucun appareil. Après une plongée profonde et avant de remonter en surface, un commandant de sous-marin peut ainsi s'assurer qu'aucun bâtiment dangereux ne croise dans les parages immédiats, simplement en appliquant son oreille sur la coque de son navire ; les bruits d'hélice sont aisément perceptibles, dans le silence de l'abîme, à plusieurs centaines de mètres ; inversement, mais avec moins de certitude, cependant, on pourrait, en appliquant l'oreille sur la coque d'un navire de surface, percevoir le bruit d'hélice émis par un sous-marin en plongée dans le voisinage. On conçoit, toutefois, que ce mode de détection soit insuffisant en portée et encore plus en direction.

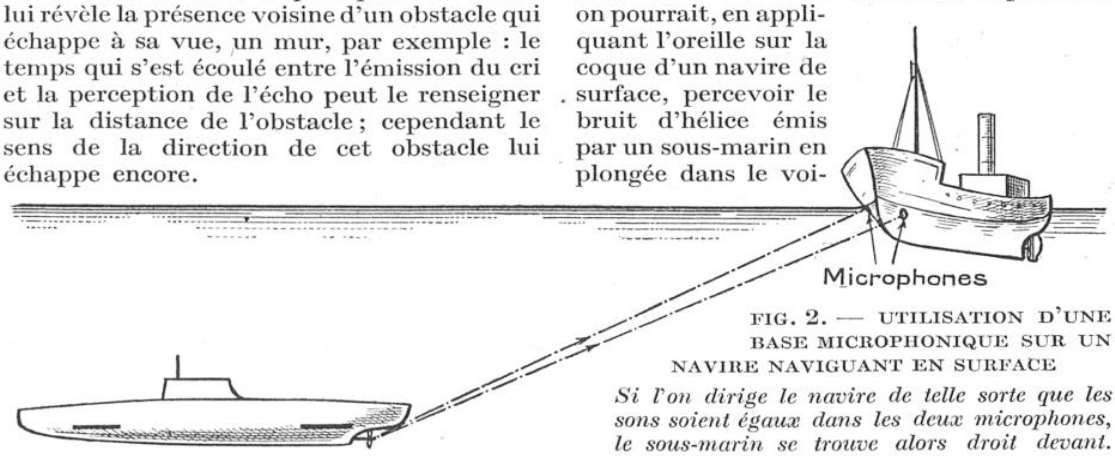


FIG. 2. — UTILISATION D'UNE BASE MICROPHONIQUE SUR UN NAVIRE NAVIGUANT EN SURFACE

Si l'on dirige le navire de telle sorte que les sons soient égaux dans les deux microphones, le sous-marin se trouve alors droit devant.

Mais comme, dans bien des cas, les appareils imaginés par l'homme viennent donner une superacuité à ses sens : des microphones, dont la plaque vibrante est au contact de l'eau, peuvent transformer en vibrations électriques les vibrations acoustiques qu'ils enregistrent, et des amplificateurs peuvent amplifier les courants avant de les transformer en sons par le moyen d'écouteurs téléphoniques. La première partie du problème : perception de la présence d'un sous-marin (en marche) est ainsi résolue ; reste la seconde, beaucoup plus délicate : la perception de la direction du son.

On a pu l'obtenir tout d'abord en utilisant deux microphones, suffisamment distants l'un de l'autre, et qui constituent une base ; chacun des deux microphones est en communication avec l'une des oreilles du guetteur et l'appréciation de la direction du son émis, basée sur un phénomène purement physiologique, devient ainsi possible avec une certaine précision : on peut imaginer, par

(1) Voir *La Science et la Vie*, nos 78 et 82.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

exemple, que les deux microphones sont aux extrémités d'une base qui tourne dans son plan horizontal, et apprécier la direction du son, soit en fixant la position pour laquelle les deux oreilles perçoivent également (source sonore en avant de la base), soit les positions pour lesquelles chaque oreille cesse d'entendre le bruit (la source sonore est alors sur la bissectrice de l'angle formé par ces deux positions extrêmes) (croquis nº 1).

Ces principes peuvent être appliqués pour faire la veille des sous-marins à bord d'un bâtiment de surface. Dans ce but, de chaque bord de la coque, un microphone (l'un à bâbord et l'autre à tribord) est relié à l'une des oreilles de l'écouteur. Un bruit d'hélices étant entendu, on manœuvre le navire de façon à obtenir une audition égale dans les deux oreilles (croquis nº 2). Le sous-marin est alors droit devant, ou bien on fait évoluer le navire d'un bord, puis de l'autre, de façon à obtenir les extinctions du son ; les deux caps ainsi obtenus étant notés, le sous-marin entendu se trouve dans la direction bissectrice des deux caps extrêmes (croquis nº 3).

Il est beaucoup plus pratique, lorsque cette disposition est réalisable, de monter les deux microphones, non pas sur la coque, mais aux extrémités d'un tube horizontal immergé que l'on peut faire tourner au moyen d'un volant. La manœuvre devient plus rapide et indépendante du cap du navire.

Dispositif à un seul microphone. — Ce dispositif a été imaginé, pendant la guerre, par M. le lieutenant de vaisseau Walzer : on dispose sur une calotte sphérique, rivée à la coque, un grand nombre de microphones qui sont tous reliés à un récepteur unique. Les divers microphones sont impressionnés avec une intensité différente, il en résulte que chaque direction du son correspond à une position bien déterminée de l'écouteur, sur une certaine courbe, pour le maximum du son. On déduit donc de la position de l'écouteur le gisement de la source sonore.

Qu'est-ce que la détection ultra-sonore ?

Dans les nºs 78 (décembre 1923) et 82 (avril 1924) *La Science et la Vie* a déjà traité la question des ultra-sons envisagée au point de vue des sondages marins. Nous en rappellerons brièvement les principes, en orientant ces notions de rappel vers la question qui nous occupe aujourd'hui, celle de la détection des sous-marins en plongée.

Le tableau de la page suivante montre la place des ultra-sons par rapport à la gamme des ondes sonores.

Les ondes sonores s'amortissent et se diffractent très rapidement dans l'*eau ;* cette diffraction étant proportionnelle à la longueur d'onde, on la diminue donc considérablement en utilisant les courtes longueurs d'onde des ultra-sons ; d'autre part, l'amortissement est cent fois moins rapide dans l'eau que dans l'air et tout ceci explique pourquoi on peut, au moyen des ultra-sons, obtenir un écho à travers une couche d'eau profonde. Mais la propriété capitale des ultra-sons est de pouvoir être concentrés dans un cône d'émission très fermé, l'angle de ce cône étant lui-même proportionnel à la longueur d'onde. Si donc une source de mêmes dimensions émet, sous l'eau, un *la* normal ou un ultra-son de fréquence 50.000, les angles des cônes de propagation des ondes sont, entre eux, dans le rapport $\frac{435}{0.03} = 14.500$. C'est-à-dire que les ondes ultra-sonores se propagent dans un cône 14.500 fois plus petit que les ondes sonores du *la* normal ; on peut donc les considérer comme dirigées. Il en résulte que, si un écho est perçu, l'obstacle se trouve dans la direction de l'axe d'émission de la source ultra-sonore ; on peut, d'autre part, en divisant par deux le produit de la vitesse du son dans l'eau par le temps écoulé entre le départ de l'onde ultra-sonore et la réception de l'écho, obtenir exactement la dis-

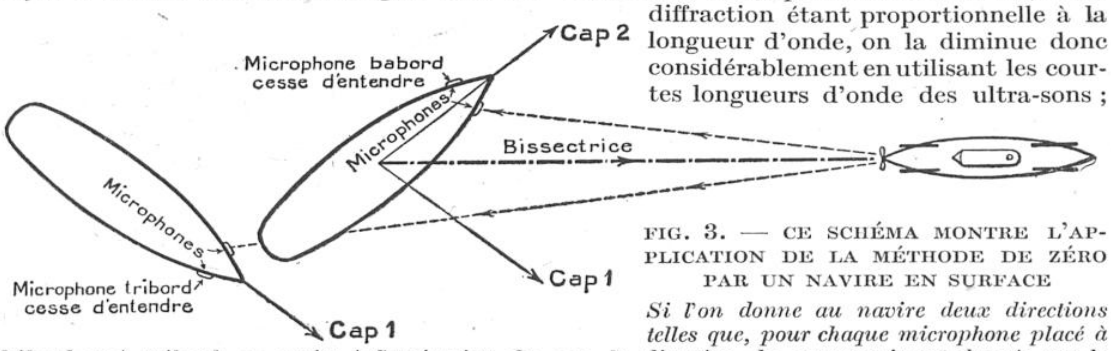


FIG. 3. — CE SCHÉMA MONTRE L'APPLICATION DE LA MÉTHODE DE ZÉRO PAR UN NAVIRE EN SURFACE

Si l'on donne au navire deux directions telles que, pour chaque microphone placé à bâbord et à tribord, on arrive à l'extinction du son, la direction du sous-marin est donnée par la bissectrice de l'angle formé par ces deux directions.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tance en mesurant les temps ; la direction et la distance donnent la position exacte de l'obstacle réfléchissant, que nous supposerons ici être une coque de sous-marin.

Les ultra-sons réalisent donc un progrès considérable par rapport à la détection sonore, qui ne donnait qu'une direction imprécise et qui ne renseignait nullement sur la distance.

Rappelons que, pour produire des ultra-sons (fréquences de 50.000 et au delà), ainsi que pour les détecter, on a recours aux propriétés piezo-électriques du quartz (voir *La Science et la Vie*, n° 78, décembre 1923). Un condensateur, dont le diélectrique est constitué par une mosaïque de cristaux de quartz convenablement taillés, a la propriété curieuse de transformer les vibrations électriques en vibrations mécaniques, et inversement. Les croquis de principe ont été déjà publiés dans le numéro précité de *La Science et la Vie*.

FRÉQUENCE		FRÉQUENCE	LONGUEURS D'ONDE	
			EAU	AIR
Infra-sons		0	infinie	infinie
		8	175m	42m,5
		30	50m	11m,30
	ut_1	65	13m	5m,25
Sons perceptibles à l'oreille	la_1 normal	435	3m,47	0m,80
	ut_7	4.176	0m,36	0m,081
		30.000	0m,15	0m,0034
		40.000	0m,0375	0m,0085
Ultra-sons		50.000	0m,03	0m,0068
		infinie	0m,06	0m,00

Y a-t-il d'autres procédés de détection ?

Nous venons d'examiner les deux procédés qui sont actuellement usités et en cours de perfectionnement, dans toutes les marines, pour détecter la présence des sous-marins. Est-il possible de concevoir, en partant des connaissances scientifiques acquises, de nouvelles méthodes capables de donner de meilleurs résultats ?

Ainsi que nous l'avons déjà dit, tout procédé de détection doit reposer, soit sur l'émission d'ondes propres par le sous-marin à détecter (ondes sonores, infra ou ultra-lumineuses, magnétiques, électriques, hertziennes), soit sur la réflexion d'ondes émises en dehors du sous-marin et indépendantes de lui. Et, jusqu'à présent, les ondes sonores et ultra-sonores seules ont donné des résultats ; d'autres ondes, de caractère différent, peuvent-elles être utilisées dans le même but ?

On sait que la direction des ondes hertziennes peut être repérée au moyen d'appareils spéciaux, que l'on a appelés des radiogoniomètres (1). Il est donc parfaitement possible, si l'on dispose d'un réseau de radiogoniométrie convenable, de déterminer avec une certaine approximation la position d'un navire qui émet un signal de T. S. F. Que de services aurait rendus, en 1914, un tel réseau de radiogoniométrie, alors que seule la force de réception d'un signal pouvait intervenir pour donner une très vague indication en distance et aucune en direction ?

Deux ou trois radiogoniomètres, en Méditerranée occidentale, rendaient certaine, par exemple, la destruction des croiseurs allemands *Goeben* et *Breslau*.

Aussi cette application nouvelle de la science radio-électrique progressa-t-elle rapidement en 1915 et 1916 ; on sait que les Anglais furent souvent prévenus des mouvements de la flotte allemande par leurs stations radiogoniométriques de la mer du Nord. De même, nombre de sous-marins ennemis purent être suivis sur la carte, dans la Manche et dans le golfe de Gascogne, grâce aux relèvements de leurs émissions de T. S. F. par les nombreuses stations de radiogoniométrie établies sur nos côtes.

On obtient ainsi des renseignements précieux ; mais encore faut-il pour cela que le navire à découvrir utilise ses appareils de T. S. F. pour demander des ordres ou transmettre des avis.

Un sous-marin moderne est toujours muni d'un appareil de T. S. F. relativement puissant, capable de transmettre des si-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 105.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

gnaux, soit au moyen d'une antenne portée par deux mâts rabattables (émission en surface), soit au moyen de filières isolées tendues sur le pont (émission en demi-plongée, c'est-à-dire lorsque le navire montre juste le dos en surface, tous panneaux fermés).

Mais, jusqu'à l'heure actuelle, les sous-marins sont à peu près incapables d'émettre des signaux de T. S. F. lorsqu'ils sont complètement immergés. S'il a été possible de réaliser des appareils permettant de recevoir, en plongée, les signaux de stations puissantes émettant sur grandes longueurs d'ondes (à cause de la puissance même des signaux et de la faculté relative des grandes ondes de pénétrer dans la mer jusqu'à une certaine profondeur), il a été presque impossible, jusqu'à présent, d'imaginer un appareil permettant une émission radio-télégraphique en plongée à une distance appréciable. Un signal émis en plongée ne se propagerait qu'à courte distance dans l'eau salée, qui est un milieu conducteur, et n'émergerait nullement au-dessus de la surface pour atteindre les stations terrestres. L'émission ne serait possible que si l'on admettait la conception d'une antenne passagère, constituée, par exemple, par un jet d'eau salée lancée par le sous-marin, à la façon d'une baleine.

Quoi qu'il en soit, une émission radio-télégraphique restera toujours facultative et passagère, et il est bien évident qu'un procédé de détection définitif ne peut se fonder sur un phénomène essentiellement passager. La T. S. F. paraît ainsi mise hors de cause en tant qu'agent capable d'amener à coup sûr la destruction du sous-marin à la suite d'un repérage précis.

Il viendrait facilement à l'esprit d'utiliser les nombreux champs électriques créés à l'intérieur du sous-marin, par les moteurs et canalisations électriques, pour impressionner un détecteur sensible. Mais ces phénomènes ne sont capables d'aucune action extérieure au sous-marin, à cause de la coque même du navire qui constitue ce que l'on appelle une « cage de Faraday ». On sait que cet illustre physicien découvrit que les phénomènes électriques ne traversent pas des parois métalliques hermétiquement closes, d'où il résulte que tout ce qui passe à l'intérieur d'un sous-marin n'est nullement perceptible au dehors.

Resteraient les phénomènes magnétiques : il est certain qu'un sous-marin traîne après lui un champ magnétique notable et que sa puissante masse de fer pourrait, par son mouvement même, donner naissance à des courants appréciables; mais ces phénomènes-là ne se produisent qu'au voisinage immédiat des masses métalliques et sont très réduits par ce fait que l'eau de mer est un milieu conducteur. C'est donc encore une possibilité qui nous paraît bien faible, dès le premier examen.

Quant à la télévision, on peut dire, sans se tromper, que sa réalisation n'est pas un danger pour le sous-marin en plongée.

Et, maintenant, revenons au titre de notre étude : « Les progrès de la détection

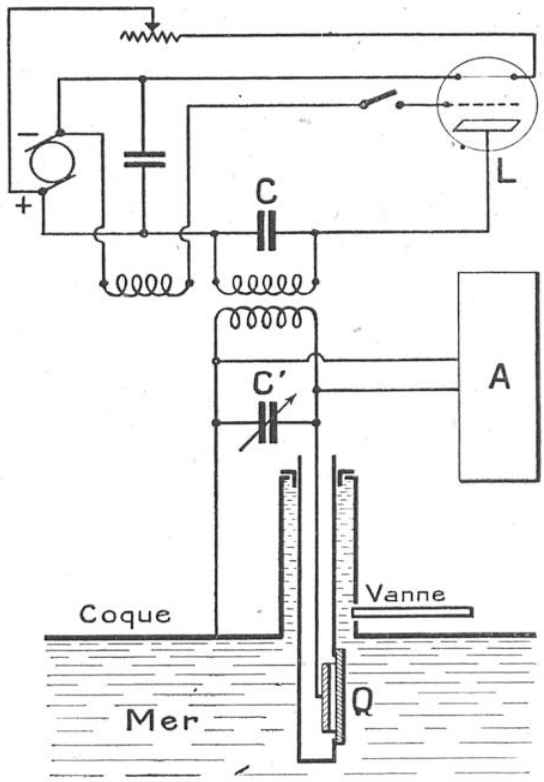


FIG. 4. — INSTALLATION POUR LA DÉTECTION HORIZONTALE PAR LES ULTRA-SONS

Le condensateur à quartz Q *peut monter ou descendre à volonté dans un tube sous la coque du navire. Il est orientable tout autour de l'horizon. Le poste à lampes* L *produit des oscillations dans un circuit accordé par le condensateur de réglage* C *sur la fréquence des ondes ultra-sonores à émettre. Ce circuit agit sur un deuxième circuit en résonance réglable par le condensateur* C' *et qui transmet les vibrations au condensateur à quartz* Q. *Après leur réflexion, les ondes ultra-sonores reçues par le condensateur* Q *sont transformées en ondes électriques détectées par l'amplificateur* A. *Un ticker ramène la fréquence au-dessous de 10.000 pour rendre les ondes perceptibles à l'oreille.*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sous-marine tueront-ils le sous-marin ? »

Supposons même *a priori* la détection précise réalisée. Le navire rapide porteur de grenades, l'avion chargé de bombes connaissent alors avec une grande approximation la position du sous-marin en plongée (à l'immersion près) et sont même capables de suivre ses évolutions ; ils peuvent laisser tomber autour de lui, et peut-être sur lui, des quantités de charges explosives, réglées pour exploser des immersions différentes. Le sous-marin est-il infailliblement perdu pour cela ?

Pour essayer de résoudre cette question, il est nécessaire de définir ce qu'il y a lieu d'entendre par détection précise. N'oublions pas que le sous-marin a la mobilité dans les deux plans, horizontal et vertical. Pour qu'il soit situé d'une façon précise, il faut donc connaître, non seulement sa position de route, mais encore la profondeur à laquelle il se trouve.

Si une telle détection était réalisée, on peut affirmer que le sous-marin aurait vécu. Car le sous-marin est absolument dépourvu de moyens offensifs contre un navire de surface situé au-dessus de lui, sa torpille n'ayant qu'une trajectoire horizontale. De tels moyens offensifs apparaîtront peut-être, on peut même dire probablement, si la détection se perfectionne, car il est logique de supposer que si le navire de surface peut situer exactement le sous-marin, de son côté le sous-marin peut, lui aussi, situer le navire de surface. Si ce dernier veut lancer ses grenades avec grande précision, il devra marcher à petite vitesse. Le sous-marin pourra donc lâcher des grenades à flottabilité positive, qui viendront exploser dans les environs de la carène de son ennemi.

Mais il est un adversaire contre lequel le sous-marin sera absolument impuissant, c'est l'ennemi aérien. On ne voit pas, en effet, un sous-marin à 50 mètres d'immersion laissant remonter des bombes qui se transformeraient en schrapnells. Le sous-marin sera donc toujours absolument désarmé contre l'avion, dont il sera fatalement la victime si sa position est indiquée d'une façon précise à l'avion par la détection sous-marine.

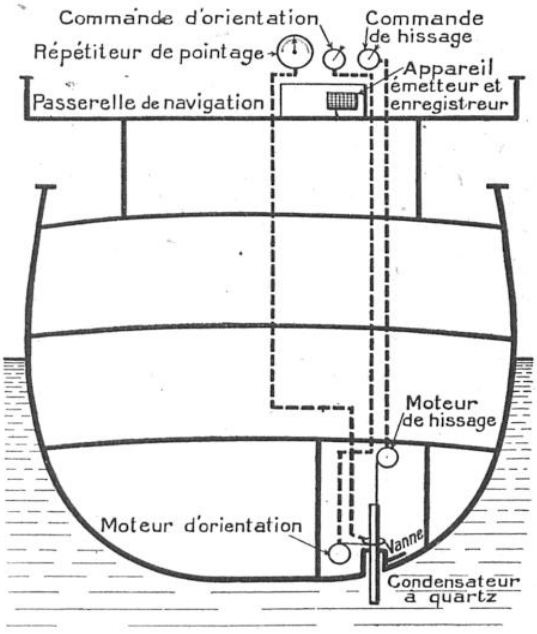


FIG. 5. — SCHÉMA DE L'INSTALLATION DES ULTRA-SONS A BORD D'UN NAVIRE

Le tube qui porte le condensateur à quartz peut se manœuvrer, en hissage et en orientation, depuis la passerelle de navigation où se trouvent tous les appareils de manœuvre et de réception. Un répétiteur indique la direction de l'axe du condensateur à quartz, de sorte que, si un écho révèle la présence du sous-marin, le commandant saura immédiatement la direction à prendre pour courir attaquer l'ennemi avec sûreté.

Il est donc probable qu'une détection extrêmement précise et de grande portée serait la mort du sous-marin. Mais sera-t-elle réalisée ? N'oublions pas que toute arme entraîne une parade. Le canon a fait naître la cuirasse, la torpille a amené le compartimentage serré, les filets, les doubles et triples coques.

La parade du sous-marin

Le sous-marin va, également, réagir. Nous le verrons tout d'abord s'armer pour résister aux grenades. Sa coque se fortifiera. Il pourra descendre à des immersions de plus en plus grandes, et même s'il est exactement situé, le temps que mettra la grenade à descendre lui permettra d'évoluer pour dérégler le tir. En outre, des parades naîtront contre la détection. Les moteurs et les hélices, de plus en plus silencieux, feront perdre à la détection sonore toute son efficacité. Les formes de plus en plus fuyantes des coques tâcheront d'éviter les réflexions ultra-sonores, que des brouillages viendront ensuite troubler. Ces brouillages paraissent, en effet, un des moyens les plus efficaces pour tromper celui qui écoute sur la direction de l'émetteur. La lutte s'engagera entre le sous-marin et la détection, comme elle s'est engagée entre le canon et la cuirasse, entre la torpille et le compartimentage. Et ces luttes-là ne finissent jamais.

C^ne de corvette LABOUREUR.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

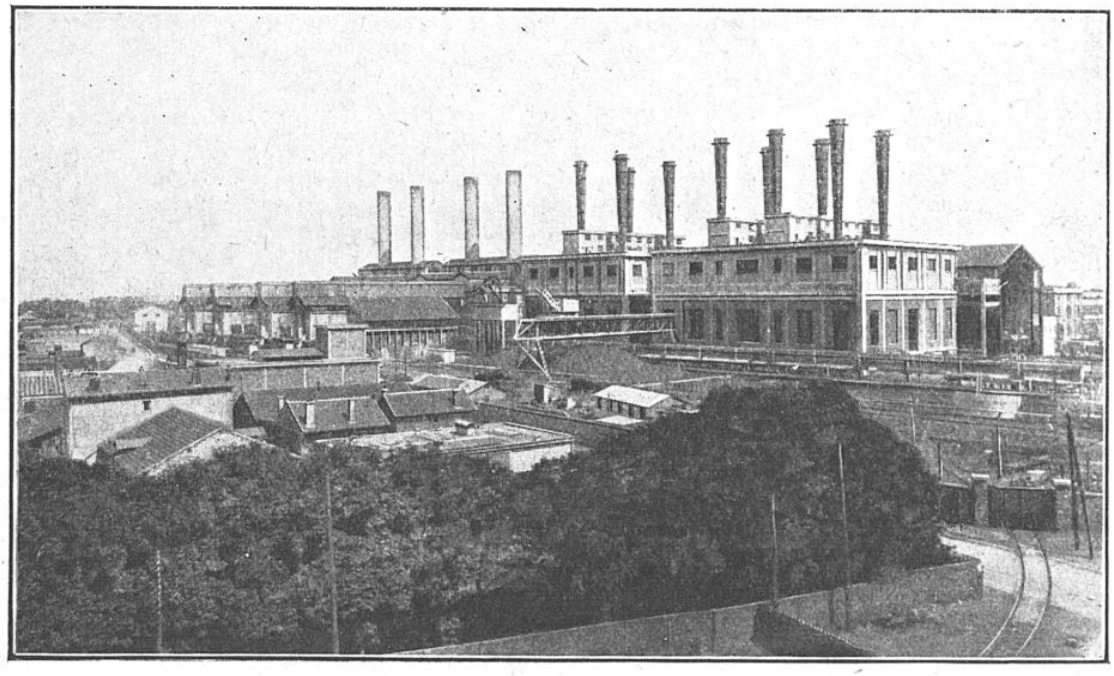
LA VILLE-LUMIERE MANQUE ENCORE D'ÉLECTRICITE

Par Pierre CHANLAINE

Bien que le prix du courant électrique soit moins élevé en France que dans presque tous les pays du monde, son utilisation est encore très restreinte. On peut dire cependant que le nombre des usagers augmente sans cesse et que, d'une manière générale, la consommation de chacun d'eux, d'abord limitée aux besoins de l'éclairage, passe à ceux du chauffage des petits appareils, en attendant d'assurer la cuisson des aliments, le chauffage des appartements, etc., etc., sans omettre les industries, grosses « mangeuses » d'énergie électrique. Afin de n'être pas pris au dépourvu, la C. P. D. E. a établi un programme de production, déjà partiellement réalisé, dont nous traçons ici les grandes lignes, d'après les déclarations faites à La Science et la Vie *par M. Imbs, directeur général de la C. P. D. E.*

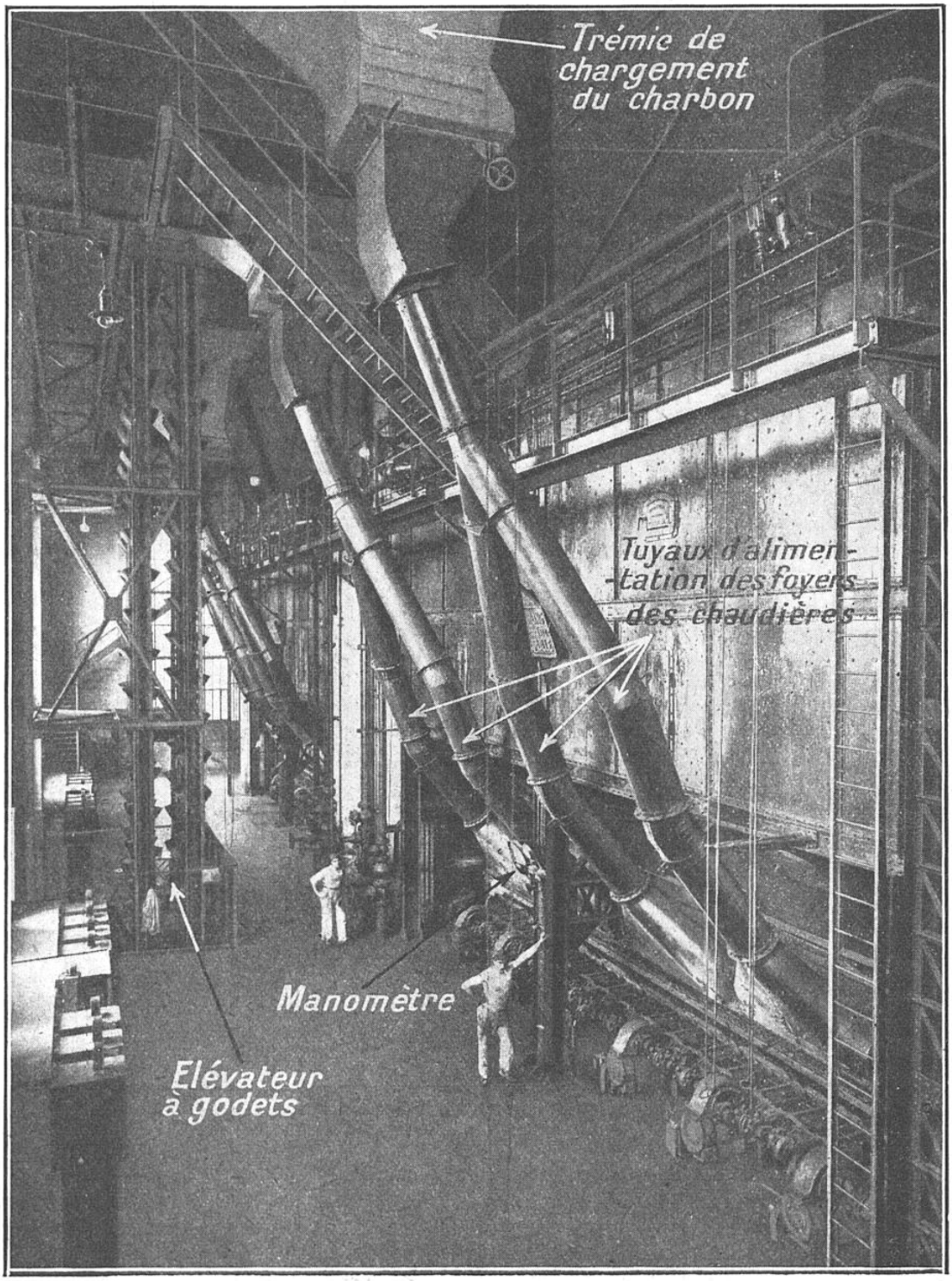
On a annoncé, ces temps derniers, que la C. P. D. E., ayant à peine achevé le programme nécessaire à porter sa production à 330.000 kilowatts, envisageait déjà de nouveaux travaux. Nous avons cru, en conséquence, opportun d'aller demander à son distingué et très actif directeur, M. Imbs, quels étaient les moyens techniques qui pouvaient être employés pour porter au maximum la production de l'énergie électrique dans la région parisienne.

— Remarquez d'abord, nous dit M. Imbs, qu'exception faite pour l'Italie septentrionale, c'est à Paris que le prix du courant est le plus bas en Europe. Il a été fixé à 1 fr. 21 l'hectowatt-heure, soit 24 centimes-or. Dans le nord italien, il n'est pas supérieur à 17 centimes. Mais, partout ailleurs, il atteint 40, 50 et même 60 centimes, ce qui est énorme. Le prix du courant est donc relativement bas, dans l'absolu. Il l'est aussi dans le relatif, si l'on veut considérer qu'il n'est supérieur au



VUE GÉNÉRALE DE LA CENTRALE ÉLECTRIQUE DE SAINT-OUEN, PRÈS DE PARIS

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



UNE « RUE DE CHAUFFE » A L'USINE ÉLECTRIQUE DE SAINT-OUEN (SEINE)

Le charbon, provenant des trémies, est distribué automatiquement sur les grilles à mouvement continu des foyers des chaudières.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

prix d'avant-guerre que d'un coefficient de 1,4, alors que tout a quadruplé et même quintuplé, notamment le prix du charbon.

Nous sommes arrivés à ce résultat heureux en perfectionnant les moyens techniques de production, en diminuant la consommation de charbon par kilowatt-heure produit.

Au demeurant, tout indique que le nombre des usagers et la consommation de chacun d'eux doivent augmenter considérablement. Les courbes à ce sujet sont en progression constante. En 1913, par exemple, la production de courant totale de la C. P. D. E. n'avait pas dépassé 90 millions de kilowatts-heure. L'hiver dernier, elle a atteint 400 millions de kilowatts-heure. Il est vrai qu'entre ces deux dates extrêmes nous avons construit et livré à l'exploitation les deux centrales d'Issy et de Saint-Ouen, qui possèdent, chacune, une puissance de 110.000 kilowatts. Ce sont ces deux centrales qui, pendant la guerre, ont permis de satisfaire aux besoins de la défense nationale. Après 1920, nous avons élaboré une série de programmes d'extension, dont chacun porte une lettre de A à F, qui furent présentés et approuvés par le Conseil municipal. Récemment, les plans G et H y ont été ajoutés. Ils viennent d'être homologués par la Ville de Paris.

Nous arrivons ainsi en plein dans le sujet. Ceux de ces plans dont la réalisation a été poursuivie ont, comme vous le savez, porté la puissance utile de la C. P. D. E. à 330.000 et la puissance installée à 450.000 kilowatts. Vous savez que la puissance utile est égale à la puissance installée diminuée des réserves.

Il faut aussi prévoir une augmentation considérable du nombre des abonnés. Il n'y en a que 500.000, alors que la compagnie de distribution du gaz en compte 850.000. Disproportion qui ne s'explique que par un préjugé. On a considéré, jusqu'ici, sans trop savoir pourquoi, que, seul, le gaz était démocratique. On commence maintenant à reconnaître cette erreur. Toutes les ménagères font usage du courant pour les fers à repasser, les chauffe-plats et même les allumeurs. Seuls, le chauffage et la cuisine électriques stagnent encore. Mais ils ont le plus bel avenir.

On envisage donc, dans une période d'une dizaine d'années, le doublement de la puissance électrique actuelle. La dépense prévue s'ajoutera à l'ensemble des dépenses engagées par la compagnie depuis 1921 (1 milliard 84 millions). D'où proviendront les sources d'énergie nouvelles? Du Sud-Est parisien, qui est, actuellement, dépourvu de centrale de production, alors que, comme nous l'avons vu tout à l'heure, nous en trouvons au nord (Saint-Ouen) et au sud-ouest (Issy). Une troisième centrale s'imposera bientôt, en attendant l'adduction de sources d'énergie hydraulique. Je n'ai pas, à ce sujet, à vous parler des projets en cours, mais nul n'ignore que la réalisation de ceux du Rhône et du Massif Central ne peut être longtemps différée. L'apport, à Paris, de l'énergie électrique provenant des chutes d'eau n'amènera peut-être pas une baisse sensible du prix du courant, mais elle permettra de réduire les importations de charbon étranger. Et c'est intéressant au point de vue national.

Il faut, évidemment, que la situation financière de la France permette la réalisation de ces plans.

Abordons maintenant la question de la transformation.

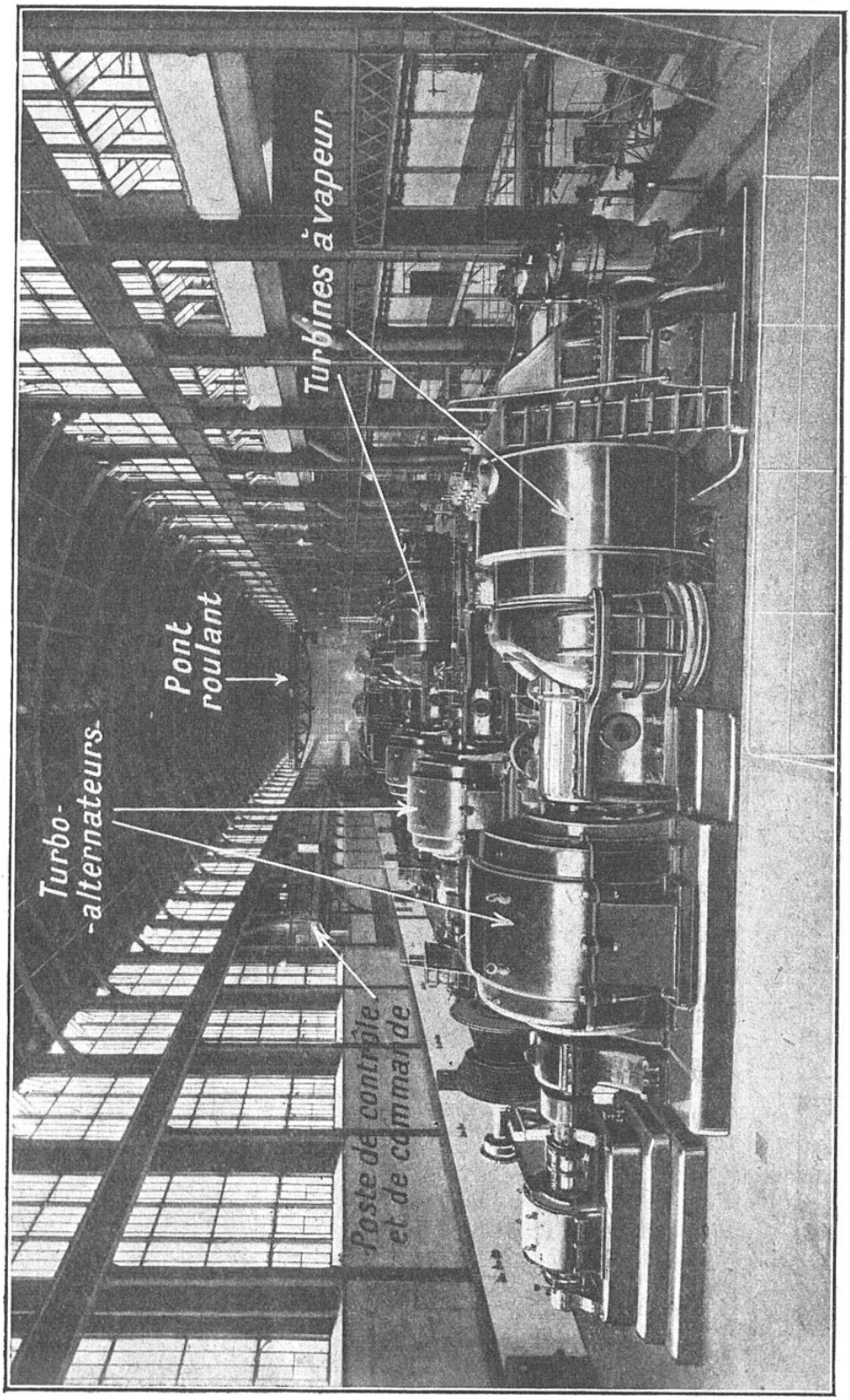
Le courant arrive de nos centrales sous une tension de 12.000 volts. Nous abaissons cette tension à 110, 220 ou 440 volts en continu, à 3.000 volts en alternatif. D'où la nécessité d'avoir, dans Paris, des sous-stations en des points tels que la longueur des canalisations en basse tension ne conduise pas à de trop grandes pertes en charge.

Problème dont la solution est extrêmement délicate. Même en arguant des causes d'utilité publique, il est difficile, dans la situation actuelle, de déloger des locataires pour transformer en sous-centrales les locaux qu'ils occupent. Néanmoins, nous avons pu, dans ce but, acquérir, dans Paris, quinze immeubles, mesurant chacun 1.500 mètres carrés. Pour le surplus, nous nous sommes contentés de mesures provisoires. Sur huit stations nouvelles, une seule a pu être activement construite : Plaisance. Une seconde : Trinité (rue de la Tour-des-Dames), n'a pu être bâtie qu'en partie. Deux autres stations sont, aujourd'hui, en construction à Beaubourg et Laon.

Actuellement, la longueur des galeries souterraines des câbles allant jusqu'aux centres de transformation atteint 30 kilomètres dans Paris. Depuis les centres de transformation jusqu'aux postes de consommation, le métrage des câbles souterrains est considérable. Il en résulte que le poids du cuivre à employer pour les canalisations est très élevé. De plus, il y a des pertes en charge, celles-ci étant d'autant plus considérables que la tension est plus faible. Enfin, des travaux souterrains sont constamment nécessaires, et les intéressés s'en plaignent amèrement.

Pour réduire au minimum les canalisations

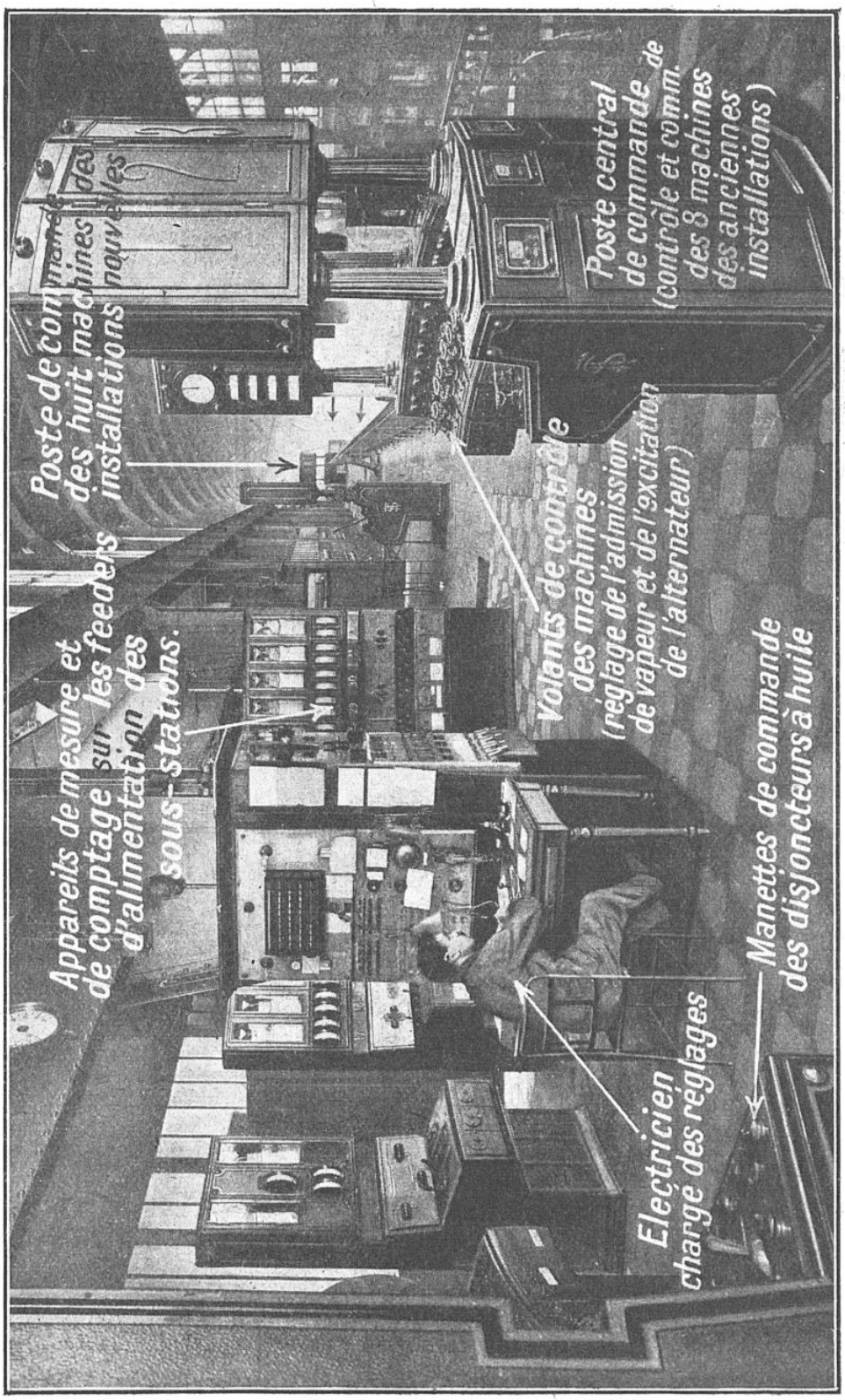
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



VUE GÉNÉRALE DE L'INTÉRIEUR DE LA CENTRALE DE SAINT-OUEN, DONT LA PUISSANCE DOIT ÊTRE AUGMENTÉE

Cette Centrale, construite avant la guerre, a une puissance de 110.000 kilowatts. On sait qu'elle fournit, avec la Centrale d'Issy, l'énergie électrique à Paris. Un plan, approuvé par la ville, permettra de porter assez prochainement la puissance effective à utiliser dans la capitale, dont les besoins croissent très rapidement, jusqu'à 330.000 kilowatts et la puissance installée à 450.000 kilowatts.

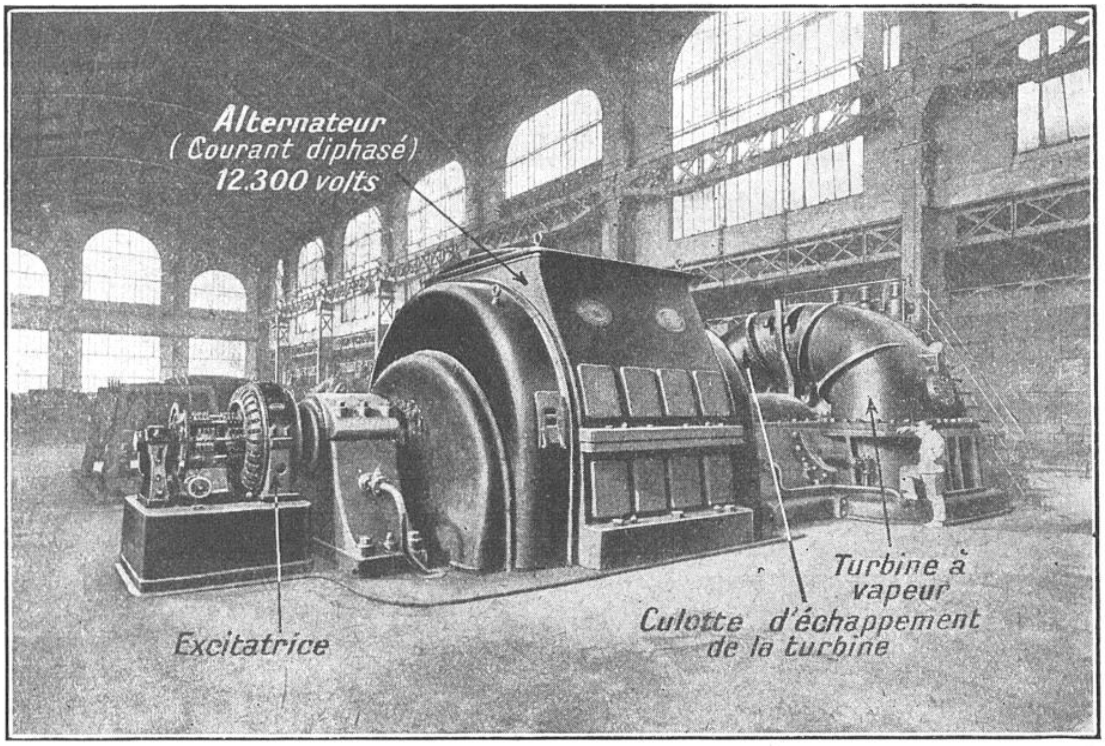
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



POSTE DE COMMANDE ET DE CONTROLE DE L'USINE DE SAINT-OUEN

Cette Centrale comporte seize groupes générateurs (huit dans les installations nouvelles, huit dans les anciennes), qui peuvent être commandés par un seul électricien, placé au poste où nous le voyons, entouré de nombreux appareils de contrôle et de commande. Les réglages de l'admission de vapeur aux turbines et de l'excitation des alternateurs sont faits par lui.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



VUE D'UN TURBO-ALTERNATEUR D'UNE PUISSANCE DE 35.000 KILOWATTS

Le personnage situé auprès de la turbine permet de se rendre compte des dimensions atteintes par les machines électriques modernes.

dans le centre de Paris où la situation est particulièrement difficile, nous voulons que des câbles amènent dans les rues elles-mêmes le courant non transformé, sous une tension de 12.000 volts. On installera alors, dans chaque immeuble, un transformateur, qui pourra donner à tout particulier, au lieu du courant actuel à puissance réduite, 40, 50 et même 80 ampères. De cette manière, non seulement les pertes en charge seront moins grandes et le nombre des canalisations plus restreint, mais les usagers disposeront d'un ampérage qui leur permettra de développer toutes les applications de l'électricité.

Ce plan de distribution ne peut être d'une réalisation immédiate. Paris n'est pas, comme New-York, une ville géométrique, et il est malaisé de conduire à travers le dédale de ses ruelles les courants distributeurs.

Il est, toutefois, à présumer que sa complète réalisation ne sera pas trop longue et que, grâce à elle, l'électricité deviendra de plus en plus l'agent physique démocratique qu'elle doit être. »

PIERRE CHANLAINE.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'AUTOMOBILE ET LA VIE MODERNE

Par A. CAPUTO

I. Comment la durée d'un moteur peut être portée du simple au double, selon les soins dont on l'entoure. — II. Le rôle des amortisseurs dans la suspension classique par ressorts à lames. — III. Le regommage des pneumatiques.

I. Comment la durée d'un moteur peut être portée du simple au double, selon les soins dont on l'entoure

La *panne*, qui fut longtemps le souci de certains automobilistes, le piment, l'imprévu, pour d'autres mieux aguerris ou plus dilettantes, est devenue extrêmement rare. Avec la voiture moderne, les arrêts sont exceptionnels et l'on peut affirmer que, neuf fois sur dix, la faute en incombe au propriétaire du véhicule.

La majorité des causes de troubles de fonctionnement proviennent, en effet, de négligences d'entretien.

L'automobiliste de maintenant peut fort bien ignorer comment sont groupés et s'animent les organes de sa voiture, s'il est de tempérament peu curieux de mécanique, mais ce qui lui est indispensable de connaître, ce sont les soins élémentaires qu'il doit pratiquer, afin d'éviter de façon à peu près complète tout ennui sur route et tous frais élevés de réparations.

Or, ces soins d'entretien peuvent se résumer en quelques pages et se retenir facilement par quelques images. De les analyser par petites bouchées sera le but de quelques échos de ces causeries.

A tout seigneur, tout honneur : le moteur, âme de la voiture.

Son graissage est toujours *automatique*.

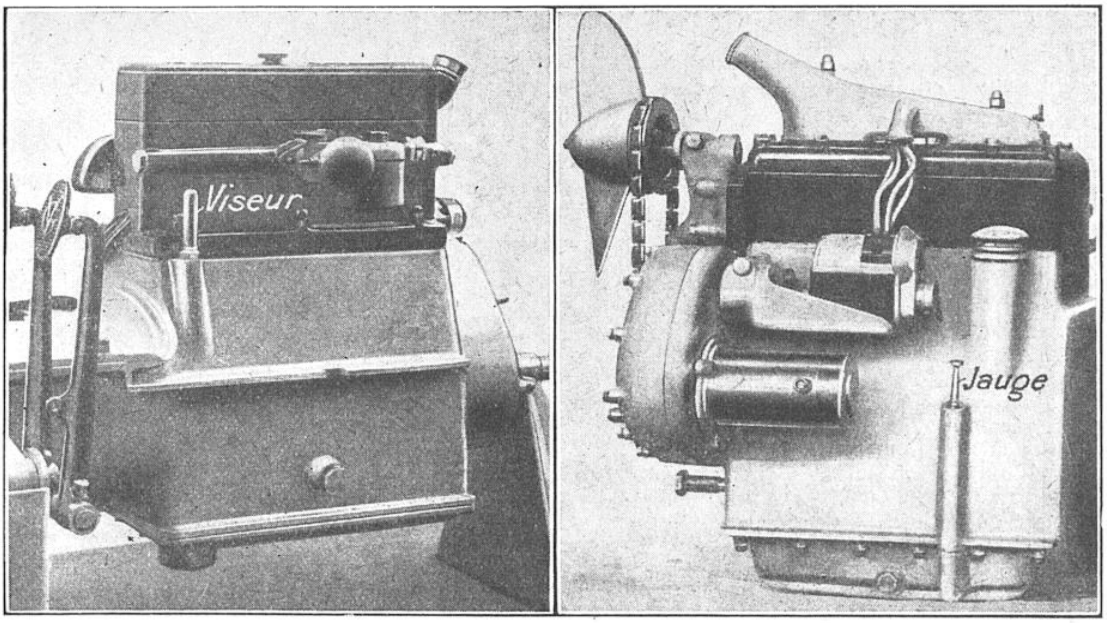


FIG. 1. — LES ORGANES DE CONTROLE DU NIVEAU DE L'HUILE DANS LE CARTER INFÉRIEUR DU MOTEUR

1. *Devant un viseur gradué se déplace l'extrémité d'une tige retiée à un flotteur baignant dans l'huile du carter inférieur du moteur.* — 2. *Une jauge mobile graduée plonge dans le carter inférieur, il suffit de la tirer de son logement pour faire la lecture de la quantité de liquide disponible.*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

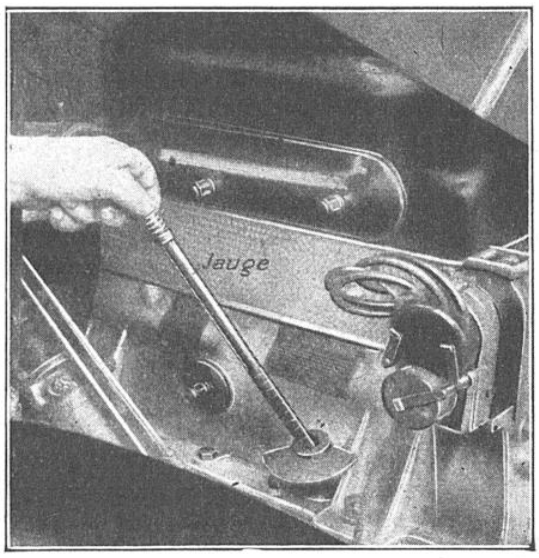


FIG. 2. — IL FAUT FAIRE LE PLEIN RÉGULIÈREMENT

Avant de faire le plein, vérifier à la jauge ou regarder le viseur, pour savoir combien il reste d'huile dans le carter ; il ne faut faire l'appoint que de la différence existant entre le niveau existant et celui normal indiqué par le constructeur.

Les obligations principales réclamées au conducteur concernant l'entretien du moteur sont : *de garnir* le carter inférieur, formant habituellement réservoir d'huile fraîche, jusqu'à un certain niveau indiqué par le constructeur ; *de maintenir* ce niveau sensiblement constant par des apports périodiques et réguliers ; *de vidanger* ce carter à certains intervalles de temps, pour le débarrasser de l'huile polluée qu'il contient.

La quantité d'huile garnissant le carter inférieur varie avec chaque type de moteur, elle oscille entre 3 et 10 litres. C'est une caractéristique sur laquelle le propriétaire de la voiture doit avoir la plus absolue précision. L'huile accomplit un circuit continuel en desservant les différents organes en mouvement du moteur ; moins il y aura d'huile dans le carter, plus souvent elle accomplira ce circuit, plus elle aura tendance à s'échauffer. Or, avec l'élévation de température, ses qualités lubrifiantes deviennent moins actives. Sous l'impulsion des déplacements des pistons, une certaine partie de l'huile remonte dans les chambres d'explosion, brûle et se trouve évacuée avec les gaz d'échappement. Cette perte varie selon la disposition et la fabrication du moteur.

On est renseigné sur le niveau de l'huile dans le carter du moteur, soit au moyen d'un viseur le long duquel se déplace une tige reliée à un flotteur baignant dans le liquide, soit au moyen d'une jauge mobile (fig. 1).

Combler le niveau du carter, c'est *faire le plein*. Quand et comment le faire?

Quand : *tous les deux cents kilomètres*. Comment : *jusqu'au niveau indiqué et jamais davantage*. Si l'on force la dose, le graissage n'en sera pas amélioré. Au contraire, une plus grande quantité d'huile gagnera les chambres d'explosion, il se produira des dépôts de carbone sur les parois et une fumée bleue, plus ou moins intense, à l'échappement. La surabondance implique aussi gaspillage, puisque se perd en fumée une huile très chère. En somme, faire sienne la formule : *peu, mais souvent*.

Au cours d'une présentation récente des épurateurs d'air et des épurateurs d'huile, nous avons constaté qu'il pénètre dans le moteur, avec le mélange d'admission, des poussières et de fins graviers ; que des particules de carbone s'incorporent à la couche de lubrifiant garnissant les parois des cylindres ; que ce sont là des *agents destructeurs*, qui, une fois en suspens dans l'huile, rôdent et usent le métal.

Les épurateurs deviendront, un jour, d'usage général et permettront d'espacer à de plus longues périodes les vidanges que l'on doit opérer.

Nous avons vu également, à cette occasion, que de l'essence non vaporisée passe dans le lubrifiant, le dilue et le détériore.

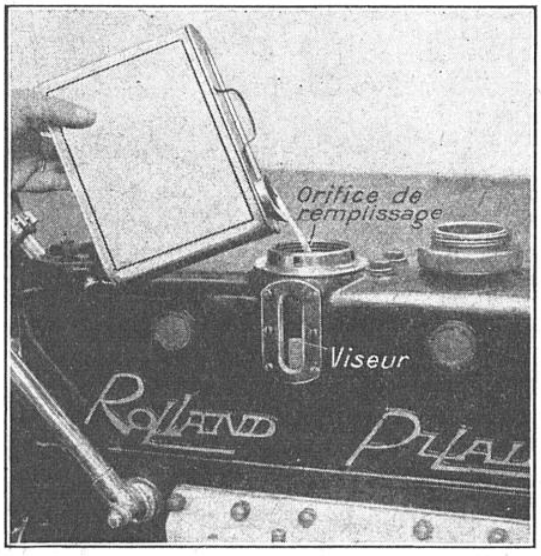


FIG. 3. — ADOPTER LA FORMULE : PEU, MAIS SOUVENT

Choisir une huile de bonne qualité et lui être fidèle. Opérer le regarnissage du carter tous les 200 kilomètres. Dans ce moteur, un commode réservoir avec viseur est disposé sur la tête des cylindres. Une manette, que l'on aperçoit vers la base du bidon, permet le déversement dans le carter inférieur, par un robinet intermédiaire de communication, la quantité distribuée étant contrôlée au viseur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ne soyons jamais satisfait de trouver dans le carter *plus d'huile qu'on en avait mis*, c'est que cette huile contient une part notable d'essence lourde.

Pour ces divers motifs, il faut régulièrement pratiquer la vidange.

Quand et comment?

Quand : *en rentrant le soir, alors que le moteur est chaud.*

Comment : *mettre sous les orifices de vidange un récipient, de dimensions appropriées, destiné à recevoir l'huile encrassée. Dévisser les bouchons d'évacuation — ce qui est parfois une opération peu réjouissante — ou déplacer le robinet que le constructeur bien intentionné aura placé à cette fin (fig. 4). Laisser l'huile usagée s'égoutter durant la nuit. Le lendemain matin, enlever les bougies, fermer les orifices de vidange, verser dans le carter un ou deux litres d'huile fraîche, tourner le moteur à la main à deux ou trois reprises, quelques instants. Vidanger à nouveau. Procéder ensuite au plein normal, après avoir vérifié la fermeture des orifices de vidange.* Cette pratique est un peu coûteuse en huile, mais elle est énormément plus économique en frais de révision et de réparation.

Ce n'est pas tout. Voici quelques autres conseils :

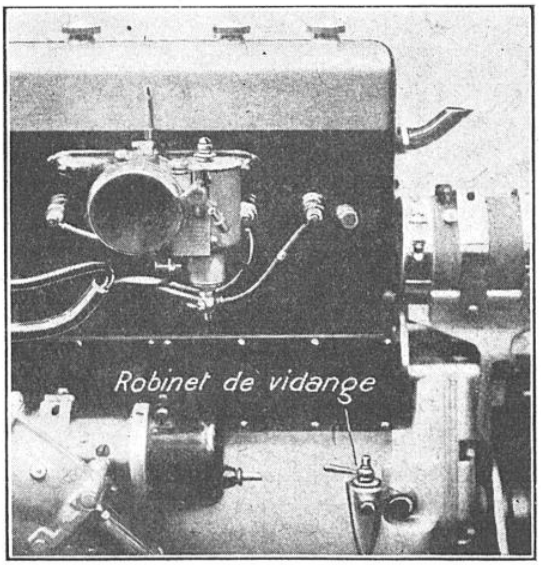


FIG. 4. — VIDANGER PÉRIODIQUEMENT LE CARTER INFÉRIEUR DU MOTEUR

Faire la vidange du carter tous les 2.000 kilomètres maximum, afin d'évacuer l'huile polluée contenant en suspens : des graviers, des particules de carbone, de fines parcelles de métal, de l'essence entraînée par le lubrifiant. Lorsque le moteur est neuf, faire la vidange tous les 500 kilomètres pendant les premiers 1.500 km. parcourus, pour le débarrasser des parcelles métalliques du rodage des pièces au début de la mise en service.

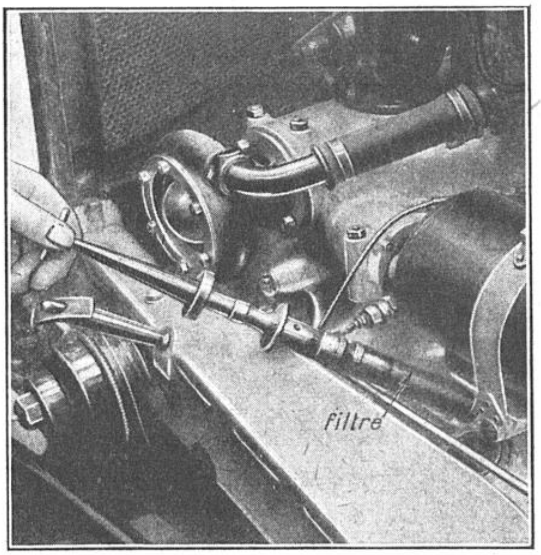


FIG. 5. — NE PAS OUBLIER DE NETTOYER LES FILTRES

S'il existe un ou des filtres sur la circulation d'huile, placés par le constructeur pour arrêter les impuretés, les nettoyer chaque fois — au moins — que l'on procédera à la vidange du carter inférieur du moteur pour le débarrasser de l'huile usagée.

Ne jamais emballer le moteur aussitôt la mise en route, surtout quand il fait froid. Le laisser tourner cinq à dix minutes au ralenti, selon la température, de manière que la circulation ait le temps de s'établir ; autrement, les organes frotteront à peu près à sec et s'useront inévitablement. C'est pourquoi, lors des vidanges, on remarque souvent de menues particules de métal arrachées aux surfaces dans ces conditions.

Eviter de noyer le carburateur au départ et surtout d'injecter directement de l'essence dans les cylindres. Bien préférable est d'employer un injecteur-vaporiseur sur la tuyauterie d'admission. Il y a, là aussi, pour la facilité de mise en route, une question de bougies et de magnéto, sur laquelle nous reviendrons.

En ce qui concerne la qualité de l'huile : choisir une bonne marque et *lui être fidèle.*

Si l'on respecte ces quelques indications, un moteur de bonne fabrication peut faire de 30.000 à 50.000 kilomètres sans aucune réparation à ses organes mécaniques. Il ne demandera que quelques visites de *décarbonisation*, ce que nous développerons dans un prochain écho.

Entre des mains négligentes et brutales, des réparations importantes s'imposeront après quelque 15.000 kilomètres. Il n'en faudra généralement imputer ni le modèle ni le constructeur, mais le conducteur, qui, par son oubli ou son insouciance, aura gravement travaillé contre sa bourse.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

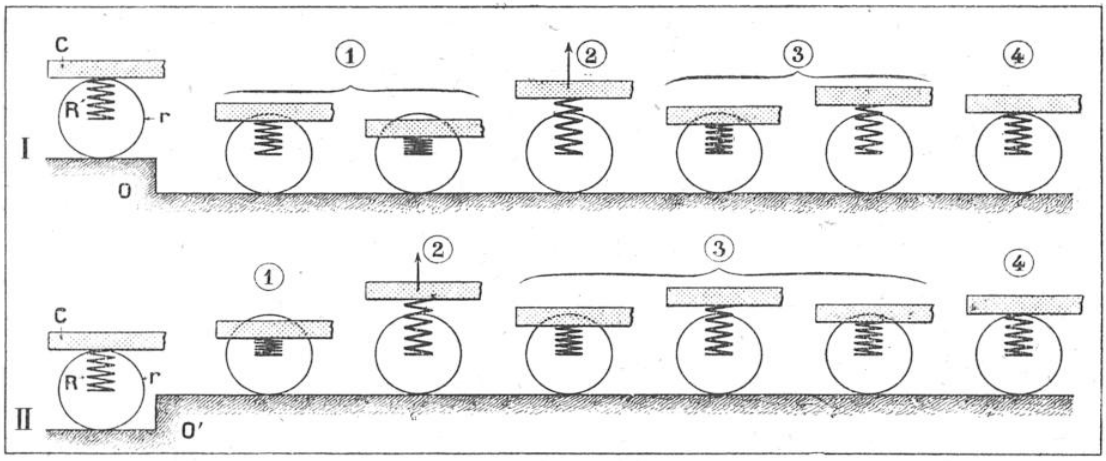


FIG. 6. — LES MOUVEMENTS D'UNE SUSPENSION CLASSIQUE AU PASSAGE D'UN OBSTACLE

Pour la clarté de la présentation, on a supposé un ressort en spirale et un obstacle simple, soit une chute, soit une ascension de la roue. I. *Quand la roue* r *a franchi l'obstacle* o, *le châssis* c *se rapproche du sol et comprime le ressort* R (1). *Le ressort comprimé se détend* (2), *projette le châssis (donc, en fait, voiture et occupants) vers le ciel, c'est le désagréable* coup de raquette. *Il ne revient à sa position de repos* (4) *qu'après une succession d'oscillations* (3). — II. *Les mêmes mouvements relatifs se reproduisent après le passage de l'obstacle* o'. *Ces mouvements se compliquent lorsque la roue franchit un caniveau ou un trou étroit, un caniveau ou un trou large, ou lorsque les obstacles se succèdent sans interruption.*

II. Le rôle des amortisseurs dans la suspension classique par ressorts à lames

L'ÉTAT général des routes exige une étude de plus en plus minutieuse de la suspension. Non seulement une voiture mal suspendue est désagréable pour ceux qui l'occupent, mais elle *ne tient pas la route* et sa direction à grande vitesse devient pénible, même dangereuse. Sur nos bonnes routes d'avant-guerre, le ressort à lames classique semblait, à tous points de vue, le plus simple et le plus effectif des agents de souplesse pour relier le châssis aux essieux et garantir le confort.

Avec les trous, les bosses, les successions de « nids de poule » que l'on rencontre actuellement, toutes ses défaillances s'accusent. Avantageux par sa *flexibilité*, le ressort à lames est à redouter par sa *détente*.

A la rencontre d'un trou ou d'une brosse, *il absorbe le choc* et masque l'obstacle, mais, une fois comprimé, il va être appelé à *restituer* l'énergie emmagasinée.

Cette restitution s'opérera brutalement ; la détente sera violente. C'est toute la caisse qui accompagnera le mouvement ; les passagers pourront perdre contact avec leur siège, comme balle sur raquette, comparaison qui a fait dénommer cet incident : *coup de raquette*.

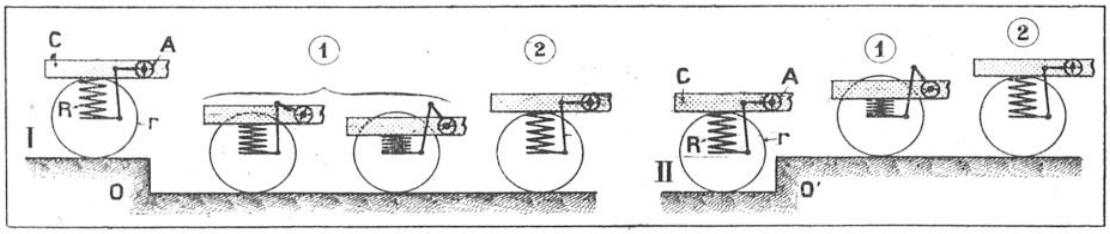


FIG. 7. — LES MOUVEMENTS D'UNE SUSPENSION MUNIE D'AMORTISSEURS

1. *Le châssis* c *est muni d'un amortisseur* A, *relié par une biellette à l'essieu supportant la roue* r, *un ressort* R *assure la liaison élastique de suspension entre l'essieu et le châssis.* I. *La roue franchit l'obstacle* o ; *le ressort est comprimé* (1) ; *l'amortisseur* A *est supposé n'agir que dans un seul sens, il ne gêne donc pas le mouvement de compression du ressort. Mais quand celui-ci va se détendre, l'amortisseur interposera son freinage, la détente se fera progressivement, il n'y aura pas de coup de raquette, les oscillations seront coupées et le ressort reviendra rapidement à sa position de repos* (2). — II. *Les mêmes mouvements relatifs se reproduisent. On constate aisément que le retour rapide du ressort à sa position de repos préviendra l'amplification des oscillations sous l'effet d'obstacles successifs très rapprochés.*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

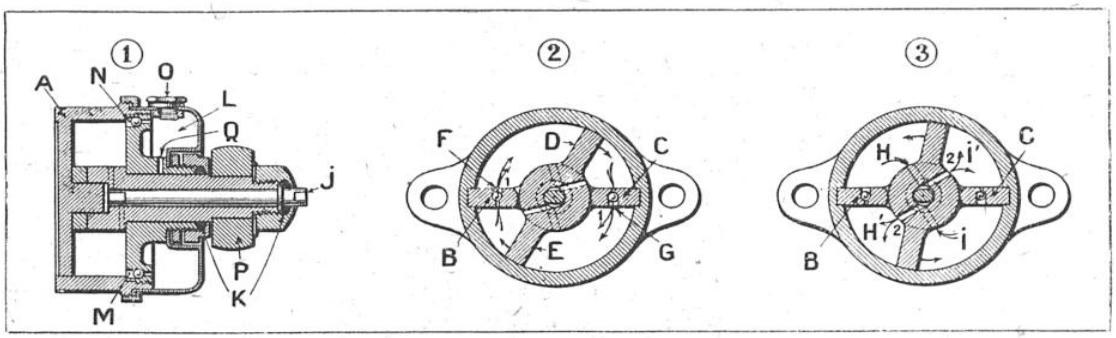


FIG. 8. — DÉTAILS D'UN AMORTISSEUR HYDRAULIQUE « HOUDAILLE » D'UN MODÈLE NE FREINANT QUE DANS UN SENS, CELUI DE LA DÉTENTE DU RESSORT

L'amortisseur comporte une boîte cylindrique A, *fermée par un couvercle, séparée en deux compartiments par une cloison diamétrale fixe* B C. *Deux palettes* D *et* E, *situées dans le prolongement l'une de l'autre et solidaires dans leur mouvement, peuvent tourner sur un pivot situé au centre de la boîte. La boîte est remplie d'huile de ricin. Si on déplace les palettes alentour du pivot central, elles tendent à comprimer l'huile par une de leurs faces et à l'aspirer par la face opposée. Nous supposons la boîte de l'amortisseur fixée au châssis et une biellette (voir fig. 9), reliée à l'essieu, commande les déplacements des palettes. Sur la figure 2, les palettes se déplacent dans le sens des aiguilles d'une montre, l'huile voyage aisément d'un compartiment à l'autre, par suite du passage facile que le liquide trouve par les soupapes* F G *des cloisons* B C. *Le ressort pourra donc fléchir comme si l'amortisseur n'existait pas. Au contraire, quand la biellette va faire revenir les palettes en arrière (fig. 3), les soupapes* F G *vont se fermer et le liquide sera forcé de passer par les petits canaux* H *et* I *et* H'I', *ménagés dans l'axe de pivotement; le liquide éprouve de la difficulté à ce passage et produit le freinage désiré. La valeur de ce freinage est réglé par les déplacements du piston* J, *à tête elliptique, qui aveugle plus ou moins les canaux. Les joints de cuir* K *donnent l'étanchéité. Un réservoir annexe ou compensateur* L *permet de maintenir le plein de l'appareil par les soupapes automatiques* M. *Une soupape* N *donne l'évacuation de l'air. Par un bouchon* O, *on assure le regarnissage du compensateur à de très longs intervalles. La biellette de commande est reliée à un levier* P *emmanché sur l'axe central supportant les palettes. L'huile qui peut s'échapper des compartiments des palettes retombe au compensateur par une rainure* Q. *La question d'étanchéité est donc résolue.*

Lors de ce mouvement, le ressort dépasse sa position normale ; il n'y revient qu'après une suite d'oscillations de durée et d'amplitude variables, selon le choc initial. La disposition du ressort, le frottement relatif des lames entre elles peuvent atténuer la brusquerie de la détente. C'est pour la *domestiquer* plus étroitement, prévenir le coup de raquette et obtenir un retour rapide au repos qu'ont été créés les *amortisseurs*.

Leur rôle est, avant tout, d'introduire un freinage précis et effectif de la détente.

Ces appareils peuvent être classés selon leur rôle. Les uns laissent au ressort toute sa souplesse au fléchissement et ne freinent que durant la détente ; ils ne travaillent ainsi que *dans un seul sens*. Les autres provoquent un freinage constant, aussi bien pendant la compression du ressort que pendant sa détente. Ils travaillent donc *dans les deux sens*.

Les résultats dépendent naturellement de la qualité des appareils, des conditions de leur adaptation, du soin de leur réglage. Les meilleurs seront fournis par une suspension dans laquelle ressorts et amortisseurs auront été attentivement *conjugués*. Avec les modèles travaillant dans un seul sens, le confort pourra être plus complet, puisque le ressort conserve toute sa souplesse. Avec les amortisseurs travaillant dans les deux sens, la suspension peut n'être pas aussi moelleuse, mais, l'action étant rapide, la voiture soutiendra aisément les très vives allures.

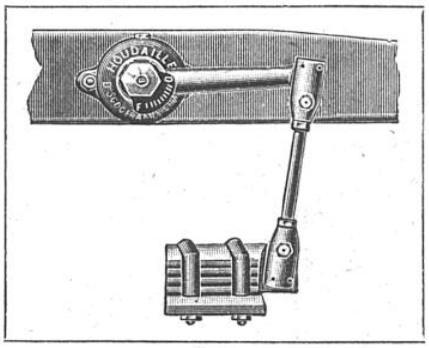


FIG. 9. — EXEMPLE DE MONTAGE D'UN AMORTISSEUR

Le corps de l'appareil est fixé au longeron du châssis. La commande s'opère par une biellette reliée à l'essieu.

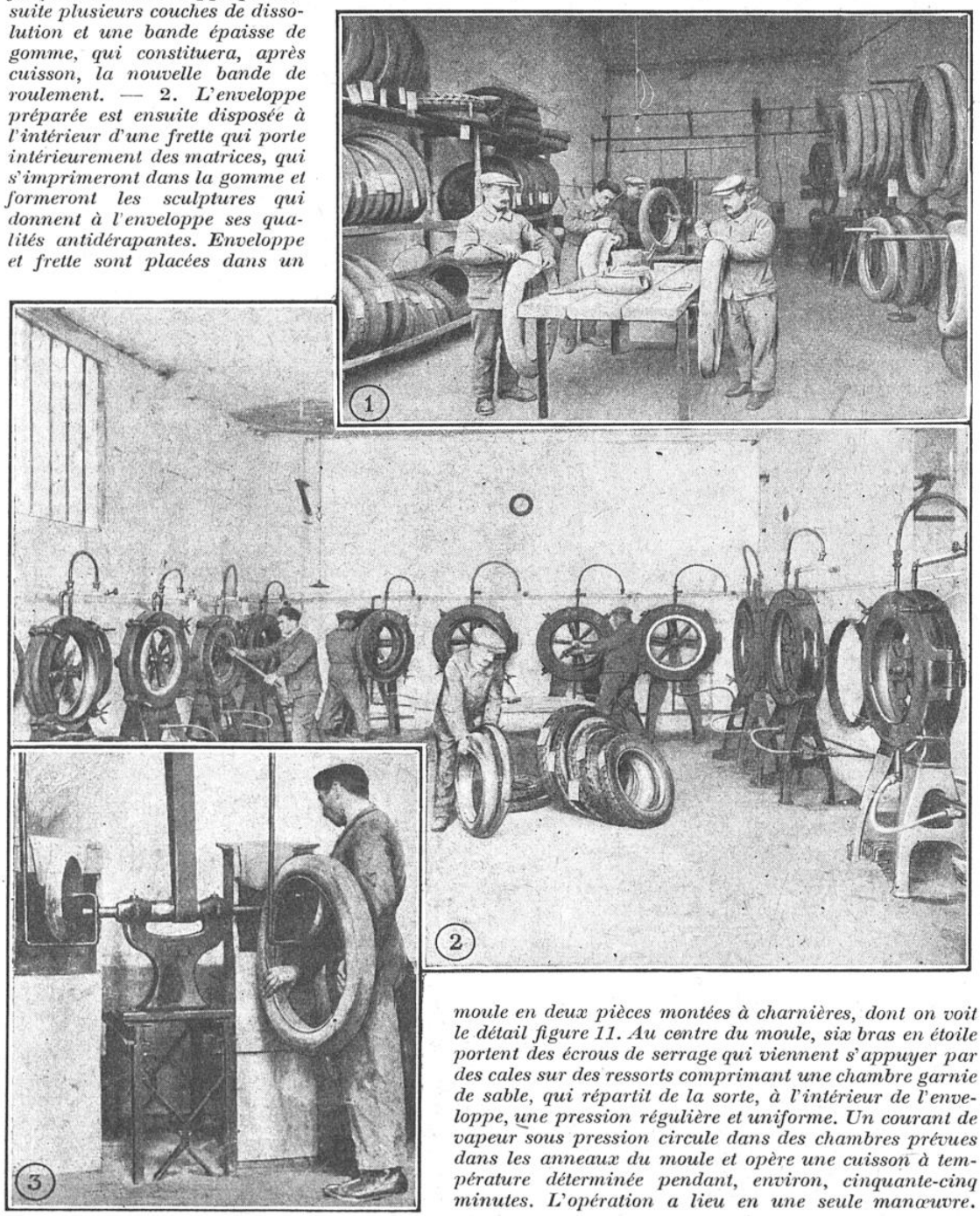
Certains appareils, comme celui, hydraulique « Houdaille », dont nous donnons les détails figure 8, peuvent, d'ailleurs, être conçus selon l'application, pour freiner dans un seul ou dans les deux sens.

L'emploi des gros pneus entraîne des mouvements de lacets, de roulis et de galop du châssis, pour l'atténuation desquels les amortisseurs jouent également un rôle décisif.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

FIG. 10. — QUELQUES ATELIERS D'UNE INSTALLATION DE REGOMMAGE DE PNEUS

1 et 3, vérification et préparation des enveloppes. — A leur réception, les enveloppes sont attentivement examinées par des spécialistes, qui se rendent compte de leur état général et de la qualité des tissus de leur carcasse. Les enveloppes trop fatiguées pour pouvoir supporter avantageusement un regommage sont impitoyablement rebutées. Celles dont les tissus sont coupés ou détériorés par place sont réparées. Les tissus sont repris et reçoivent, au besoin, des garnitures vulcanisées. La bande de roulement usagée est ensuite enlevée en la passant sur un touret entraînant des râpes circulaires qui dénudent le croissant jusqu'au tissu. On applique ensuite plusieurs couches de dissolution et une bande épaisse de gomme, qui constituera, après cuisson, la nouvelle bande de roulement. — 2. L'enveloppe préparée est ensuite disposée à l'intérieur d'une frette qui porte intérieurement des matrices, qui s'imprimeront dans la gomme et formeront les sculptures qui donnent à l'enveloppe ses qualités antidérapantes. Enveloppe et frette sont placées dans un moule en deux pièces montées à charnières, dont on voit le détail figure 11. Au centre du moule, six bras en étoile portent des écrous de serrage qui viennent s'appuyer par des cales sur des ressorts comprimant une chambre garnie de sable, qui répartit de la sorte, à l'intérieur de l'enveloppe, une pression régulière et uniforme. Un courant de vapeur sous pression circule dans des chambres prévues dans les anneaux du moule et opère une cuisson à température déterminée pendant, environ, cinquante-cinq minutes. L'opération a lieu en une seule manœuvre.



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

III. Un appareillage moderne pour le regommage des pneumatiques

Les cours élevés du caoutchouc, déterminant la hausse continue des prix des pneumatiques, ont mis, ces temps derniers, au premier plan de l'actualité la question du regommage des enveloppes, et, comme il arrive toujours en pareil cas, les anciennes méthodes de rechapage se sont trouvées impuissantes à donner satisfaction aux besoins d'une clientèle plus nombreuse et rendue plus difficile par les progrès réalisés dans le domaine de l'automobile.

La question est maintenant jugée et considérée comme vraiment intéressante, mais à certaines conditions, que nous allons succinctement indiquer.

Tout d'abord, l'automobiliste doit songer au regommage, en cours du service, des enveloppes « neuves », c'est-à-dire qu'il doit prendre quelques précautions élémentaires afin d'en assurer la complète réussite future. Ces précautions consistent à préserver les *tissus*, qui ont remplacé les toiles d'antan, des dangers que fait naître l'humidité. Il importe, en effet, que les tissus soient *sains* quand on procédera au regommage. On évitera, par exemple, de laisser la voiture séjourner à la remise pendant de longs mois, reposant sur ses pneus. Quand on s'apercevra de fentes profondes, produites par des silex coupants, ou après l'insertion d'un gros clou, il sera bon de nettoyer la plaie pour la débarrasser des graviers et de la mastiquer ensuite.

Donc, première condition : ne présenter, pour le regommage, que des enveloppes à tissus en bon état et dont la bande de roulement n'est pas usée jusqu'à ce que les tissus se trouvent dénudés.

D'ailleurs, le réparateur sérieux, en examinant les enveloppes, rebutera celles dont il ne peut espérer un regarnissage capable de garantir une prolongation de durée suffisante. D'autre part, il est possible de *reconstituer* des portions de tissus détériorées.

Seconde condition de réussite : s'adresser à une maison connue et réputée.

L'appareillage dont nous fournissons aujourd'hui les caractéristiques, se présente comme totalement différent des conceptions antérieures.

Nous donnons, figures 10 et 11, un exemple de ces appareils conçus à cette fin, dont une rapide description va nous permettre de déterminer les particularités *indispensables*. Après avoir enlevé ce qui reste de la bande de roulement usagée et mis les tissus à vif, la carcasse est enduite de *dissolution* et garnie d'une bande de gomme. Placée dans une frette amovible qui porte en relief les matrices des sculptures qui la rendront antidérapante, l'enveloppe est disposée dans un moule pour y subir la cuisson.

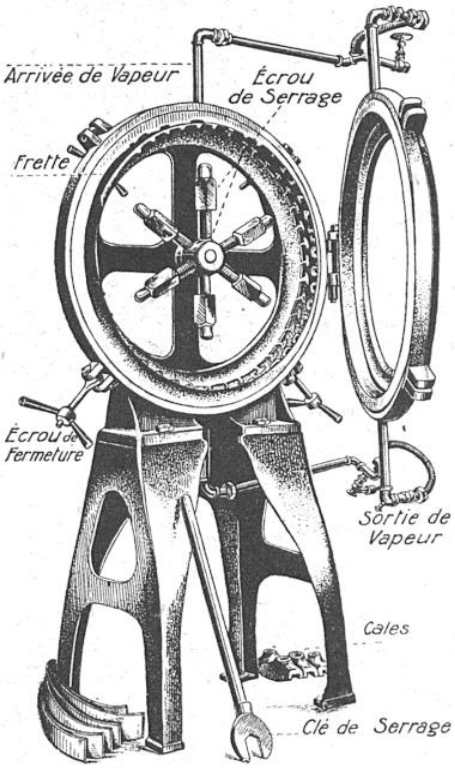


FIG. 11. — UN MOULE POUR LE REGOMMAGE DES ENVELOPPES OUVERT, MONTRANT SES DIFFÉRENTES PARTIES CONSTITUTIVES

(Voir explication dans la légende de la figure 10.)

Dans ces appareils à regommer, l'enveloppe, préparée sur toute sa périphérie, est placée dans l'évidement d'un moule circulaire chauffé intérieurement par une canalisation de vapeur noyée dans la masse du métal. Quatre écrous à ailettes et six écrous en étoile assurent, en un clin d'œil, *un serrage progressif uniforme et constant*. Ce système de serrage est très puissant et très sûr.

Le principal résultat de ce serrage est d'assurer la répartition égale de la gomme et de réaliser ainsi une économie de cette matière première, qui se traduit par un gain de près de 400 grammes par pneu traité.

Et comme le traitement de l'enveloppe s'effectue en une seule cuisson, qui dure en moyenne cinquante-cinq minutes, on économise main-d'œuvre et combustible dans des proportions considérables. Ajoutons, pour terminer cet aperçu, que l'ouvrier regommeur n'a plus à s'occuper de l'opération difficile du raccord des nervures ou sculptures, puisque la frette amovible le réalise automatiquement.

C'est, d'autre part, une industrie qui constitue une carrière dont l'abord est aisé, puisque la conduite d'une installation de regommage ne demande qu'un capital réduit, donc facile à amortir, et qu'elle n'exige pas de connaissances spéciales de la part de celui qui veut l'entreprendre.

A. CAPUTO.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

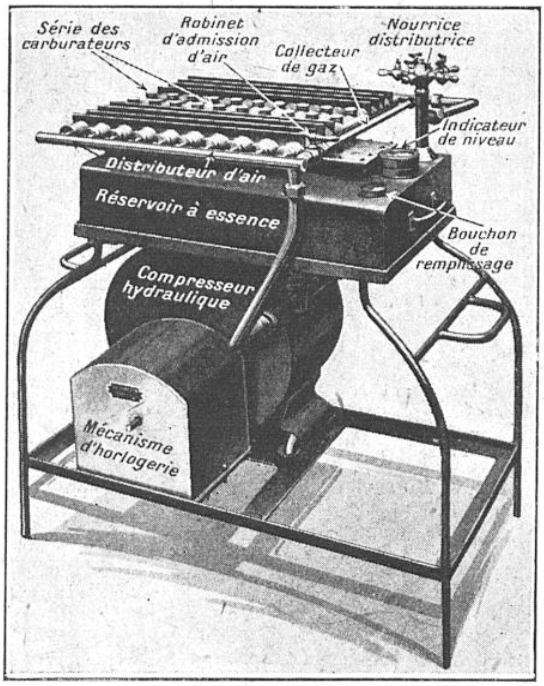
UN GAZOGÈNE QUI SE REMONTE COMME UNE PENDULE

L'emploi du gaz fait partie intégrante de la vie moderne, qui réclame, à juste titre, le maximum de confort.

Mais si l'électricité peut pénétrer partout, il n'en est pas de même du gaz de houille, qui nécessite une usine importante. Or, tant que l'électricité sera d'un prix assez élevé, et malgré les grands perfectionnements apportés aux appareils qui l'utilisent, on hésitera à l'employer comme auxiliaire de la cuisine ou pour le chauffage.

C'est donc vers le gaz que l'on se tourne. Si le gaz de houille est difficile à extraire et nécessite d'onéreuses installations, il n'en est pas de même du gaz d'essence, qu'il est facile de préparer chez soi au moyen d'appareils très simples, que *La Science et la Vie* a, d'ailleurs, signalés.

Nous voulons cependant annoncer à nos lecteurs un nouveau gazogène très intéressant que construit M. Brégeaut, et dans lequel il a cherché à assurer au gaz un trajet aussi court que possible de façon à augmenter le rendement. En voici le fonctionnement :



ASPECT GÉNÉRAL DU GAZOGÈNE « LE SORCIER »

Un compresseur, mû par un mécanisme d'horlogerie, envoie, sous une pression déterminée, de l'air dans un distributeur alimentant un nombre variable de carburateurs séparés (dix pour le modèle à 20 becs représenté sur la gravure ci-dessus). Du côté opposé, se trouve le collecteur de gaz, relié par un raccord approprié à la canalisation desservant les divers appareils d'utilisation.

Le distributeur d'air communique donc avec le collecteur de gaz par l'intermédiaire de tubes de carburation, dans lesquels l'essence du réservoir est amenée par capillarité au moyen de mèches spéciales. Chacun de ces tubes est relié, de part et d'autre, par de petits raccords dans lesquels ne peut passer qu'une minime quantité d'air ou de gaz calculée pour alimenter un ou deux becs par carburateur.

L'arrivée d'air du distributeur et la sortie de gaz du collecteur étant placées du même côté (à droite sur la gravure), on comprend qu'il n'est pris au distributeur d'air que la quantité de gaz utilisée sur la canalisation et que l'air passe du distributeur au collecteur en suivant le plus court chemin.

Si peu de gaz est consommé, l'orifice du premier tube de carburation est seul utilisé, et l'air le traversant se charge des vapeurs d'essence en quantité déterminée. Si, en raison d'une plus grande consommation de gaz, une plus grande quantité d'air est prise au distributeur, cet air passe par deux, trois, quatre (ou plus) tubes de carburation et toujours en prenant le plus court chemin, c'est-à-dire en passant par les deuxième, troisième, quatrième, etc. carburateurs.

Cette disposition permet de doser mathématiquement l'air en vapeur d'essence selon le gaz utilisé et sans le secours d'aucun moyen mécanique et, par conséquent, sans déréglage possible ni usure. Le compresseur fonctionne automatiquement par le seul fait d'ouvrir un robinet d'un appareil quelconque branché sur la canalisation.

Ce gazogène utilise la même canalisation, les mêmes becs d'éclairage, les mêmes réchauds, les mêmes radiateurs que ceux employés pour le gaz de houille ; un léger agrandissement des injecteurs des appareils (agrandissement que l'usager peut effectuer lui-même) est seul nécessaire. L'essence utilisée est une essence légère dosant de 650 à 660°, et 250 grammes d'essence produisent 1 mètre cube de gaz à 3.700 calories.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LA T. S. F. ET LA VIE

Par Joseph ROUSSEL

I. Instruisons-nous. — II. Schémas et montages. — III. Quelques conseils. — IV. La T. S. F. à l'Étranger. — V. Horaires de principaux postes de diffusion.

I. Instruisons-nous

La réaction et ses limites

Tous nos lecteurs sansfilistes savent qu'une valve à trois électrodes peut remplir trois fonctions : détectrice, amplificatrice haute ou basse fréquence, enfin oscillatrice.

La pratique de la réaction est basée sur la possibilité de faire jouer à la lampe simultanément deux de ces rôles, l'un d'eux étant celui d'oscillatrice ou émettrice.

Le terme de « réaction », couramment utilisé, est inexact, il serait préférable de lui substituer celui de « rétroaction » ou de « régénération » ; cependant, l'usage l'ayant consacré, nous nous en servirons au cours de cette étude.

L'emploi de la réaction a deux buts très différents : le premier est d'accroître l'amplitude des oscillations d'un circuit secondaire desservi par la source locale, en prélevant une minime fraction de son énergie et en la reportant sur le circuit primaire dont elle augmente l'amplitude, c'est là le véritable effet de *rétroaction*. Le second but, quoique moins connu des amateurs, est cependant plus important : il consiste à diminuer la résistance du circuit secondaire, résistance d'autant plus élevée que la fréquence est plus grande, et à la réduire, théoriquement, à la limite d'action, à la seule résistance ohmique, toujours très faible ; en un mot, l'utilisation de la réaction *diminue l'amortissement* et, de ce fait, augmente la puissance et la sélectivité.

Pour remplir ce dernier but, on cherche à réaliser au mieux, dans un récepteur, les conditions d'un bon émetteur, c'est-à-dire *que l'on amorce*, par un dispositif convenable, *des oscillations locales*. On désigne, en général, cet amorçage par le terme *d'accrochage ;* on le constate pratiquement de deux façons : 1° par une variation brusque des indications d'un milliampéremètre mis en série dans le circuit de plaque ; 2° par un son de choc suivi d'un bruissement léger, audibles au téléphone.

On réalise, en fait, *un hétérodyne* faisant partie du circuit récepteur, que, pour cette raison, on désigne, dès lors, sous le terme de circuit *autohétérodyne* et, par abréviation, de *montage autodyne*.

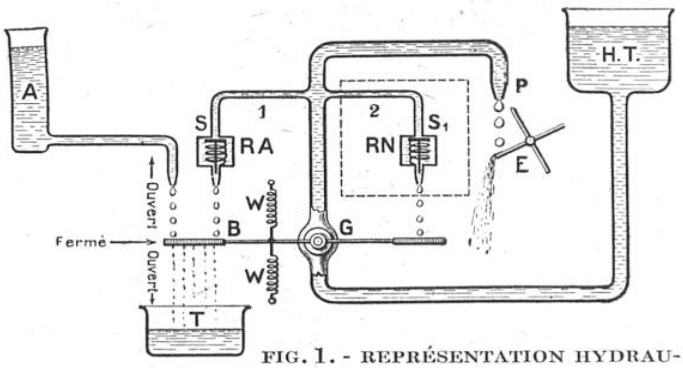


FIG. 1. - REPRÉSENTATION HYDRAULIQUE DES PHÉNOMÈNES DONT UNE VALVE A TROIS ÉLECTRODES EST LE SIÈGE, POUR L'ÉTUDE DE LA RÉACTION *(Voir l'explication dans le texte.)*

Ces phénomènes pouvant paraître un peu complexes à nombre de nos lecteurs, nous allons essayer de les « imager » par une comparaison empruntée à l'hydraulique.

Cette comparaison, nous l'illustrons par la figure 1.

Un réservoir d'eau *A* laisse écouler goutte à goutte, simulant un courant pulsatoire, le liquide qu'il contient sur une palette mobile *B*. Celle-ci, qui *commande* l'ouverture d'un robinet *G*, est maintenue en équilibre en position de fermeture par les ressorts antagonistes *W*.

D'autre part, l'ouverture de *G* permet à l'eau provenant d'un réservoir *H T* (qui simule électriquement la source de haute tension appliquée à la plaque d'une valve) de s'écouler par un tube à gros débit et de venir en *P* agir sur un moteur *E* (qui représente l'écouteur d'un poste).

Faisant abstraction des autres accessoires, on retrouve le jeu d'une lampe à trois électrodes ; de faibles gouttes, issues de *A*, déterminent l'ouverture de *G* (rôle de la grille) et permettent en *P* l'écoulement de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

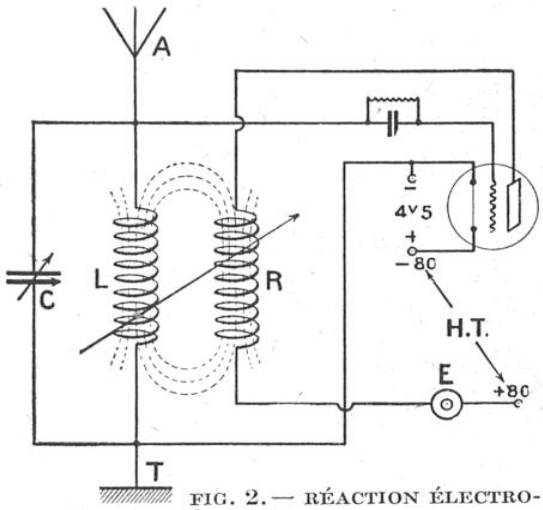


FIG. 2. — RÉACTION ÉLECTRO-MAGNÉTIQUE APPLIQUÉE A UNE SEULE LAMPE
(Détectrice à réaction, type classique.)

masses d'eau beaucoup plus importantes (courant de plaque).

Adjoignons au système la tubulure latérale *1*, munie d'une soupape *S;* à chaque afflux d'eau dans le tube *G P*, des gouttes d'eau s'écouleront de *R A* et leur action (pesanteur) s'ajoutera à celles issues de *A*. Le tube *1* et *R A* représentent la réaction, et, comme leur action *s'ajoute en phase* à celle de *A*, nous l'appellerons *réaction active* ou positive.

Supprimons *1* et remplaçons ce dispositif par un semblable occupant la position *2*, le même phénomène se produit, mais alors l'action de *R N* se produit en sens contraire (déphasée) par rapport à celle de *A ;* ceci nous représente une *réaction neutralisante*, qui empêche les oscillations de la palette de contrôle.

Notons ici, pour mémoire, que l'on peut faire agir *R A* et *R N simultanément* et que le réglage convenable des débits de ces deux sources de rétroaction peuvent être combinés pour que les actions résultantes soient, ou bien en faveur de l'une ou de l'autre, ou bien équilibrées; c'est aux limites de ces réglages que se situent les limites de la réaction.

Remarquons encore que le débit

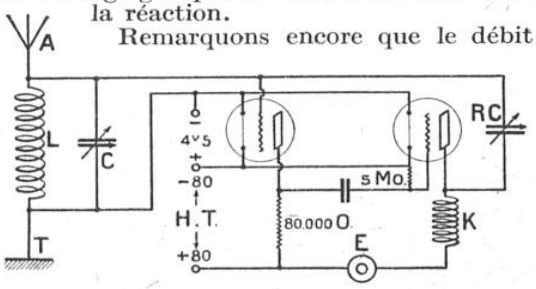


FIG. 3. — MONTAGE A RÉSISTANCES UTILISANT LA RÉACTION ÉLECTROSTATIQUE

de *R A* existant seul, celui de *A* étant supprimé, on peut arriver, par des réglages convenables de *S*, à obtenir *l'entretien régulier d'oscillations de la palette B*, analogie de la fonction émettrice de la lampe.

En pratique radioélectrique, les montages à réaction se présentent sous trois formes :

1° *Réaction électromagnétique*, que représente la figure 2, appliquant le principe à une seule lampe détectrice. Ici l'action de *L* est identique à celle de *A* de la figure 1. Celle de *R*, à celle de *R A*, si le couplage par le flux magnétique, représenté par les lignes de force en pointillé, est dans le sens correct ; à celle de *R N*, si le couplage est inversé (phénomène de l'inversion de la réaction).

2° *Réaction électrostatique*, que représente la figure 3. Le couplage de réaction a lieu par la capacité *R C*. Ici, il est *absolument nécessaire* d'utiliser deux lampes pour que la réaction s'effectue correctement *en phase*.

3° *Réaction par couplage interne*, que montre la figure 4. Deux circuits sont accordés sur l'onde à recevoir, le primaire *L*$_1$ *C* et le secondaire *L*$_2$ *C*$_2$; leur couplage, qui provoque

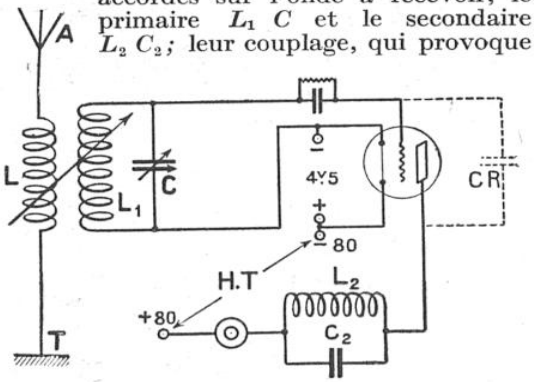


FIG. 4. — RÉACTION PAR COUPLAGE PAR CAPACITÉ DE CIRCUITS ACCORDÉS

l'accrochage, a lieu par la *capacité interne des éléments de la lampe*, réalisée entre les armatures grille-plaque, dont nous avons représenté la liaison électrostatique en pointillé en *C R*.

Un tel couplage est particulièrement actif au cours de la réception des ondes de très haute fréquence. Utile jusqu'à une certaine limite, il devient nuisible au premier chef dans bien des cas, car il permet les *auto-accrochages*, qui rendent toute audition impossible.

C'est pour l'éviter qu'a été imaginée la méthode de *neutralisation des capacités internes* dite *neutrodynage*, dont nous entretiendrons nos lecteurs dans un prochain article. Ce dispositif de neutrodynage a précisément pour but d'accorder exactement les circuits de résonance, sans qu'il se produise d'accrochage par auto-réaction des circuits-plaques. Son effet est de neutraliser la capacité interne des lampes, d'où son nom.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

II. Schémas et montages

Réalisation de transformateurs de liaison entre étages, pour moyenne fréquence

L'emploi de plus en plus répandu de récepteurs à conversion de fréquence, soit par hétérodynages successifs (superhétérodyne), soit par modulation (modulateur bi-grille), amène l'amateur à considérer de plus près le problème de la réalisation des amplificateurs à moyenne fréquence à plusieurs étages.

On sait que les liaisons entre étages peuvent être effectuées par des systèmes variés, capacité et résistances, selfs avec ou sans fer, accordées ou non, enfin, par des transformateurs.

De nombreux lecteurs nous ont demandé quelle était la façon la plus pratique de réaliser ce dernier mode de liaison.

Nous donnons, dans ce cas, la préférence aux transformateurs à noyau légèrement magnétique, à secondaire accordable entre des limites assez étendues.

Cette façon de procéder offre plusieurs avantages. Elle augmente notablement la puissance et la syntonie du dispositif, et permet, en outre, l'emploi des étages moyenne fréquence pour la réception directe des ondes émises entre les limites de réglages des circuits accordés entre valves, le convertisseur de fréquence étant exclu de l'ensemble, ce qui permet de réduire le nombre des lampes.

La figure 5 montre le schéma de montage à réaliser ; à gauche, non figurés, se trouvent les organes de conversion de fréquence et de première détection ; à droite, d'autres étages semblables ou bien le détecteur définitif avant les étages de basse fréquence, si le dispositif total en comporte.

L'ensemble de liaison, figuré dans un cercle pointillé, comprend le transformateur, dont le primaire *Pr* est embroché dans le circuit de plaque de L_1 et dont le secondaire *Se*, accordé par *C*, relie la grille de L_2 à un retour *P* qui, situé sur un potentiomètre dont la résistance *R* est de 300 ohms, permet de régler la valeur du potentiel de grille.

Le condensateur variable *C* aura, de préférence, un quart de millième ; il sera, soit à air, soit à diélectrique de mica.

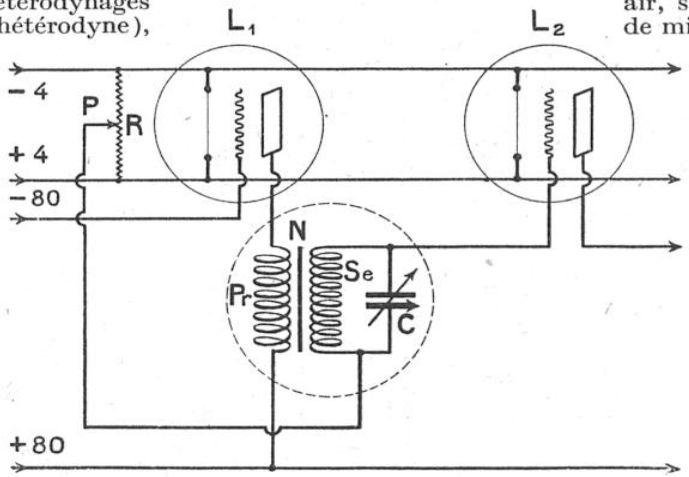


FIG. 5. — SCHÉMA DE MONTAGE D'UN TRANSFORMATEUR DE LIAISON ENTRE DEUX VALVES POUR ONDES DE MOYENNE FRÉQUENCE

Voici maintenant la façon de construire le transformateur.

On prend (fig. 6) un tube de carton *T*, d'environ 3 centimètres de long et de 15 millimètres de diamètre intérieur. Sur ce tube sont fixées à frottement dur et collées les joues en carton des deux bobines : celles de *Pr* ayant un diamètre légèrement supérieur à 45 millimètres, celles de *Se*, un diamètre d'environ 65 millimètres.

L'écartement entre joues pour le logement du fil sera de 10 millimètres, et celui entre bobines, de 5 millimètres.

Le noyau sera réalisé d'une façon particulière : on préparera à chaud un mélange de deux parties (en poids) de paraffine avec une partie de limaille de fer bien sèche ; puis, la carcasse préparée étant posée à plat, par exemple sur la face *Se*, on coulera ce mélange *bien homogène*, au moment où il commence à se solidifier, dans le tube *T* : on constituera ainsi un excellent noyau *N*.

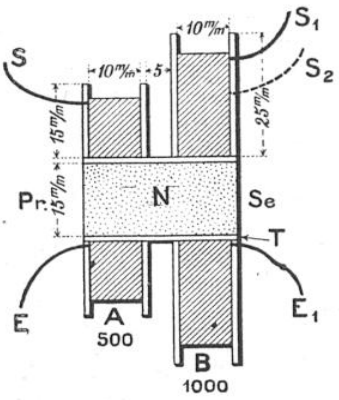


FIG. 6.— COUPE DU TRANSFORMATEUR POUR MOYENNES FRÉQUENCES

Le fil utilisé pour les bobinages, qui sera le même au primaire et au secondaire, aura 3/10e de millimètre, sous une couche de soie. On aura soin de bobiner primaire et secondaire dans *le même sens*. Ces fils, traversant les joues aux endroits convenables, auront leurs entrées et sorties situées conformément au dessin ; on aura toujours intérêt, pour en éviter la rupture au ras des joues, de les fixer sur une certaine longueur avec un fragment de chatterton.

Les amateurs qui voudraient tirer le maximum d'un tel montage pourront faire au

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

secondaire une prise supplémentaire S_2, au milieu de l'enroulement, ce qui permettrait d'augmenter la zone couverte par l'appareil.

Chaque condensateur de liaison, muni de son condensateur, étant mis en place entre étages, est réglé par résonance, unité par unité. Si ce réglage a été effectué pour diverses longueurs d'ondes, on en dressera le tableau, si possible les courbes, et l'on possédera ainsi un amplificateur pouvant servir entre 1.500 et 6.000 mètres (en utilisant S_2 pour la zone inférieure), fonctionnant dans les meilleures conditions possible.

III. Quelques conseils

Utilisons correctement les symboles

On trouve l'emploi des symboles à l'origine de toutes les races humaines. Avant l'invention de l'écriture, ne comportant qu'un nombre restreint de signes dont l'assemblage forma les mots, les hommes n'avaient, pour traduire graphiquement leur pensée, que des dessins grossiers, sorte de schémas d'idées.

Ce mode de représentation avait, du reste, le grave inconvénient de prêter à des interprétations variées, parfois contraires à celles de l'esprit qui les dictait.

La science a repris, pour son compte, l'emploi des symboles qui allègent singulièrement les textes, d'une part, et, d'autre part, s'ils sont correctement choisis et utilisés, constituent un langage universel évitant toute confusion, chaque signe faisant l'objet d'une définition précise.

La première condition, celle du choix, a été réalisée par l'établissement des symboles internationaux, par le Bureau international des Poids et Mesures, la Commission électrotechnique et les divers congrès des électriciens.

On leur reproche parfois l'emploi de lettres grecques, reproche mal fondé, parce qu'il faut bien reconnaître que les vingt-six lettres de notre alplhabet eussent été en nombre insuffisant.

Au cours de leur utilisation, il faut éviter, avec soin, une erreur assez commune : la confusion entre les *symboles* représentant *le nom d'une quantité*, et les *signes* qui servent à désigner une *unité* déterminée.

Par exemple, un courant circulant dans un conducteur *s'exprime* par I (intensité) et se *mesure* en ampères désignés par le symbole A.

Il faut aussi user correctement des préfixes indicateurs des multiples et sous-multiples de l'unité.

Autre exemple : $L = 60\,\mu H$, signifie que la self-inductance L d'une bobine que l'on a mesurée a une valeur de 60 micro (μ) henrys (H).

Nous invitons nos lecteurs à utiliser le plus possible ces symboles et signes sous leur forme internationale correcte et, pour leur faciliter ce petit travail, nous leur en donnons, ci-dessous, la liste :

NOM DE LA GRANDEUR	SYMBOLE
Energie	W
Puissance	P
Fréquence	f
Pulsation $(2\pi f)$	ω
Force électromotrice	E
Courant	I
Résistance	R
Flux magnétique	Φ
Résistivité	ρ
Quantité d'électricité	Q
Capacité	C
Constante diélectrique	ε
Self-inductance	L
Inductance mutuelle	M
Réactance	X
Impédance	Z

NOM DE L'UNITÉ	SYMBOLE
Ampère	A
Volt	V
Ohm	O
Coulomb	C
Joule	J
Watt	W
Farad	F
Henry	H
Watt-heure	Wh
Ampère-heure	Ah

PRÉFIXES	SYMBOLE
Déci (1/10)	d
Centi (1/100)	c
Milli (1/1.000)	m
Micro (1/1.000.000)	μ
Hecto (100)	h
Kilo (1.000)	k
Méga (1.000.000)	M

On remarquera que l'on ne doit pas utiliser l'oméga minuscule pour l'ohm, ni l'oméga majuscule pour le mégohm.

IV. La T. S. F. à l'Étranger

Un haut-parleur électrostatique

Les « parleurs » électrostatiques sont connus depuis bien longtemps. Le type de ces appareils, devenu classique, n'est autre que le *condensateur chantant*.

On a tenté, à de nombreuses reprises, d'utiliser cet appareil en pratique, sous des formes nouvelles, soit comme « modulateur », soit comme récepteur.

Tout récemment, un professeur allemand, M. Eugen Reisz, a imaginé un récepteur et un haut-parleur de principe identique et de conception pratique assez originale.

La méthode est simple. Elle consiste à réaliser un condensateur de capacité notable (0,01 microfarad), ne comportant que deux armatures, l'une rigide, l'autre flexible, séparées par un diélectrique très mince et souple.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On applique à ce condensateur un potentiel fixe assez élevé, de l'ordre de 200 à 300 volts, pour réaliser un haut-parleur : de l'ordre de 80 volts, pour réaliser un simple écouteur. Ainsi chargées, les armatures sont attirées avec une certaine force. On superpose au potentiel fixe les oscillations à fréquence audible, issues d'un amplificateur ordinaire, cette superposition s'effectuant automatiquement par l'emploi d'une inductance à fer dite de « choc », montée comme le montre la figure 7.

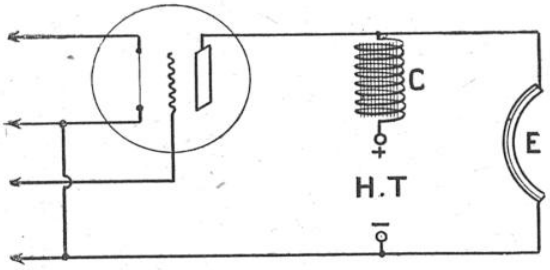


FIG. 7. - MONTAGE D'UN DISPOSITIF D'ÉCOUTE ÉLECTROSTATIQUE « E » A LA SUITE DU DERNIER ÉTAGE D'UN AMPLIFICATEUR

C, *bobine d'arrêt.*

Ces oscillations électriques se traduisent en oscillations mécaniques de même fréquence de l'armature mobile ; il en résulte un ébranlement du milieu gazeux et, par suite, une production d'ondes sonores.

La difficulté consiste à réaliser une armature mobile présentant le minimum de rigidité. Reisz a résolu le problème de la façon simple suivante :

L'armature fixe est une lame épaisse d'aluminium en forme de calotte sphérique, perforée de trous nombreux. Une partie du dispositif est représentée figure 8, l'armature fixe étant en *M* et présentant les perforations *a a*. Sur cette calotte est appliquée une très mince membrane isolante souple, de soie ou de caoutchouc, *C*. Enfin, à la partie extérieure de cette membrane est fixée l'armature mobile, dont la constitution est la véritable originalité du système. Cette membrane *G* est formée de granules conducteurs, en couche mince, collés sur le diélectrique ; ces granules peuvent être métalliques, formés, par exemple, de grains d'aluminium, mais leur fixation doit être telle que la surface isolante conserve sa flexibilité.

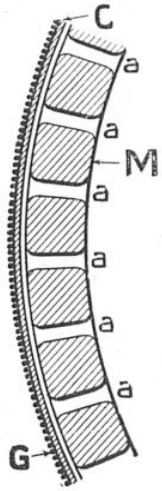


FIG. 8. — DÉTAILS D'UN ÉCOUTEUR ÉLECTROSTATIQUE

La figure 9 schématise la totalité des parties essentielles d'un haut-parleur réalisé d'après ces principes, l'ensemble des éléments étant fixé à un support *L* par l'intermédiaire d'un cône rigide de carton *S*.

L'audition obtenue avec ce dispositif n'est pas *très puissante*, mais est extrêmement pure.

Nos lecteurs pourront, du reste, le réaliser sous une forme simple, ainsi que nous l'avons fait, en véritable « bricolage ».

On prendra comme armature fixe... une passoire à thé, comme diélectrique un fragment de... ballon de caoutchouc mince et, comme seconde armature, le plus mince papier d'aluminium enveloppant quelque friandise que l'on pourra se procurer.

La recette est peu coûteuse, elle vous incitera certainement à passer quelques instants à monter ce petit appareil.

Quelques conseils pour les amateurs pratiquant la réception sur cristaux (1)

N'oubliez pas que le mode de fixation par trois vis dans une cupule est excellent.

Rappelez-vous que l'emploi de plusieurs cristaux avec un distributeur rapide fait gagner du temps et évite la mauvaise humeur.

Évitez, lorsque vous utilisez une cupule à trois vis, de briser le cristal par un serrage excessif.

Ne touchez plus au réglage lorsque vous avez trouvé un point très sensible.

Ne laissez pas les cristaux exposés à l'air, cela ne les améliore jamais.

N'oubliez pas qu'un détecteur fermé, où les cristaux sont à l'abri de la poussière, est préférable à tout autre.

Ne nettoyez jamais un cristal avec du pétrole qui laisse une couche mince de corps gras, employez la benzine, l'alcool ou l'éther.

N'oubliez pas que toutes les parties d'un détecteur à cristal doivent être soigneusement isolées de la terre.

Lorsque vous utilisez un poste à cristal, songez que la première chose à faire est de régler le point sensible.

Réfléchissez qu'il est facile de réaliser un chercheur en platine, en utilisant celui qui est contenu dans le pied de lampes électriques brûlées.

Ne vous contentez pas d'employer toujours le même cristal ; essayez-en différents types.

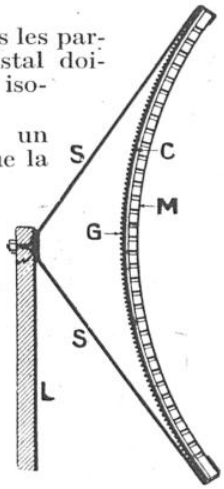


FIG. 9. - MONTAGE D'ENSEMBLE DU HAUT-PARLEUR

(1) Voir le n° 106, avril 1926, de *La Science et la Vie*.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

V. Horaire de principaux postes de diffusion

FRANCE :

Tour Eiffel, 2.650 m., puissance 5 kw. ; 18 h., journal parlé, radio-concert, informations ; 19 h. 15 à 19 h. 45, éventuellement dimanche seulement, émissions diverses ; 20 h. 15 à 20 h. 30, éventuellement le dimanche seulement, émissions diverses sur l'onde de 2.740 mètres ; 21 h. 30 à 23 h., radio-concert sur l'onde de 2.740 m. dimanche, mercredi, vendredi et samedi.

Radio-Paris, 1.750 m., puissance 4 kw. ; 12 h. 30, concert ; 13 h. 45, informations ; 13 h. 50, cours d'ouverture de la Bourse de Paris ; 16 h. 30, concert ; 20 h. 15, informations et concert ; 20 h. 15 à 22 h., dimanche, radio-dancing.

Lyon (La Doua), 490 m., puissance 1 kw. ; 10 h. 30, concert phonographique, informations ; 16 h. 15, Bourse de Paris, change, Bourse de Commerce ; 20 h., concert.

P. T. T. (Ecole supérieure des postes et télégraphes de Paris), 458 m., puissance 0,45 kw. ; 20 h. 30, concert, causeries scientifiques.

Petit Parisien (Paris), 333 m., puissance 0,5 kw. ; 21 h. 15 à 23 h., dimanche, mardi, jeudi, samedi, concert, causerie.

Toulouse, 441 m., puissance 2 kw. ; heures diverses, concert, informations.

Omega (Casablanca), 250 m. ; 17 h. à 19 h., concerts, essais.

BELGIQUE :

Bruxelles-Haren, 1.100 m., puissance 3 kw. ; 13 h., 14 h., 16 h. 50, météorologie ; 18 h. 50, service avions.

Radio-Belgique, 262 m., puissance 2,5 kw. ; 17 h. à 18 h., 20 h. 15 à 22 h., concerts, presse, causerie.

ANGLETERRE :

Daventry, 1.600 m., puissance 15 kw. ; 19 h. 30 à 22 h. 30, concert, dimanche, jazz jusqu'à minuit ; 15 h. 30 à 17 h., concert.

Londres	365 m.	puis. 3 kw.	Concert. Causeries. Jazz. Musique religieuse. Presse.	16 h. 30 à 23 h. 30
Cardiff	353 m.	puis. 1,5 kw.		
Manchester ..	378 m.	—		
Bournemouth.	386 m.	—		
Newcastle....	403 m.	—		
Glasgow	422 m.	—		
Belfast	439 m.	—		
Birmingham .	479 m.	—		
Aberdeen	495 m.	—		
Bradford	310 m.		Postes de relais à faible puissance 100 à 300 watts.	
Dundee.....	331 m.			
Edimbourg ..	328 m.			
Hull	335 m.			
Leeds.....	346 m.			
Liverpool	315 m.			
Plymouth	338 m.			
Sheffield	301 m.			
Stoke-on-Trent	306 m.			
Swansea.....	492 m.			

ALLEMAGNE :

Dresden, 294 m., puissance, 1,5 kw. ; 18 h. à 21 h., concert, informations.

Hannover, 296 m., puissance 1,5 kw. ; 16 h. 30 à 22 h., concert, informations, causerie.

Bremen, 279 m., puissance 1 kw. ; 13 h. 30 à 21 h. 30, concert, causerie, informations.

Hambourg, 395 m., puissance 1,5 kw. ; 17 h. à 21 h. 30, concert, causerie, informations (retransmis par Hannover et Bremen).

Munster, 410 m., puissance 1,5 kw. ; 18 h. 30 à 22 h., concert.

Breslau, 418 m., puissance 1,5 kw. ; 12 h. à 13 h., 19 h. 30 à 21 h. 30, concert, informations.

Stuttgart, 443 m., puissance 1,5 kw. ; 15 h. à 19 h., et à 20 h. 30, concert, causerie.

Leipzig, 452 m., puissance 700 w. ; 10 h. 30 à 12 h., 15 h. 30, 18 h. à 21 h. 30, concert, informations.

Konigsberg, 463 m., puissance 1,5 kw. ; 15 h. à 17 h., 19 h. à 22 h., concerts, causerie.

Frankfurt, 470 m., puissance 1,5 kw. ; 15 h. 30 à 17 h., 18 h. à 21 h. 30, concert.

Berlin, 505 m., puissance 1,5 kw. ; 16 h. 30, concert 18 h. à 22 h., informations, concert ; dimanche, 9 h., service religieux.

Kœnigswurterhausen, plusieurs ondes : 4.000 m., 3.150 m., 2.800 m., 2.550 m. ; 6 h. à 20 h., presse et nouvelles irrégulièrement, toute la journée.

Kœnigswurterhausen, 2.800 m., 11 h. 50, concert, dimanche.

Kœnigswurterhausen, 680 m., 9 h. 40, concert, dimanche.

AUTRICHE :

Vienne, 530 m. ; 10 h. à 11 h., 13 h. à 14 h., 19 h. à 22 h., concerts.

Graz, 404 m., puissance 0,5 kw. ; 5 h. à 6 h. et 8 h. à 10 h., concerts, informations.

TCHÉCOSLOVAQUIE :

Prague (Kbely), 1.150 m. ; 9 h., 10 h. 30, 12 h. 50, 16 h., 17 h., cours ; 19 h., concert.

DANEMARK :

Lingsby, 240 m. ; 18 h. 15, cours et nouvelles ; 20 h. 30 à 21 h., concert ; 8 à 9 h., dimanche, concert.

Copenhague, 470 m., puissance 2 kw. ; 19 h., concert dimanche, mercredi, jeudi.

SUÈDE :

Gœteborg, 460 m., puissance 0,3 kw. ; 19 h. à 21 h., concert.

Stockholm, 127 m. ; 11 h., concert dimanche (service religieux) ; de 18 h. à 21 h., concert en semaine.

Stockholm-Radio ART, 470 m. ; 19 h., concert.

Baden, 1.200 m. ; 10 h. à 11 h., service religieux le dimanche ; 16 h. à 18 h., concert ; 18 h. à 20 h., semaine, concert.

SUISSE :

Genève, 1.100 m., puissance 1,5 kw. ; 20 h. 15 à 22 h., concerts, causerie, sermon (dim.), dancing (lundi).

Lausanne, 850 m., puissance 0,5 kw. ; 19 h., divers.

Zurich, 515 m., puissance 1,5 kw. ; 15 h., 19 h. 15, concerts.

ITALIE :

Rome (U. R. I.), 426 m., puissance 4 kw. ; 15 h. 30 à 16 h. 30, 19 h. 30, 21 h. 40, concert.

Rome (R. A.), 470 m. ; 11 h. 30, 15 h. 20, nouvelles ; 12 h., 16 h. 30, concerts.

Rome (I. C. D.), 1.800 m. ; 15 h., 19 h. 30, concert.

Milan, 495 m. ; 21 h., concert.

ESPAGNE :

Madrid (R. I.), 392 m., puissance 1 kw. ; 18 h. à 20 h., 22 h. 30 à 24 h., concert.

Madrid (R. E.), 430 m. ; 18 h., concert.

Barcelone, 325 m., puissance 0,6 kw. ; 18 h. et 21 h., concert.

HOLLANDE :

Amsterdam, 2.000 m., puissance 1 kw. ; 9 h., 17 h., bourse, presse, change.

La Haye, 1.050 m., puissance 0,5 kw. ; 20 h. 40, 21 h. 40, concert dimanche ; 19 h. 40, concert mardi ; 21 h. 40, concert vendredi.

La Haye, 1.070 m., puissance 0,5 kw. ; 18 h. 40, concert dimanche ; 20 h. 10, concert lundi et jeudi.

RUSSIE :

Moscou, 3.200 m., puissance 4 kw. ; 12 h. 30 à 13 h. 30, causerie, musique, irrégulier.

J. ROUSSEL.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

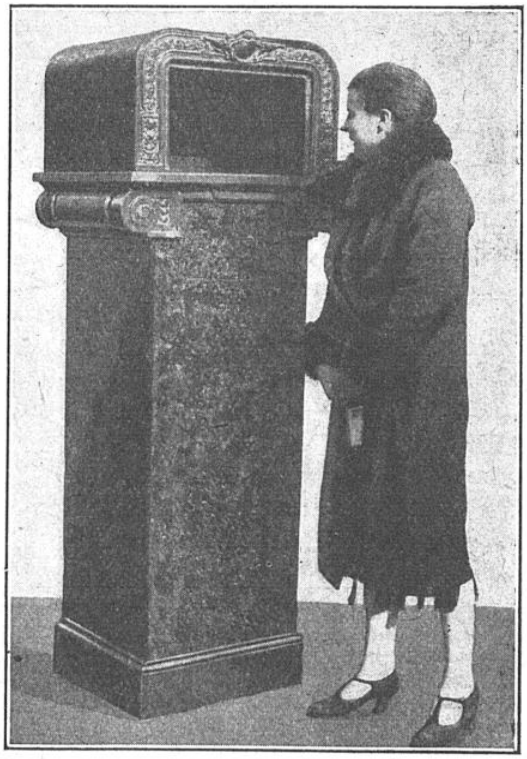
LES A COTÉ DE LA SCIENCE

INVENTIONS, DÉCOUVERTES ET CURIOSITÉS

Par V. RUBOR

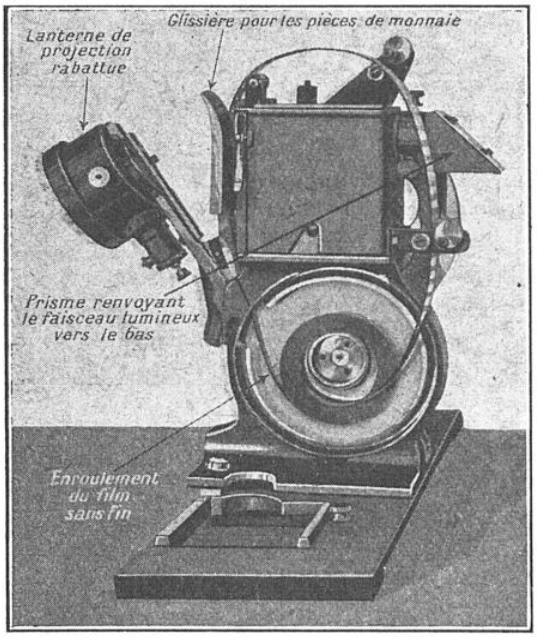
Il suffit d'introduire une pièce de monnaie dans cet appareil pour voir défiler les actualités de la semaine

LES Parisiens ont pu voir, depuis quelque temps, un nouvel appareil permettant, par la simple introduction d'une petite pièce de monnaie, de voir défiler, en plein jour, un film cinématographique des événements les plus marquants de la semaine écoulée. Et n'est-ce pas un avantage des plus appréciés du cinéma que de faire revivre,



VUE EXTÉRIEURE DE L'OPÉRA-CINÉ

En regardant dans un miroir incliné à 45 degrés, on peut voir, même en plein jour, le film qui est projeté sur un écran disposé horizontalement et situé au pied de l'appareil.



LE MÉCANISME DE L'OPÉRA-CINÉ

Le film sans fin se déroule devant une lampe de projection. Sa mise en route et son arrêt sont automatiquement assurés par l'introduction d'une pièce de monnaie dans l'appareil.

sous nos yeux, les actualités les plus saillantes du monde entier, dont les journaux nous ont, il est vrai, donné les détails, mais accompagnés seulement d'une ou deux vues!

Il est intéressant de montrer comment on est arrivé, très simplement, à produire le déroulement du film aussitôt que la pièce est introduite, et à l'arrêter aussitôt que la « bande » est passée. Lorsque la pièce métallique est mise dans l'appareil, elle vient, après un très court trajet, se placer entre un plot métallique fixe et un autre contact mobile. Un circuit électrique est alors fermé, et un petit moteur électrique silencieux entraîne l'appareil de projection, en même temps que la lampe de projection s'allume. Disons tout de suite que le film utilisé est une bande sans fin qui s'enroule comme le montre la figure ci-dessus. Quand le déroulement du film est complet, le deuxième contact, dont nous avons parlé, et qui est

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

constamment appuyé contre le côté de la pellicule par un ressort, rencontre une encoche ménagée dans la bande. Le ressort rappelle alors ce contact mobile et la pièce, ne se trouvant plus maintenue, tombe dans le tiroir-caisse. Le circuit électrique est interrompu, mais, en vertu de l'inertie des pièces en mouvement, le film se déroule encore un peu et. l'encoche franchie, la targette, repoussée par le film, vient se placer en position pour un nouveau fonctionnement avec une nouvelle pièce.

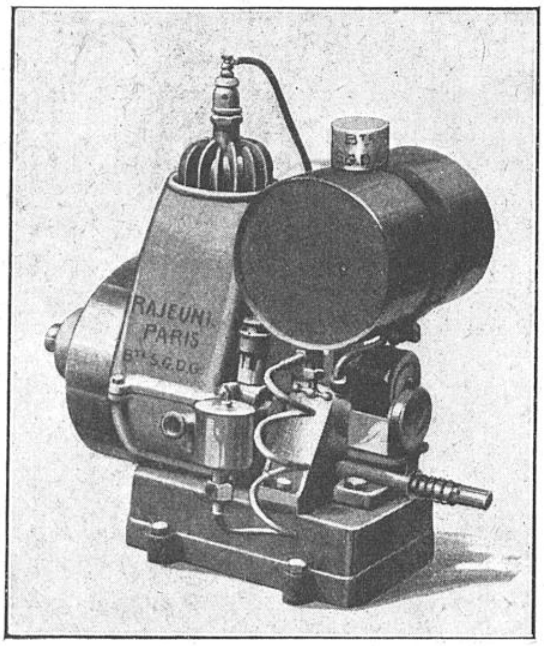
La projection s'effectue sur un écran métallisé situé au pied de l'appareil et le spectateur l'observe dans un miroir à 45 degrés, qui le réfléchit. Ainsi, la projection est visible, même en plein jour. Elle est très lumineuse, car l'écran métallisé donne des images très brillantes.

Il suffit de changer la bande toutes les semaines, opération très facile, pour que l'intérêt de la projection ne faiblisse jamais.

Moteur économique à refroidissement par l'air

La question du refroidissement par l'air des moteurs a fait l'objet de nombreuses études et a reçu plusieurs solutions plus ou moins pratiques. Le refroidissement par l'air est beaucoup plus délicat à assurer dans de bonnes conditions que le refroidissement par circulation d'eau, car, s'il est facile d'abaisser la température de l'eau en la faisant passer dans un radiateur à grande surface, il est très difficile d'assurer un courant d'air frais convenable pour éviter un échauffement dangereux du moteur.

Le petit moteur ci-dessus, conçu et construit par les Etablissements Rajeuni, d'une puissance d'un cheval, donne toute satisfaction à ce point de vue. De nombreux essais ont montré qu'il peut fonctionner normalement et avec un bon rendement dans un local clos, en plein été et sous tous les climats. D'un poids très réduit (23 kilogrammes), ce moteur présente un très faible encombrement (43 × 30 × 46 centimètres) et fonctionne indistinctement avec tous les carburants usuels (essence légère ou lourde, benzol, etc.). Avec une consommation très réduite (un demi-litre à l'heure), il peut être accouplé à une pompe centrifuge (groupe motopompe) d'un poids de 43 kilogrammes, ou monté en motopompe-brouette, pesant 85 kilogrammes. Le débit horaire est de 3.000 litres, avec une élévation totale de l'eau de 17 mètres, élévation qui peut être portée à 40 mètres, mais, naturellement, en réduisant légèrement le débit.



VUE DU MOTEUR DONT LE REFROIDISSEMENT EST UNIQUEMENT ASSURÉ PAR L'AIR

D'une puissance de 1 cheval, ce moteur, qui ne pèse que 23 kilogrammes, peut fonctionner en plein été et sous tous les climats.

Accouplé à un générateur électrique, il forme un groupe électrogène ne pesant que 76 kilogrammes, susceptible de donner 400 watts (soit, environ, 12 ampères, avec un voltage de 25 à 40 volts) et pouvant servir à recharger une batterie d'accumulateurs capables d'alimenter pendant dix heures consécutives six à sept lampes de 52 watts.

Les fermes, les châteaux trouveront donc un auxiliaire précieux dans ce moteur, à cause de ses multiples applications, de son entretien presque nul, de sa durée presque illimitée et de son excellent rendement.

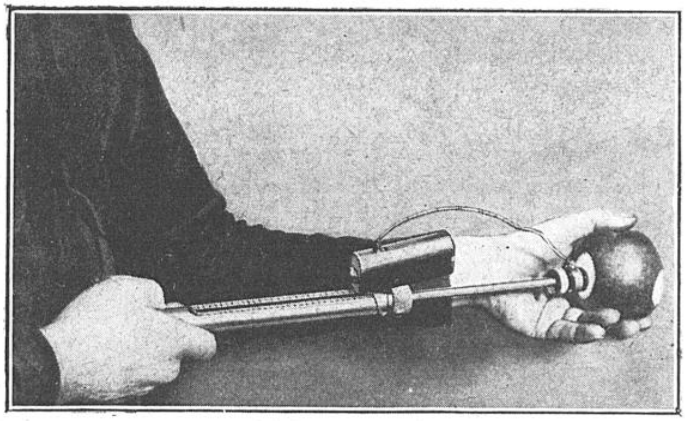
Ce fruit est-il mûr ? Ce petit appareil vous donnera une réponse sûre

Nous connaissons tous le geste familier de la ménagère qui, au marché, veut se rendre compte du degré de maturité des fruits qu'elle achète. Elle les prend dans la main et les tâte avec son pouce, afin de juger de leur fermeté. Non seulement cette pratique a le grave inconvénient d'abîmer les fruits, car cette opération se répète beaucoup trop souvent, mais encore elle ne donne pas d'indications précises. Or, le commerce d'exportation, qui prend un grand développement, a besoin d'être renseigné sur ce point pour que les fruits expédiés arrivent en bon état à destination.

Voici un petit appareil qui remédie à cet état de choses. Il se compose d'une sorte de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

piston que l'on enfonce dans le corps du fruit. On lit directement sur l'appareil la pression qu'il a fallu atteindre pour faire pénétrer le « plongeur » d'une quantité déterminée. Quelques expériences préalables suffisent pour faire correspondre chaque pression à un degré de maturité, suivant, bien entendu, le genre de fruit considéré.



COMMENT ON PEUT SE RENDRE COMPTE RAPIDEMENT DU DEGRÉ DE MATURITÉ D'UN FRUIT

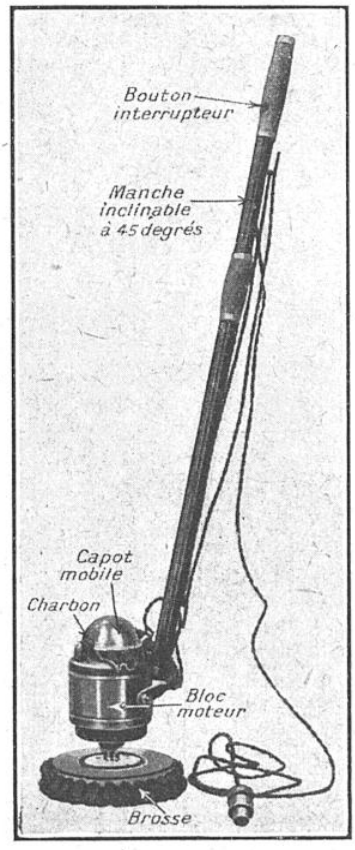
La pression, lue sur l'appareil, qu'il a fallu exercer pour enfoncer dans le fruit un piston mobile, renseigne sur l'état du fruit.

Naturellement, point n'est besoin d'examiner tous les fruits d'une expédition, mais on prélève simplement quelques échantillons qui permettent de juger de la valeur du lot.

Voici une nouvelle brosse électrique, simple, robuste et pratique, pour les parquets

Il devient banal de constater que, de plus en plus, la maîtresse de maison, souvent obligée de se passer de domestiques, doit elle-même vaquer à tous les soins du ménage et que, pour lui rendre la tâche plus aisée, les constructeurs s'ingénient à trouver des appareils simples et robustes prenant à leur charge les travaux les plus pénibles. Naturellement, c'est à l'électricité que l'on va demander l'énergie nécessaire au fonctionnement de ces appareils. Nous avons eu, d'ailleurs, l'occasion de signaler à nos lecteurs toutes ces petites machines, au fur et à mesure de leur apparition.

L'entretien des parquets est certainement le plus pénible de tous les travaux ménagers. Aussi a-t-on vu, dans les expositions récentes, les aspirateurs de poussière qui condamnent le balai, les cireuses mécaniques qui suppriment le frottage à la brosse. Dans ce dernier ordre d'idées, voici une nouvelle brosse électrique, qui nous paraît susceptible de rendre d'immenses services dans un ménage modeste. Pour arriver à un appareil simple et, par suite, le moins coûteux possible, le constructeur n'a pas voulu établir une cireuse complète mais simplement une brosse capable de donner aux parquets le plus beau brillant, ce qui, on en conviendra, est la partie la plus pénible de l'entretien des parquets. Ajoutons qu'à l'appareil est joint un accessoire permettant de passer aisément la paille de fer, la cire et le chiffon.



LA BROSSE ÉLECTRIQUE ET LE MOTEUR

L'appareil comporte donc une brosse, de forme circulaire, et montée à l'extrémité d'un petit moteur électrique, très robuste, d'un cinquième de cheval seulement et consommant moins de trois ampères, ce qui permet de l'utiliser même avec les compteurs les plus faibles.

Ce moteur, à axe vertical, est du type universel ; il fonctionne indifféremment sur courant continu ou alternatif. Des roulements à billes spéciaux empêchent tout jeu à l'arbre et assurent un silence presque absolu.

L'ensemble est tenu par un manche nickelé inclinable à volonté et dans la poignée duquel se trouve l'interrupteur, du genre trumbler.

Lorsque les poils de la brosse se sont inclinés, par suite du sens de rotation de l'appareil, on peut facilement inverser ce sens en inversant les fils des charbons du moteur, très aisément accessibles. Enfin, la brosse elle-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

même peut être très rapidement remplacée.

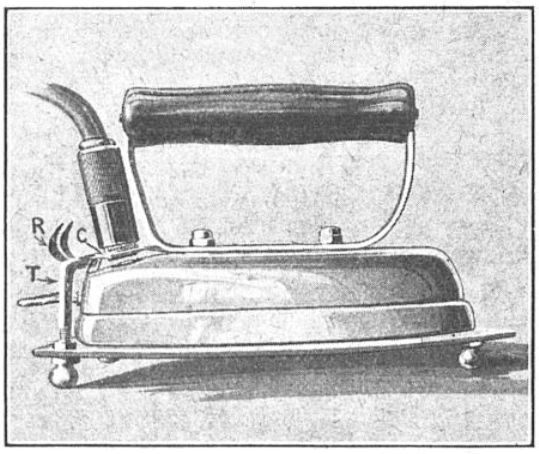
Ajoutons qu'il suffit de mettre quelques gouttes d'huile fluide dans le graisseur, disposé à cet effet, pour assurer une lubrification parfaite.

D'un poids de 7 kilogrammes, l'appareil est très facile à manier et donne à la brosse une pression suffisante pour lui assurer une action très efficace.

En posant ce fer électrique sur son support, on coupe automatiquement le courant si on le désire

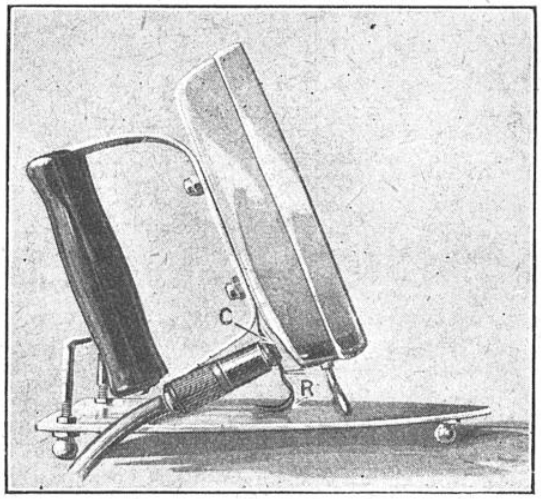
Nous avons eu, déjà, l'occasion de signaler à nos lecteurs que les constructeurs de fers électriques à repasser le linge s'étaient, depuis longtemps, préoccupés de munir leurs appareils de dispositifs assurant l'interruption automatique du courant lorsque le fer n'est pas utilisé.

Les conditions auxquelles doivent répondre ces dispositifs sont les suivants : assurer, en temps de marche de l'appareil, un très bon contact afin d'éviter toute perte d'énergie, qui se traduit par une dépense supplémentaire marquée au compteur ; pouvoir couper brusquement le courant afin d'éviter des étincelles de rupture et, par suite, une usure prématurée des contacts ; enfin, pouvoir rester à volonté fermé ou ouvert. Cette dernière condition est rendue nécessaire par le fait qu'il est quelquefois indispensable de laisser réchauffer un instant le fer sans s'en servir, lorsque, par exemple, on a repassé du linge encore humide et froid.



PREMIÈRE POSITION DU FER ÉLECTRIQUE

Les ressorts R *étant passés sur la tringle* T, *le contact est coupé en* C.



DEUXIÈME POSITION DU FER

Le poids du fer fait fléchir les lames-ressorts R *et le contact est coupé en* C.

Le fer électrique représenté par nos gravures nous paraît répondre précisément à ces conditions lorsqu'il est accompagné de son support. Etant en marche normale, il suffit de le placer sur le support nickelé et de le faire glisser légèrement en arrière pour que les ressorts *R* soient obligés de passer par-dessus la tringle *T* et, ainsi, de couper le contact *C*. Si on ne fait pas glisser le fer vers l'arrière, le courant continue à passer et on peut laisser le fer se réchauffer.

Une deuxième position assure encore l'interruption automatique de courant. C'est la position la plus habituellement employée par la ménagère, c'est-à-dire le fer placé verticalement reposant sur sa base et sur sa poignée. Le poids du fer fait fléchir les lames-ressorts *R* et le contact *C* est encore coupé.

Les contacts sont excellents, et on voit que la rupture est assez franche et assez brusque pour éviter l'amorçage d'arcs nuisibles, puisqu'elle se produit aussitôt que les contacts *C* se séparent.

Ces particularités électriques de ce fer à repasser n'enlèvent, d'ailleurs, à l'appareil aucune des qualités ordinaires du fer électrique, qualités si appréciées des ménagères et que l'on peut résumer très brièvement en quelques mots : commodité, rapidité de travail, propreté.

V. Rubor.

LA SCIENCE ET LA VIE est le seul magazine
DE VULGARISATION SCIENTIFIQUE ET INDUSTRIELLE

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

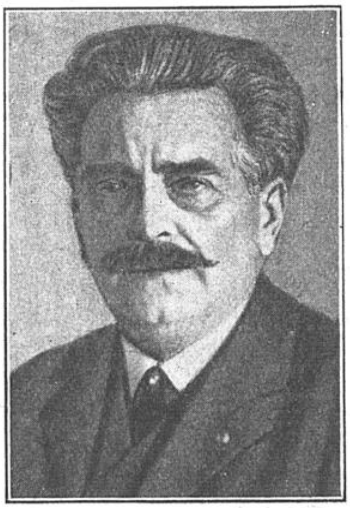
POUR TÉLÉGRAPHIER SA PROPRE ÉCRITURE ET MÊME SES DESSINS

Un nouvel appareil de M. Sémat

Par Lucien FOURNIER

L'inventeur porte un nom prédestiné. Le « Sémagraphe » est un appareil transmetteur de signaux (du grec sema : *signe), un télégraphe qui s'accommode de toutes sortes de caractères, les transmet et les reçoit sans aucune transformation. C'était, à l'origine de l'invention, le* téléautocopiste ; *c'est également un* télautographe, *un* pantélégraphe. *Il pourrait être un* phototélégraphe, *mais M. Laurent Sémat vise plus particulièrement, avec ses appareils, la transmission et la réception de l'écriture et celles du dessin par des moyens aussi simples qu'ingénieux. C'est un véritable Morse pour autographes.*

Monsieur Laurent Sémat est un vétéran de la transmission des images par le fil télégraphique. Ses premières recherches datent de 1893. En 1902, il déposait des demandes de brevets relatives à la transmission de photographies par l'intermédiaire d'une cellule de sélénium et, en 1903, en utilisant le changement d'état moléculaire d'une pastille de charbon de cornue portée par une membrane microphonique. Son *Téléautocopiste*, né en 1908, fut présenté à l'Académie des Sciences par M. Cailletet, membre de l'Institut, et des expériences de transmission d'écriture, de signatures et de dessin eurent lieu dans le local même de l'Institut par M. Lippman et M. Carpentier, placés l'un au poste transmetteur, l'autre au poste récepteur. Le silence se fit ensuite autour de l'inventeur et de l'invention.



M. LAURENT SÉMAT

Au cours de ces dernières années, M. Laurent Sémat a apporté au *Téléautocopiste* des modifications, qui ont changé complètement les dispositions électriques et électromagnétiques chargées d'assurer le synchronisme, d'une part, et, d'autre part, le principe de la reproduction des images, tout en conservant celui de l'impression directe à la réception.

Le *Sémagraphe*, qui vient d'être mis au point, est caractérisé par la transmission, sur les lignes télégraphiques ordinaires, soit de l'écriture, soit de dessins, soit même de signaux Morse. Le dessin schématique de la page 534 va nous permettre d'en expliquer rapidement le mécanisme.

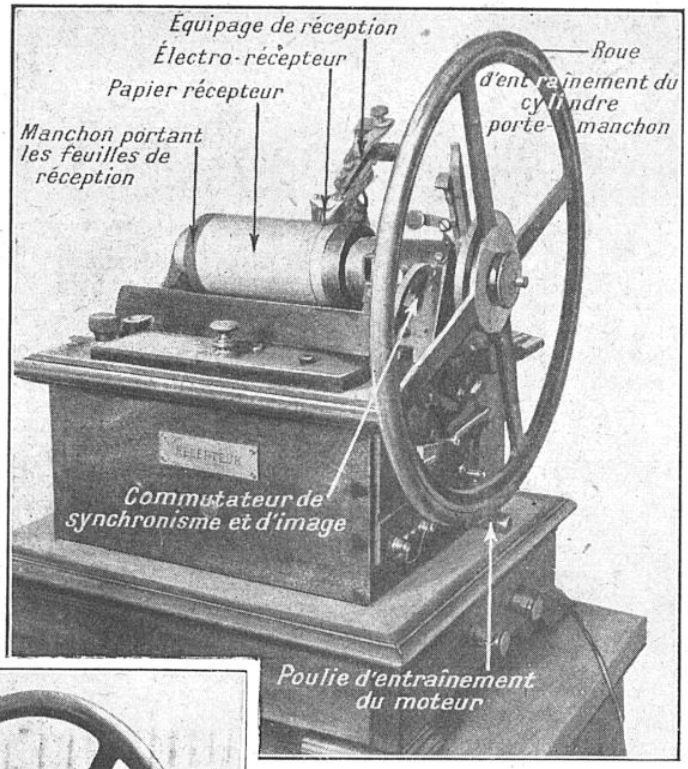
Généralités sur l'appareil

L'inventeur utilise, à la transmission et à la réception, deux cylindres de mêmes diamètres. Celui de transmission reçoit une feuille d'étain ou tout autre support conducteur, sur laquelle on écrit le télégramme avec une encre isolante. Après mise en place sur le cylindre, un style métallique, relié à la ligne par l'intermédiaire d'un commutateur automatique des circuits d'image et de synchronisme, vient appuyer légèrement sur la feuille. D'autre part, un frotteur amène en permanence, sur cette feuille conductrice, le courant de la pile de transmission de l'image *qui est située au poste récepteur*, après avoir excité l'électro-aimant chargé de la reproduction. Mais le passage du courant cesse dès que le style rencontre une trace d'encre, pour reprendre dès que l'obstacle isolant est franchi.

On peut se rendre compte facilement du trajet parcouru par le courant de transmission de l'image sur notre figure schématique. Il est emprunté, avons-nous dit, à la pile du poste récepteur. On voit qu'il parcourt les

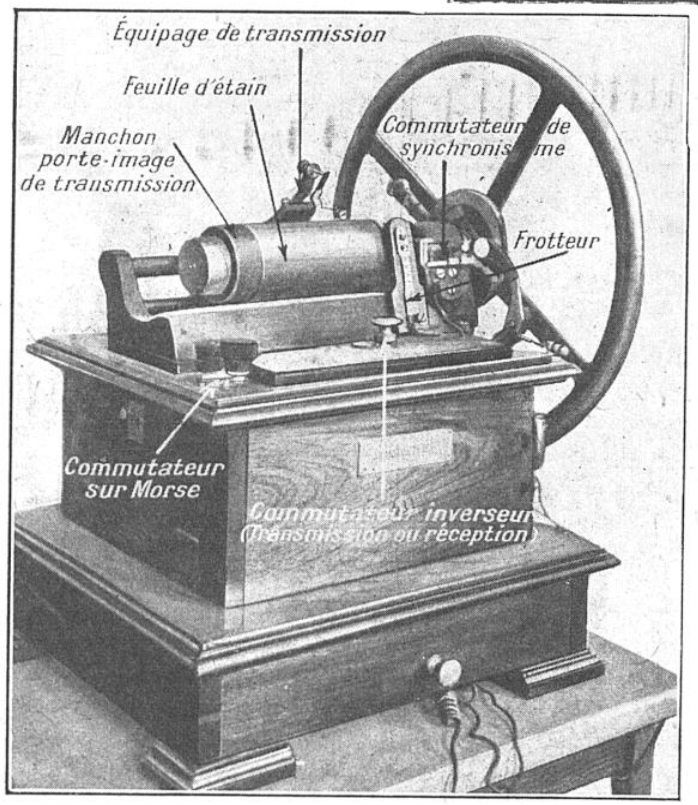
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

liaisons ménagées à cet effet dans les deux commutateurs d'inversion de ce poste ; il se rend ensuite au commutateur automatique de ce même poste qui se trouve sur position de transmission de l'image (contacts de gauche), parcourt l'électro-aimant récepteur, puis, de nouveau, les deux commutateurs précédents et se rend ensuite sur la ligne. Celle-ci aboutit au poste transmetteur, au commutateur d'inversion (Morse ou Sémagraphe). Deux directions se présentent ensuite. L'une, représentée par les gros traits, aboutit au commutateur automatique des circuits de synchronisme et d'image ; mais, comme ce commutateur se trouve sur le contact de gauche, le courant ne peut passer ni, par conséquent, faire fonctionner l'électro de verrouillage. Il se rend donc, par les traits plus fins, au commutateur d'inversion (transmission ou réception), de là au commutateur automatique, qui le renvoie au style de transmission et, par la feuille d'étain et le frotteur, à la terre.



L'APPAREIL RÉCEPTEUR

L'appareil est représenté ici équipé avec son fourreau qui supporte les deux papiers récepteurs et l'électro-aimant qui provoque l'inscription. La grande roue que l'on remarque met en rotation le cylindre récepteur par l'intermédiaire d'une petite poulie commandée par le moteur.

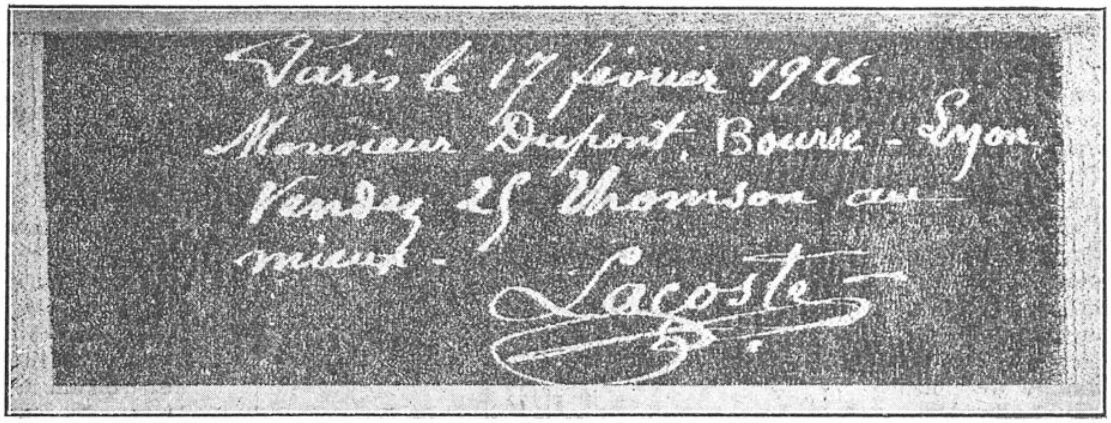


L'APPAREIL TRANSMETTEUR

Cette photographie représente l'appareil équipé pour effectuer la transmission des dessins ou de l'écriture. Les organes essentiels y sont indiqués.

Le cylindre récepteur reçoit une feuille de papier carbone, la face sensible au-dessus, et une feuille de papier pelure, recouvrant la première, ou disposées inversement. Le style de transmission est remplacé par un petit équipage comportant un léger électro-aimant, pourvu d'une pointe mousse en diamant, en contact permanent avec le papier, mais sans ap-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



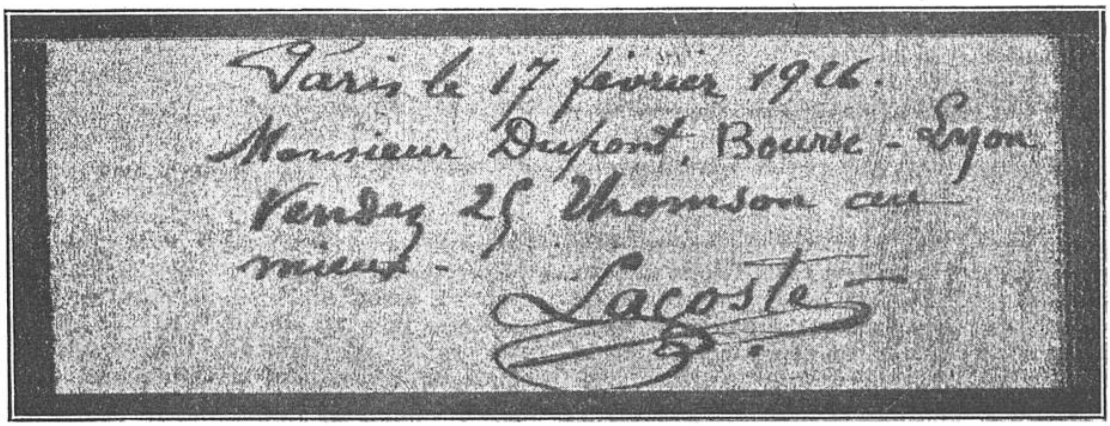
REPRODUCTION D'UNE DÉPÊCHE TRANSMISE PAR LE SÉMAGRAPHE

Cette copie est celle qui fournit le papier carbone sur lequel les signaux ont été obtenus en blanc sur fond noir, le carbone ayant été enlevé pour reproduire les lettres.

puyer. Ajoutons encore, et ceci est d'une originalité indiscutable, que le cylindre récepteur ou fourreau, qui porte les papiers, est doublé d'une surface en fer doux, qui constitue, en réalité, l'armature de l'électro-aimant récepteur.

Dès que les appareils correspondants sont mis en marche, le courant de transmission parcourant l'électro-aimant récepteur produit l'impression. Cet électro peut être considéré, en effet, comme un muscle qui travaille au passage du courant et cesse lorsque le circuit est rompu. Ce sont, en réalité, des tonicités musculaires qui s'exercent sur les feuilles de papier et qui demeurent imperceptibles à l'œil le plus exercé. Les images apparaissent sur le cylindre en rotation, sans que la pointe en diamant semble subir aucune vibration. La feuille de carbone déposera son revêtement sensible sur le papier pelure, qui se noircirait entièrement si l'émission était continue. Mais lorsque cette émission cesse, au passage de la pointe transmettrice sur l'écriture, l'électro-récepteur cesse d'agir ; la pointe de diamant n'appuie plus assez pour provoquer le dépôt de carbone sur le papier pelure, qui reste blanc à l'endroit même où le carbone est respecté sur sa feuille de support.

En somme, l'opération qui s'effectue ici est l'inverse de celle qui se produirait si on écrivait à la main sur une feuille de papier blanc, recouvrant une feuille de carbone sur la face sensible.



REPRODUCTION D'UNE DÉPÊCHE TRANSMISE PAR LE SÉMAGRAPHE

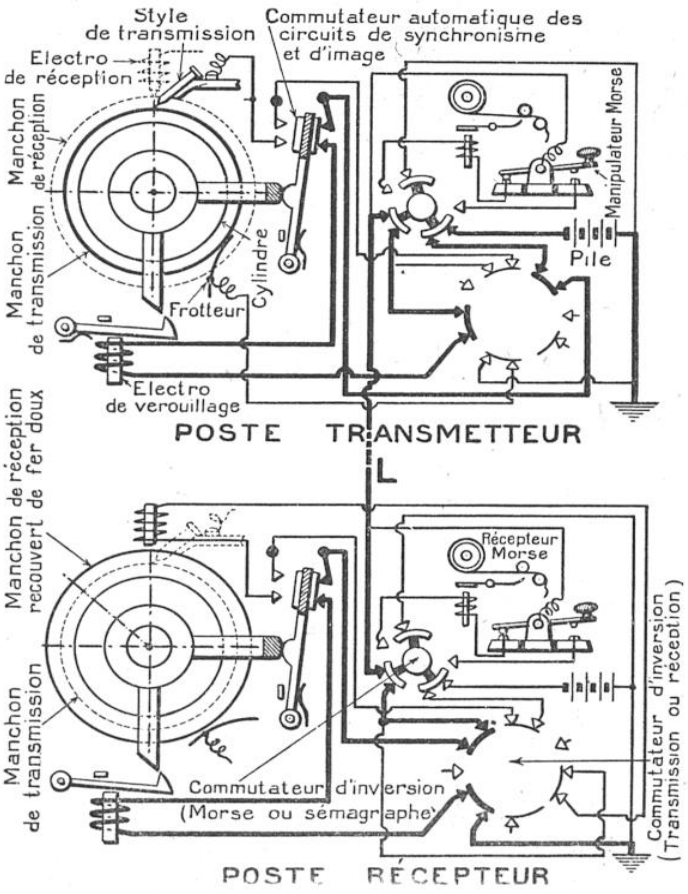
Cette copie est obtenue sur le papier pelure qui recouvre le papier carbone sur le fourreau du poste récepteur. On voit que, le carbone s'étant déposé sur le papier pour reconstituer l'écriture, celle-ci apparaît en noir sur fond blanc.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le synchronisme

Les deux cylindres, chacun dans son poste respectif, sont d'égal diamètre ; mais l'un, le transmetteur, est chaussé d'un manchon moins épais que celui du poste récepteur. Ceci met en présence, aux deux postes correspondants, deux mobiles rotatifs de différents diamètres. Or, le mobile de plus petit diamètre (transmetteur) évolue plus vite que le mobile de plus grand diamètre (récepteur). Mais le premier s'arrête à chaque tour et attend, pour repartir, que le second ait terminé chacun des siens sans s'arrêter. Ce dernier, à chaque tour et dans ce but, permet le passage d'un courant provenant du poste transmetteur dans un électro de déverrouillage, qui permet au cylindre transmetteur de repartir à nouveau.

Ce courant provient de la pile située au poste transmetteur. Au moment où le cylindre de ce dernier poste a effectué un tour, le commutateur automatique coupe le circuit de transmission de l'image sur le style et établit celui de synchronisme sur l'électro de déverrouillage. Le même phénomène s'étant produit au poste récepteur, aucun courant ne parcourt plus la ligne pendant que le cylindre récepteur termine sa rotation. A l'instant précis où il s'arrête, son commutateur automatique reprend sa position de gauche : le courant de synchronisme peut alors circuler sur la ligne ; il est reçu dans l'électro de déverrouillage du poste transmetteur qui libère le cylindre. Le bras mobile du commutateur automatique retombe sur les contacts de gauche et la transmission continue.



DESSIN SCHÉMATIQUE MONTRANT LES ORGANES PRINCIPAUX DE DEUX POSTES RELIÉS PAR UN FIL DE LIGNE

Lire les explications dans le texte.

La transmission et la réception sont interchangeables

Pour réaliser cette interchangeabilité, il suffit de remplacer, dans chaque poste, le fourreau transmetteur par le fourreau récepteur, et vice versa, et de les équiper en conséquence. On tourne le commutateur d'inversion spécial, et les appareils sont prêts à passer de la fonction transmettrice à la fonction réceptrice. Ajoutons que le commutateur automatique des circuits de synchronisme et d'image relie les contacts de gauche pendant la transmission, et qu'il tombe sur ceux de droite pour assurer le passage du courant de synchronisme.

Avenir du Sémagraphe

La simplicité du *Sémagraphe* en fait l'auxiliaire presque indispensable de l'appareil Morse pour la transmission, dont l'utilité n'est plus contestée, des autographes et des dessins. Il se prêterait même aisément à l'envoi de longs messages, pour réaliser une nouvelle télégraphie rapide par signaux conventionnels, Morse ou autres, ces signaux étant écrits sur la feuille métallique en petits caractères. Nous souhaitons que des expériences sur des lignes télégraphiques à longues distances soient effectuées pour fixer la valeur pratique du système.

L. FOURNIER.

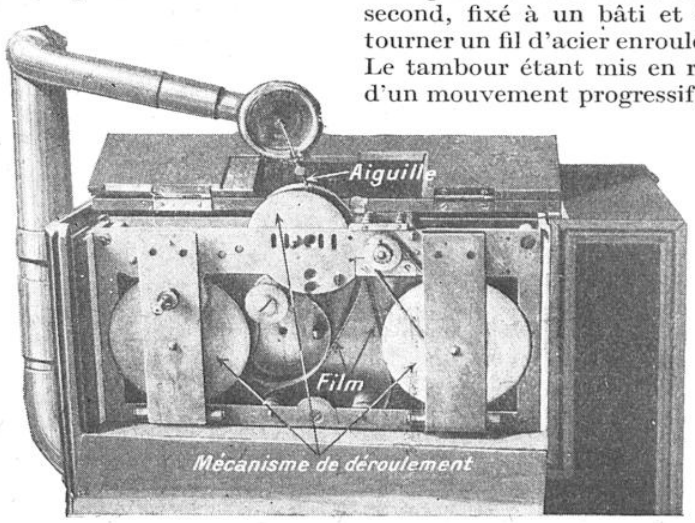
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LE DISQUE DE PHONOGRAPHE VA-T-IL CÉDER LA PLACE AU FILM ENREGISTREUR ?

Par Jacques BERTHET

Depuis l'invention du phonographe, une multitude de brevets ont été pris dans le but d'en améliorer la forme. La plupart se rapportent au support de la parole, que l'on trouve trop encombrant et trop lourd. Le cylindre ayant déjà cédé la place au disque, celui-ci est, à son tour, menacé par le film cinématographique, qui aurait sur lui l'immense avantage de fournir une grande surface enregistreuse sous un très petit volume et un poids insignifiant.

M. Ruhmer avait déjà imaginé d'utiliser une bande de papier photographique se déroulant sous un rayon lumineux, dont la parole modifiait les intensités. Il obtenait ainsi une photographie de la parole. Pour la reproduire, l'inventeur projetait un rayon lumineux sur le papier ; ce rayon, traversant les impressions produites par la lumière sur le film en mouvement, frappait une cellule de sélénium intercalée dans un circuit de pile comportant un récepteur téléphonique. Les variations du courant, provoquées par celles des intensités lumineuses, reproduisaient les sons. Cela se passait à l'époque où le sélénium, avec Korn, Belin et tant d'autres, promettait des merveilles, qu'il était, d'ailleurs, incapable de tenir.



L'APPAREIL REPRODUCTEUR FAUCON-JOHNSON

Le disque ordinaire est ici remplacé par un film sur lequel sont enregistrés les sons à reproduire. Un seul film peut ainsi remplacer une quarantaine de disques ordinaires.

La plus merveilleuse de toutes les inventions se rapportant au phonographe fut celle du télégraphone Poulsen, qui eut un succès énorme à l'Exposition de 1900. Il n'est pas sans intérêt d'en rappeler le principe, qui n'a jamais été donné, et pour cause, dans *La Science et la Vie*. C'est, d'ailleurs, extrêmement simple.

Un circuit électrique comporte un microphone et un électro-aimant. Le premier peut être placé à une distance quelconque du second, fixé à un bâti et sous lequel peut tourner un fil d'acier enroulé sur un tambour. Le tambour étant mis en rotation et animé d'un mouvement progressif, toutes les spires du fil passent donc sous l'électro. Que se produit-il dès que l'on parle dans le microphone? La production d'un champ électrique variable dans l'électro entraîne, *ipso facto*, l'aimantation de la partie du fil placée sous lui. Pendant sa rotation, la bobine d'acier se charge donc d'un potentiel magnétique, dont les variations sont sous la dépendance directe de la cause qui les a fait naître : la parole. Jusqu'ici, rien que de très normal. Mais si, après l'enregistrement, on soumet un électro-récepteur à l'action du champ magnétique induit dans le fil, il recueille une partie de ce magnétisme pour le transformer en paroles dans un récepteur téléphonique. Malheureusement, le magnétisme rémanent ne peut constituer un enregistrement durable : il disparaît à la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ongue, de sorte que la durée en est très éphémère. Voilà pourquoi, jusqu'ici, le cylindre et le disque phonographiques ont toujours triomphé.

Bien des inventeurs ont cherché à inscrire la parole sur des films semblables à ceux utilisés en cinématographie et constitués par des substances capables de se laisser facilement « labourer » par la pointe enregistreuse. La difficulté réside dans la découverte d'une matière à la fois assez dure pour recevoir l'inscription et assez souple pour permettre son enroulement en bobine. Les chercheurs ont eu recours à la chaleur et à l'action d'un solvant pour faciliter les inscriptions, mais sans succès jusqu'ici.

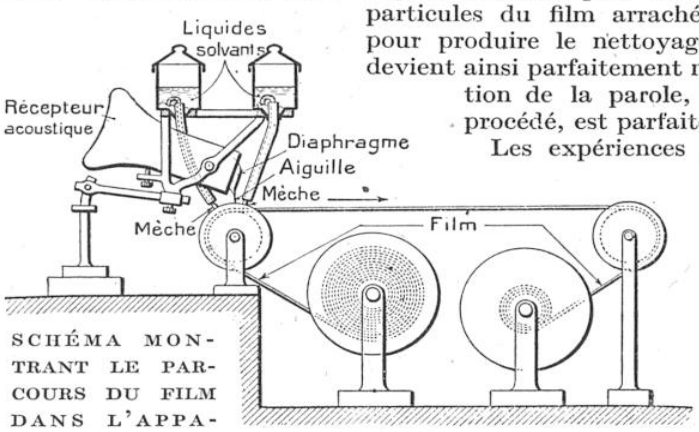


SCHÉMA MONTRANT LE PARCOURS DU FILM DANS L'APPAREIL, AVEC LE DISPOSITIF D'ENREGISTREMENT

M. et Mme Faucon-Johnson se sont également engagés dans cette voie. Ils utilisent un film cinématographique ordinaire et sont parvenus à obtenir d'excellentes reproductions de la parole. Notre dessin montre le principe de l'invention. Le film vierge, après avoir quitté sa bobine, passe sur un cylindre de renvoi, au-dessus duquel est placée l'aiguille inscriptrice, et s'enroule sur une bobine réceptrice. En avant de l'aiguille, une mèche dépose un liquide solvant en une ligne très étroite, qui permet à l'aiguille de creuser facilement son sillon dans le celluloïd, sous l'action de la parole. Une autre mèche dépose également du solvant après l'inscription. Enfin, l'aiguille est chauffée pour faciliter sa pénétration.

Le ramollissement du film se produit donc sur une très faible largeur ; le second liquide, déposé ensuite, a pour effet de dissoudre les particules du film arrachées par l'aiguille, pour produire le nettoyage du sillon, qui devient ainsi parfaitement net. La reproduction de la parole, obtenue par ce procédé, est parfaite.

Les expériences auxquelles nous avons assisté, sont fort intéressantes et autorisent les plus grands espoirs, bien que les appareils actuels constituent seulement un matériel d'expériences.

Sur un seul film de dimension normale on peut tracer une vingtaine de lignes représentant l'enregistrement du son ou de la parole. Comme les deux côtés du film peuvent être également utilisés, on voit qu'un seul film, qui, enroulé sur sa bobine, ne tient que bien peu de place, serait capable de remplacer une quarantaine de disques encombrants et lourds.

Mlle JOHNSON DEVANT LE PREMIER APPAREIL ENREGISTREUR AVEC FILM

Le procédé permettrait l'inscription continue, sur un film, de discours et d'œuvres musicales d'une longueur quelconque ; peut-être même parviendrait-on à réaliser, par cette méthode, le cinéma parlant, par l'inscription simultanée du geste et de la parole. Les inventeurs envisagent d'autres applications moins révolutionnaires que cette dernière et déjà un corps de poupée s'apprête à recevoir un phonographe à film qui donnerait la parole à « l'enfant de l'enfant », pour lui permettre de réciter des fables et de distraire sa petite maman.

Les inventeurs sont pleins d'espoir. Puisse le succès couronner leurs efforts !

J. BERTHET.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

MAINTENANT, L'ÉLECTRICITÉ SIGNALE A DISTANCE QUICONQUE APPROCHE D'UN COFFRE-FORT

Par C. L.

Toutes les installations imaginées jusqu'à présent pour signaler la présence des cambrioleurs fonctionnent sous l'effet d'un contact électrique ou d'un déclanchement mécanique ; elles sont si connues de la « pègre » qu'elles deviennent pratiquement inopérantes.

Un gardien permanent serait trop coûteux et, d'ailleurs, la vigilance humaine a ses défaillance. L'idéal serait donc de posséder un appareil capable de voir dans l'obscurité, comme un œil humain voit pendant le jour, et de prévenir aussitôt bruyamment le gardien, qui repose dans le voisinage. Appareil d'autant plus précieux qu'il serait complètement invisible, afin que les visiteurs ne puissent soupçonner sa présence. Voici comment on peut établir des appareils de ce genre en adoptant l'un ou l'autre de ces deux systèmes, que nous allons décrire sommairement.

La pile thermoélectrique est un gardien vigilant

Le premier repose sur le principe de la pile thermoélectrique. On sait que, si l'on réunit deux tiges de métaux différents par une soudure et que l'on chauffe, même très légèrement, cet ensemble, il naît une différence de potentiel, variable avec la température de chauffe. Les piles les plus sensibles sont constituées par la soudure de deux fils : bismuth et argent. L'appareil est construit de la façon suivante :

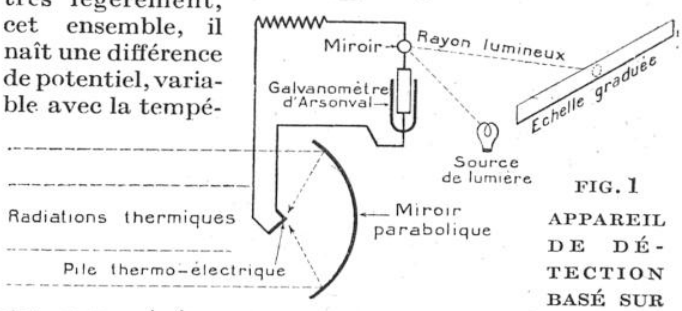


FIG. 1
APPAREIL DE DÉTECTION BASÉ SUR LES PROPRIÉTÉS DE LA PILE THERMO-ÉLECTRIQUE

Les radiations thermiques émises par une personne passant devant le miroir parabolique, sont concentrées par lui sur la pile. Elles suffisent pour faire dévier le galvanomètre et pour indiquer la présence étrangère.

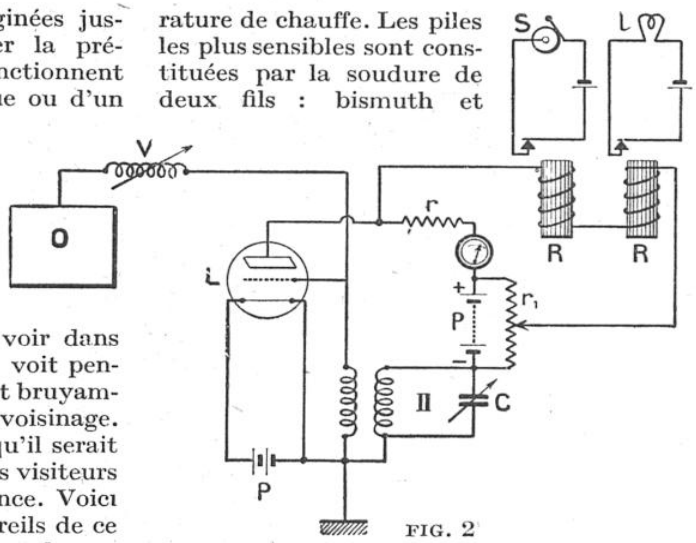


FIG. 2
SCHÉMA D'UN APPAREIL DE DÉTECTION UTILISANT LES PHÉNOMÈNES RADIOÉLECTRIQUES

(Voir l'explication dans le texte.)

Au foyer d'un miroir parabolique est placée une pile thermoélectrique reliée à un galvanomètre d'Arsonval, appareil qui accuse une variation infinitésimale de courant par la déviation d'un rayon lumineux sur une échelle.

A la température ambiante, le rayon lumineux reste au repos. Si un être humain vient à passer devant le miroir parabolique, celui-ci concentre sur la pile les faibles radiations thermiques émises par le corps humain ; un courant électrique prend naissance, parcourt les bobines du galvanomètre et oblige le cadre mobile à se déplacer. Le miroir suit le mouvement, et le rayon lumineux mis en mouvement dénonce le passage du malfaiteur.

Des hommes ont été ainsi si-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

gnalés à des distances de 100 à 200 mètres.

Le déplacement du cadre peut être asservi à un appareil avertisseur, si l'on ne désire pas exercer une veille constante sur le déplacement du rayon lumineux. Le galvanomètre et l'appareil avertisseur sont alors placés dans une pièce voisine de celle où se trouve l'objet à protéger.

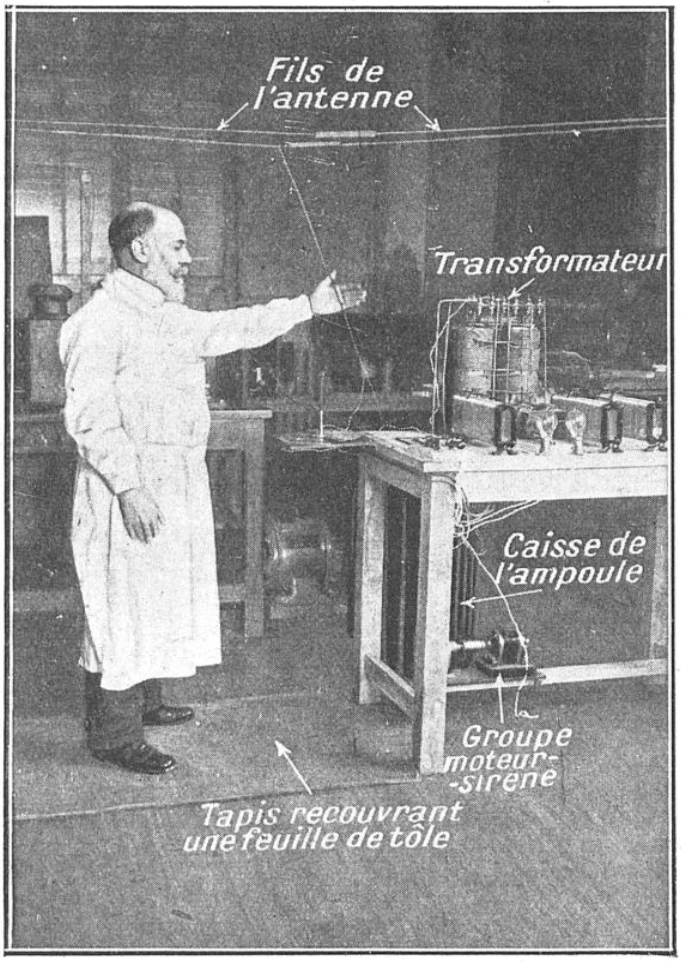
La lampe à trois électrodes donne aussi une grande sécurité

Le deuxième appareil est basé sur ce fait que la présence du corps humain au voisinage d'un condensateur en modifie la capacité. Tous les sans-filistes connaissent ce phénomène par expérience personnelle.

Un coffret analogue à un petit poste récepteur d'amateur (fig. 2), poste à deux lampes *L* de réception alimentées par piles et accumulateurs, ou mieux par le secteur de distribution. Le circuit de grille est relié à la terre, au coffre-fort ou à un petit cadre de fils *O*, placé à proximité du coffre. Le circuit de plaque passe dans l'enroulement de deux relais *R* et *R*, dont le contact actionne une lampe, une sonnerie, un klaxon, etc...

Les circuits de grille et de plaque sont couplés serrés et reliés au voisinage de leur résonance électrique au moyen d'un condensateur variable *C* et d'un variomètre *V*.

La présence d'un homme à quelques mètres (5 mètres) vient brusquement modifier les capacités électriques de l'appareil en modifiant la capacité du condensateur constitué par la terre et le cadre O. Il se produit alors une variation importante du courant dans le circuit de plaque et une mise en action des relais *R R* et du signal avertisseur correspondant, lumineux ou sonore.



LES RELAIS A ARC PERMETTENT AUSSI DE DÉCELER LA PRÉSENCE D'UNE PERSONNE

Cette photographie représente l'expérience dite du cambrioleur. L'expérimentateur marche sur le tapis; les fils de l'antenne sont tendus au-dessus de sa tête. La sirène se met aussitôt en marche. Son appel est strident dès que l'on approche la main du fil de descente de l'antenne.

Les relais à arc sont très sensibles

On sait que le fonctionnement du redresseur à vapeur de mercure est basé sur l'effet de soupape de l'arc électrique dans le vide. On peut donc utiliser l'arc comme un relais très sensible, débitant un courant beaucoup plus élevé que les lampes à trois électrodes. Leur pouvoir amplificateur est d'environ un milliard de fois plus élevé que celui de la lampe à trois électrodes ; le rendement est vingt fois plus grand.

Entre autres applications, nous pouvons citer la détection de visiteurs indésirables (figure ci-dessus). La présence humaine entre une antenne et un contrepoids faisant varier la capacité du système, l'arc jaillit, et l'appareil de signalement, commandé par lui, se met automatiquement en action. Il peut être très puissant. C. L.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

A TRAVERS LES REVUES

AÉRONAUTIQUE

LES NOUVEAUX PERFECTIONNEMENTS APPORTÉS AUX PARACHUTES, *par L.-P. Frantzen.*

Après avoir montré les types divers de parachutes possibles, et ils sont nombreux, puisque quatorze dessins schématiques montrent les particularités de chacun d'eux, l'auteur expose les innovations récentes des constructeurs.

Les progrès accomplis depuis la création du parachute sont tels que dans moins de dix ans, conclut l'auteur, il sera plus sûr de prendre un taxi-avion ou un avion transatlantique que de circuler en auto sur les routes.

« *L'Air* » (n° 154).

AUTOMOBILE

LES PROGRÈS EN AUTOMOBILE, *par J. Salomon.*

Tout n'est pas encore parfait en automobile De nombreux petits ennuis guettent l'automobiliste qui soigne lui-même sa voiture. L'auteur en donne une liste, malheureusement trop longue.

Il faut dire que l'ingénieur ne fait pas toujours ce qu'il veut, par suite des obligations de mode ou de tendances auxquelles il doit satisfaire.

L'ingénieur doit surtout porter son attention sur le prix de vente, la consommation, le coût d'entretien.

M. Salomon étudie donc, dans la suite de son article, qui n'est que le début d'une étude complète, l'amélioration de la consommation en essence, les économies de graissage, la consommation en pneus, les frais d'entretien, les lignes de la voiture.

« *Omnia* » (n° 72).

CHEMINS DE FER

APERÇU SUR LE PROGRAMME GÉNÉRAL D'ÉLECTRIFICATION DES CHEMINS DE FER EN FRANCE, *par M. Barbillion.*

C'est en 1918 que fut constituée, sur l'initiative du ministère des Travaux publics, une commission d'études de l'électrification des chemins de fer, qui alla étudier sur place, et surtout en Amérique. Elle adopta l'emploi du courant continu à 1.500 volts. Les trois réseaux intéressés par l'électrification sont le P.-L.-M., le P.-O. et le Midi, chacun d'eux semblant devoir électrifier de 2.500 à 3.000 kilomètres, soit, en tout, 8.200 kilomètres, le cinquième du réseau français.

Le Midi, qui avait commencé en 1908, a dû changer son programme et adopter le courant choisi.

Le P.-O. électrifie son réseau entre Paris et Brive.

Le P.-L.-M. équipe un certain nombre de lignes, de Carnoules à Nice, sur le littoral, puis Culoz-Modane, Lyon-Genève, Lyon-Grenoble, Grenoble-Veynes, etc...

Après avoir indiqué rapidement les projets des grands réseaux, M. Barbillion établit le bilan technique des systèmes actuels possibles (courant continu, monophasé, triphasé). L'étude du freinage, par récupération, de la traction par unités multiples (divers systèmes) termine cet exposé.

« *Revue de l'Industrie minérale* » (n° 127).

CHIMIE INDUSTRIELLE

L'ÉTAT ACTUEL DE LA FABRICATION ET DE L'UTILISATION DES ENGRAIS ARTIFICIELS EN FRANCE : LES PRODUITS AZOTÉS, *par J. Dubourg.*

L'action fertilisante des engrais est des plus complexes et encore mal précisée au point de vue scientifique. Les réactions qui se produisent dans le sol et le processus par lequel les éléments passent du milieu extérieur dans la cellule végétale sont encore peu connus.

Dans cet article, l'auteur expose donc seulement, d'une façon générale, les phénomènes qui accompagnent l'incorporation des engrais au sol. M. Dubourg montre ensuite l'état actuel de la production et de l'utilisation des engrais dans notre pays. Puis il passe en revue les procédés de fabrication des engrais artificiels azotés.

« *La Technique Moderne* », 18e année (n° 7).

MÉTALLURGIE

SUR LA NITRURATION DES ACIERS ORDINAIRES ET SPÉCIAUX, *par Léon Guillet.*

Notre éminent collaborateur, M. Léon Guillet, signale à l'Académie un nouveau procédé de durcissement de certains aciers spéciaux, que commence à utiliser l'industrie. Ce procédé, qui consiste dans une nitruration superficielle, découle des belles recherches de A. Fry, relatives à l'action de l'azote sur les aciers.

Le procédé consiste essentiellement dans les opérations suivantes : la pièce que l'on veut durcir superficiellement est chauffée, entièrement achevée, dans un courant d'ammoniaque, à la température de 500 à 510° ; au bout de quelque temps, on observe, avec certains aciers spéciaux et avec ceux-là seulement, une couche extrêmement dure ; cette couche peut atteindre, au bout de quatre jours, une épaisseur de huit dixièmes de millimètre En pratique, on utilise surtout les aciers à l'aluminium. Il est bien à noter que la pièce ne subit aucune trempe ; que la dureté est obtenue par simple nitruration et qu'aucune rectification n'est faite après traitement. Les résultats industriels obtenus par ce procédé sont déjà fort intéressants. M. Guillet présente de très nombreuses pièces ainsi durcies : engrenages, coulisses, etc... Les recherches que M. Guillet a, lui-même, effectuées sur le procédé ont eu pour but de fixer la nature du phénomène et l'influence de la composition de l'acier.

Elles montrent que l'augmentation de dureté superficielle n'est très importante que si l'acier renferme certains éléments qui forment un véritable barrage à l'azote, en se combinant avec lui. En effet, dans les aciers ordinaires, la nitruration est rapide et profonde, et il se forme des aiguilles de nitrure de fer qui rendent le métal très fragile. Avec le chrome, le silicium et surtout l'aluminium, il n'en est plus ainsi, il se forme une croûte peu épaisse, peu fragile, extrêmement dure, beaucoup plus que les surfaces des aciers cémentés-trempés. En fait, on utilise surtout des aciers à l'aluminium. M. Guillet poursuit ses recherches, mais il faut déjà noter que le procédé de nitruration est certainement appelé à trans

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

former bien des problèmes de la construction mécanique.

« *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences* », *tome 182 (n° 15).*

NAVIGATION AÉRIENNE

LES PHARES AÉRIENS EN ANGLETERRE, *par P. H.*

La station de départ de la ligne Londres-Paris est à l'aérodrome de Croydon et les avions quittent le sol anglais à Lympne. Ces deux points importants sont signalés par un dispositif à cône lumineux, dont la forme particulière permet de les repérer sans hésitation. L'éclairage de ces phares est assuré par l'acétylène dissous.

Le terrain d'atterrissage est limité par des phares à feux clignotants, également éclairés à l'acétylène. Les terrains auxiliaires de secours sont aussi illuminés par des phares à acétylène. Un appareil automatique indique, nuit et jour, la direction du vent.

L'allumage et l'extinction des phares se font automatiquement par des valves, qui sont mises en action par la lumière du jour.

« *Journal de l'Acétylène* » *(n° 53).*

PHOTOGRAPHIE

PROCÉDÉ A DEUX PLAQUES POUR LE PORTRAIT, *par le comte de Dalmas.*

Ce procédé, dû à M. Artigue, consiste à exposer à la fois deux plaques l'une derrière l'autre, dans le même châssis, les deux surfaces sensibles tournées vers l'objectif. La première, sur laquelle a été faite la mise au point, fournit le dessin ; la deuxième, en arrière du plan de netteté, donne des masses floues qui constituent les valeurs.

Après développement des deux plaques, séparément bien entendu, le tirage se fait en replaçant les deux plaques dans leur position première et comme s'il n'y avait qu'une seule plaque.

« *La Photo pour Tous* » *(n° 28).*

OBTENTION PHOTOGRAPHIQUE D'IMAGES TRÈS RÉDUITES, *par M. E. Goldberg.*

Le professeur Goldberg a réussi à reproduire de façon très nette, des photographies avec une échelle de réduction linéaire de 1/2.700e. C'est ainsi qu'un portrait de Nicéphore Niepce, en ovale, de 8 centimètres de haut, fut réduit à 30 microns (millièmes de millimètre) de haut et que le portrait tout entier forme, sur la pellicule qui le porte, une tache si infime qu'il est rigoureusement impossible de la déceler à l'œil nu.

A une telle réduction, la carte au 1/100.000e de la totalité des continents terrestres tiendrait dans un carré de 5 centimètres de côté. Une bibliothèque remarquablement riche, comprenant une centaine de kilomètres de rayons garnis de livres, pourrait être entièrement condensée en un seul volume de 4 centimètres d'épaisseur, où chacune des pages originales figurerait sous forme d'une tache imperceptible à l'œil nu.

« *Revue d'Optique théorique et instrumentale* », *5e année (n° 2).*

URBANISME

NOUVELLE SOLUTION DU PROBLÈME DE LA SIGNALISATION ROUTIÈRE.

C'est à Bruxelles que vient d'être mis à l'essai un nouveau système de signalisation destiné à faciliter la circulation dans les artères de la ville.

Imaginons, par exemple, trois carrefours consécutifs sur une grande artère. Au milieu de chaque carrefour est un poteau lumineux qui est relié aux deux autres, de sorte que le même signal s'allume en même temps sur tous les poteaux. Un seul agent commande donc les trois carrefours. En outre, ces poteaux sont éclairés par des tubes au néon, qui forment le mot « Halte ». L'éclairage au néon étant intense, la portée de ces signaux est très grande. De plus, un globe vert, qui surmonte les poteaux, les rend visibles de loin.

« *Eclairage et Force motrice* » *(avril 1926).*

PRIX DES ABONNEMENTS A « LA SCIENCE ET LA VIE »

FRANCE ET COLONIES

Envoi simplement affranchi	1 an.....	35 fr.	Envoi recommandé.....	1 an.....	42 fr.
	6 mois...	18 —		6 mois...	22 —

ÉTRANGER

Pour les pays suivants :
Afghanistan, Albanie, Arabie, Bolivie, Brésil, Chine, Costa-Rica, Dantzig, République Dominicaine, Equateur, Finlande, Grande-Bretagne et Colonies, Irlande, Groenland, Guatémala, Haïti, Hedjaz, Honduras, Islande, Japon, Lithuanie, Ile Maurice, Mexique, Nicaragua, Palestine, Panama, Pays-Bas et colonies, Pérou, Rhodesia, Salvador, Siam, Suisse, Venezuela.

Affranchissement simple.	1 an.....	65 fr.
	6 mois...	33 —
Envoi recommandé.....	1 an.....	80 fr.
	6 mois...	41 —

Pour les pays ci-après :
Allemagne, Argentine, Autriche, Belgique, Congo belge, Bulgarie, Canada, Chili, Cuba, Danemark, Egypte, Erythrée, Espagne, Esthonie, Etats-Unis, Ethiopie, Grèce, Hongrie, Italie et colonies, Lettonie, Luxembourg, Norvège, Paraguay, Perse, Pologne, Portugal et colonies, Roumanie, Russie, Yougoslavie, Suède, Tchécoslovaquie, Terre-Neuve, Turquie, Uruguay.

Affranchissement simple.	1 an.....	55 fr.
	6 mois...	28 —
Envoi recommandé.....	1 an.....	70 fr.
	6 mois...	36 —

Les abonnements partent de l'époque désirée ; ils 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-Xe

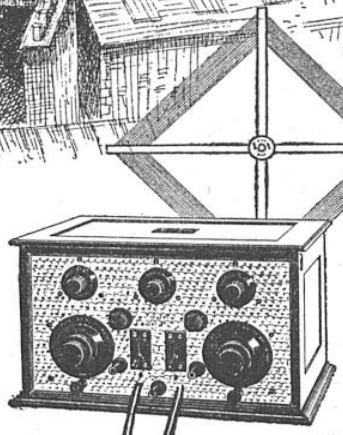
CHÈQUES POSTAUX : 91-07 PARIS

Le Gérant : Lucien JOSSE. Paris. — Imp. HÉMERY, 18, rue d'Enghien.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En 1926, *La Science et la Vie* n'accepte plus que de la PUBLICITÉ SCIENTIFIQUE ET INDUSTRIELLE.

PAS D'ANTENNE À POSER



EN 10 minutes, on installe un poste « Superhétérodyne » n'importe où. Avec ce récepteur, de haute sensibilité, l'antenne est absolument inutile. Il fonctionne, dans tous les cas, sur simple cadre, en haut-parleur, pour n'importe quelle émission. Le réglage de l'appareil est d'une extraordinaire simplicité. Il est à la portée de tout le monde.

Catalogue général de toutes nos fabrications : 5 fr.

NOTICE FRANCO

66, rue de l'Université, PARIS

Tout Superhétérodyne ne donnant pas satisfaction suivant les garanties précisées stipulées sur nos devis, est remboursé sans formalités ni contestations

Ets E. RADIO-L.L.

INVENTEURS CONSTRUCTEURS

du SUPERHÉTÉRODYNE Brevets L. LÉVY

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

GROS ... DÉTAIL

Les meilleures marques centralisées, aux mêmes prix que chez les fabricants, chez

A. PARENT

242, faubourg Saint-Martin, PARIS-Xe
R. C. 56.043 Tél. NORD 88-22

AMATEURS, dem. cat. A, contre 0 fr. 30
REVENDEURS, demandez nos conditions

TRÉSORS CACHÉS

Toute Correspondance de Négociants, Banquiers, Notaires, Greffiers de paix et de Tribunaux, des années 1849 à 1880, renferme des Timbres que la maison

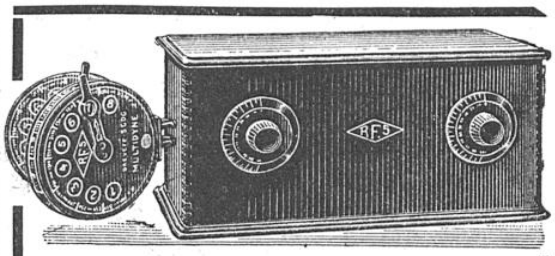
Victor ROBERT, 83, rue Richelieu, Paris

paye à prix d'or
Fouillez donc vos archives

Renseignements et Catalogue Timbres-poste *sont envoyés franco gratis à toute demande.*

ACHÈTE CHER LES COLLECTIONS

RIBET ET DESJARDINS
CONSTRUCTEURS
10, Rue Violet 10 — PARIS-XVe
NOTICES ET CATALOGUE ENVOYÉS FRANCO



UN POSTE A LA PORTÉE DE TOUS...

Poste 4 lampes RF. 5 (Type réclame)

485 francs

La Self MULTIDYNE RF. 5

remplace à elle seule un jeu de 8 à 10 selfs interchangeables
Bobinage en FLEXION en CORBEILLE

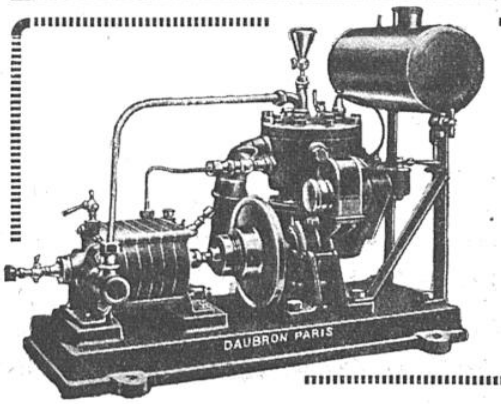
"LES BONS MONTAGES"

(Le N° 2 est paru)

Il comporte des tuyaux, des conseils, des schémas de postes "*Détectrice à réaction*", 4 à 5 lampes C. 119, montage **Push-Pull** sur accu ou **secteur alternatif**, poste à galène, et, enfin, une réalisation du montage en vogue : *Tropadyne Bigrille*, genre Super-Hétérodyne à 8 lampes.

"Les Bons Montages" sont envoyés contre **1 fr. 25** en timbres.

FERRY, 10, rue Chaudron, PARIS



POMPE MULTICELLULAIRE DAUBRON

A ESSENCE : 1.000 à 4.000 l./h.
ÉLÉVATION : de 10 à 35 mètres.
ENCOMBREMENT : 0 m. 650 × 0 m. 350.
POIDS : 50 kgs.
VITESSE : 2.000 à 3.000 t./m.
PRIX UNIQUE, le groupe complet :

2.850 frs

POMPES DAUBRON

57, avenue de la République — PARIS
R. C. SEINE 74.456

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pour le meilleur rendement de vos Turbines

Le graissage des premières turbines, comme celui des turbines modernes présentait des difficultés. Il fallait non seulement une huile assez fluide pour répondre aux conditions particulières rencontrées dans les paliers, capable donc d'absorber la chaleur et de l'abandonner rapidement au système réfrigérant, capable aussi d'assurer dans tous les cas une circulation intense, capable enfin de se séparer facilement de l'eau et des autres impuretés pour éviter la formation de dépôts gênants et nuisibles.

mais, condition opposée...

... une huile ayant assez de corps pour assurer le graissage de la transmission par vis sans fin et roue hélicoïdale au régulateur et à la pompe... transmission obtenue par des surfaces frottantes de faible étendue, animées de vitesses de glissement considérables et subissant de fortes pressions.

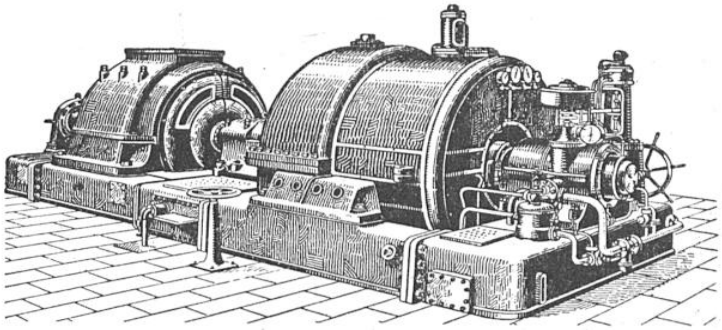
Les huiles "Gargoyle D. T. E." dont la fabrication a été minutieusement étudiée pour répondre à ces conditions sont une garantie inégalée de sécurité de marche et donnent le maximum de conservation, d'économie et de rendement dans le fonctionnement.

Les employer judicieusement, c'est éliminer ces arrêts qui entraînent une diminution de la production de l'usine et, par suite, une diminution des bénéfices d'exploitation.

L'achat d'une turbine est coûteux et une huile de qualité est encore la plus efficace et la moins chère des assurances pour le capital investi.

Demandez-nous l'envoi gracieux de notre nouvelle brochure "Les Turbines à Vapeur horizontales".

Nos Ingénieurs Spécialistes sont à votre disposition pour étudier avec vous vos problèmes de graissage, comme ils le font quotidiennement dans les plus grandes usines du monde..., vous indiquer gracieusement les types d'huile Gargoyle appropriés à toutes vos machines et la façon rationnelle de les employer pour réduire d'une manière très efficace vos frais d'exploitation.



GARGOYLE

Huiles & Graisses

Un lubrifiant approprié pour chaque type de machine

Vacuum Oil Company S. A. F.

Productrice des Huiles Gargoyle Mobiloil pour Automobiles

Siège Social : 34, Rue du Louvre - PARIS

AGENCES & SUCCURSALES : Alger, Bordeaux, Lille, Lyon, Marseille, Nancy, Nantes, Rouen, Toulouse, Tunis, Bâle, Bruxelles, Luxembourg (G.-D.), Rotterdam

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

EDISON

les Electrodes indestructibles employées dans les ACCUMULATEURS TENSION PLAQUE "ACE"

ACE

Une marque dont la renommée est fondée par ses

Condensateurs variables "ACE", à faibles pertes ;

Square Law "ACE", à rotor non désaxé ;

Cadrans démultiplicateurs "ACE", type américain,

Comparateurs "ACE", pour déterminer les pertes en HF ;

Lampes-mètres "ACE", qui vous indiqueront la qualité des lampes que vous achetez, ainsi que la place qu'elles doivent occuper sur vos postes ;

QUI SONT EN VENTE CHEZ TOUS LES BONS RADIOÉLECTRICIENS

Nouveau Procédé "ACE"

POUR RENDRE LA VIE AUX LAMPES DEVENUES MUETTES

Si vous possédez des lampes qui soient devenues muettes ou sur le point de l'être, mais dont le filament est resté intact,

CONFIEZ-LES-NOUS ! — Notre traitement les revivifiera. — PRIX : 5 francs

ATELIERS CONDENSATEURS ÉLECTRIQUES

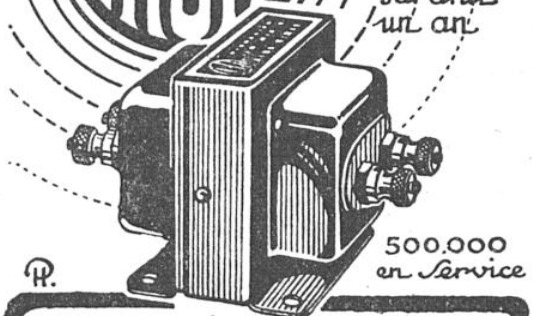
128, rue Jean-Jaurès, 128 - LEVALLOIS-PERRET (Seine) - Tél. : Levallois 931

TRANSFORMATEURS B.F.

CROIX

Maximum de Pureté et d'Amplification

Garanti un an



500.000 en Service

Constructions Électriques "CROIX"

44, Rue Taitbout, 44 - PARIS

Téléph. : TRUDAINE 00-24 Télégr. : RODISOLOR-PARIS

AGENCES

AMSTERDAM - BRUXELLES - BUDAPEST - COPENHAGUE - LISBONNE - LONDRES - OSLO - PRAGUE STOCKHOLM - VARSOVIE - VIENNE - ZURICH

Les Articles Français sont justement renommés comme les meilleurs au Monde

LE ZODIAC IRIDIA

fabriqué en France, est le porte-plume-réservoir sérieux mis à la portée de tous.

Ce porte-plume est, en effet, muni d'une plume « Iridia », en argent contrôlé inoxydable et à pointes d'iridium, en lieu et place d'une plume d'or coûtant cinq fois plus cher.

Pour un prix modique, on peut donc enfin acheter un article de fonctionnement parfait et garanti, dont la plume « Iridia » a toute la souplesse d'une plume d'or.

Prix : **16** et **18 fr.**

Pour le Gros : Sté la Plume d'Or

63, Rue des Archives

PARIS IIIe

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'INSTITUT PELMAN
CENTRE FRANÇAIS DE PSYCHOLOGIE PRATIQUE

L'Institut Pelman existe depuis trente ans ; sa filiale française, depuis cinq ans. L'Institut Pelman compte un million d'adeptes ; sa filiale française, déjà plus de vingt mille. On peut donc dire que son expérience est ancienne et vaste.

Ses méthodes sont simples, directes, souples. Elles se modifient selon les besoins de chaque étudiant, selon les enseignements journellement enregistrés de sa pratique, selon les acquisitions nouvelles, dûment contrôlées, de la science psychologique. Il n'a qu'un seul principe qui soit fixe :

Obtenir de chaque individu le meilleur et plus profitable rendement.

Si éprouvés par le succès que soient les exercices Pelman, aucun n'a la fixité de ce principe. Pas un seul n'est à l'abri de la révision, de la refonte, de la mise au rebut, pour faire place à un meilleur. Les critiques des étudiants et des psychologues de profession sont sollicitées afin de perfectionner sans cesse les procédés employés. L'Institut ne recule devant aucune dépense pour obtenir les collaborations les plus distinguées.

Les psychologues pelmanistes n'ont pas pour tâche d'apprendre aux étudiants leur métier. Ils n'enseignent pas le notariat à un notaire, les finances à un banquier, la politique à un député, la médecine à un médecin, le droit à un avocat, le commerce à un commerçant, la mécanique à un mécanicien. Mais, à chacun, selon ses lacunes, ils apprennent l'art de mieux utiliser ses dons naturels. Un don faible bien utilisé l'emporte sur un don puissant mal utilisé. Une mémoire médiocre, maniée avec intelligence, l'emporte sur une mémoire mécanique inintelligente. Une imagination débordante, mal endiguée et mal contrôlée, est un vice préjudiciable ; une imagination moyenne devient un capital fécond, si l'on sait l'activer et l'orienter. La volonté même s'acquiert peu à peu par un entraînement approprié. Et, si l'on sait faire naître un attrait passionnant, l'attention vagabonde se stabilise, la mollesse devient fermeté. Quant à la timidité, celle qui vient à l'Institut est rarement maladive (1) : elle est la conscience d'un rendement défectueux et elle disparaît à mesure que, sous une direction éclairée, l'élève se sent devenir plus capable.

Les psychologues pelmanistes ne se posent pas en surhommes ayant la mission d'apprendre à penser et à vivre aux simples hommes. Ce sont des entraîneurs qui savent mettre en forme les facultés mentales. En vue des combats de la vie, ce sont d'expérimentés et savants maîtres d'escrime.

Si parmi vous, chers lecteurs, quelques-uns gardent encore quelque prévention contre l'Institut, c'est qu'ils ne connaissent ni sa clientèle, ni sa méthode, ni ses aspirations véritables. Qu'ils demandent donc les brochures explicatives du Système Pelman : les directeurs se feront un plaisir de les leur envoyer à titre gracieux et sans engagement de leur part.

(1) *L'Institut décèle parfois des dispositions maladives ; grâce à lui, l'intéressé est aussitôt adressé à un médecin spécialiste.*

Institut Pelman, 33, rue Boissy-d'Anglas, Paris-8e.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LA T. S. F. A LA PORTÉE DE TOUS

SNAP A LYON

Inutile de rappeler — c'est une vérité universellement connue ! — que la SNAP est une des plus anciennes et des plus réputées parmi les grandes firmes mondiales de T. S. F.

Inutile de rappeler que le RADIO-SNAP détient *tous les records du monde*, et que son Livre d'Or est un incomparable recueil de références de partout d'auditions merveilleuses aux distances les plus fantastiques.

Inutile de rappeler également que la SNAP fabrique *20 modèles différents* du RADIO-SNAP, pour tous les goûts, pour toutes les bourses (à partir de 150 francs), mais tous fonctionnant *sans accus* et *sans le secteur électrique*, et tous livrés avec *CERTIFICAT DE GARANTIE*.

Inutile de rappeler enfin que tous ces modèles, ainsi que tous les accessoires SNAP (casques, haut-parleurs, pièces détachées, etc...) sont *PAYABLES EN 12 MOIS* sans majoration d'aucune sorte sur les prix du *comptant le meilleur marché de France*.

Mais ce qui est nouveau, c'est que :

La SNAP fonde une succursale à LYON ; cette succursale est ouverte depuis le 15 avril dans un des plus beaux magasins de la deuxième ville de France, place Edgar-Quinet (131, rue Créqui).

Et ce qu'il faut par-dessus tout savoir, c'est que :

La description complète de tous les merveilleux modèles RADIO-SNAP est contenue dans le n° 6 de la revue illustrée « SNAP », adressée *gratuitement* à toutes les personnes qui en feront la demande, de la part de *La Science et la Vie*, au siège social de la SNAP, 13, avenue d'Italie, à Paris.

NE PLUS SE RASER
QU'AVEC LES LAMES FLEXIBLES
V I G
C'EST LE RÊVE
3 LAMES ECHANTILLON CONTRE 3 TIMBRES POSTE
SERTIC 2 RUE DU COLISÉE PARIS 8e A.

Devenez
ingénieur-électricien
ou dessinateur, conducteur, monteur, radiotélégraphiste, par études rapides CHEZ VOUS.

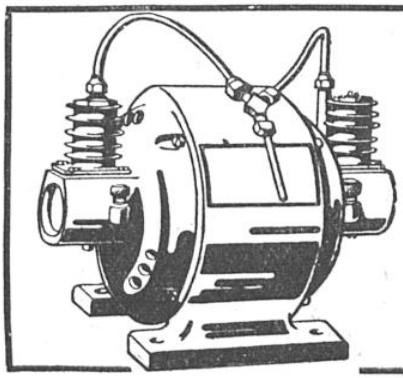
LISEZ
la brochure n° 30 envoyée gratis et franco par
l'Institut Normal Electrotechnique
40, rue Denfert-Rochereau, PARIS
84 *bis*, chaussée de Gand, BRUXELLES
DIPLOMES DÉLIVRÉS À LA FIN DES ÉTUDES

Pour une dépense de 100 francs maximum

LES TRANSFORMATEURS "FERRIX" Ets LEFÉBURE

tout amateur de T. S. F. qui possède le courant alternatif, pourra transformer son poste à galène, monté en Oudin, en un poste à lampes à l'aide d'un FERRIX et d'un branchement spécial publié dans *Ferrix-Revue*, n° 9. Le numéro : 0 fr. 25. *Envoi contre enveloppe timbrée.*

LEFÉBURE-FERRIX
64, rue St-André-des-Arts, PARIS (6e)



LES COMPRESSEURS ÉLECTRIQUES P. B.

à pistons mobiles et à cylindres fixes, de grand rendement volumétrique, sont de conception mécanique rationnelle et fabriqués avec des matériaux de première qualité. — Fabrication de haute précision.

Le moteur électrique, type industriel, est approprié au courant utilisé : continu, monophasé, biphasé, triphasé. — Ses flasques forment le carter du compresseur à 1 ou 2 cylindres. — Pression : 5 à 6 kg. — Puissance de 1/4 à 1 HP. — Débit de 27 à 130 litres-minute. — **Métaux :** acier, nickel, chrome. — Roulements à billes.

TOUTES APPLICATIONS : Gonflage des pneumatiques, soutirage des liquides, pulvérisations des peintures, nettoyage par soufflage, remplissage de tubes, etc., etc.

P. GUERRE, 226, r. de la Convention, Paris - Tél. : Vaugirard 16-45

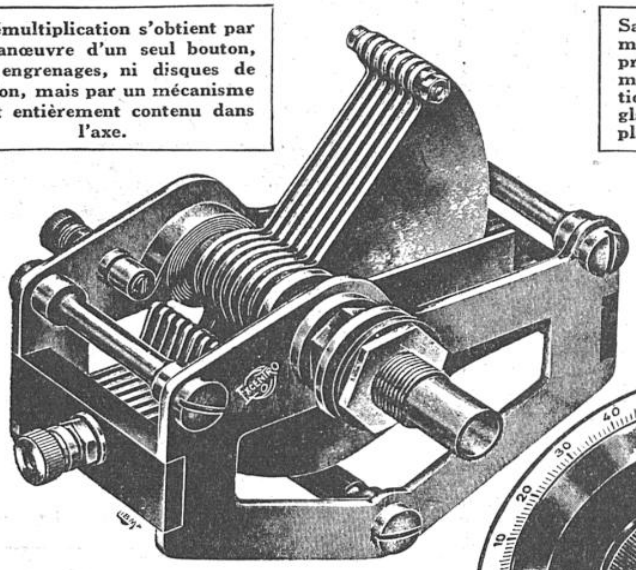
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

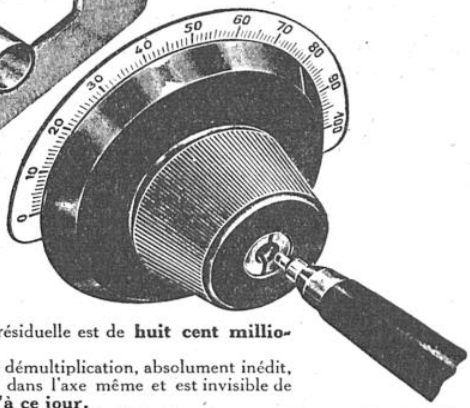
Aucune Publicité *ne saurait mieux convaincre que l'exposé des caractéristiques surprenantes du merveilleux* "DÉMULTY"

CONDENSATEUR VARIABLE "*SQUARE LAW*" A FAIBLES PERTES
ET A **DOUBLE DÉMULTIPLICATION AUTOMATIQUE**

La démultiplication s'obtient par la manœuvre d'un seul bouton, sans engrenages, ni disques de friction, mais par un mécanisme inédit entièrement contenu dans l'axe.

Sans jeu dans la manœuvre, même à l'usure, il est d'une douceur prodigieuse et réalise pratiquement, à la fois, une démultiplication illimitée sur le point de réglage et une grande vitesse de déplacement d'un point à un autre.





Cet appareil, monté sur flasques métalliques à faibles pertes, est d'une extrême robustesse et d'un fini irréprochable. Les plaques fixes sont isolées de la masse par des plaquettes de quartz ou d'ébonite, suivant les modèles. Les lames mobiles forment un bloc homogène et pratiquement indéréglable. Elles sont reliées directement à la masse et leur liaison à la borne de connexion est établie par l'intermédiaire d'un fort ressort en bronze assurant un contact parfait. Ce ressort sert en même temps au bon fonctionnement de l'appareil et au rattrapage automatique du jeu qui pourrait se produire. La fixation sur les panneaux des postes s'effectue par un écrou pouvant serrer jusqu'à une épaisseur de 12 $^{m}/_{m}$. Enfin, la capacité résiduelle est de **huit cent millionièmes de m.f.d.** seulement (pour le modèle de 0,5/1000).

La particularité de ce condensateur réside dans son système de démultiplication, absolument inédit, ne comportant aucun engrenage, ni disque de friction. Il est situé dans l'axe même et est invisible de l'extérieur. Il assure **une précision de réglage inconnue jusqu'à ce jour.**

La manœuvre du bouton-disque donne une démultiplication de l'ordre de 1/15, d'une extrême douceur. De plus, alors que dans les modèles courants à vernier il est nécessaire d'agir sur un deuxième bouton pour parfaire un réglage, en apportant une très faible capacité supplémentaire, il suffit dans notre système, étant réglé d'une façon suffisamment précise sur une émission, de manœuvrer **le même bouton** lentement, dans un sens ou dans l'autre, pour avoir **automatiquement,** sur trois quarts de tour, une nouvelle démultiplication de 1/200.

Nous disons bien automatiquement, car point n'est besoin de pousser ou de tirer quoi que ce soit pour obtenir cette deuxième démultiplication. Aucune manœuvre supplémentaire. Lorsqu'on veut changer de réglage, automatiquement encore, le condensateur reprend sa démultiplication normale de 1/15, et ceci **sans aucun jeu,** au moment du renversement du sens de la manœuvre.

De plus, pratiquement, cette démultiplication est illimitée sur le point de réglage et varie progressivement, et assez rapidement, de moins infini à 200, par suite de certaines particularités inhérentes au système démultiplicateur.

La standardisation de notre fabrication permet, par l'utilisation de nos boutons-disques **" DEMULTY "** ou **" AUTO-VERNIER "** s'adaptant indifféremment sur tous nos modèles de condensateurs **" DEMULTY "**, d'avoir un appareil à simple démultiplication 1/15 ou un appareil à double démultiplication automatique 1/15 et 1/200.

Voici les prix de nos divers modèles de condensateurs **" DEMULTY "** et de leurs boutons-disques :

N° 540. **" DEMULTY "** 0,3/1000 sur ébonite. Grand écartement des lames (6/10). Prix..... **34. »**
N° 541. Le même sur quartz. Prix..... **48. »**
N° 542. **" DEMULTY "** 0,5/1000 sur ébonite. Petit écartement des lames (4/10). Prix..... **36. »**
N° 543. Le même sur quartz. Prix..... **50. »**
N° 544. **" DEMULTY "** 0,5/1000 sur ébonite. Grand écartement des lames (6/10). Prix..... **44. »**
N° 545. Le même sur quartz *(Taxe de luxe comprise)*. **67.20**
N° 546. **" DEMULTY "** 1/1000 sur ébonite. Petit écartement des lames (4/10). Prix..... **46. »**
N° 547. Le même sur quartz *(Taxe de luxe comprise)*. **69.45**

DISQUES EXCLUSIFS POUR CES APPAREILS :

N° 560. Disque **" DEMULTY "** 1/15, petit modèle (62 × 74)..... **14. »**
N° 561. Disque **" DEMULTY "** 1/15, grand modèle (74 × 80)..... **16. »**
N° 562. Disque **" AUTO-VERNIER "** 1/15 et 1/200, petit modèle..... **18. »**
N° 563. Disque **" AUTO-VERNIER "** 1/15 et 1/200, grand modèle..... **20. »**

Facultatif. — **Fiches longues de commande,** modèle ordinaire : **4.50 ;** modèle de luxe : **10.50**

A. BONNEFONT, constr, 9, rue Gassendi, PARIS-14e **Magasin ouvert de 9 h. à 12 h. et 2 h. à 7 h.**
CATALOGUE sur demande **1.50**

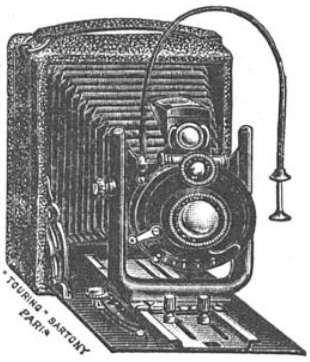
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ACHETEZ VOTRE APPAREIL DE PHOTO

AUX

ÉTABLISSEMENTS SARTONY

35, rue Lafayette *(angle rue Laffitte)*
PARIS-OPÉRA



APPAREILS DE TOUTES MARQUES absolument garantis

ACCESSOIRES PRODUITS TRAVAUX

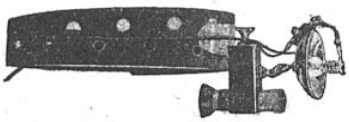
Catalogue illustré franco

VENTE A CRÉDIT

Téléloupe Molinié
Monoculaire

Réunit toutes les loupes en une seule
Grossit de 5 X à 8 X, entre 1 m. 20 et 0 m. 20 de distance de l'objet examiné, en passant par toutes les distances intermédiaires.

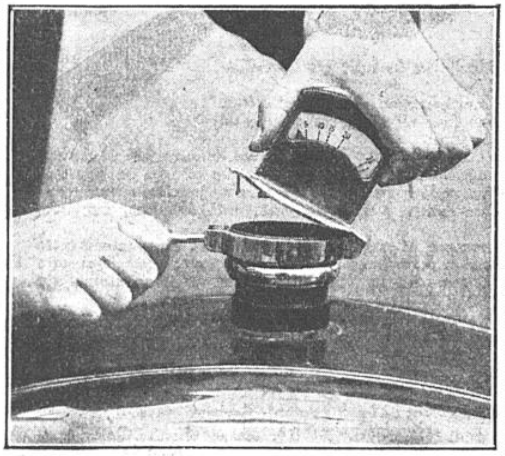
Permet d'explorer les objets dont on ne peut s'approcher (insectes, objets placés sous vitrine, etc.) et l'intérieur des cavités (vases, tubes, organes creux, etc.) ;
Peut être munie d'un miroir éclairant ;
Se tient à la main pour les observations rapides et renouvelées ;



Se fixe au-devant de l'œil, grâce au bandeau représenté dans la figure ci-dessus ;
Se monte sur statif pour travaux de laboratoire ;
Permet, dans ces deux derniers cas, le libre usage des deux mains et l'exécution de toutes manipulations sous vision grossie ;
Permet la photographie grossie des petits objets, par simple adaptation à l'objectif de n'importe quel appareil photographique.

Innombrables applications dans tous les domaines (scientifique, professionnel, agricole, industriel, domestique, etc., etc.).

COLLIN, 6, rue de l'Ecole-de-Médecine, Paris



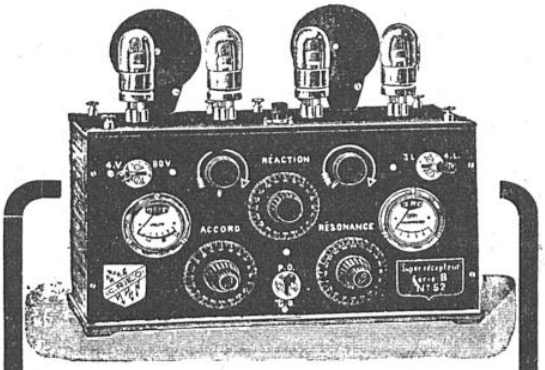
Bouchon « Look »

INDICATEUR DE NIVEAU
A COUVERCLE A CHARNIÈRE

Ouverture instantanée, fermeture à clef, pour réservoir avant d'auto

Même bouchon pour radiateur

LOOK, 1, r. de Bellevue, Boulogne-sur-Seine



Etablissements CREO
Compagnie Radio-Electrique de l'Opéra
24, rue du 4-Septembre, PARIS-2e
Tél. : Central 31-11

L'APPAREIL PARFAIT
L'APPAREIL DONNANT SATISFACTION
EST LE

Super-Récepteur CREO

Envoi du Catalogue complet, Service C. 24, contre 1 fr. 50 remboursable.

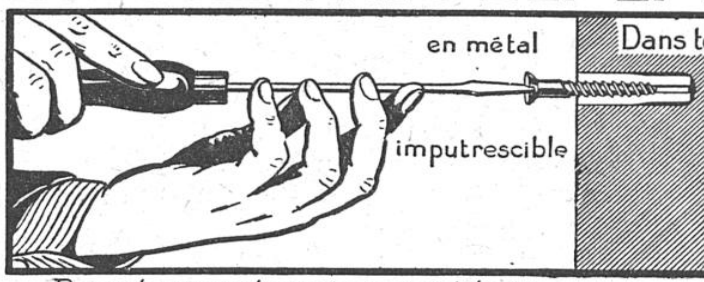
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

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

AMATEURS de T.S.F. — ELECTRICIENS

Une installation moderne comporte obligatoirement pour toutes fixations aux murs l'emploi de

La Cheville RANDAL



Dans tous les matériaux:

PLÂTRE
CIMENT
CÉRAMIQUE
BRIQUE
MARBRE

Dans le ciment avec une vis à bois

SOLIDITÉ
RAPIDITÉ
PROPRETÉ
ÉCONOMIE

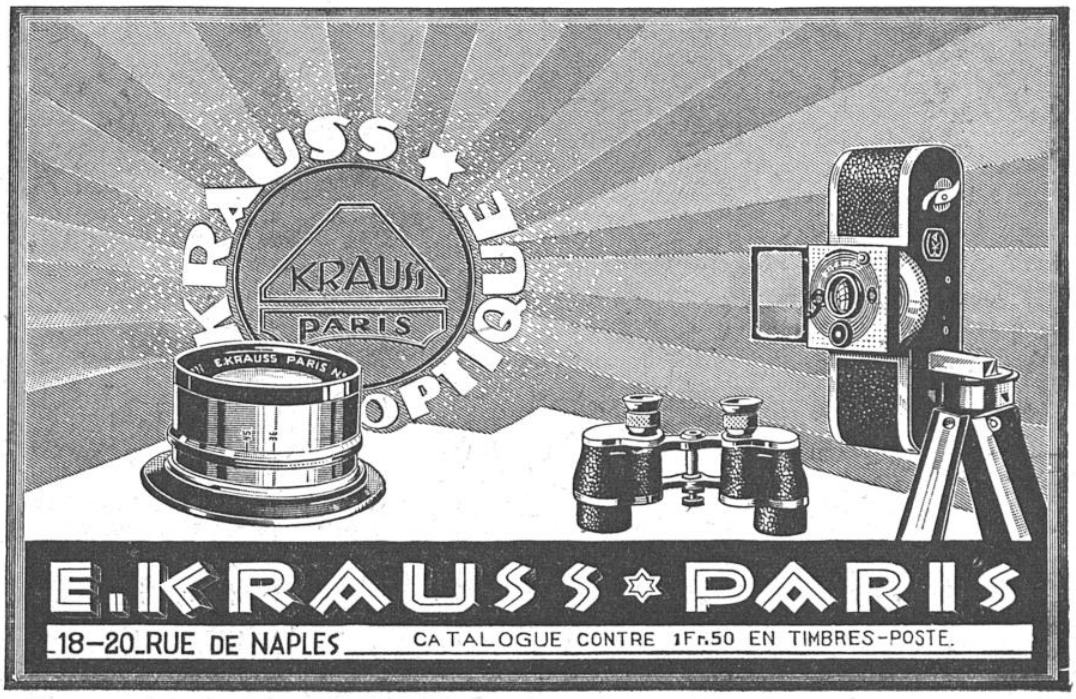
Plus de murs dégradés...

Une cheville Randal et sa vis pour quelques centimes

Exigez bien la cheville RANDAL chez votre quincaillier

Gros et détaillants: 36, Av.e de Châtillon-Paris XIV.e

Indispensable aux installateurs de T.S.F.



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Etabts MOLLIER
67, rue des Archives, Paris
Magasin de vente : 26, av. de la Grande-Armée

Le "CENT-VUES"

Photographie
Agrandit
Projette

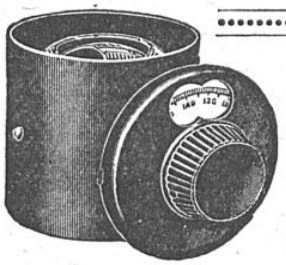
Nouvel appareil photographique utilisant le film cinématographique normal perforé par châssis de 2 mètres.

Se chargeant en plein jour

MINOT

L'Eblouissant
Dispositif Auto-Dévolteur pour Pathé-Baby
Eclairage intense - Surface de projection doublée

APPAREILS
Cinématographique et de Projection

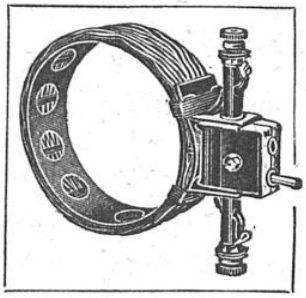


APPAREILS IGRANIC RADIO

DEMANDEZ
NOTRE
CONDENSATEUR VARIABLE
à variation linéaire et faibles pertes
ET NOS

Bobines et Supports	Transformateurs BF, HF
Variomètres sans carcasse	Coupleurs apériodiques
Résistance de grille	Potentiomètres
Rhéostats	Condensateurs fixes
Amplificateurs BF	Postes à galène

CONCESSIONNAIRE :
L. MESSINESI
125, av. des Champs-Elysées
PARIS (8e)
Téléph. Elysées 66-28 — 66-29
R. C. Seine 224-643



FILTRE CHAMBERLAND SYSTÈME PASTEUR
58, Rue Notre-Dame-de-Lorette, PARIS
TÉLÉPHONE : TRUDAINE 08-31
R. C. 56.111, Seine

Le seul autorisé par PASTEUR à porter son nom

Filtres fonctionnant sous pression
Filtres à grand débit
Filtres colonial et de voyage
Filtres fontaines fonctionnant sans pression
Filtres et Bougies de porosités graduées pour laboratoires

Vente au détail - Installation - Entretien
11, rue Tronchet - Tél. : Cent. 74-56

PHARECYCLE LUZY
Marque déposée

À RÉGULATEUR
pour l'éclairage électrique des bicyclettes

Breveté en France S.G.D.G. et en tous pays.

Pour la vente s'adresser :
SOCIÉTÉ D'ÉCLAIRAGE
ET D'APPLICATIONS ÉLECTRIQUES
Société anonyme au capital de 5.000.000 de francs
16, 18 et 20, Rue Soleillet _ PARIS (XXe)
Tel. Roq. 53-51 _ Métro : Martin-Nadaud Teleg. LAMPARRAS-PARIS
R. C. Seine 55.077

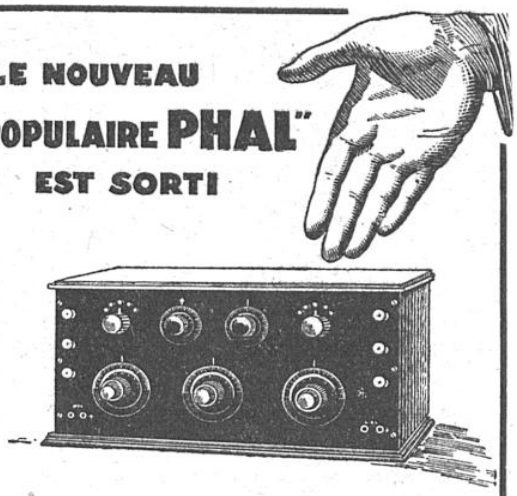
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

OBJECTIFS HERMAGIS

Série nouvelle :

MAGIR 1/6,3

LE NOUVEAU "POPULAIRE PHAL" EST SORTI



AUX QUALITÉS DE SES PRÉDÉCESSEURS

IL JOINT

les avantages suivants :

Lampes intérieures,
Réaction intérieure par condensateur,
Suppression des galettes de selfs interchangeables,
Sélectivité et netteté accrues

ET

PRIX DIMINUÉ

Nu.. 885 fr.
(Taxe de Luxe comprise)

Le nouveau catalogue des postes PHAL est envoyé gratuitement sur demande.
Le catalogue complet d'accessoires est envoyé contre la somme de 3 francs.

L'ÉLECTRO-MATÉRIEL
9, rue Darboy, PARIS
R. C. Seine 48.869

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

T. S. F.

LES POSTES "ÉOLIA" A RÉSONANCE, A RÉSISTANCES, de HAUTE QUALITÉ,

TANT ATTENDUS PAR LES CONNAISSEURS SONT AU POINT

Fabriqués par les **Établissements Frailong,** fournisseurs de LA MARINE et de LA GUERRE. Les plus grands soins apportés à leur fabrication et la grande expérience de leur constructeur en font des appareils parfaits. Tous les postes européens sont entendus avec une grande netteté et une grande facilité.

Disponible : Postes 4 lampes nus à **860 fr.** et **660 fr.**

Éts **FRAILONG, 61, rue de la Santé, Paris** — Tél. : Gobelins 07-21

Pour vos achats d'Articles de Ménage
en
ALUMINIUM PUR
et
NICKEL PUR

Exigez de votre Fournisseur la marque

TOURNUS UNIS MTM FRANCE ALUMINIUM PUR
MARQUE DÉPOSÉE

qui est une garantie

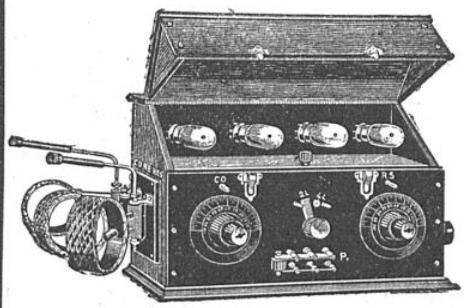
Manufacture Métallurgique de Tournus
(Saône-et-Loire)

OMNIUM RADIO

29, RUE DE CLICHY (9e) PARIS
Succursale : 110, boulevard St-Germain (6e)

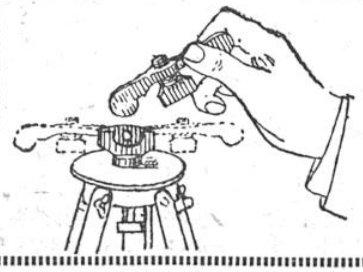
TOUT POUR LA
TÉLÉPHONIE
SANS FIL

DEMANDEZ LA NOTICE
DE NOTRE POSTE
O. R. QUATRE LAMPES



CATALOGUE Nº 22 EN PRÉPARATION

La Photographie Stéréoscopique avec n'importe quel Appareil



Le DUOSTAT

Le DUOSTAT permet à l'amateur muni d'un appareil photographique ordinaire, à plaques ou à pellicules, mais ne comportant qu'un seul objectif, de se livrer à la prise de vues stéréoscopiques, comme avec un appareil stéréoscopique à deux objectifs accouplés, sans modifier aucunement son appareil.

Pour un prix modique, il évite ou permet de différer l'achat d'un appareil stéréoscopique, de prix plus élevé.

De volume et de poids minimes, il peut s'emporter dans toute excursion, sans encombrement ni charge supplémentaires.

Prix du DUOSTAT, livré dans un élégant étui gainé doublé velours. 35 fr.
Prix sans étui .. .. 22 fr.
Clef spéciale au pas Kodak .. .. 3 fr.
Port en plus : France 1 fr. | Etranger 2 fr.

DUCHEY, 20, rue Rigault, NANTERRE (Seine) - R. C. Seine 123.163

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

R. C. Paris 14.697 — Ch. Postaux 329.60

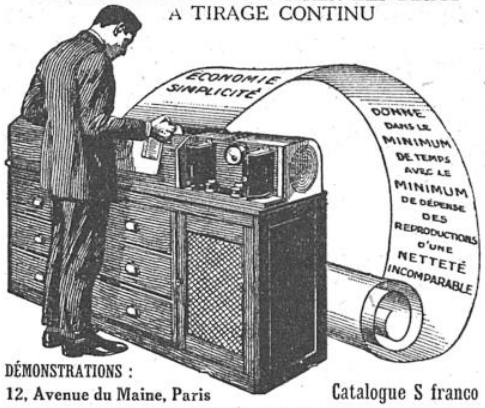
La Verrerie Scientifique

Adr. télégr. : SCIENTIVER-PARIS
Code télégr. : AZ

Téléphone : SÉGUR 84-83 — FLEURUS 01-63

L'ÉLECTROGRAPHE
"REX"

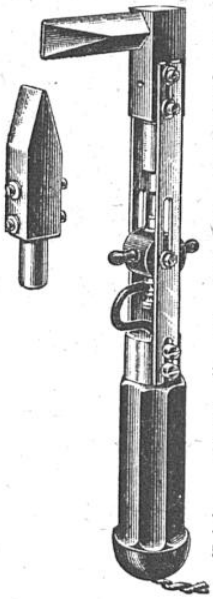
NOUVELLE MACHINE A TIRER LES BLEUS
A TIRAGE CONTINU



DÉMONSTRATIONS :
12, Avenue du Maine, Paris

Catalogue S franco

FERS A SOUDER
CHAUFFÉS PAR L'ARC



Température maximum obtenue : 600 degrés.

Fonctionne sur courant de 40 à 220 volts.

Toutes soudures industrielles

Fonctionne sur continu et alternatif.

Chauffe en 3 minutes.

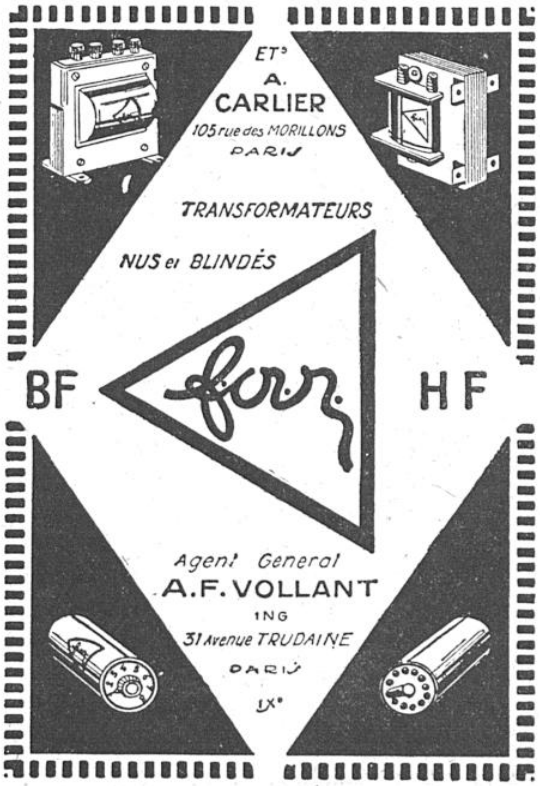
Fers à Souder
"ARCTURUS"
AUX
Etablts CŒUILLE
5, rue Saint-Maur, PARIS
Tél. : Roquette 59.40

LES
RUSTINES
réparent instantanément les chambres à air
Sans dissolution
Sans essence
Sans rien

C'est le procédé le plus rapide, le plus économique, le plus indécollable et qui donne maintenant une sécurité supérieure à celle obtenue par la vulcanisation à chaud :: :: ::

Echantillon contre 1 franc en timbres

Usines RUSTIN
16 *bis*, rue du Bois
CLICHY (Seine)



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

SOURDS

qui voulez ENTENDRE

tout, partout, dans la rue, au théâtre

DEMANDEZ le MERVEILLEUX

"PHONOPHORE"

Appareil Électro-Acoustique puissant

Simple, peu visible, améliorant progressivement l'acuité auditive.

Demandez la notice S aux

Etablissements J. DESMARETZ

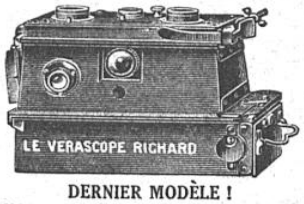
174, rue du Temple, 174. — PARIS-3e

Téléphone : Archives 41-41

N'ACHETEZ PAS D'APPAREIL SANS ALLER VOIR

Le VÉRASCOPE RICHARD

10, Rue Halévy (Opéra)



Robuste
Précis
Elégant
Parfait

MÉFIEZ-VOUS DES IMITATIONS !

DERNIER MODÈLE !

Obturateur à rendement maximum donnant le 1/400 de seconde
Mise au point automatique - Magasin à chargement instantané fonctionnant dans toutes les positions - Suppression du volet indépendant

POUR LES DÉBUTANTS

Le GLYPHOSCOPE

a les qualités fondamentales du Vérascope

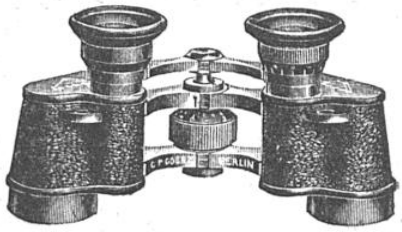
POUR LES DILETTANTES

L'HOMÉOS est l'Appareil idéal

Il permet de faire 27 vues stéréoscopiques sur pellicule cinématographique en bobines se chargeant en plein jour.
Il donne de magnifiques agrandissements.
Maximum de vues — Minimum de poids

BAROMÈTRES enregistreurs et à cadran
OXYGÉNATEUR du Dr Bayeux

Demandez le catalogue illustré, *25, r. Mélingue, Paris*
R. C. Seine 174.227



GOERZ

JUMELLES PRISMATIQUES

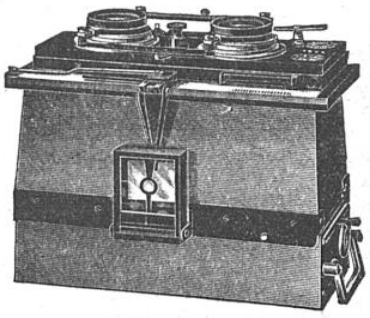
FAGO .. .. Théâtre et Courses
UNIPONT .. .. Théâtre. Format réduit
HELINOX et MAGON.. Marine et Campagne
(Tous grossissements)

APPAREILS ET OBJECTIFS PHOTOGRAPHIQUES

Pellicules - Plaques - etc...

En vente partout

S.E.T.R.I. *Concessionnaire exclusif* 18, rue des Pyramides, Paris (1er)



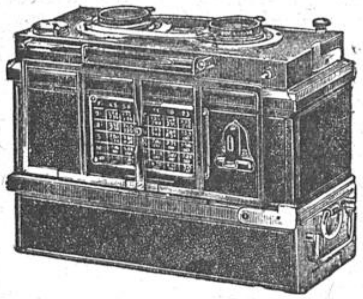
Les Appareils Photographiques

Gaumont

CATALOGUE N° 10 FRANCO

Ets GAUMONT, 57, rue St-Roch, Paris

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



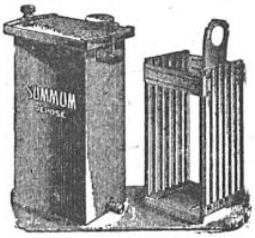
"SUMMUM"

Ses Appareils Stéréoscopiques de Luxe
6×13 et 7×13

Ses Cuves pour développer en plein jour

Le Mesure-Pose de H. Bourée

Sont entre les mains des connaisseurs

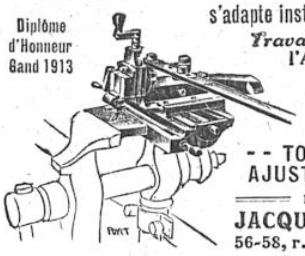


Catalogue et Notices franco

Louis LEULLIER, Constructeur brev., **1, quai d'Austerlitz, Paris-13e**. Tél.: Gobelins 47-63

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.

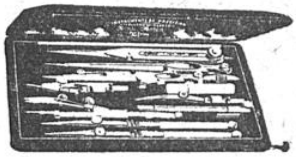
Plus de Limes! Plus de Burins!

-- TOUT LE MONDE --
AJUSTEUR-MÉCANICIEN

NOTICE FRANCO

JACQUOT & TAVERDON
56-58, r. Regnault, Paris (13e)
R. C. Seine 10.349

TOUT CE QUI CONCERNE L'INGÉNIEUR



MATHÉMATIQUES & DESSIN

TOPOGRAPHIE NIVELLEMENT

CALIBRES-VÉRIFICATEURS

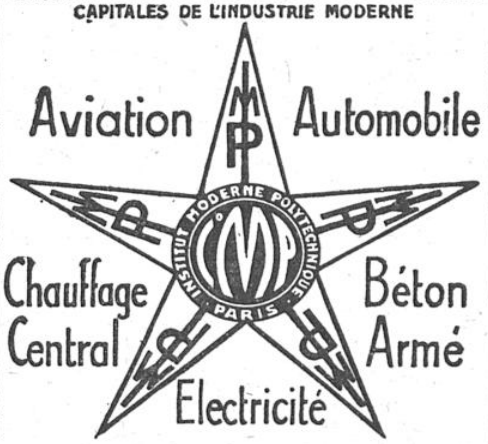
ORGANISATION DE BUREAUX

CATALOGUE FRANCO

H. Morin
11, rue Dulong
PARIS

SITUATIONS D'AVENIR

PAR ÉTUDES RAPIDES CHEZ SOI.
ENSEIGNEMENT SPÉCIALISÉ DANS LES 5 BRANCHES CAPITALES DE L'INDUSTRIE MODERNE



L'INSTITUT MODERNE POLYTECHNIQUE DE PARIS
40, R. DENFERT-ROCHEREAU
envoie sur demande sa brochure E gratuite qui donne le moyen d'arriver à bref délai et à peu de frais aux diplômes de Monteur, Chef d'atelier, dessinateur, Sous-ingénieur et Ingénieur spécialisé.

La MOTOGODILLE

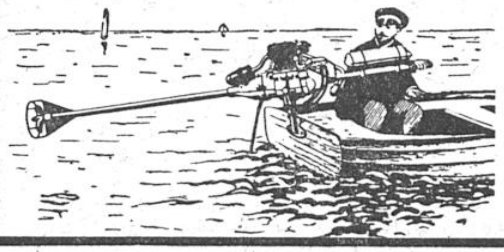
PROPULSEUR amovible (comme un AVIRON) pour tous BATEAUX
(Conception et Construction françaises)

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

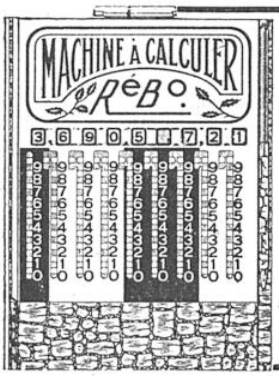
Véritable **instrument de travail**
Plus de **vingt années** de pratique
Nos **colons français** l'utilisent de plus en plus

G. TROUCHE, 26, pass. Verdeau, Paris (9e)

CATALOGUE GRATUIT



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Fait toutes opérations
Vite, sans fatigue, sans erreurs
INUSABLE — INDÉTRAQUABLE
En étui porte-feuille, façon cuir ..... 25 fr.
En étui portefeuille, beau cuir : 40 fr. — SOCLE pour le bureau : 10 fr. - BLOC chimique perpétuel spéc. adaptable : 5 fr.
Franco c. mandat ou remboursts Etrang., paiem. d'av. port en sus

S.REYBAUD, ingénieur
37, rue Sénac, MARSEILLE
CHÈQUES POSTAUX : 90-63

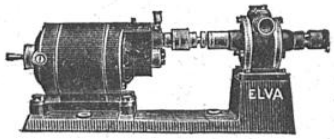
LE MEILLEUR ALIMENT MÉLASSÉ
4 GRANDS PRIX
4 HORS CONCOURS
MEMBRE DU JURY DEPUIS 1910
PAÏL'MEL
EXIGER SUR LES SACS PAÏL'MEL M.L. TOURY MARQUE DÉPOSÉE
POUR CHEVAUX ET TOUT BÉTAIL
USINE FONDÉE EN 1901 À TOURY (EURE-ET-LOIR)
Reg. Comm. Chartres B. 41

LE RECHARGEUR D'ACCUS SUR ALTERNATIF
le plus simple, le plus sûr et le meilleur marché du monde !!!
29 fr.
RÉFÉRENCES INCOMPARABLES
HAUSSE 10 0/0
10.000 EN SERVICE
Chez tous les bons électriciens et
Etablissements JEANNIN
28, rue Eug.-Jumin, PARIS-XIXe
Catalogue D sur demande - Voir article sur cet appareil, "La Science et la Vie", nº 102

MANUEL-GUIDE GRATIS
INVENTEURS
OBTENTION DE BREVETS EN TOUS PAYS
DÉPÔT DE MARQUES DE FABRIQUE
H. BOETTCHER Fils Ingénieur-Conseil, 39, Bd St Martin, PARIS

MODÈLE 1926 PERFECTIONNÉ
FABRICATION TRÈS SOIGNÉE
L'Établi de Ménage
BREVETÉ S. G. D. G. FRANCO 46 FR. FRANCE
Vous permet d'exécuter tous travaux de menuiserie et serrurerie. - S'adapte instantanément à toute table. - Se case n'importe où. - N'est pas encombrant. - Emploie tous les outils.
Remplace l'établi et l'étau
Très recommandé aux amateurs sans-filistes, photographes, automobilistes, etc.
Demandez notice S. V.
A. ONIGKEIT,
FABRICANT
Quartier des Ors
Romans-s-Isère (Drôme)
C. C. Post. Lyon 6-29

GROUPES ÉLECTRO-POMPES "ELVA"

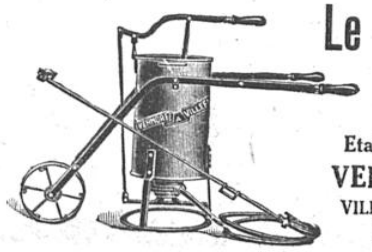


Marchant sur courant lumière - Tous courants - Tous voltages
Aspire à 8 mètres

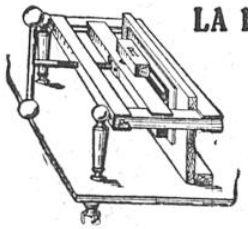
PUISSANCE	1/10	1/8	1/8	1/8	1/6	1/6	1/4	1/3	1/2
Débit (litres)	300	400	600	800	800	1000	1200	1500	1800
Élévation totale (mètres)	15	20	15	12	15	12	25	28	30
PRIX.....	575	675	700	725	775	800	1 000	1100	1350

Etablissements G. JOLY, Ingénieurs-Constructeurs
10, rue du Débarcadère, PARIS-17e -- Wagram 70-93

BLANCHIMENT-DÉSINFECTION
par le BADIGEONNEUR MÉCANIQUE
Le PRESTO



Etablissements VERMOREL
VILLEFRANCHE (Rhône)



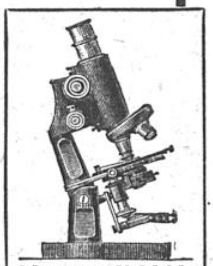
LA RELIURE chez SOI
Chacun peut TOUT RELIER soi-même
Livres - Revues - Journaux
avec la
RELIEUSE MÈREDIEU
Fournitures générales -:- pour la Reliure -:-
R. C. 2.010
Notice franco 0 fr. 60
V. FOUGÈRE & LAURENT, Angoulême

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

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

T. S. F.

Ets V. M. M., 11, r. Blainville, Paris (Ve)
POSTES A GALÈNE
depuis 60 fr.
POSTES A LAMPES
toutes longueurs d'ondes
Pièces détachées
APPAREILS SCIENTIFIQUES
NEUF ET OCCASION
Matériel de Laboratoire, Produits chimiques
Microtome GENAT
Notices gratuites T et S - Cat. gén. 1 fr. 25


Microscope V. M. M.

Avant d'acheter une bibliothèque
Consultez le Catalogue illustré n° 71, envoyé franco par
La Bibliothèque, 9, rue de Villersexel
Paris-7e
12 MOIS DE CRÉDIT

CHARGER soi-même ses ACCUMULATEURS
sur le Courant Alternatif devient facile
avec le
CHARGEUR L. ROSENGART
Bte 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

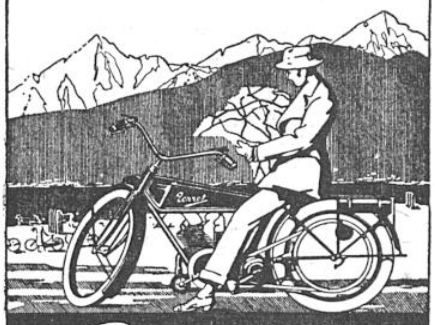
SIMPLICITÉ
SÉCURITÉ
ÉCONOMIE

Notice gratuite sur demande
21, Champs-Elysées, PARIS
TÉLÉPHONE ÉLYSÉES 66-60

4 ANS D'EXPÉRIENCE
15.000 APPAREILS EN SERVICE

Publicité H. DUPIN, Paris

CYCLES & MOTOCYCLES



Cerrot
d'après Zaug
DIJON

STYLOMINE

Le cadeau idéal .... Exiger cette marque française

FAITES VOUS-MÊME LE CHARBON DE BOIS
avec
LES FOURS A CARBONISER AUTOMATIQUES
C. DELHOMMEAU
CLÉRÉ (Indre-et-Loire)
NI SURVEILLANCE — Demandez le catalogue S et nos références — NI APPRENTISSAGE
4 modèles démontables instantanément en anneaux (ni vis ni boulons), 2, 3, 4 et 7 stères
5 modèles mi-fixes, 2, 3, 5, 7 et 10 stères

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

SAC PROTÈGE-VÊTEMENTS

BREVETÉ S. G. D. G.

"ANTIMIT"

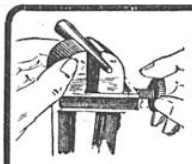
Marque déposée

SEUL MOYEN EFFICACE
contre MITES et POUSSIÈRES

Prix imposé : 3 francs pièce

En Vente : Grands Magasins, Bazars, Teinturiers, Tailleurs, etc.

SEULS CONCESSIONNAIRES :
Cie Fse Représentation et Commerce
5, rue de Montmorency, Paris-3e



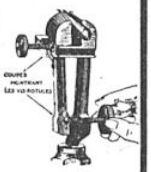
UNE NOUVELLE INVENTION

L'étau à mors réglable

UTILE A TOUS

1° Réglage des mors
Approchez le mors mobile sur la pièce

Envoi contre remboursement
17 fr. 22 fr. 28 fr,
NOTICE GRATUITE



MOREAU & BOYER
41, rue Eichenberger, Puteaux (Seine)

DEMANDER notre SUPPORT de FIXATION à L'ÉTABLI

:: :: AGENTS DEMANDÉS EN Pprovince :: ::

2° Bloquez la pièce par la vis du bas de l'étau

LA SCIENCE ET LA VIE

VIENT
DE PUBLIER SON

LIVRE D'OR

RÉDIGÉ PAR

ses Annonceurs qui témoignent

du RENDEMENT de sa PUBLICITÉ

dont la notoriété est maintenant UNIVERSELLE

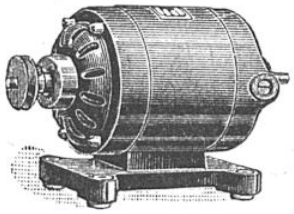
N. B. — Ce document luxueusement édité sera remis *gratuitement* à MM. les Agents, aux Agences de Publicité et aux Firmes qui en feront la demande sur le désir de leur Administrateur ou Directeur. - Ce volume a été tiré à 10.000 exemplaires et ne sera pas réimprimé.

SITUATION LUCRATIVE
DANS 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, écrivez à l'*Union Nationale du Commerce, service P*, association d'industriels, patronnée par l'État, Chaussée d'Antin, 58 *bis*, Paris.

Moteurs Universels "ERA"



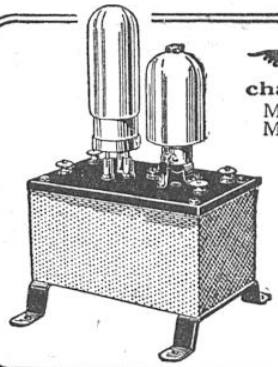
de 1/25e à 1/6e HP
pour
Machines à coudre
Phonographes, Cinémas
Pompes, Ventilateurs
Machines-Outils
Groupes pr charge d'accus

En vente chez tous les bons électriciens.

Catalogue n° 12, franco pour revendeurs

Établts E. RAGONOT
15, rue de Milan, Paris-9e - Usine à MALAKOFF
Téléphone : Louvre 41-96 - R. C. Seine 145.064

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



LE VALVOÏD

charge tous les accus de 2 à 12 v.

MODÈLE 1 lampe ..... 1,5 A
MODÈLE 2 lampes ..... 3 A

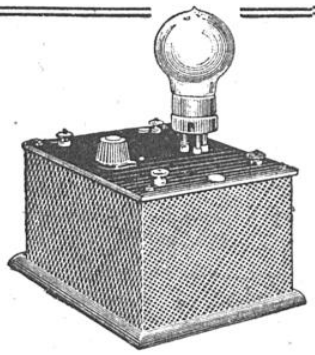
Sans modification ni réglage

LES FILTRES

154 — 208 — 228

et le RECTIFILTRE, avec lampe Biplaque, vous donneront une alimentation parfaite de la tension-plaque, de vos postes, avec le courant du secteur.

V. FERSING, Ingr-Constr
14, rue des Colonnes-du-Trône, Paris - Tél. Diderot 38-45

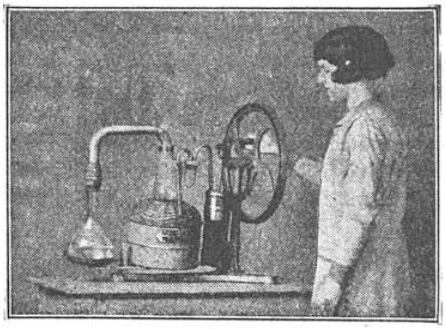


"RAPIDE"

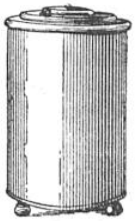
Machine à Glace
Machine à Vide

Glace en une minute, à la main ou avec moteur

sous tous climats, à la campagne,
aux colonies, pays tropicaux, etc...



GLACIÈRES POUR MÉNAGE, TOUS COMMERCES ET INDUSTRIES



Glacières pour Laboratoires
"OMNIA"

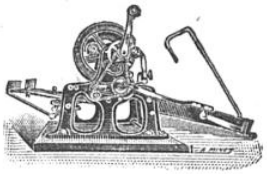
permettant d'obtenir de **basses températures constantes** avec une **très faible consommation de glace.** Indispensable dans tous laboratoires pharmaceutiques, industriels, etc...

Machine à Glace
"FRIGORIA"

produisant en 15 minutes
sous tous climats
1 kilogr. 500 de glace
en huit mouleaux
et glaçant **crèmes et sorbets**

OMNIUM FRIGORIFIQUE (Bureau Technique du Froid)
35, boulevard de Strasbourg, PARIS (Tél. : Nord 65-56) — *Notices sur demande* — R. C. 93.626

Pour augmenter vos Ventes



Pour tous vos Travaux de COPIES rapides

Plans, Tableaux, Musique, Dessins, etc.

DUPLICATEURS DELPY

1er PRIX Concours GRAND PALAIS 1921

CIRCULAIRES SANS AURÉOLE GRAISSEUSE

Tirage illimité à 120 Copies par minute

Construction irréprochable

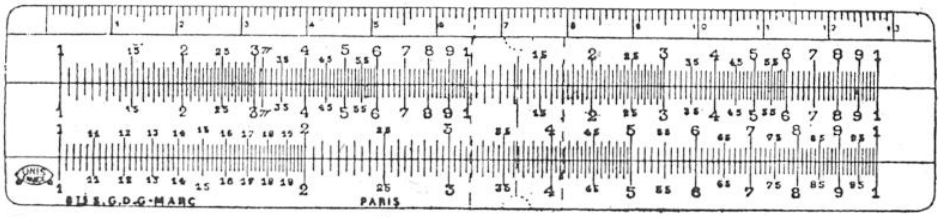
Demandez les 2 Notices A B

Tél. : Gobelins 19-08 R. C. SEINE 67.507

17, Rue d'Arcole
PARIS (IVe)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LA RÈGLE À CALCULS DE POCHE "MARC"



LA RÈGLE EN CELLULOÏD livrée avec étui peau et mode d'emploi : **27 fr.**

GROS exclusivement : **MARC, 41, rue de Maubeuge, Paris** - DÉTAIL : Opticiens, Libraires, Papetiers, Appareils de précision

DIMANCHE-ILLUSTRÉ

SPÉCIMEN FRANCO SUR DEMANDE

20, Rue d'Enghien, PARIS

MAGAZINE ILLUSTRÉ EN COULEURS
POUR LES GRANDS ET LES PETITS

16 pages - PRIX : **40 cent.**

ABONNEMENTS

	3 mois	6 mois	1 an
France, Colonies et Régions occupées.	5 frs	10 frs	20 frs
Belgique	6 frs	12 frs	24 frs
Étranger	12 frs	21 frs	40 frs

LES ÉTUDES CHEZ SOI

PRÉPARENT AUX

MEILLEURES CARRIÈRES :

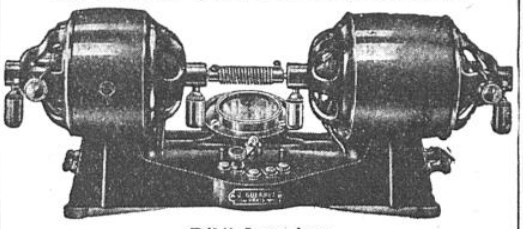
1° **Commerciales** Comptable, Ingénieur commercial ;
2° **Industrielles** Electricité, Mécanique, Chimie, Béton, Architecture, Mines ;
3° **Agricoles** Agronome, Aviculture, Régisseur ;
4° **Artistiques** Dessin, Musique, Professeur ;
5° **Universitaires** Philosophie, Droit, Sciences, Dentiste, Ingénieur.

Demandez le Catalogue gratuit

Institut BUCHET frères (24e année)
42, rue de la Verrerie, Paris-4e
DIPLOMES FIN DES ÉTUDES

Convertisseur Guernet

44, rue du Château-d'Eau, PARIS



Débit 6 ampères

Complet avec conjoncteur, disjoncteur, ampèremètre et rhéostat de réglage. .. .. **580 fr.**

SPÉCIALITÉ DE

GALÈNES

SÉLECTIONNÉES

GROS DÉTAIL

GALÈNE G R MARQUE DÉPOSÉE

PREMIER CHOIX
EXTRA-SENSIBLES

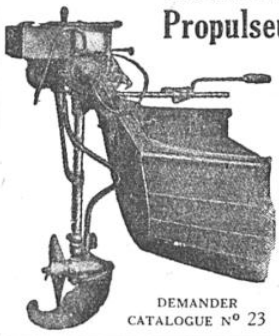
Téléphone : Ségur 00-22

Reg. du C. Seine 239.641

G. RAPPENEAU, 79, rue Daguerre, PARIS-14e

AGENCE FRANÇAISE DES

Propulseurs Archimèdes



65, Grande Rue de Monplaisir
LYON

2 ½ et 5 HP
2 cylindres opposés
Garantis sans trépidations
Marche avant et arrière
PÊCHE, CHASSE, PROMENADE
S'emporte en villégiature et s'adapte à tous bateaux.

Adoptés par la Marine marchande, Travaux publics, Ponts et Chaussées et dans tout l'Univers.

DEMANDER CATALOGUE N° 23

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

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 d'envoyer à la MAISON FRÈRE, 19, rue Jacob, Paris, 1 fr. 20, en mandat ou timbres-poste, en se recommandant de *La Science et la Vie*, pour recevoir franco par la poste un délicieux coffret contenant un **petit flacon** de **Dentol,** un **tube** de **pâte Dentol,** une **boîte** de **poudre Dentol** et une **boîte** de **savon dentifrice Dentol.**

R. C. SEINE 124.350

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

FAITES VOS ARROSAGES
avec les Appareils d'arrosage automatiques modernes
" PLUVIOSE " Brés en France S.G.D.G. et à l'Etranger

"Pluviôse" *type C de 10 mètres d'envergure*
pouvant arroser de 1.000 à 60.000 m², les seuls qui permettent d'obtenir un arrosage bien réparti et en pluie fine, quelle que soit la pression dont vous disposez. *Garantis 5 à 15 ans.*
Demandez le catalogue
aux **Etabl. Ed. ROLLAND**, Constructeur breveté
25, rue Lazare-Hoche, Boulogne-s.-Seine R. C. Seine 52.871

CHAUFFAGE DUCHARME
3, RUE F. TEX - PARIS (18e)
FOURNEAU DE CUISINE SPÉCIAL ET RADIATEURS A EAU CHAUDE B.V. S.G.D.G
UN SEUL FEU
POUR LE CHAUFFAGE CENTRAL
LA CUISINE
L'EAU CHAUDE DES BAINS
(20e Année) NOTICE GRATUITE

INVENTEURS
Pour vos
BREVETS
Adressez-vous à: WINTHER-HANSEN, Ingénieur-Conseil
35, Rue de la Lune, PARIS (2e) *Brochure gratis!*

Le plus moderne des journaux
Documentation la plus complète et la plus variée
EXCELSIOR
GRAND QUOTIDIEN ILLUSTRÉ

ABONNEMENTS
SEINE, SEINE-ET-OISE, SEINE ET-MARNE
3 mois 6 mois 1 an
17 fr. 32 fr. 60 fr.
DÉPARTEMENTS
3 mois 6 mois 1 an
23 fr. 43 fr. 80 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.

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)
Téléphone : 604-71

ELECTROMUSICA
18, Rue Choron, Paris (9e)
APPAREILS DE RÉCEPTION
Les plus simples
Les moins chers
Les mieux construits
Toutes fournitures pour Radio

Galène	1 Lampe	3 Lampes	5 Lampes
158 fr.	340 fr.	416 fr.	615 fr.

LA PERFECTION EN PHOTOGRAPHIE
LE NIL MELIOR
(STÉRÉO 6 X 13)
MONTÉ AVEC ANASTIGMATS F:4.5 DE MARQUE
LE CHRONOSCOPE **PAP**
(PHOTOMÈTRE AUTOMATIQUE)
MACRIS-BOUCHER Cons.t 16, r. Vaugirard.
Notice A s/demande R.C. 176 017 PARIS

TIMBRES-POSTE AUTHENTIQUES DES MISSIONS ÉTRANGÈRES
Garantis non triés, vendus au kilo
Demandez la notice explicative au Directeur de l'Office des Timbres-Poste des Missions, 14, rue des Redoutes, TOULOUSE (France).
R. C. Toulouse 4.568 A

Pourquoi acheter une **BIBLIOTHÈQUE** coûteuse et encombrante, puisque nous vous offrons une jolie et solide **ÉTAGÈRE PLIANTE** réglable, 3 rayons hêtre ou chêne, blanc, nature ou foncé. Très pratique pour tout le monde, à prix modique, NOUVEAUTÉ. Breveté S. G. D. G. Modèle A (125 × 475 m/m) 20 fr., B (150 × 550 m/m) 25 fr., franco de port et d'emballage contre versement au C. C. Post. Strasbourg 109.62, à domicile 1 fr. en plus. Prospectus E franco. Revendeurs conditions spéciales. Maison **INNOSTRA**, 17, rue St-Guillaume, Strasbourg (B.-Rh.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En 1926, *La Science et la Vie* n'accepte plus que de la PUBLICITÉ SCIENTIFIQUE ET INDUSTRIELLE.

INDEX

PAR CATÉGORIES, DES ANNONCES

contenues dans ce numéro

A

Aluminium (Articles de ménage en), p. xlii.
Amortisseurs, p. xxiv.
Appareils a badigeonner, p. xlvi.
Appareils a dessiner, p. xiii.
Appareils reproducteurs photographiques, p. iv.
Arrosage (Appareils d'), p. lii.
Automobiles (Accessoires pour), p. xxix.

B

Bibliothèques démontables, p. xlvii, lii.
Bouchons pour réservoirs d'autos, p. xxxviii.
Brevets d'invention, p. xlvi, lii.

C

Carburants, p. x.
Carburateurs, p. iv de couverture.
Casques-écouteurs, p. viii, xxi.
Chambres a air (Produit pour la réparation des), p. xliii.
Chauffage (Appareils de), p. lii.
Cinématographie (Appareils de), p. xviii, xxii, xxvii, xl.
Compresseurs, p. ix, xxxvi.
Condensateurs, p. viii, xx, xxv, xxxiv, xl.
Convertisseurs, p. l.
Cycles, p. xlvii.

D

Disques pour phonographes, p. xxvii.
Duplicateurs, p. xlix.

E

Écoles et cours par correspondance, p. ii et iii de couverture, p. i, xi, xvii, xxxv, xxxvi, xlv, xlviii, l, liv.
Électro-acoustiques (Appareils), p. xliv.
Établis de ménage, p. xlvi.
Étaux, p. xlviii.

F

Fers a souder, p. xliii.
Filtres, p. xl.
Fourneaux de cuisine a pétrole, p. x.
Fours a carboniser, p. xlvii.

G

Galènes, p. l.
Gazogènes, p. xxviii.
Glacières, p. xlix.
Graissage (Appareils de), p. xvi.

H

Hangars métalliques, p. xxvii.
Haut-parleurs, p. viii, xix, xx, xxi.
Huiles de graissage, p. iii, xxxiii.

I

Instruments pour les mathématiques, p. xlv, l.

J

Jumelles, p. xliv.

L

Lampes de T. S. F., p. xxxiv.
Loupes, p. xxxviii.

M

Machines a calculer, p. xlvi.
Machines a écrire, p. xxiv.
Machines a glace, p. xlix.
Machines a tirer les bleus, p. xliii.
Machines-outils, p. xlv.
Moteurs, p. xlviii.

O

Objectifs et Appareils d'optique, p. xiv, xxxix, xli, xliv.
Outillage, p. xxix.

P

Phares pour cycles, p. xl.
Phonographes, p. xxvii.
Photographie (Appareils de), p. v, vi, xiv, xxiv, xxvii, xxx, xxxviii, xl, xlii, xliv, xlv, lii.
Piles électriques pour T. S. F., p. xviii.
Pipes, p. xii.
Pneus (Machines pour le regommage des), p. xxiii.
Pompes et Moto-pompes, p. ix, xxxii, xlvi.
Propulseurs pour bateaux, p. xlv, l.

R

Rasoirs (Lames pour), p. xxxvi.
Relieuses, p. xlvi.
Rotisseuses, p. xiv.

S

Sports (Articles de), p. xxix.
Stylographes, p. xxxiv, xlvii.

T

Timbres-poste, p. xxxii, lii.
Transformateurs, p. viii, xx, xxi, xxxiv, xxxvi, xl, xliii, xlvi.
T. S. F. (Appareils et postes de), p. ii, vii, xii, xv, xvi, xxiv, xxvi, xxvii, xxviii, xxix, xxxi, xxxii, xxxvi, xxxvii, xxxviii, xli, xlii, xlvii.
T. S. F. (Pièces détachées et accessoires de), p. xxii, xxvii, xxxii, xxxiv, xxxvi, xxxvii, xxxix, xl, xli, xlvii, xlix.

V

Variétés et divers, p. xlvi, xlviii, li, lii.
Vélocipédie, p. xxix.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ÉCOLE DU GÉNIE CIVIL

PLACÉE SOUS LE HAUT PATRONAGE DE L'ÉTAT

152, avenue de Wagram, 152 — Paris-17e

J. GALOPIN, ✻, ✪ I, Directeur — 22e Année

Cours sur place (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 - Armée - Industrie - Amateurs.

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

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

TRAVAUX PUBLICS
Entreprises privées - Grandes sociétés - Géodésie, topographie, levers divers.

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.

Section Administrative

PONTS ET CHAUSSÉES
Elèves ingénieurs de travaux publics de l'État, 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.

CHEMINS DE FER — CONSTRUCTIONS NAVALES
Piqueurs, dessinateurs, mécaniciens, chefs de dépôt, de district, emplois divers, ingénieurs.

P. T. T.
Employés, surnuméraires, dames, mécaniciens, monteurs, dessinateurs, école supérieure, etc.

ADMINISTRATIONS DIVERSES
Manufactures (mécaniciens, vérificateurs), ministère des finances (douanes, poids et mesures, contributions, trésoreries, banques, etc.).

ARMÉE
Admission au 8e génie, au 5e génie dans l'aviation, etc. Cours d'élèves officiers et d'E.O.R. - Tous les emplois militaires des réformés et retraités.

UNIVERSITÉ
Brevets, baccalauréats, licences, grandes écoles.

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

PROGRAMME N° 807 GRATIS

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

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,
CONTREMAITRE,
Etc....

dans les diverses spécialités :

Électricité	Travaux publics
Radiotélégraphie	Architecture
Mécanique	Topographie
Automobile	Industrie du froid
Aviation	Chimie
Métallurgie	Exploitation agricole
Mines	Agriculture coloniale

Demandez l'***envoi gratuit de la Brochure n° 3.536.***

Une autre section spéciale de l'***École Universelle*** prépare, d'après les mêmes méthodes, aux diverses situations du commerce :

Administrateur commercial	**Expert comptable**
Secrétaire commercial	**Comptable**
Correspondancier	**Teneur de livres**
Sténo-dactylographe	**Commis de Banque**
Représentant de commerce	**Agent d'Assurances**
Adjoint à la publicité	**Directeur-Gérant d'hôtel**
Ingénieur commercial	**Secrétaire-comptable d'hôtel**

Demandez l'***envoi gratuit de la Brochure n° 3.548.***

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-XVIe

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

DANS LE MONDE ENTIER

il se construit

1.587 types ou modèles différents de voitures, camions ou autobus

771

sont munis du

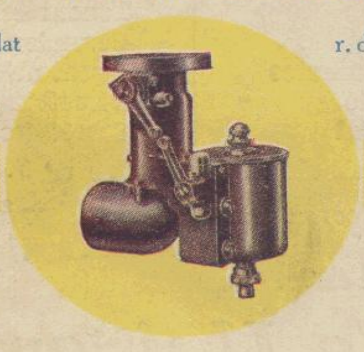
Carburateur ZÉNITH

816 sont munis de 58 marques diverses de carburateurs.

Société du Carburateur ZÉNITH

51
chemin Feuillat
LYON

15
r. du Débarcadère
PARIS



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires