BnF Gallica

La Science et la vie

Source gallica.bnf.fr / BDIC (Bibliothèque de documentation internationale contemporaine)

BnF Gallica

La Science et la vie. 1920/06-1920/07.

1/ Les contenus accessibles sur le site Gallica sont pour la plupart des reproductions numériques d'oeuvres tombées dans le domaine public provenant des collections de la BnF. Leur réutilisation s'inscrit dans le cadre de la loi n°78-753 du 17 juillet 1978 :
- La réutilisation non commerciale de ces contenus est libre et gratuite dans le respect de la législation en vigueur et notamment du maintien de la mention de source.
- La réutilisation commerciale de ces contenus est payante et fait l'objet d'une licence. Est entendue par réutilisation commerciale la revente de contenus sous forme de produits élaborés ou de fourniture de service.

CLIQUER ICI POUR ACCÉDER AUX TARIFS ET À LA LICENCE

2/ Les contenus de Gallica sont la propriété de la BnF au sens de l'article L.2112-1 du code général de la propriété des personnes publiques.

3/ Quelques contenus sont soumis à un régime de réutilisation particulier. Il s'agit :

- des reproductions de documents protégés par un droit d'auteur appartenant à un tiers. Ces documents ne peuvent être réutilisés, sauf dans le cadre de la copie privée, sans l'autorisation préalable du titulaire des droits.
- des reproductions de documents conservés dans les bibliothèques ou autres institutions partenaires. Ceux-ci sont signalés par la mention Source gallica.BnF.fr / Bibliothèque municipale de ... (ou autre partenaire). L'utilisateur est invité à s'informer auprès de ces bibliothèques de leurs conditions de réutilisation.

4/ Gallica constitue une base de données, dont la BnF est le producteur, protégée au sens des articles L341-1 et suivants du code de la propriété intellectuelle.

5/ Les présentes conditions d'utilisation des contenus de Gallica 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.

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

7/ Pour obtenir un document de Gallica en haute définition, contacter
reutilisationcommerciale@bnf.fr.

Source gallica.bnf.fr / BDIC (Bibliothèque de documentation internationale contemporaine)

8°. F. 115

N° 51. - Prix : 3 fr.

Juillet 1920.

LA SCIENCE ET LA VIE

Une grande École Supérieure d'Ingénieurs

Organisation de l'École.

L'Ecole Spéciale des Travaux Publics, du Bâtiment et de l'Industrie a été fondée en 1891, il y a plus d'un quart de siècle, par M. Léon Eyrolles, et elle a rapidement pris une extension considérable.

Elle embrasse, à Paris, dans le quartier de la Sorbonne, tout un pâté de maisons qui s'étend de la rue du Sommerard et de la rue Thénard au boulevard Saint-Germain. C'est le siège central comprenant l'Administration, les Magasins, la Librairie, les Amphithéâtres et les salles de cours.

Une maison d'édition, la *Librairie de l'Enseignement technique*, est annexée à l'Ecole, à Paris, 3 *bis* rue Thénard. Cette librairie a créé l'*Encyclopédie Industrielle et Commerciale*, dont la réputation s'étend déjà partout.

A Arcueil-Cachan, à trois kilomètres de Paris, la seule Ecole d'application d'Ingénieurs, en pleine campagne, existant en France et qui comprend vingt-deux bâtiments et des installations ne couvrant pas moins de 7 hectares, avec ateliers, laboratoires, usine de fabrication de matériaux artificiels, galeries de collections, bibliothèques, salles d'études et salles de projets. Un champ d'expériences, unique au monde, permet d'exercer les élèves aux opérations topographiques et de leur faire exécuter, par eux-mêmes, les installations de toutes sortes ayant trait aux travaux publics, aux travaux privés, aux industries mécaniques et électriques : c'est ainsi qu'ils ont construit un chemin de fer à traction électrique. Le sous-sol lui-même est utilisé pour les exploitations de carrières et les opérations topographiques sur le terrain.

Les deux Ecoles de Paris et d'Arcueil sont reliées par des moyens de transport qui permettent des allées et venues faciles dans la journée.

Maison de famille.

C'est aussi à Arcueil qu'a été créée, au milieu d'un superbe parc, une Maison de Famille, avec Skating, Tennis, Football et vastes terrains de sport.

Caractéristique de l'Enseignement.

La caractéristique de l'enseignement de l'Ecole est la spécialisation, sans cependant que cette spécialisation soit faite aux dépens de l'instruction générale technique. Il existe autant d'Ecoles supérieures distinctes que de spécialités :

École Supérieure des Travaux Publics *(Diplôme d'Ingénieur des Travaux Publics)* ;

École Supérieure du Bâtiment (*Diplôme d'Ingénieur-Architecte*) ;

École Supérieure de Mécanique et d'Electricité (*Diplôme d'Ingénieur-Electricien*).

Pour entrer dans une de ces Ecoles Supérieures, il faut subir un simple examen du niveau du concours d'entrée à l'Ecole Centrale des Arts et Manufactures.

Une Section Administrative prépare à toutes les carrières techniques des grandes administrations de l'Etat.

Enseignement par correspondance : « l'École chez soi ».

Indépendamment de l'Ecole de plein exercice, il a été créé, à l'origine, un ENSEIGNEMENT PAR CORRESPONDANCE ; « l'ECOLE CHEZ SOI » qui s'est perfectionné et développé à un tel point qu'il ne comprend pas moins de 20.000 Elèves par an (21.003 en 1919).

Le nombre des cours consacrés à cet enseignement est de 160, renfermés dans 300 volumes, tous édités par l'Ecole, par les soins de son annexe, la *Librairie de l'Enseignement Technique* : ils sont enseignés par 160 professeurs. C'est la plus importante collection de cours professés qui ait été éditée.

La méthode d'Enseignement par Correspondance : « *l'Ecole chez soi* » a été créée par M. Léon Eyrolles en 1891, à une époque où on ignorait absolument ce que pouvait être un Enseignement par Correspondance. Cette méthode, qui n'a pas encore d'analogue, consiste à remplacer la leçon orale du Professeur, avec toutes les explications et éclaircissements qu'elle comporte, par un cours écrit, et à obliger l'Elève à apprendre ce cours en lui donnant à faire des exercices choisis de telle sorte qu'il ne puisse les résoudre s'il n'a pas compris le cours et ne s'est pas rendu compte des applications qui peuvent en être faites. Un service spécial de l'Ecole rappelle constamment à l'Elève ses obligations de travail.

Le Professeur qui enseigne par correspondance professe oralement le même cours aux élèves *sur place*, dans la grande Ecole d'Ingénieurs de Paris-Arcueil, où les élèves par correspondance peuvent venir compléter leurs connaissances techniques et professionnelles en faisant un stage dans les laboratoires, ateliers, champs d'expériences, etc. Ainsi l'Enseignement par Correspondance est rattaché à l'Enseignement sur Place et les élèves par correspondance peuvent vraiment dire qu'ils suivent l'Enseignement d'une *Ecole*.

Comme pour l'Enseignement sur Place, à Paris, les élèves de l'Enseignement par Correspondance peuvent obtenir un diplôme, mais avec des garanties spéciales et après un examen passé à l'Ecole de Paris-Arcueil, dans les laboratoires, ateliers et sur le polygone d'application.

Les diplômes d'Ingénieur délivrés par correspondance sont :

Ingénieur des Travaux Publics ; Ingénieur-Topographe ; Ingénieur-Architecte ; Ingénieur-Mécanicien ; Ingénieur-Electricien ; Ingénieur-Métallurgiste ; Ingénieur de Mines.

Résultats obtenus.

Les résultats obtenus par l'Ecole sont des plus brillants. Pour les situations industrielles, le placement des élèves s'effectue par les soins de l'Association des Anciens élèves (9.000 sociétaires). Quant aux situations administratives, l'Ecole a, en quelque sorte, conquis le monopole des emplois techniques dans les grandes administrations.

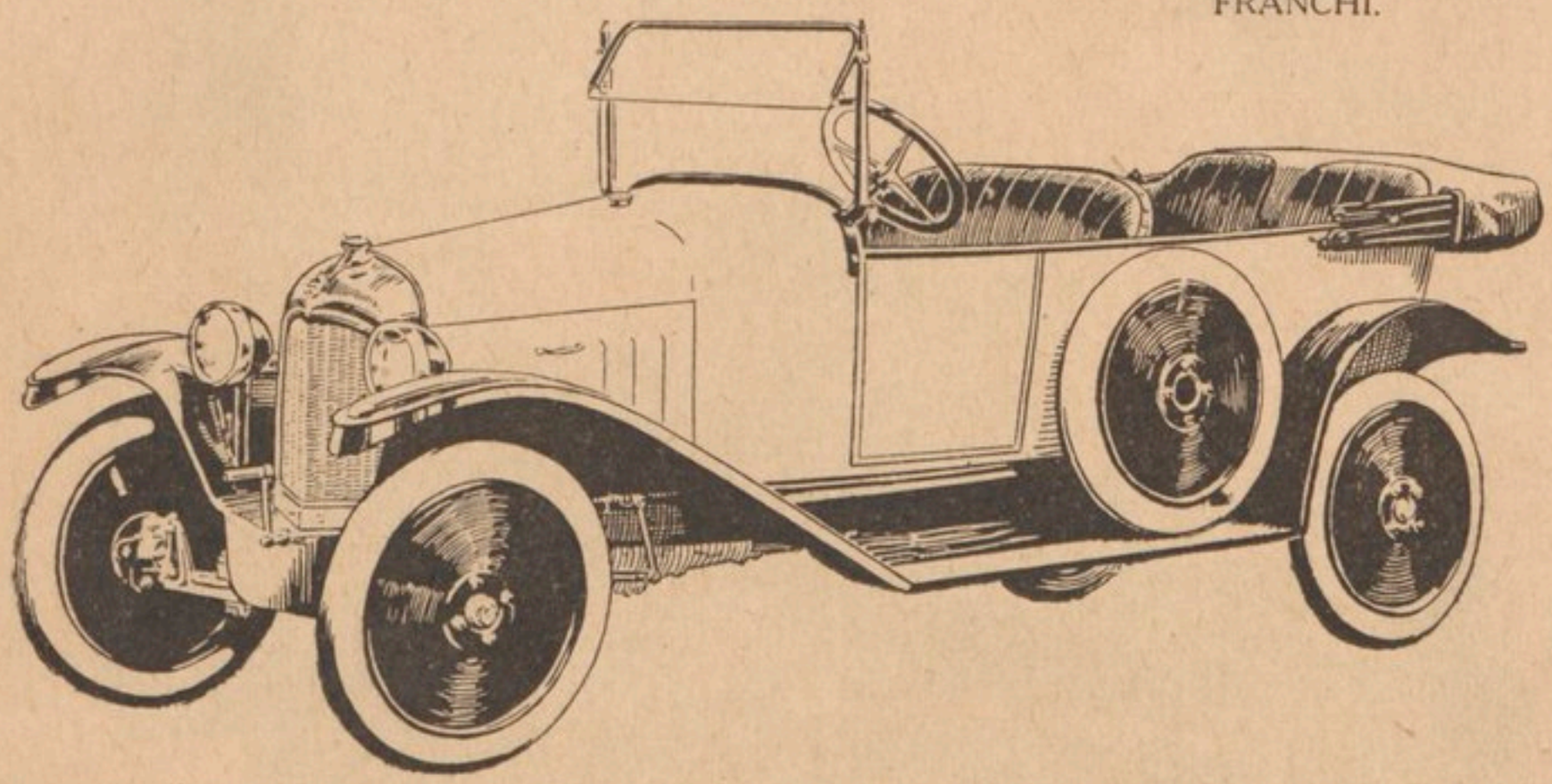
Renseignements, Brochures illustrées, Programmes, etc., envoyés gratuitement sur demande adressée au Secrétaire Général de l'École, rue Thénard, boulevard Saint-Germain, Paris-5e

La première voiture française construite en grande série

LA 10 HP ANDRÉ CITROËN

est la voiture économique :

L'ÉCONOMIE SUR L'ESSENCE ET LES PNEUMATIQUES EST LA PLUS CONSIDÉRABLE DE TOUTES, CAR ELLE S'ACCROIT A CHAQUE TOUR DE ROUE, A CHAQUE KILOMÈTRE FRANCHI.



POUR vous assurer cette économie sur l'essence et les pneumatiques, vous devez adopter la voiture qui fut construite précisément en vue de réduire au minimum ces frais coûteux d'entretien.

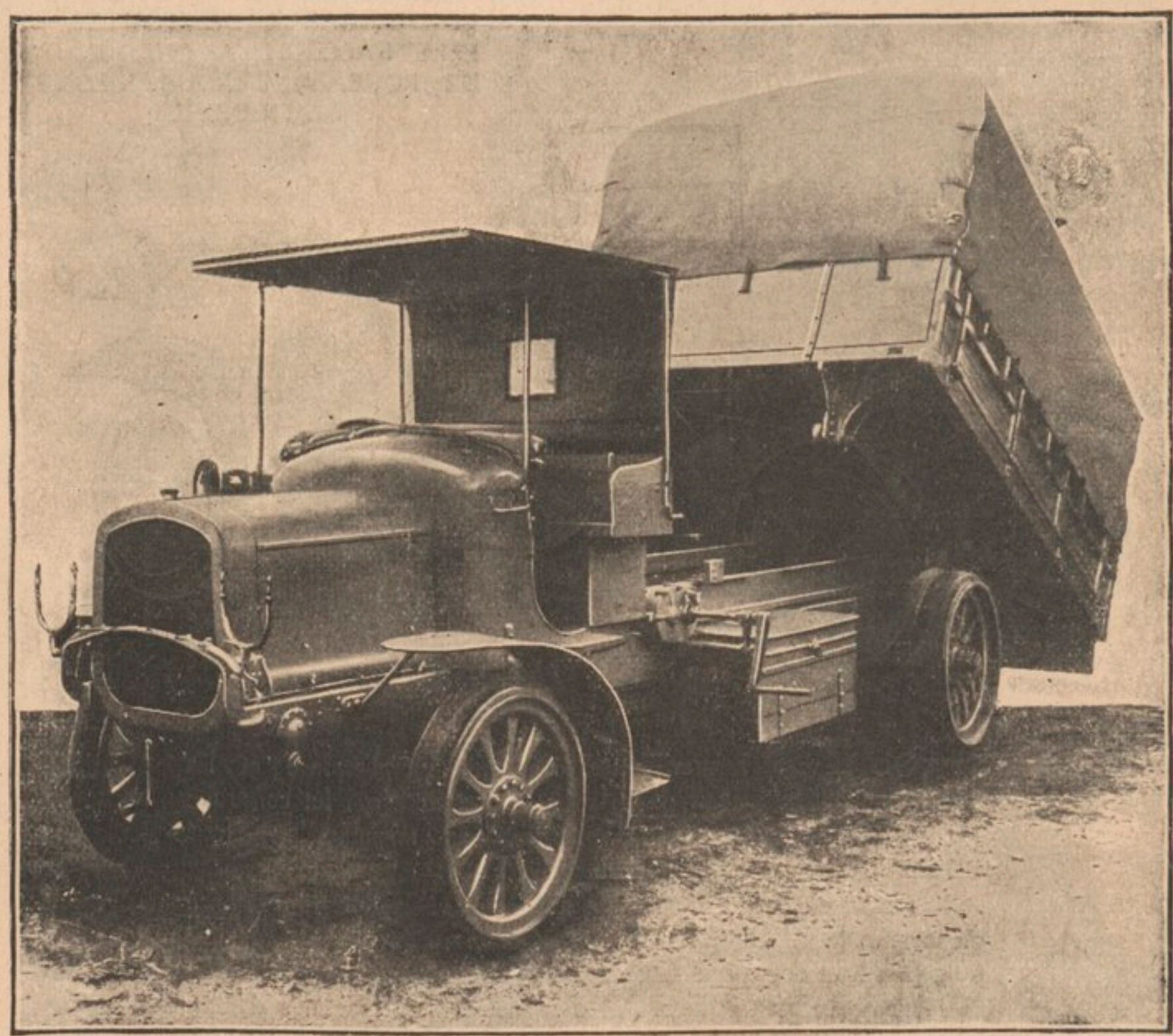
Par suite du parfait rapport du poids du véhicule à la puissance du moteur, la 10 HP CITROËN permet de réaliser cette économie à un plus haut degré que toute autre voiture ; elle ne consomme, aux 100 kilomètres, que 7 litres 1/2 d'essence et 250 grammes d'huile. L'usure des pneumatiques est très réduite en raison de sa légèreté.

ANDRÉ CITROËN INGÉNIEUR CONSTRUCTEUR. 115 à 143, QUAI DE JAVEL. PARIS

MANUTENTION MÉCANIQUE sur Camions Automobiles

par les Procédés E. FOUCHÉE - Brevetés S. G. D. G.

Bennes basculantes. - Bennes à déchargement latéral. Plateformes basculantes. - Citernes sur châssis automobiles. - Tonnes d'arrosage et de vidange. - Carrosseries amovibles. - Remorques. - Grues Derrick.



E. FOUCHÉE (Ingénieur-Constructeur)

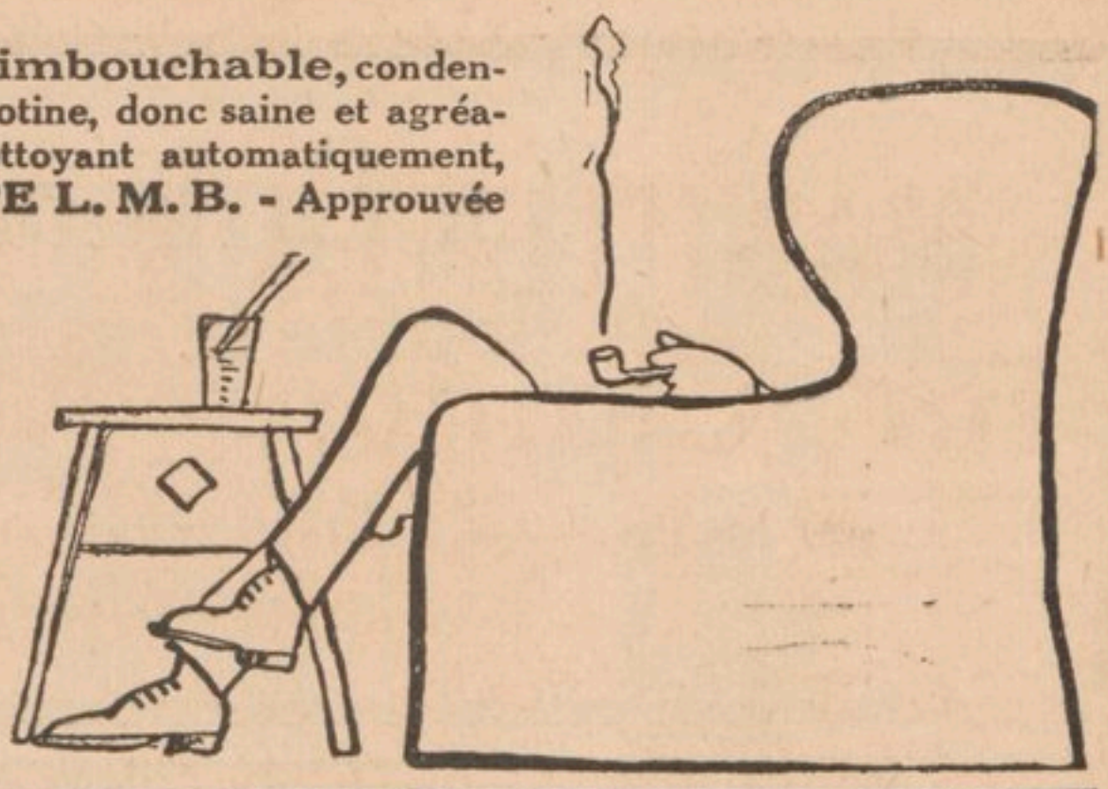
227, Boulevard Pereire, 227 - PARIS

Téléphone : WAGRAM 45-83

LA PIPE positivement imbouchable, condensant 38 % de nicotine, donc saine et agréable à tous, se nettoyant automatiquement, se nomme la **PIPE L. M. B.** - Approuvée à l'unanimité par la Société d'Hygiène de France, ses purs modèles anglais, d'une ligne impeccable et remarquablement finis, sont 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 **L. M. B. PATENT PIPE**, 182, rue de Rivoli, Paris.

En vente : **L. M. B. PIPE STORE**, 182, rue de Rivoli ; 125, rue de Rennes, à Paris ; Galeries Lafayette, Louvre, Printemps, Samaritaine et tous Grands Magasins.



GRAND PRIX BRUXELLES 1910

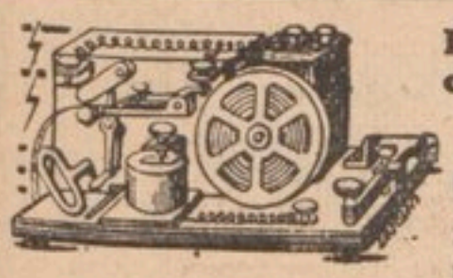
LE MEILLEUR, LE MOINS CHER DES ALIMENTS MÉLASSÉS

PAÏL'MEL

POUR CHEVAUX ET TOUT BÉTAIL

EXIGER LA MARQUE PAÏL'MEL M.L. TOURY

USINES A VAPEUR A TOURY (EURE-ET-LOIR)



ÉCOLE SPÉCIALE de **T.S.F.**

69, R. FONDARY, Paris-15e

agréée par l'État, patronnée par les Cies de Navigation.

COURS ORAUX (SOIR ET JOUR) et par CORRESPONDANCE
Préparant à tous les examens officiels
Études techniques bien à la portée de tous pour AMATEURS ou BONNES SITUATIONS :
P.T.T. - Génie - Marine - Cies Maritimes - Colonies - etc.
LECTURE au SON et MANIPULATION en 1 MOIS, même chez soi au moyen du RADIOPHONE LESCLIN breveté

Notre préparation toute spéciale ASSURE le SUCCÈS à tous les élèves en quelques mois

Appareils Modernes de T.S.F. - Demander Notice n° 2 et réf. 0 f. 30

Si vous désirez sur votre automobile un éclairage parfait avec des appareils élégants et robustes

DEMANDEZ LE CATALOGUE DES

PHARES BESNARD

Vous y trouverez tout ce qui convient, électricité ou acétylène pour la voiture de luxe aussi bien que pour le camion.

Nouveaux modèles de lanternes à essence

LES VESTALES

à réglage par rotation extérieure... Les seules qui ne s'éteignent pas.

60, Bd Beaumarchais - PARIS-XIe

Pour restaurer ou construire richement et à peu de frais

Le résultat est tel que l'ouvrier, sans rien changer à son travail ordinaire, **Fait de la Pierre**

Exécution rapide et facile
Riche aspect de la pierre
Economie considérable

Simili-Pierre CIMENTALINE

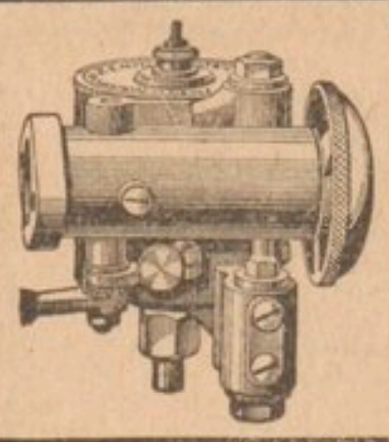
POUR ENDUITS

S'employant dans toutes Constructions à l'extérieur comme à l'intérieur, partout où, par économie, la pierre n'est pas utilisée.

RENSEIGNEMENTS ET ÉCHANTILLONS FRANCO

BROUTIN & Cie

17, rue de l'Ourcq, PARIS (19e)



LYON - 51, Chemin-Feuillat
Paris, Londres, Milan, Turin, New-York, Détroit Chicago, Bruxelles, Genève.

Le Carburateur ZÉNITH
double la valeur d'une voiture

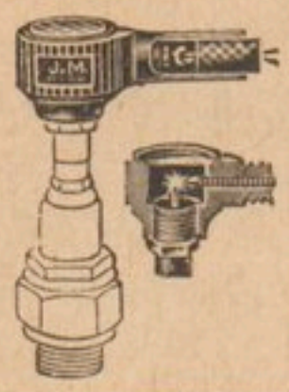
En augmentant sa puissance
En augmentant sa facilité de conduite
En diminuant sa consommation d'essence

Automobilistes!

Si vos ressorts sont **durs**
Employez les
AMORTISSEURS "J.M."

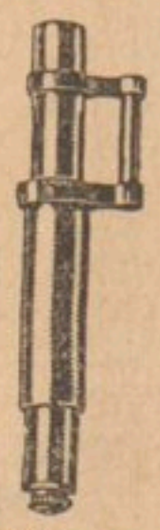
Si vos ressorts sont trop **souples**
Demandez les
COMPENSATEURS "J.M."

Si vos bougies **s'encrassent**
Utilisez les
DISRUPTEURS "J.M."
Vérificateurs d'étincelles "J. M."
Prises de Courant



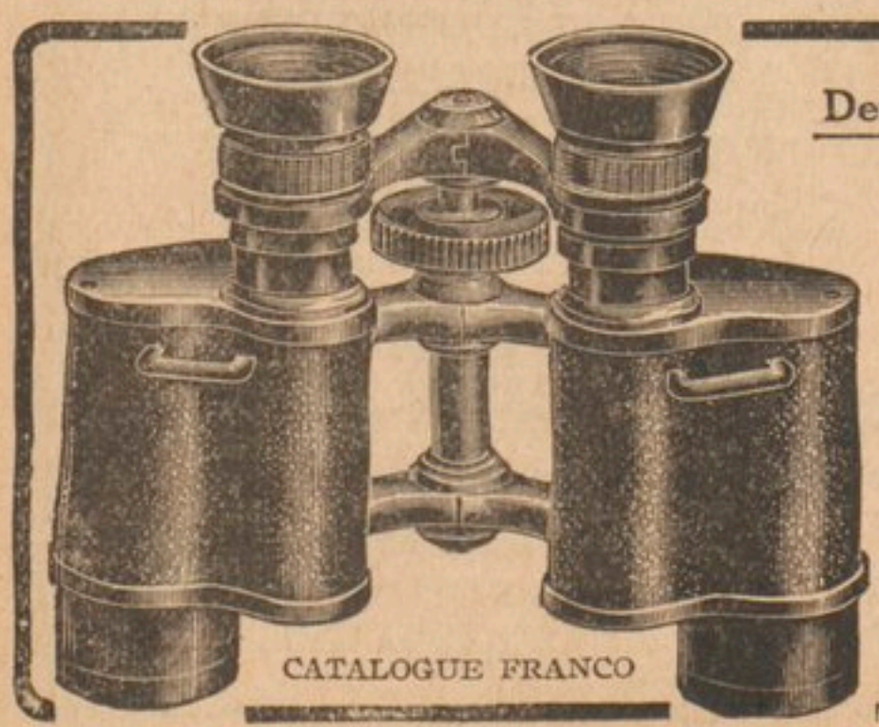
Cyclistes et Motocyclistes !!

Si vous désirez
éviter les secousses
dues aux mauvaises routes
aux pavés



Adoptez sans retard les
AMORTISSEURS "J. M."
se plaçant INSTANTANÉMENT sur n'importe quelle BICYCLETTE ou MOTOCYCLETTE.

LES SPÉCIALITÉS **"J. M."** SONT EN VENTE PARTOUT
et 3, boulevard de la Seine, Neuilly-s.-Seine - Tél. Wagram 01-80 et Neuilly 90
CATALOGUE FRANCO SUR DEMANDE



Derniers Progrès de la Science Optique et Mécanique

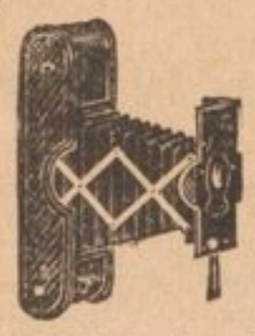
Série Postbellum
JUMELLES Stéréo-prismatiques "HUET"
Exiger le mot HUET sans aucun prénom
Sté Anon. des Anciens Établ. Huet et Cie et Jumelles Flammarion
Société Générale d'Optique
76, Boulevard de la Villette, Paris
*Anciennement : **114, rue du Temple.** - **Maison fondée en 1854***

PHOTO-HALL

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

Téléphone : CENTRAL 40-52

N.-B. Notre maison qui possède le choix le plus considérable, ne vend que des appareils neufs formellement GARANTIS

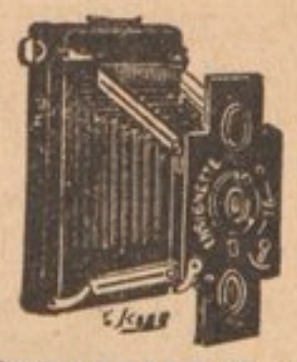


VEST POCKET 4×6 1/2

Appareil KODAK se chargeant avec des bobines de pellicules 4X6 1/2, viseur, *objectif achromatique*, obturateur pour pose et instantané, dos autographic, sac et instruction.

122 Francs

Avec objectif anastigmat **186.»**

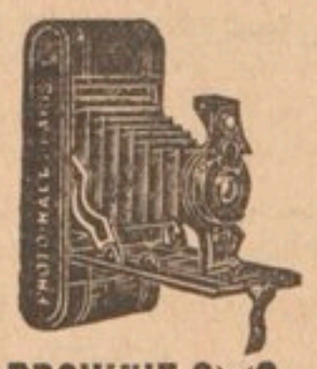


ENSIGNETTE 5×8

Appareil se chargeant avec des bobines de pellicules 5X8, viseur, objectif achromatique, obturateur pour pose ou instantané toujours armé, sac et instruction.

135 Francs

Avec anastigmat BERTHIOT **375»**

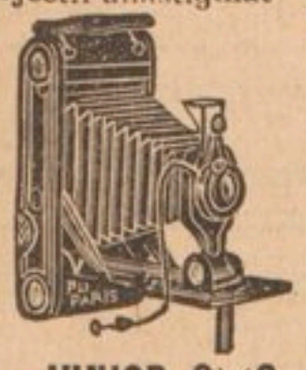


BROWNIE 6×9

Appareil KODAK se chargeant avec des bobines de pellicules 6X9, viseur, poignée, écrous, *objectif achromatique*, obturateur pose et instantané, dos autographic et instruction.

136 Francs

Avec objectif anastigmat **210.»**

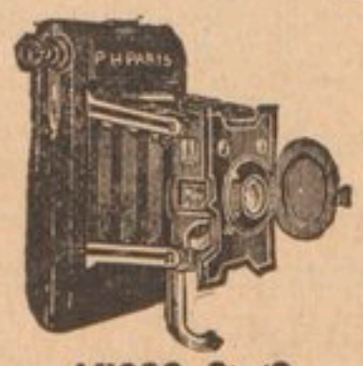


JUNIOR 6×9

Appareil KODAK gainé, se chargeant avec des bobines de pellicules 6X9, écrous, viseur, *objectif achromatique*, obturateur pose et instantané, déclencheur, dos autographic et instruction.

218 Francs

Avec objectif anastigmat **292.»**

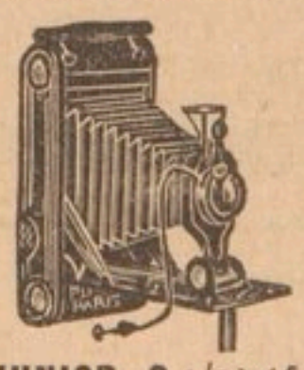


ANSCO 6×9

Appareil gainé se chargeant avec des bobines de pellicules 6X9, viseur objectif achromatique, obturateur pose ou instantané, quatre articulations métalliques assurant une rigidité parfaite et instruction.

135 Francs

Avec objectif anastigmat **370»**

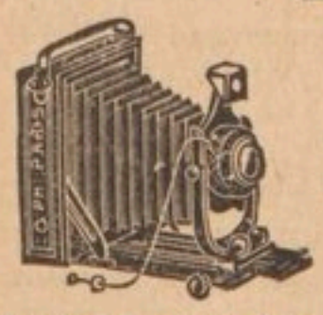


JUNIOR 6 1/2×11

Appareil KODAK gainé, se chargeant avec des bobines de pellicules 6 1/2X11, écrous, viseur, *objectif achromatique*, obturateur pose et instantané, déclencheur, dos autographic et instruction.

241 Francs

Avec objectif anastigmat **330.»**



PERFECT 6 1/2×9

Appareil pour plaques 6 1/2X9 ou pellicules film-pack, gainé peau, crémaillère, écrous, viseur, poignée, *objectif rectiligne*, obturateur de précision, 3 châssis métal 6 1/2X9, déclencheur et instruction.

160 Francs

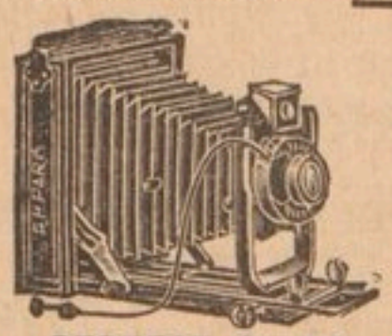
Avec objectif anastigmat **225.»**

PERFECT 9×12

Appareil pour plaques 9X12 ou film-pack gainé peau, viseur, poignée, écrous, crémaillère, *objectif rectiligne*, obturateur à vitesses variables, 3 châssis métal 9X12, déclencheur et instruction.

175 Francs

Avec objectif anastigmat. **240 »**



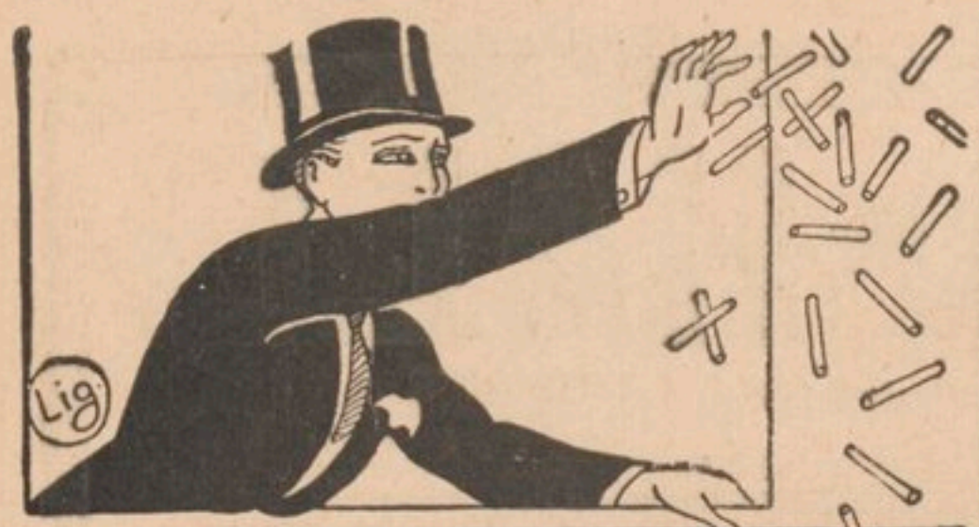
PERFECT 9×12

Appareil pour plaques 9X12 ou pellicules film-pack, gainé peau, soufflet long tirage, écrous, viseur, poignée, *objectif anastigmat*, obturateur à secteurs, 3 châssis métal 9X12, déclencheur et instruction.

290 Francs

Avec anastigmat BERTHIOT **390.»**

CATALOGUE GRATUIT ET FRANCO SUR DEMANDE



Il jette son tabac par la fenêtre

celui qui ne se sert pas de la

Machine à faire les Cigarettes

LEMAIRE

nouveau modèle, qui permet une

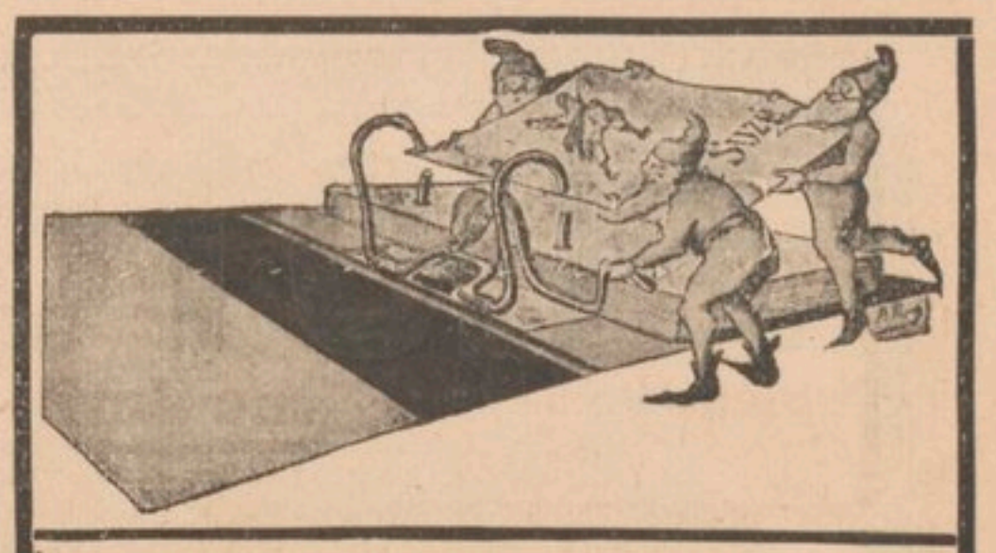
économie de 50 0/0

grâce à laquelle la machine est rapidement remboursée

40 *cigarettes peuvent être faites avec un paquet de tabac de un franc.*

Demandez notice illustrée donnant tous renseignements au fabricant

L. DECHEVRENS, 150, rue de Rivoli, **PARIS**



CLASSEURS

à perforation - *Système à Levier*

DOSSIERS, CHEMISES

RENÉ SUZÉ

fabricant

9, Cité des Trois-Bornes, 9

PARIS (XIe)

Téléphone : Roquette 71-21

CORDERIES DE LA SEINE

Le Havre *Télégramme :* *CORDEGODET-HAVRE*

Cordages en Manille et en Chanvre.

Câbles en Fils d'Acier à haute résistance,

de tous diamètres, de toutes longueurs et de toutes compositions, employés dans la Marine, les Travaux Publics, les Mines et l'Industrie.

Cordes, Ficelles et Fils.

SPÉCIALITÉS

CABLES MIXTES perfectionnés.

CABLES de LEVAGE ANTI-GIRATOIRES, à torons plats ou triangulaires.

CABLES de CABESTANS

CABLES de TRANSMISSION, tressés à section carrée ou triangulaire.

CABLES de LABOURAGE

FICELLE pour MOISSONNEUSE-LIEUSE

G. A. Valenciennes et Cie

SOCIÉTÉ DE

Constructions Navales du Sud de la France

Siège Social et Chantiers Navals à MARTIGUES (Bouches-du-Rhône)

CONSTRUCTIONS NAVALES

Navires à Voiles, Mixtes et à Moteurs

Bateaux pour la grande pêche

Chalands - Pontons Embarcations de servitude

Canots automobiles Yachts

Télégrammes : **Valenciennes - Martigues**

Téléphone : **Martigues 35**

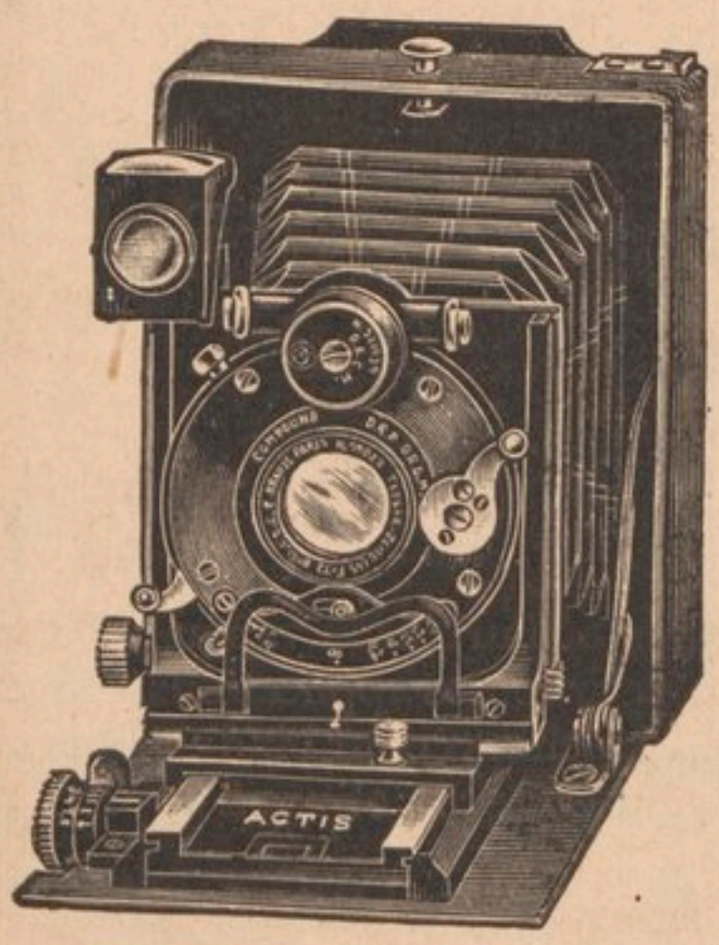
CONSTRUCTIONS MECANIQUES

Cargos, Chalutiers, Remorqueurs à Vapeur et à Moteurs

Moteurs Marins à huiles lourdes et à essence de toutes puissances

Halage, Réparations

TESSAR KRAUSS



Le merveilleux Objectif sur les

Meilleurs Appareils

de toutes Marques

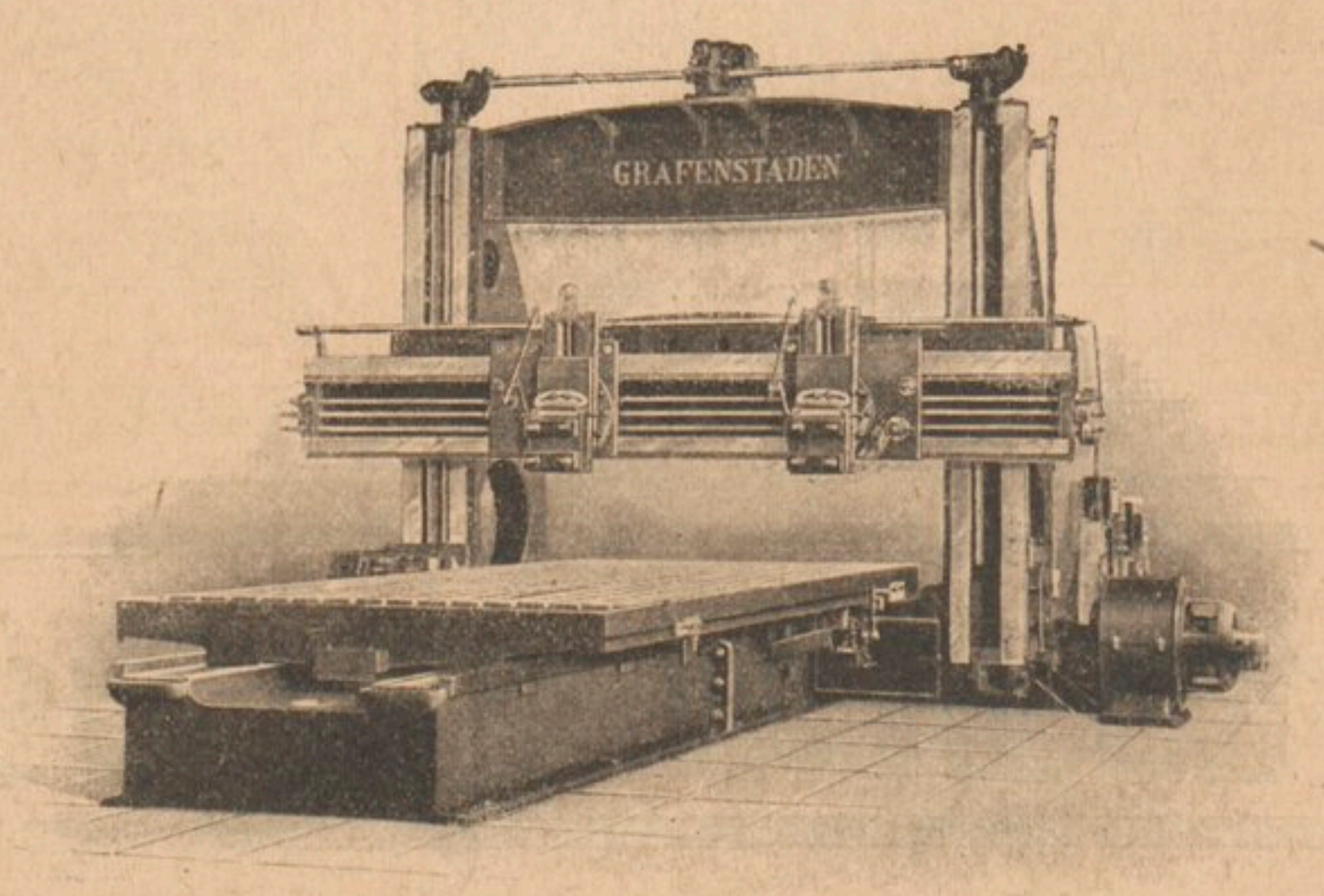
E. KRAUSS, 18, Rue de Naples - PARIS-8e

Catalogue Mai 1920 gratis

Usines à :
BELFORT
MULHOUSE (Haut-Rhin)
GRAFFENSTADEN (Bas-Rhin)

Maisons à :
PARIS, 4, rue de Vienne
LYON, 13, rue Grolée
LILLE, 61, rue de Tournai
NANCY, 21, rue St Dizier

SOCIÉTÉ ALSACIENNE
DE CONSTRUCTIONS MÉCANIQUES ▪ ▪ ▪



Toutes les Machines-Outils pour le Travail des Métaux

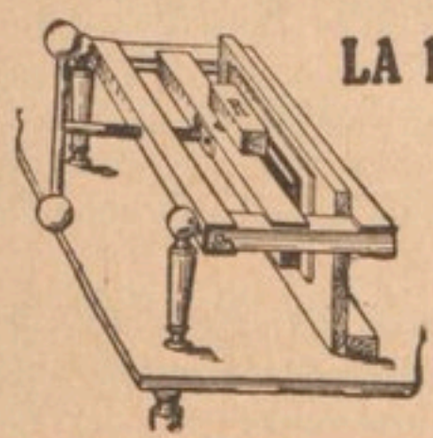
Petit Outillage - Crics - Vérins - Bascules

AUTRES FABRICATIONS : Chaudières, Machines et Turbines à vapeur - Moteurs à gaz - Machines soufflantes - Matériel électrique pour toutes applications - Traction électrique - Fils et câbles isolés pour l'électricité - Machines pour l'industrie textile - Machines et appareils pour l'industrie chimique - Locomotives à vapeur.

T.S.F. GRACE AU
MORSOPHONE
Je sais lire au son

DERNIÈRE CRÉATION
LE MORSOPHONOLA
se fixe sur le *Morsophone* et le fait parler au moyen de BANDES PERFORÉES
Références dans le monde entier. Notice fco sur demande contre 0.60 *en timbres-poste.*
En vente dans tous les Gds Magasins et principales Maisons d'électricité.

CH. SCHMID, BAR-LE-DUC (Meuse)



LA RELIURE chez SOI

Chacun peut
TOUT RELIER soi-même
Livres - Revues - Journaux
avec la
RELIEUSE MÈREDIEU
Notice franco contre 0 f. 25
C. MÈREDIEU I., Angoulême

CRAYONS VENUS

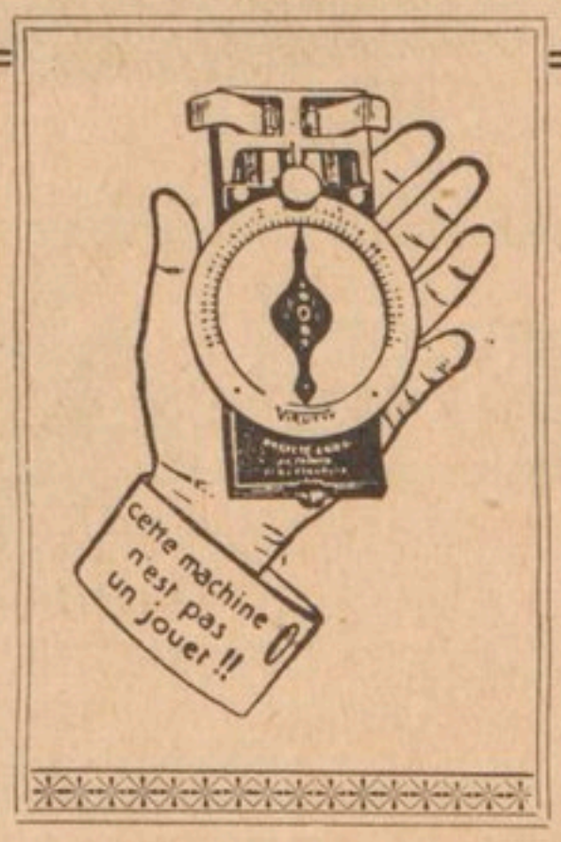
Les CRAYONS VENUS sont choisis, pour leur perfection, par tous ceux qui désirent un crayon de qualité. Une fois essayés, ils sont toujours employés.
Les CRAYONS VENUS ne se cassent pas, ils sont utilisables jusqu'au bout.
Graphite en 17 degrés, du plus tendre (6 B) au plus dur (9 H) et 3 sortes de crayons à copier.

EN VENTE CHEZ TOUS LES PAPETIERS, Gds MAGASINS, etc.
Sté du CRAYON VENUS
24, Boulv Poissonnière
PARIS

Plusieurs milliers de "VIROTYP" sont actuellement en service et donnent entière satisfaction.
NOMBREUSES RÉFÉRENCES

Soyez tous Dactylos avec la Machine à écrire française

"VIROTYP"



Prix : *Depuis* 75 frs
Notice franco sur demande

PARIS - 30, Rue de Richelieu, 30 - PARIS

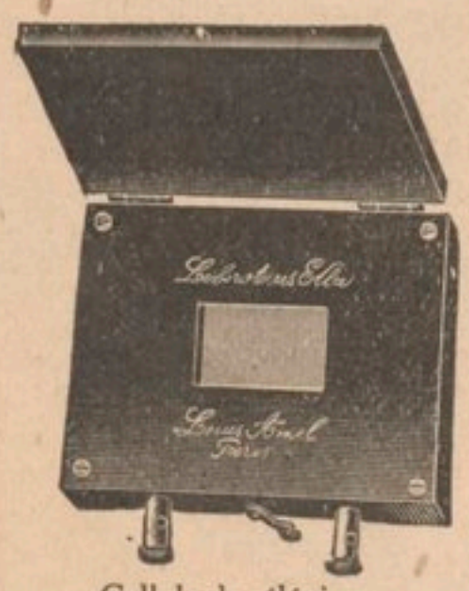
Louis ANCEL

INGÉNIEUR des ARTS et MANUFACTURES

Constructeur-Électricien

91, Boulevard Pereire - PARIS (17e)

Téléphone : Wagram 58-64



Cellule de sélénium

Télégraphie et Téléphonie sans fil.

Dilatomètre enregistreur Chevenard

Convertisseurs électriques pour laboratoires.

Cellules de sélénium extra-sensibles pour toutes applications.

Construction, transformation et réparation d'appareils de laboratoire.

ENVOI FRANCO du Catalogue illustré contre 0 fr. 50 en timbres-poste français.

Inventions

POUR PRENDRE VOS BREVETS

Pour étudier la Valeur des Brevets auxquels vous vous intéressez. *Pour diriger vos procès en Contrefaçons.*

Office Josse

H. JOSSE ✲

Ancien Élève de l'École Polytechnique

17, Boulevard de la Madeleine, 17

PARIS

MACHINES A ÉCRIRE

NEUVES ET D'OCCASION

Toutes Marques, Réparations garanties. Reconstructions et Transformations

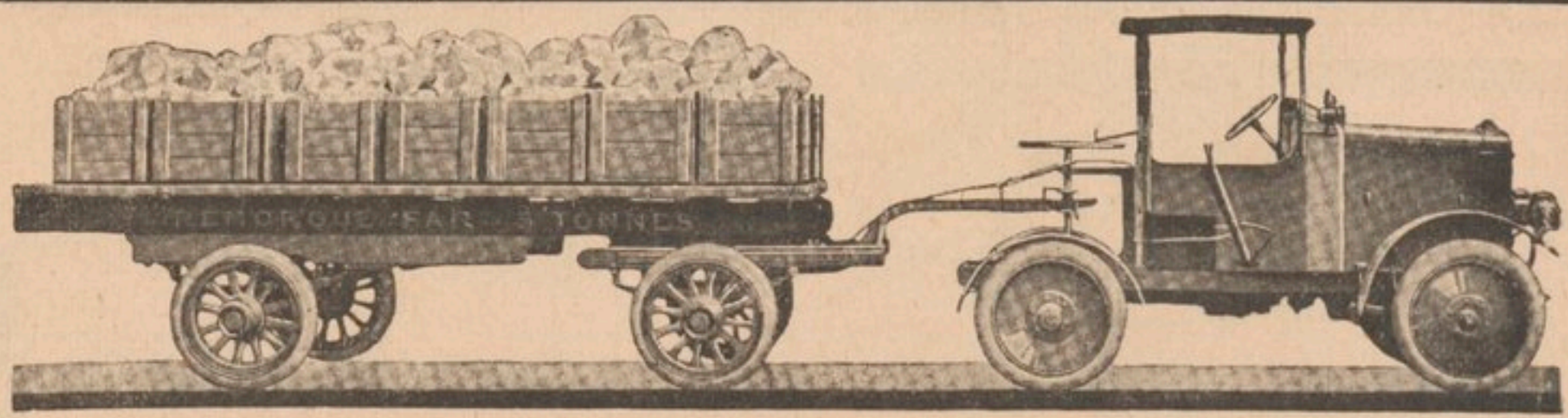
A. JAMET, Mécanicien - Spécialiste

7, Rue Meslay - PARIS-3e (République)

***Téléphone :* Archives 16-08**

Toutes fournitures et agencements de Bureaux

AVERTISSEUR NAVARRE



TRAIN FAR

BREVETÉ S.G.D.G.

Comprenant :

1 TRACTEUR LÉGER CHENARD ET WALCKER
à adhérence réglable par attelage FAR

1 REMORQUE FAR

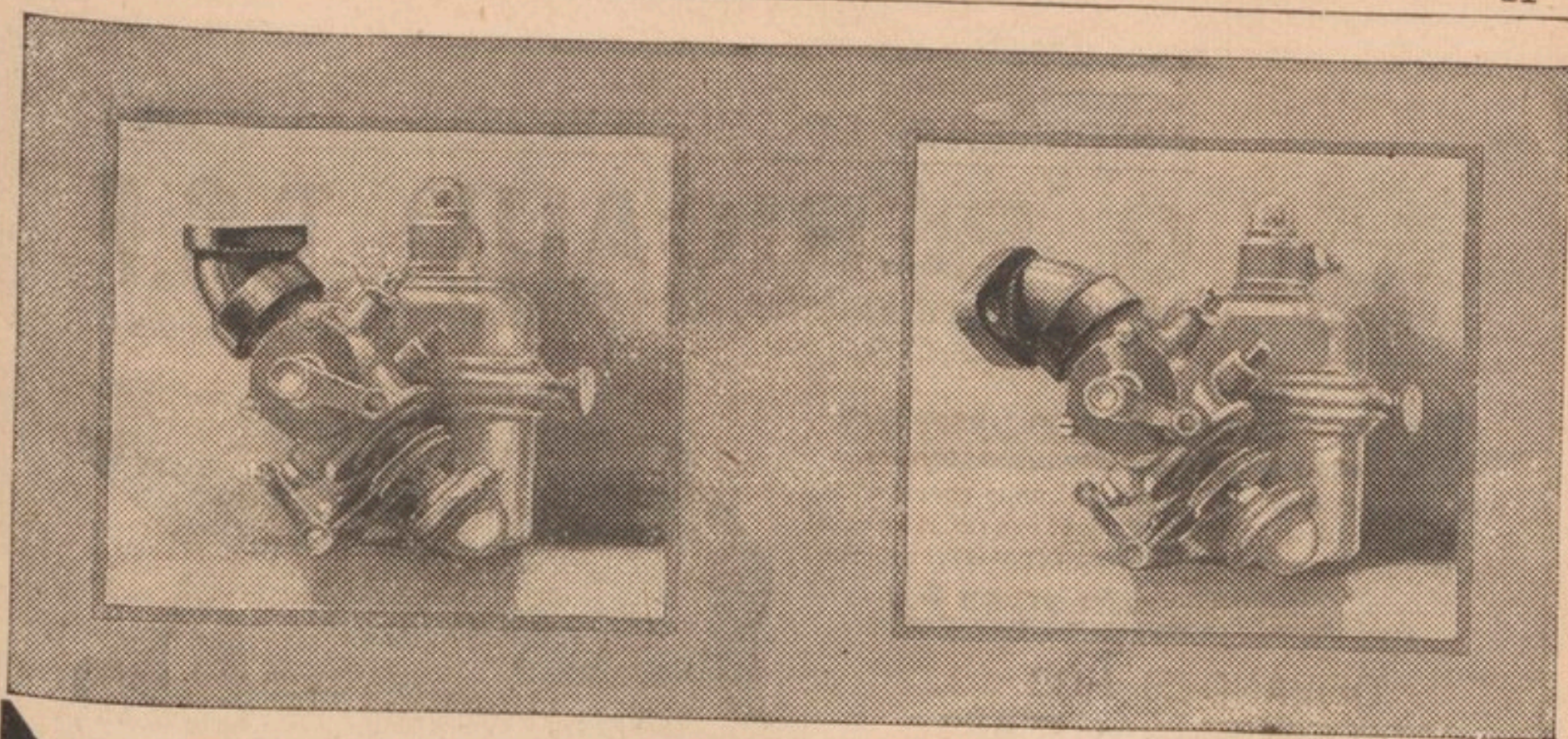
CHARGE UTILE
5 tonnes sur tous parcours
7 tonnes en palier

PRIX : 33.900 francs - Sans pneus

***Concessionnaires exclusifs :* LAGACHE, GLASZMANN et Cie**

REMORQUES - CARROSSERIES

71, Grande-Rue, 71 - MONTROUGE (Seine) - *Téléph. :* Saxe 39-45



Le Carburateur Universel CLAUDEL 1920 est actuellement le Carburateur

Le plus pratique et le plus économique

Parce qu'
- *1° Il peut s'adapter immédiatement sur tous moteurs ;*
- *2° Il peut se démonter instantanément en agissant sur un simple bouton qui libère immédiatement gicleur, cuve, pointeau, flotteur ;*
- *3° Il garde tous les avantages de puissance intégrale et d'économie du carburateur vertical tout en ayant les commodités du carburateur horizontal.*

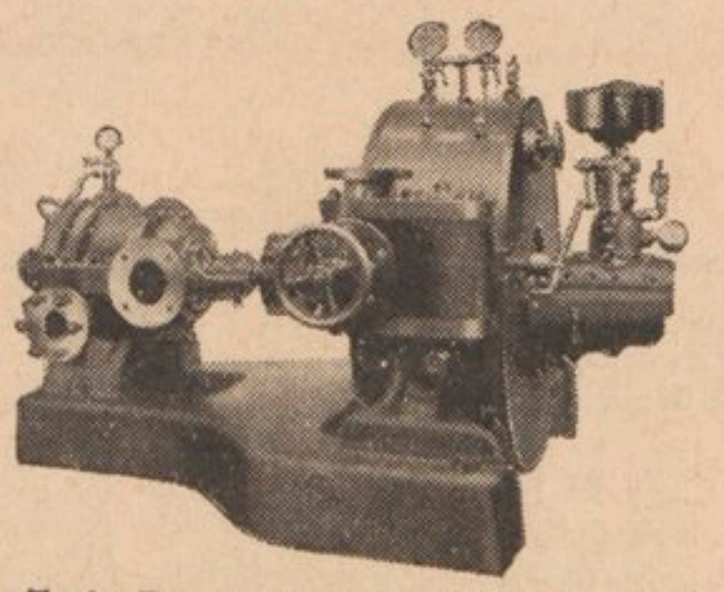
SOCIÉTÉ ANONYME DES CARBURATEURS ET APPAREILS CLAUDEL (Capital 4.275.000 fr.)

42, Rue de Villiers - Levallois-Perret (Seine) :: *Téléphone* { Wagram 46-82 / Wagram 93-30

RATEAU

POMPES
et
VENTILATEURS
CENTRIFUGES

Machines toujours disponibles en magasin.



TURBINES
SOUFFLANTES
COMPRESSEURS
ACCUMULATEURS
de
vapeur.

Groupe Turbo-Pompe pour alimentation de Chaudières fourni à l' "Energie Electrique de la Région Parisienne".

GRAND STOCK DE ROBINETTERIE GÉNÉRALE DISPONIBLE

SOCIÉTÉ RATEAU

40, Rue du Colisée, 40 - PARIS

INSTRUMENTS DE PRÉCISION POUR LES SCIENCES

G. PÉRICAUD T.S.F.

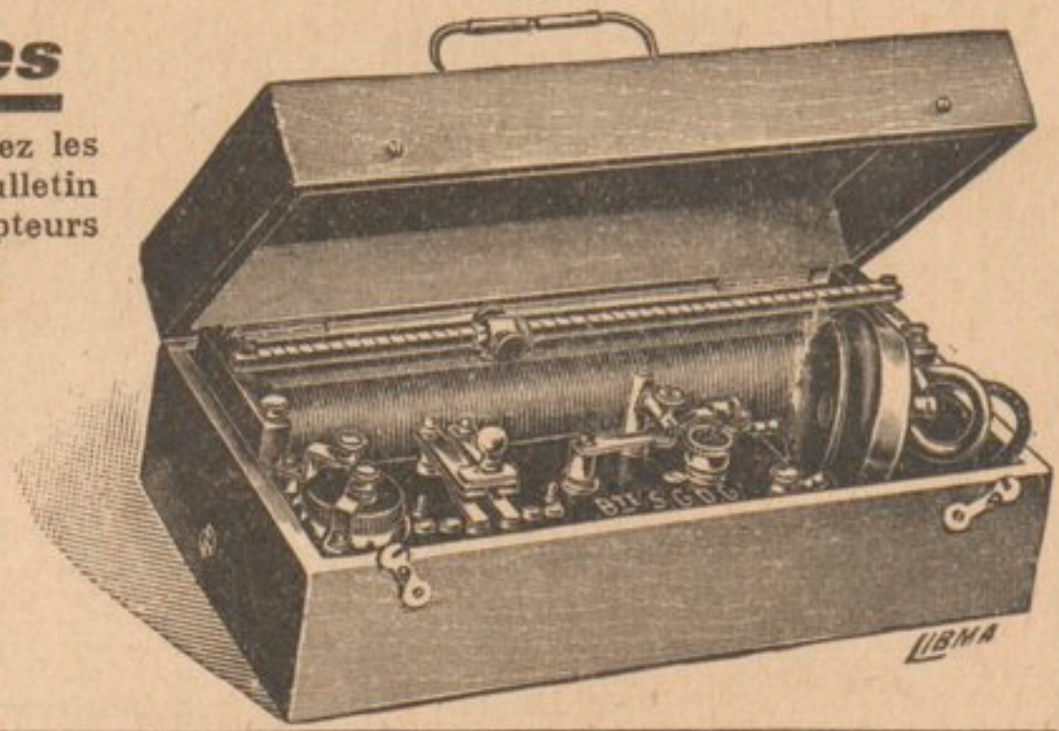
85, Boulevard Voltaire, 85 - PARIS (XIe)

Usines : PARIS-LYON — *Téléphone : Roquette 0-97*

Pour vos Vacances

à la montagne, à la mer, partout vous recevrez les nouvelles du monde entier, l'heure exacte, le bulletin météorologique avec nos nouveaux postes récepteurs

de Télégraphie sans Fil



DEMANDER NOS CATALOGUES ILLUSTRÉS

T. 10. : T.S.F.

E. 10. : Électricité générale. — *M. 10.* : Électricité médicale. — *S. 10.* : Sonneries et Accessoires. *J. 10.* : Appareils et Jouets scientifiques.

Franco contre 0 fr. 25 en timbres-poste.

NOUVEAU MANUEL ILLUSTRÉ - 7e édition - 50e mille - 72 pages

Nouvelle édition entièrement revue contient les heures d'émission, le service complet des signaux internationaux et horaires, schémas de montage, nouveau bulletin météorologique, sondages, etc.

Tous les renseignements indispensables au sans-filiste. - Franco : 2 francs contre valeur en timbres-poste.

VIENT DE PARAITRE

UNION PHOTOGRAPHIQUE INDUSTRIELLE

ÉTABLISSEMENTS

LUMIÈRE ET JOUGLA

RÉUNIS

PLAQUES. PAPIERS. PELLICULES. PRODUITS

C.d.c

Si vous pouvez écrire Vous pouvez DESSINER

La Méthode A.B.C de Dessin

vous mettra en mesure de devenir rapidement un artiste, en vous montrant comment vous pouvez appliquer au dessin l'habileté graphique que vous avez acquise en apprenant à écrire.

Cette méthode est entièrement enseignée PAR CORRESPONDANCE et vous permet de choisir, parmi vos moments de loisirs, le temps nécessaire à cette agréable étude.

Il n'est aucune branche des Beaux-Arts que la méthode n'enseigne.

En dehors des leçons traitant du dessin en général, le Cours donne l'enseignement nécessaire pour faire des dessins humoristiques, des illustrations, fleurs, paysages, du dessin de mode, etc., ainsi que du dessin commercial, tel que : Affiches, Réclames, Bijouterie, Art décoratif, Ameublement, Broderie, etc.

Qui vous dit que vous n'avez pas de talent ?

Si vous réfléchissez vous constaterez que 80 personnes sur 100 ont abandonné l'étude du dessin. Pourquoi ?

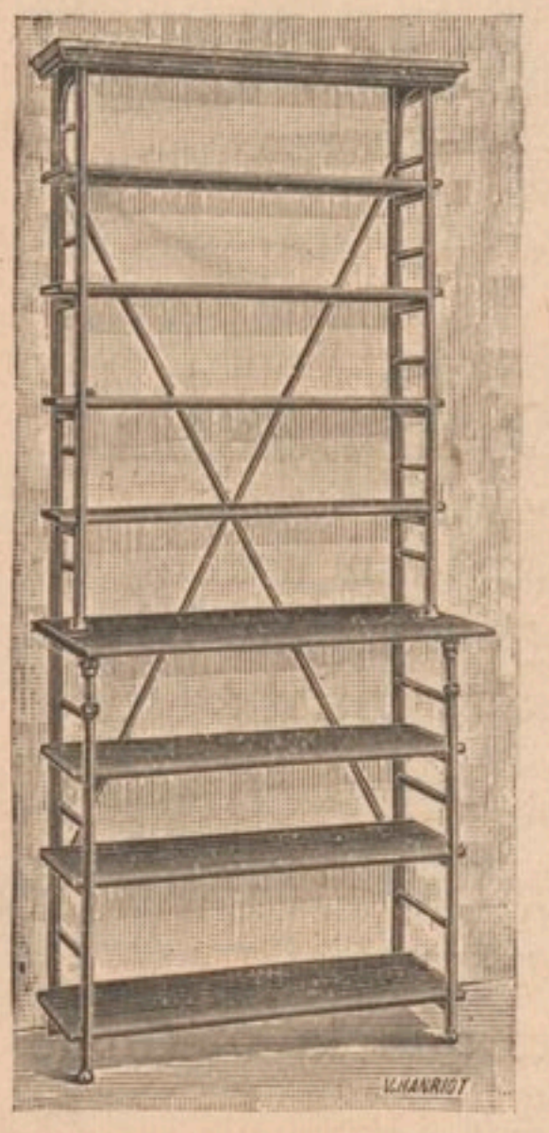
Écrivez-nous donc pour nous demander notre BROCHURE DE LUXE V, ornée de nombreuses illustrations, que nous vous enverrons à TITRE GRACIEUX et qui vous donnera tous les renseignements désirés ainsi que le programme de nos leçons.

Le Cours A.B.C de Dessin (Atelier 43)

5, Rue Nouvelle - PARIS (9e)

Gagner du TEMPS c'est..... S'ENRICHIR !

Ayez vos Livres **toujours en ordre** dans la



Bibliothèque SCHERF

Légère - Solide - Démontable

NOMBREUX MODÈLES -:- TOUTES DIMENSIONS
LOGE BEAUCOUP DE LIVRES SOUS PETIT VOLUME

RAYONS DÉMONTABLES POUR MAGASINS

Th. SCHERF fils, BONNAMAUX & Cie
35, Rue d'Aboukir, 35 - PARIS (2me)

ÉTABLISSEMENTS R. E. P.
Chemin de Croix-Morlon, à Saint-Alban
LYON

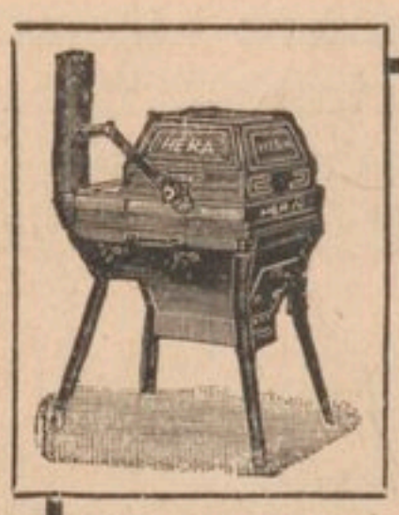
NOUVEAU CATALOGUE "N° 2" FRANCO SUR DEMANDE

TUBES
en FER et en ACIER
soudés et sans soudure
pour l'Air, le Gaz, l'Eau, la Vapeur, Canalisations, Chaudières, Presses Hydrauliques, Chauffage à Vapeur et Eau Chaude.

SERRURERIE - CHAUDRONNERIE
RACCORDS ET BRIDES
Outillage pour Tubes

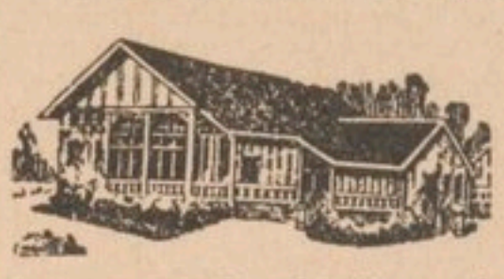
ROBINETTERIE GÉNÉRALE, VANNES
pour toutes applications
POMPES
Stock permanent.

E. SERGOT, P. MANEN et Cie
44, Rue des Vinaigriers, 44 - PARIS
Téléphone : Nord 35-97 et 75-68



Contre la Crise
DU BLANCHISSAGE ET DU CHARBON
lavez vous-mêmes votre linge avec la
Laveuse à vapeur "HÉRA"
qui se chauffe également au bois
CONSTRUCTION FRANÇAISE
Lave en 15 minutes sans fatigue, ni brosse, ni battoir
Livraison immédiate - Agents demandés rayon 25
ATELIER HÉRA, 128, r. Jean-Jaurès, Levallois-Perret

Mon LECŒUR ÉTABLISSEMENTS H. MORIQUAND
141, rue Broca, Paris (13e arr.) - Tél. Gob. 04-49
MAISONS DÉMONTABLES



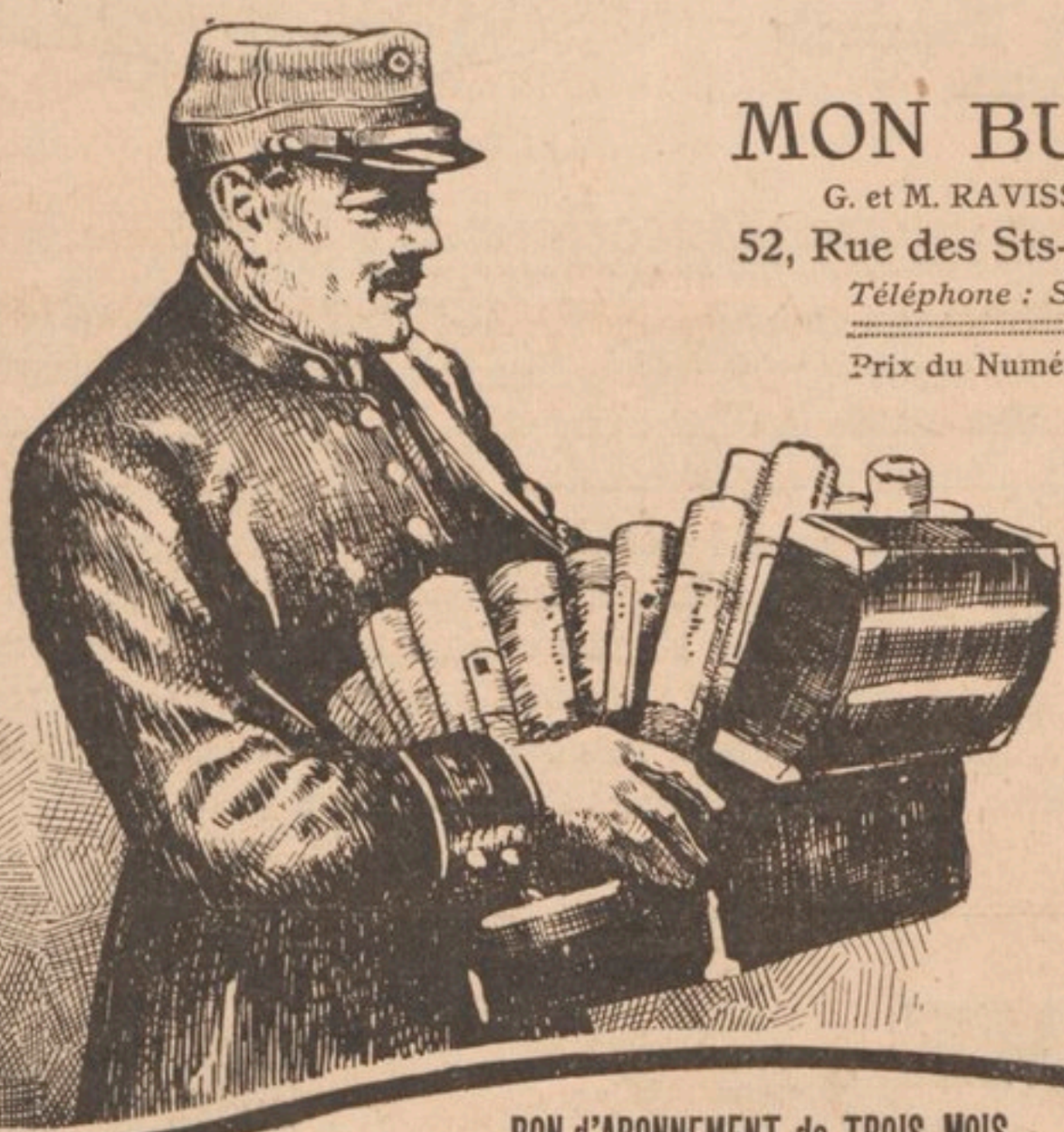
bois ignifugé, transport et démontage faciles, montage en 2 jours avec 5 hommes.
TYPE LECŒUR,
Toutes **autres constructions :** *usines, hangars, pavillons, bureaux, écoles, hôpitaux, installations de boutiques, magasins, décorations d'intérieurs, etc.*
ÉTUDES ET PROJETS SUR DEMANDE
ALBUM FRANCO

MON BUREAU

MAGAZINE D'ORGANISATION COMMERCIALE ET INDUSTRIELLE

Pour juger d'une publication il faut la suivre pendant quelques numéros. Ainsi se précise son programme et la manière dont elle l'exécute. "MON BUREAU" a souvent fait l'expérience de cette méthode et 100 fois sur 100 les lecteurs sont devenus ses abonnés.

Faites l'expérience pour vous-même en prenant un abonnement d'essai de trois mois. Un billet de banque de 5 francs mis dans une enveloppe avec le Bon ci-dessous, et votre facteur vous remettra un exemplaire de notre Magazine le 15 de chaque mois.



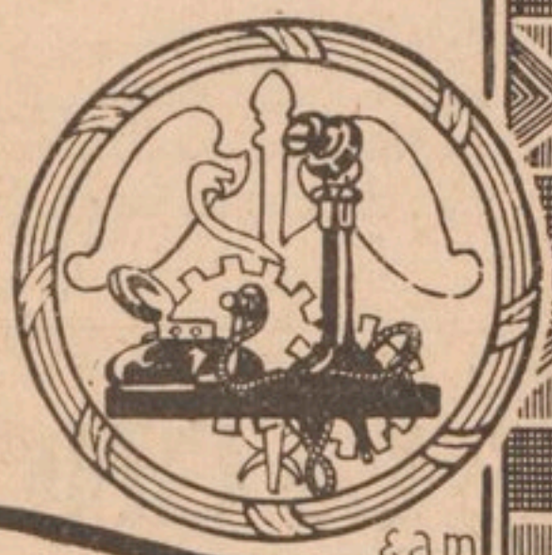
MON BUREAU

G. et M. RAVISSE, Éditeurs

52, Rue des Sts-Pères - Paris

Téléphone : Saxe 36-66

Prix du Numéro : 2 fr. 50



BON d'ABONNEMENT de TROIS MOIS

Veuillez m'inscrire pour un abonnement d'essai de 3 mois a " MON BUREAU". Cet abonnement devra être servi à :

M .....

.....

Ci-joint 5 francs en un billet de banque, chèque postal (n° 6392 - Paris), mandat-poste, etc... (1).

Le .....

(Signature)

(1) Biffer celles des mentions inutilisées.

Les Établissements TIRANTY

91 et 103, Rue Lafayette, Paris

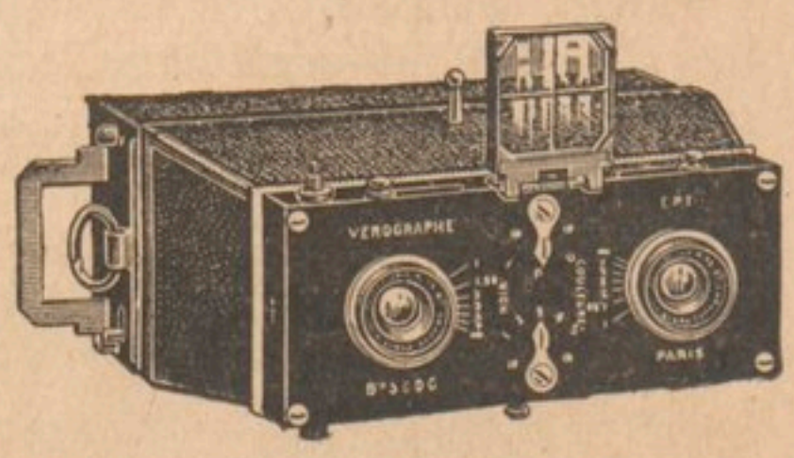
construisent

les APPAREILS les plus MODERNES

LE VÉROGRAPHE

45×107 - 6×13 - 8×16

Le plus précis des Appareils stéréoscopiques



Tous les perfectionnements modernes : Construction entièrement métallique, optique des meilleurs constructeurs (anastigmats F/4.5 - F/5.7 - F/6.3), mise au point sur toutes distances par système hélicoïdal entièrement protégé, obturateur à frein pneumatique et à rendement élevé, décentrement en hauteur, châssis-magasin JACQUET amovible, à 12 plaques se retrouvent dans *Le Vérographe ;* en outre :

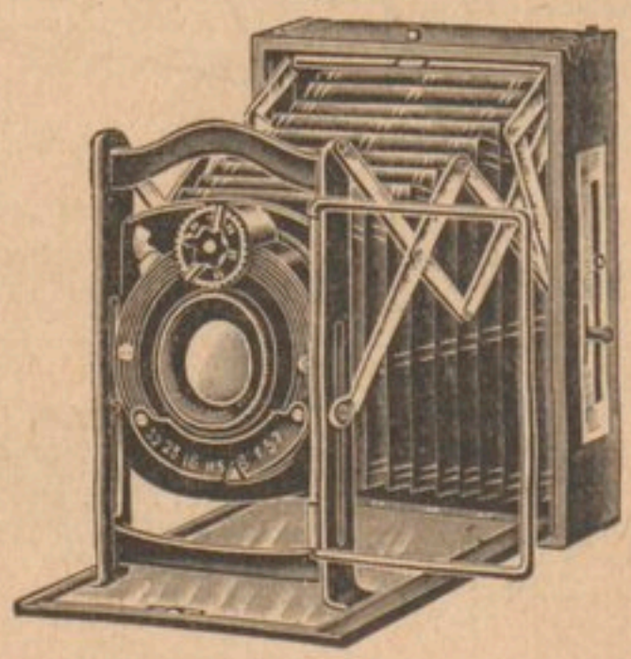
Le Vérographe est le seul Appareil *possédant la faculté d'employer indifféremment, soit un châssis-magasin, soit des châssis simples métalliques de type normal (tant pour les plaques en couleurs que pour les plaques ordinaires),* ***sans adapteur, sans différence de foyer ;*** *c'est également l'appareil à main le plus pratique pour la photographie des couleurs, car lui seul possède un dispositif mécanique pour la correction de mise au point. En outre,* ***Le Vérographe*** *est luxueusement gainé.*

Le GNOME 6 1/2×9

pour plaques et film-packs

Le plus élégant des Appareils de poche

Construit en bois de teck verni, pourvu d'un système de tendeurs articulés assurant un bon parallélisme, et une mise au point automatique, monté avec anastigmat *Olor Berthiot* F/5.7, sur obturateur à secteurs, *Le Gnôme* est, grâce à son volume réduit et à sa précision, le plus pratique et le plus moderne des appareils à main.



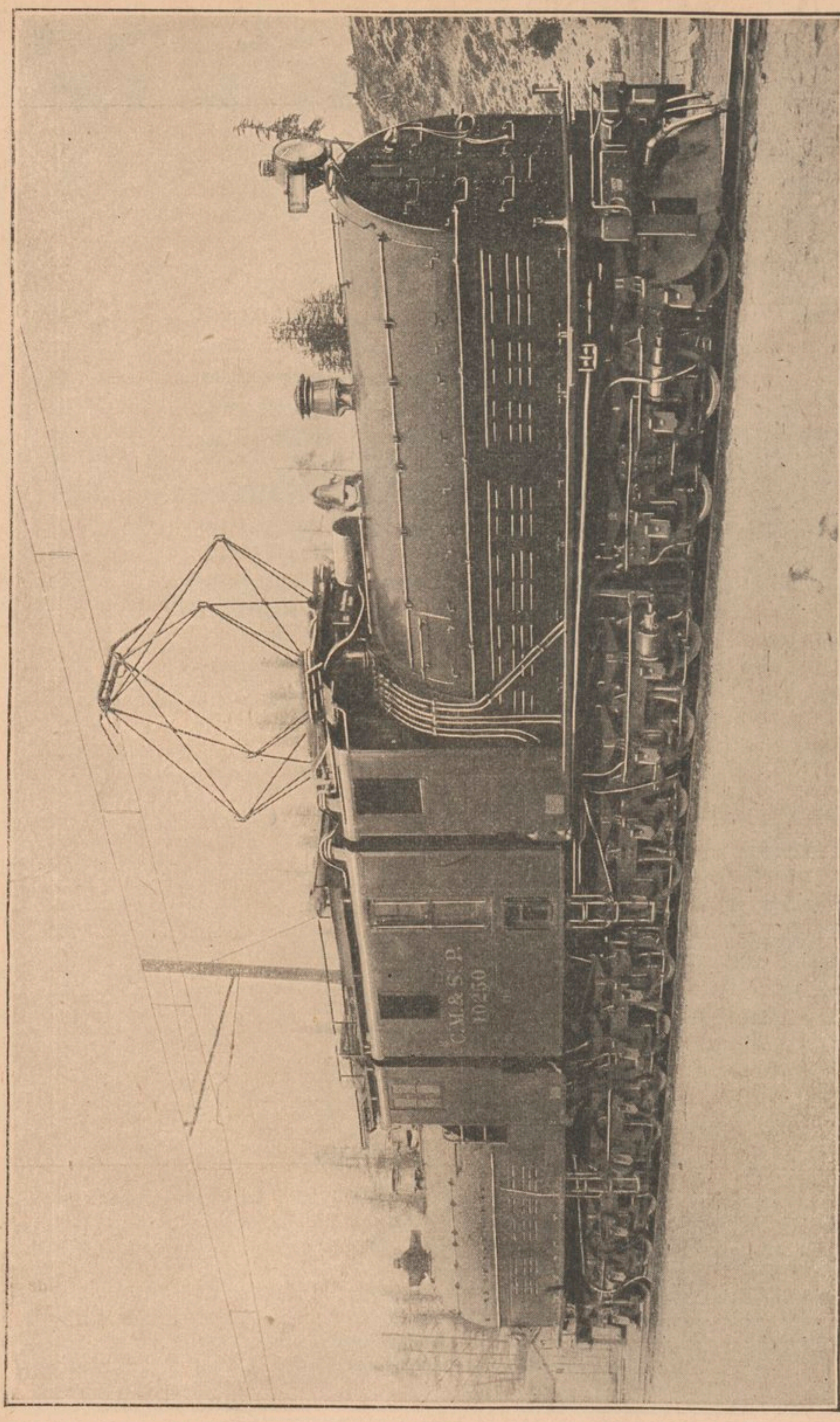
N° 51. Tome XVIII.

SOMMAIRE

(JUIN-JUILLET 1920)

L'électrification des chemins de fer français	J. Netter	19
Propulseurs mécaniques pour bateaux de rivières, de lacs et de canaux	Paul Meyan	29
Les coulisses d'un grand journal : Comme la composition, le clichage moderne est mécanique	L.-P. Clerc	39
La synthèse de l'ammoniaque perfectionnée par un Français	Marcel Farny	49
Les avions à l'abri de l'immersion	Jean Tremblay	57
De la houille on tire maintenant de l'alcool	Laurent Haudouin	63
Les étapes d'une carrosserie d'automobile	François Bouqueau	69
Une nouvelle turbine aérienne à axe vertical	Gérard Pyramont	77
La question des plantes carnivores et les « fleurs de l'air »	Dr Raphaël Dubois	81
Les derniers perfectionnements des machines à faire le vide	Charles Montgiraud	91
Récupération du charbon enlevé par les eaux		106
L'électricité à la ferme	Constant Floriot	107
Un appareil pour l'examen rapide des marchandises livrées	Claude Sironi	116
Les bestioles ailées qui se repaissent du sang de l'homme et des animaux	C. Pierre	119
La mesure des pièces mécaniques au centième de millimètre		130
Tous les liquides alcooliques doivent être analysés de près	René Brocard	131
Les encres dites sympathiques pour la correspondance secrète	Henri Godin	137
Machine à écrire de poche		142
L'industrie de l'iode de la mer	Clément Casciani	145
Les bicyclettes à l'abri du vol		152
Les ports pétroliers français	Lucien Grimal	153
La préparation industrielle des superphosphates	M. Bouleau	159
Les A-côté de la Science (Inventions, découvertes et curiosités)	V. Rubor	167
Quatre minutes pour cuire un bifteck		172
L'âge des choses pratiques (« Christian Science »).		173

A NOS LECTEURS. — *Les personnes qui ont des fonds à nous envoyer (pour abonnements, réabonnements, réassortiments de numéros, etc.) peuvent les verser au guichet d'un bureau de poste quelconque, pour être portés au crédit du compte de chèques postaux de « La Science et la Vie »* **Paris-91-07.** *Elles n'auront qu'à remplir un mandat-carte de* couleur rose *sur lequel elles pourront même tracer quelques lignes de correspondance, et, notable économie pour elles, il ne leur en coûtera que 15 centimes. — Les lecteurs qui nous adressent des demandes de renseignements sont priés de joindre à leur lettre un timbre de 25 centimes pour la réponse.*



UNE DES NOUVELLES LOCOMOTIVES ÉLECTRIQUES A VOYAGEURS DU « CHICAGO-MILWAUKEE & SAINT-PAUL R. R. » (ÉTATS-UNIS)

Cette machine, de 5.000 chevaux, alimentée par du courant continu haute tension (3.000 volts), sans engrenages, circule sur la ligne des Montagnes Rocheuses.

LA SCIENCE ET LA VIE

MAGAZINE DES SCIENCES ET DE LEURS APPLICATIONS A LA VIE MODERNE

Rédigé et illustré pour être compris de tous

Depuis la guerre, paraît tous les deux mois. — Abonnements : France, 17 francs, Etranger, 26 francs
Rédaction, Administration et Publicité : 13, rue d'Enghien, PARIS — Téléphone : Bergère 37-36

Tous droits de reproduction, de traduction et d'adaptation réservés pour tous pays.
Copyright by La Science et la Vie *Juin 1920.*

Tome XVIII — Juin-Juillet 1920 — Numéro 51

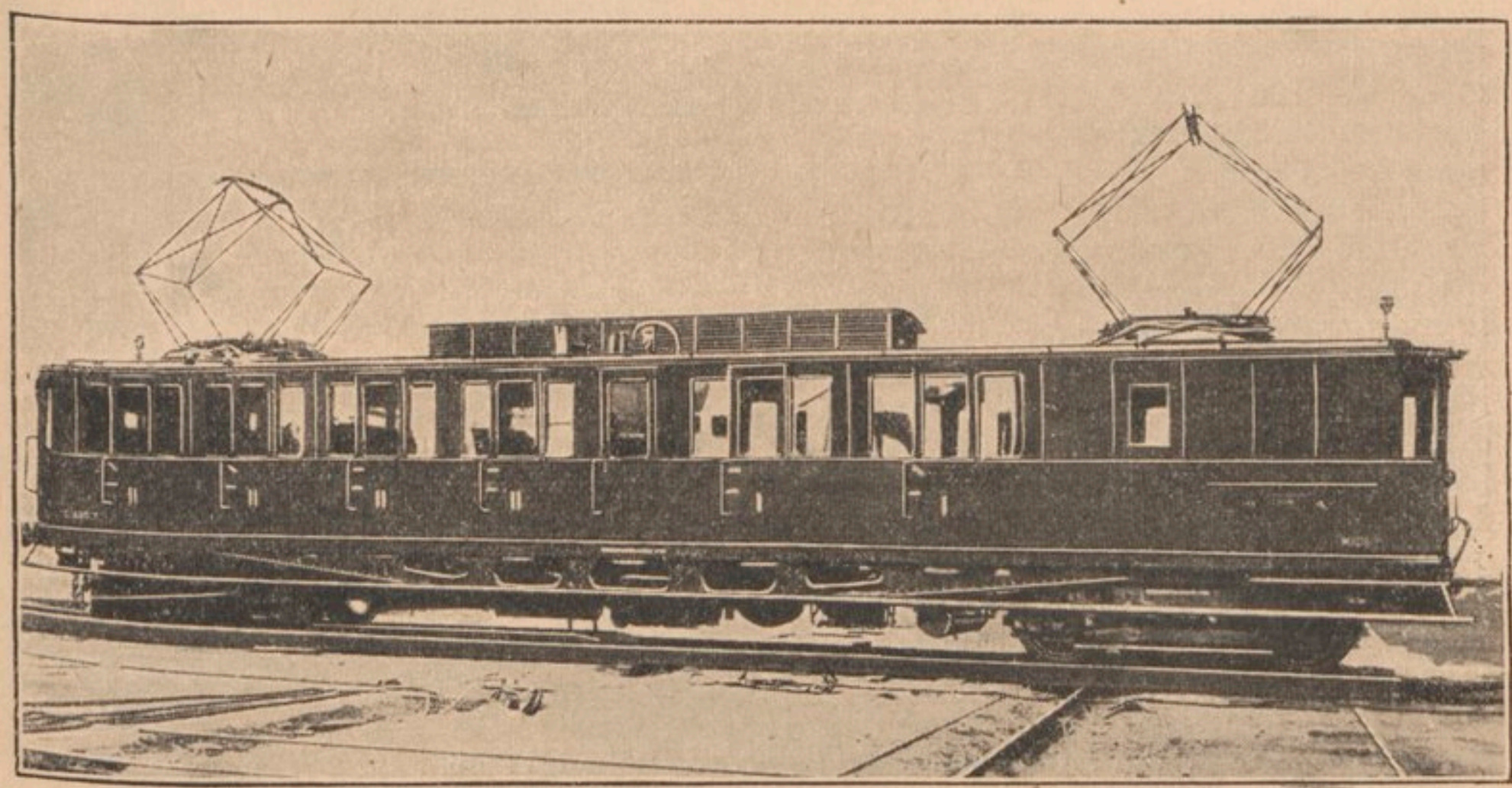
L'ÉLECTRIFICATION DES CHEMINS DE FER FRANÇAIS

Par J. NETTER

On sait que, sous l'influence de la terrible crise qui sévit actuellement sur les combustibles solides et liquides, plusieurs grands réseaux de chemins de fer français : Orléans, P.-L.-M., Midi, ont envisagé l'électrification d'une partie importante de leurs lignes comportant environ 9.100 kilomètres de voies.

Comme on l'a déjà exposé dans *La Science et la Vie* (n° 29, page 425), le remplacement des locomotives à vapeur par des locomoteurs électriques soulève un certain nombre de questions techniques dont la solution est restée jusqu'ici indécise bien que des applications importantes de la traction électrique aient été réalisées dans divers pays, notamment en France, en Italie, en Suisse, en Norvège et particulièrement aux États-Unis.

C'est pourquoi, avant d'accorder aux compagnies françaises énumérées ci-dessus les autorisations qu'elles deman-

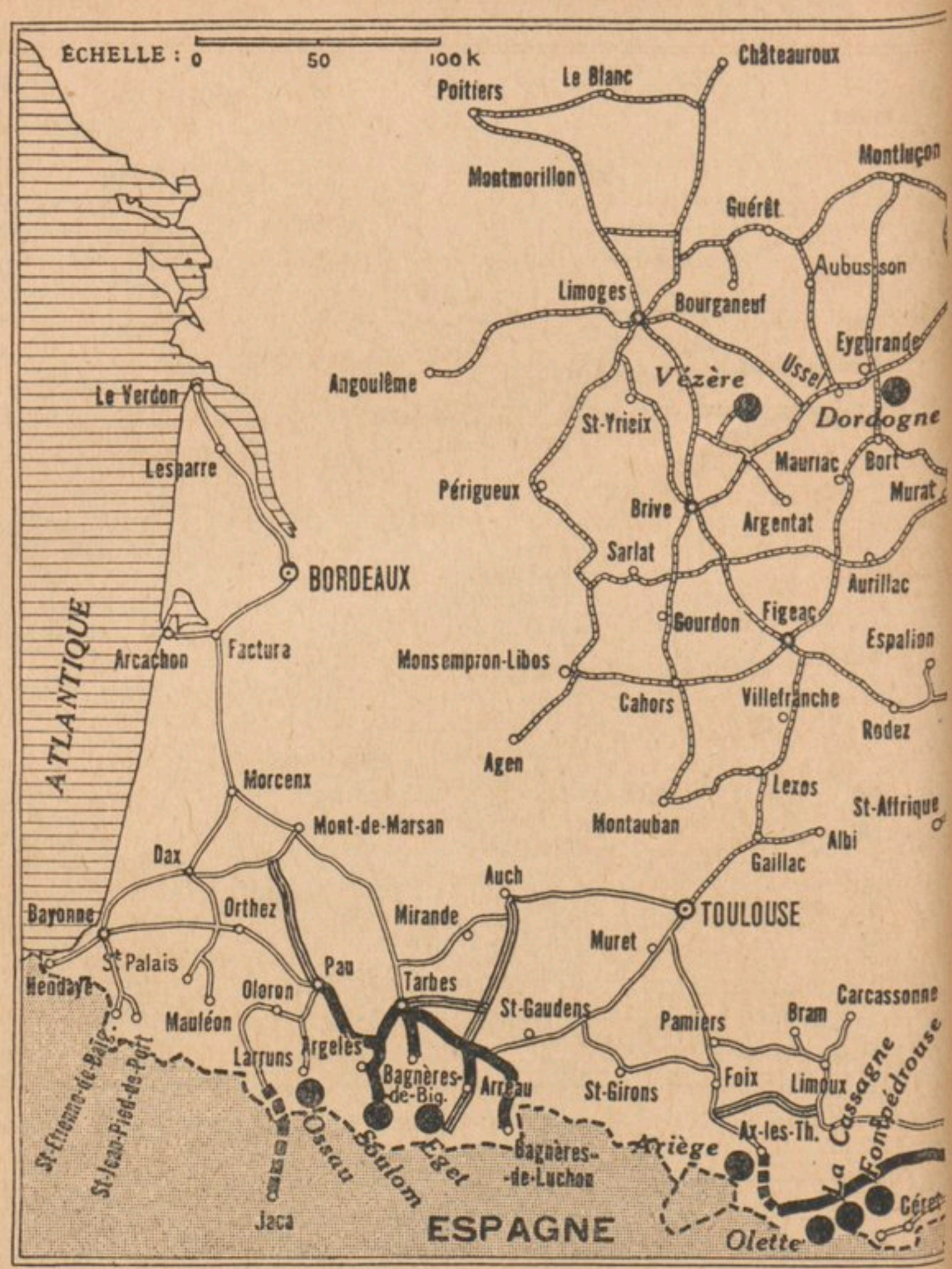


TYPE DE VOITURE AUTOMOTRICE POUR CHEMIN DE FER ÉLECTRIQUE

Ce véhicule à deux bogies moteurs est alimenté de courant au moyen de dispositifs spéciaux de prise de courant dits pantographes, frottant sur une ligne de distribution par fil aérien.

daient en vue de l'électrification d'une fraction si considérable de leurs réseaux, le ministère des Travaux publics a tenu à s'éclairer d'une manière aussi parfaite que possible sur la solution qui s'imposait d'après les meilleurs résultats obtenus à l'étranger.

Une commission, composée d'ingénieurs de tous nos grands réseaux, sous la présidence de M. Mauduit, professeur à l'Institut électro-technique de la Faculté des Sciences de Nancy, a donc été chargée, en 1919, de parcourir la Suisse, l'Italie et les Etats-Unis afin d'y visiter les principales lignes électrifiées jusqu'à ce jour. Elle s'est prononcée à l'unanimité en faveur de l'adoption en France de la traction par courant continu, de préférence aux systèmes qui emploient les courants alternatifs. Il n'y a plus, actuellement, d'hésitation que sur le voltage à adopter définitivement. Sera-ce, comme en Amérique, 2.400 ou 3.000 volts, ou descendra-t-on jusqu'à 1.500 ou même 1.200 volts ? Personne ne saurait le dire avec certitude, pour le moment du moins.



CARTE DONNANT LES LIGNES COMPRISES DANS LE PROJET D'ÉLEC-

L'ensemble des lignes à électrifier représente environ 9.100 kilomètres, En régime normal, ces lignes consommeront l'énergie correspondant à seront à cet effet des centrales hydro-électriques dans les Pyrénées et en à bon compte, du courant aux nombreuses

Les partisans de la haute tension font valoir l'économie qu'elle permet de réaliser sur le fil de transport, tandis que leurs adversaires invoquent la facilité plus grande de construction des locomotives électriques fonctionnant sous de faibles voltages. Si l'électrification doit s'appliquer surtout aux lignes de montagne, ou voisines de la montagne, qui n'ont pas à desservir un très fort trafic et sur lesquelles, par suite, ne circulent pas un très grand nombre de locomotives, il semblerait qu'il faille donner la préférence à la plus haute tension. Si l'on devait, au contraire, électrifier surtout des lignes de plaine à trafic très important, l'avantage serait aux tensions moyennes.

Dans l'état actuel de la question, on peut résumer comme suit les avantages généraux de la traction électrique :

L'un de ceux qui intéressent le plus le public est l'absence de fumée, qualité précieuse à la traversée des villes, et aussi sous les longs tunnels qu'il est nécessaire d'aérer à grands frais lorsqu'il y passe des locomotives à vapeur.

A cet avantage immédiat s'en ajoutent un certain nombre d'autres non moins

TRIFICATION DES COMPAGNIES FRANÇAISES (MIDI, P.-L.-M., P.-O.)

dont 3.200 pour le Midi, 2.800 pour le P.-L.-M., 3.100 pour le P.-O. 1.100.000 chevaux hydrauliques. Le Midi et le Paris-Orléans organi- Auvergne. Le Paris-Lyon-Méditerranée se procurera très facilement, et centrales installées dans les Alpes françaises.

importants. Rappelons, par exemple, qu'à l'inverse des locomotives à vapeur qui comportent, outre l'appareil moteur (pistons, tiroirs, bielles, etc.), un appareil générateur d'énergie (chaudière, combustible et foyer), la locomotive électrique ne possède qu'un appareil moteur proprement dit, puisque c'est une usine hydro-électrique très éloignée qui engendre l'énergie nécessaire à la traction. Il s'ensuit naturellement que la puissance de la locomotive à vapeur est limitée par celle de sa chaudière, tandis que la puissance de la locomotive électrique dépend uniquement de celle de ses moteurs.

C'est ainsi que l'on est arrivé à construire des automotrices d'une force de plusieurs centaines de chevaux dont les moteurs sont logés sous la voiture, qui est aménagée elle-même pour le transport des voyageurs, sauf la cabine spéciale réservée au wattman.

En insérant entre deux de ces automotrices un certain nombre de voitures ordinaires, on constitue des trains analogues à ceux du Métropolitain et particulièrement appropriés à un service de navette comme celui qu'exigent les services de banlieue des grandes villes. Lorsqu'il arrive à destination, un convoi ainsi formé peut être renvoyé à son point de départ sans autre sujétion que le changement de poste du wattman, qui passe de l'automotrice de tête à celle de queue ; avec la locomotive à vapeur, il faut, au contraire, dételer la machine, lui faire subir deux aiguillages pour l'amener à l'autre bout du train où on devra la réatteler, le tout au prix d'une perte de temps considérable.

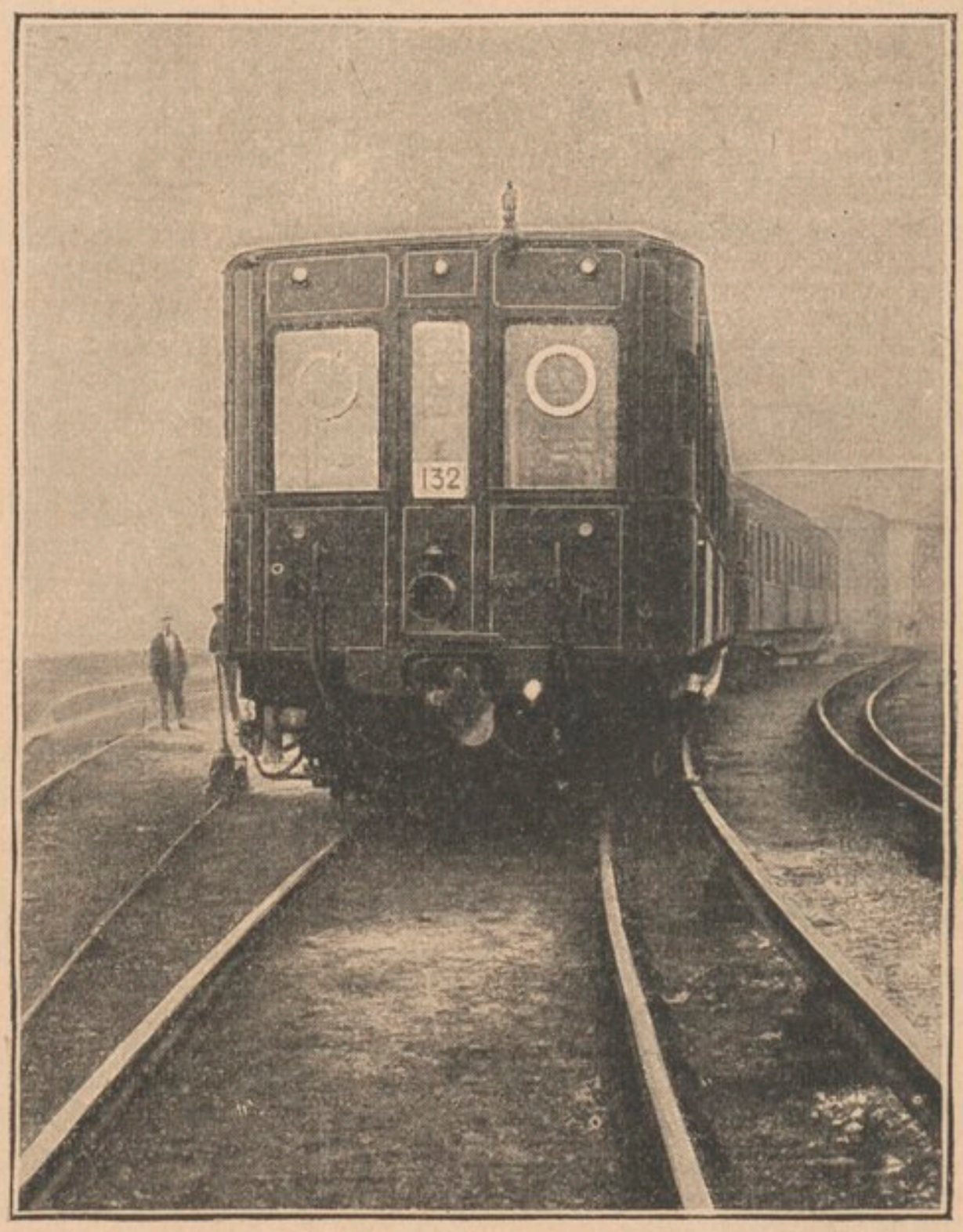
La traction par automotrices électriques permet donc d'assurer, avec un même matériel, le service d'un plus grand nombre de trains et — point plus important — d'économiser, dans les grandes gares en cul-de-sac, les nombreuses voies qui ne servent qu'à la circulation des machines. Dans les autres gares terminus, on évite ainsi d'encombrer les voies principales par des mouvements de machines préjudiciables à la sécurité de l'exploitation.

L'exiguïté des emplacements disponibles dans les grandes villes et, notamment, à Paris pour l'agrandissement des gares dont le trafic va sans cesse en

croissant, suffit souvent à elle seule pour imposer l'électrification de certaines voies ferrées. Nous en avons comme meilleur exemple les lignes de banlieue qui aboutissent à la gare Saint-Lazare, à Paris.

On sait que toutes ces lignes, sans exception, y compris la ligne d'Auteuil, doivent être électrifiées dès que les circonstances le permettront et qu'il en sera de même pour celles qui aboutissent à la gare Montparnasse.

La locomotive électrique exige un entretien beaucoup moins fréquent et moins complet que la locomotive à vapeur. Cette dernière réclame de la part du mécanicien et du chauffeur une attention de tous les instants, faute de quoi la moindre fuite à laquelle il ne serait pas immédiatement remédié pourrait occasionner des incidents assez sérieux pour entraîner l'immobilisation de la machine. La locomotive électrique ne connaît pas et ne saurait connaître de semblables défaillances; certes, elle demande à être soigneusement entretenue, mais c'est affaire aux ateliers et non à l'équipe de conduite.



TRAIN ÉLECTRIQUE DES CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT

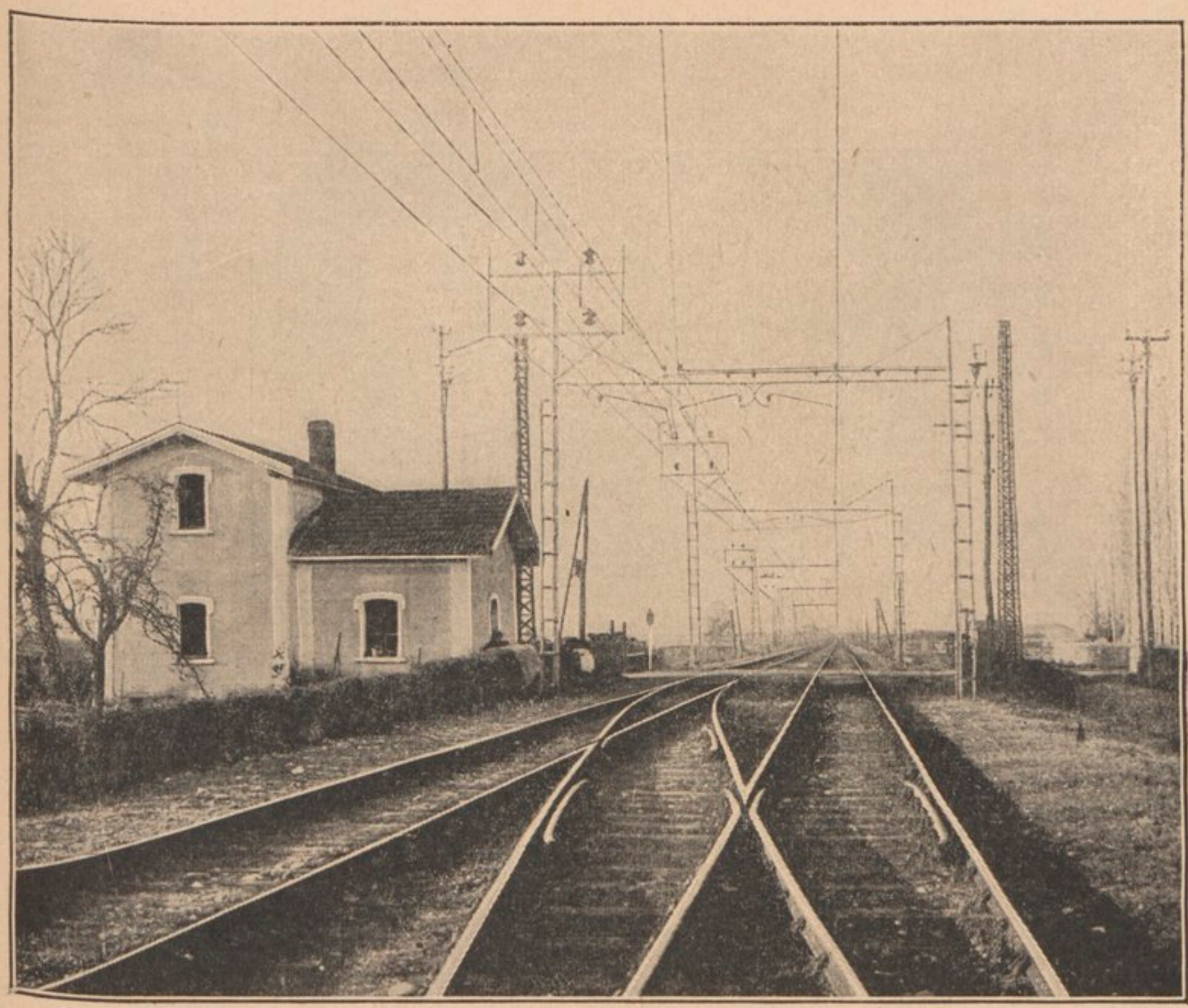
Ce convoi est constitué par des voitures à bogie ordinaires comprises entre deux automotrices dont les moteurs sont reliés les uns aux autres suivant le système dit « à unités multiples ». Ce train marche à volonté en avant ou en arrière sans aucune manœuvre spéciale effectuée sur la voie.

Une autre propriété importante de la traction électrique, c'est de se prêter à la *récupération* de l'énergie à la descente des longues et fortes pentes. Les trains remorqués par des engins à vapeur ne peuvent descendre ces déclivités que moyennant un freinage très énergique, freinage qui entraîne un échauffement considérable et une usure très sensible du métal des bandages de roues et des sabots de frein. Au contraire, un train remorqué par un locomoteur électrique peut descendre ces pentes en toute sécurité sans le moindre freinage mécanique.

On sait que pour transporter économiquement l'énergie à grande distance à partir des points où on la produit, il est indispensable d'élever cette énergie à un haut potentiel. De l'énergie à haut potentiel c'est, par exemple, celle qui existe en puissance dans un kilogramme de poudre à canon comparée à celle que renferme en puissance un kilogramme de charbon. S'il était possible de construire un moteur aussi perfectionné que le moteur à vapeur et utilisant à la place de celle-ci les gaz produits par l'explosion de la poudre, il est clair que *le prix du transport* de l'énergie serait infiniment moindre dans le premier cas que dans le second. Or, il se trouve que l'énergie électrique a la propriété remarquable d'être *protéiforme*, la même quantité d'énergie pouvant se présenter à haut potentiel et faible intensité ou à bas potentiel et grande intensité, comme il en est de l'énergie hydraulique qui, à quantité égale, peut se présenter sous forme de haute chute à très faible débit ou de basse chute à débit considérable.

La hauteur de la chute d'eau c'est le potentiel de l'énergie hydraulique, comme le voltage ou la tension du courant électrique est son potentiel ; le débit de la chute d'eau, c'est le poids d'eau qui tombe par seconde, c'est-à-dire une *force* qui se mesure par son *intensité*, comme le débit du courant électrique est ce que l'on appelle l'intensité du courant.

(ou potentiel) et d'intensité déterminés, rien n'est plus facile que de le transformer en courant de plus haut potentiel et de plus faible intensité. Tout le monde connaît la bobine de Ruhmkorff qui réalise très aisément cette transformation lorsqu'il s'agit de courants alternatifs. Avec le courant continu, on emploie des convertisseurs rotatifs dans



ÉQUIPEMENT DES PORTIONS ÉLECTRIFIÉES DE LA LIGNE TOULOUSE-BAYONNE (MIDI)

Cette photographie, prise à la gare de Coarraze-Nay, montre, à gauche, la ligne de transport du courant électrique et, au centre, les deux fils de distribution sur lesquels viennent frotter les pantographes alimentant les locomotives électriques ou les voitures automotrices.

Pour capter des courants très intenses, il faut des fils très gros, comme pour capter des sources à grand débit, il est nécessaire d'utiliser de gros tuyaux.

Eu égard au poids et au prix du cuivre, il est donc indispensable, lorsque l'on transporte à grande distance l'énergie électrique, d'une provenance quelconque, d'employer de très hautes tensions (100.000 à 150.000 volts) et de faibles intensités.

Or, étant donné un courant de tension

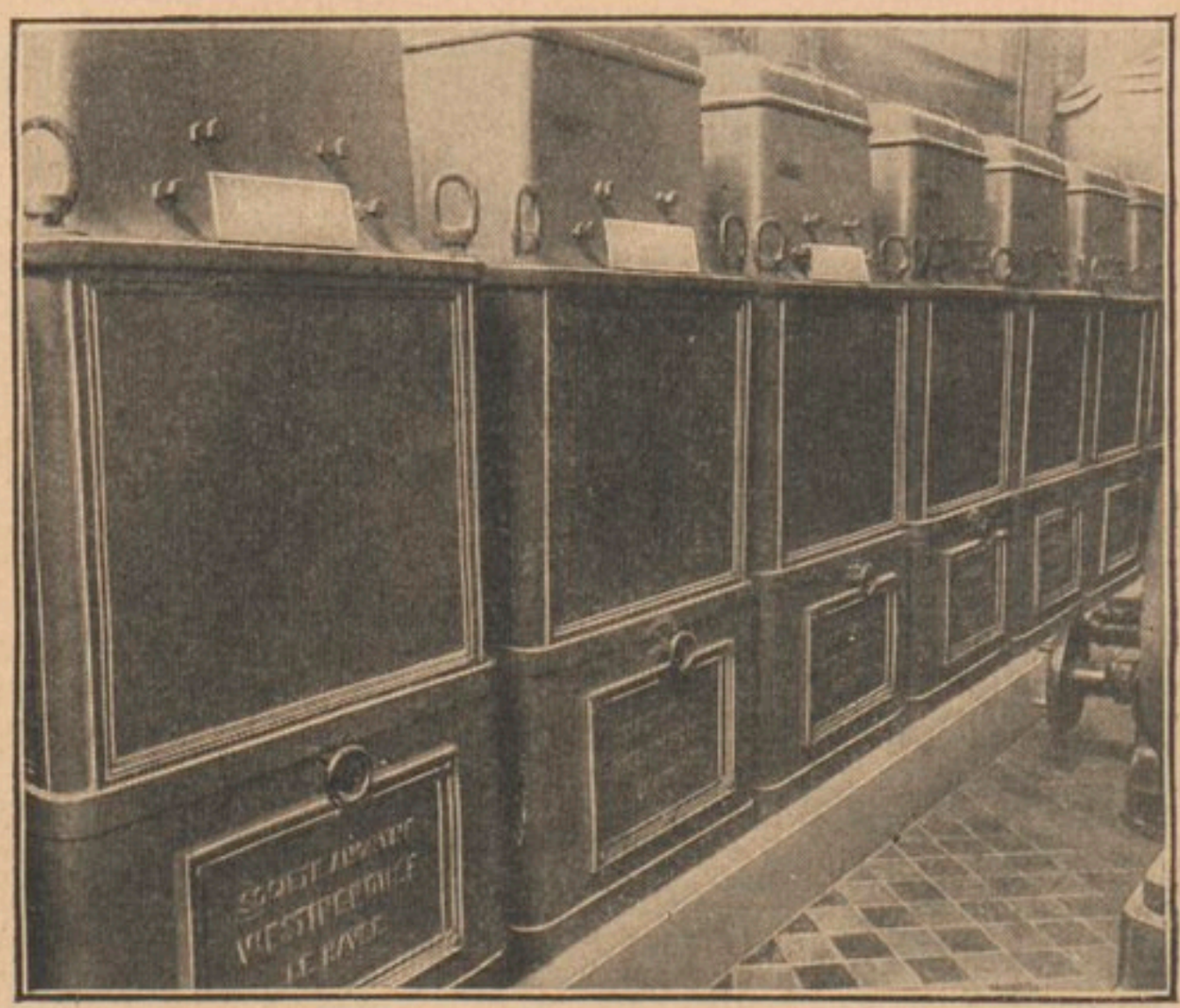
lesquels le courant à haut potentiel actionne une dynamo réceptrice calée sur un arbre qu'elle entraîne à grande vitesse. Au moyen, par exemple, de trains d'engrenages, on réduit cette vitesse avant de la communiquer à un autre arbre sur lequel est calée une deuxième dynamo. Cette dernière, tournant beaucoup moins vite, produit du courant à beaucoup plus faible tension que la première, mais on conçoit très aisément que, puisque

toute l'énergie du premier arbre est transmise (au rendement des engrenages près) au second, la deuxième dynamo fournira un courant d'autant plus *intense* que sa tension sera moins élevée.

Pour la distribution deux systèmes sont en présence : le troisième rail sur lequel un frotteur fixé à la locomotive recueille le courant et le fil aérien sur lequel roule un trolley fixé au bout d'un archet ou mieux, un rouleau formant la partie supérieure d'un pantographe.

Le troisième rail, très robuste, a l'inconvénient, en hiver, de se couvrir de neige et surtout de verglas ; en tout temps, il offre du danger pour le personnel appelé à circuler sur les voies.

On est conduit, dès lors, à réaliser le contact du frotteur, non plus sur la partie supérieure du rail, mais sur sa partie latérale. Le dessus du rail peut alors être recouvert d'une planche protectrice.



INTÉRIEUR D'UN POSTE DE TRANSFORMATION DE COURANT

Ce poste fait partie des nouvelles installations de l'Etat, sur la ligne Paris-Invalides à Versailles-R.-G.

Le fil aérien est supporté par une suspension dite caténaire. Entre des points fixes, éloignés d'une centaine de mètres l'un de l'autre, on tend un fil qui prend la forme d'une chaînette, et, au moyen de pendules verticaux de longueur convenable, on y attache, de place en place, le fil de travail. Celui-ci peut ainsi être maintenu rigoureusement parallèle au sol.

Il demeure entendu que le fil de travail doit être soigneusement isolé.

Le courant continu, déjà universellement employé sur les tramways, les métropolitains et les lignes de banlieue, sous une tension de 600 à 1.200 volts, a reçu dans ces dernières années une application particulièrement étendue aux Etats-Unis, sur des lignes de chemins de fer à grand trafic, sous les tensions de 2.400 à 3.000 volts. Sans exagérer les dimensions du fil de travail, on peut ainsi transporter une quantité d'énergie beaucoup plus grande.

Tandis que la locomotive à vapeur est une véritable usine dont le foyer et la chaudière forment une génératrice d'énergie, le reste de la machine constituant une réceptrice servant à transformer cette énergie, la locomotive électrique ne joue que le rôle de la *réceptrice* puisque l'usine hydro-électrique sert de génératrice. Or la puissance de la chaudière est essentiellement limitée par ses dimensions et il en est forcément de même de la puissance de la machine à vapeur proprement dite. L'usine hydro-électrique, au contraire, a une capacité considérable et peut alimenter à tout moment, quelles que soient la charge du train et la raideur des rampes, les moteurs de la locomotive électrique.

C'est ainsi que l'on a pu construire aux Etats-Unis des locomotives électriques développant une puissance *continue* supérieure à 5.000 chevaux, tandis que les plus fortes locomotives à vapeur ne peuvent disposer de semblables puissances que pendant un temps très limité, car la chaudière serait incapable de leur fournir pendant longtemps la quantité de vapeur nécessaire.

Les principales locomotives électriques actuellement en service en France sont du type à courant continu. Elles circulent sur les lignes de l'Orléans (Paris-Quai d'Orsay, Paris-Austerlitz à Juvisy), sur les chemins de fer de l'Etat (Paris-Invalides à Versailles-Rive-Gauche). La compagnie du Midi possède quelques locomotives à courant monophasé.

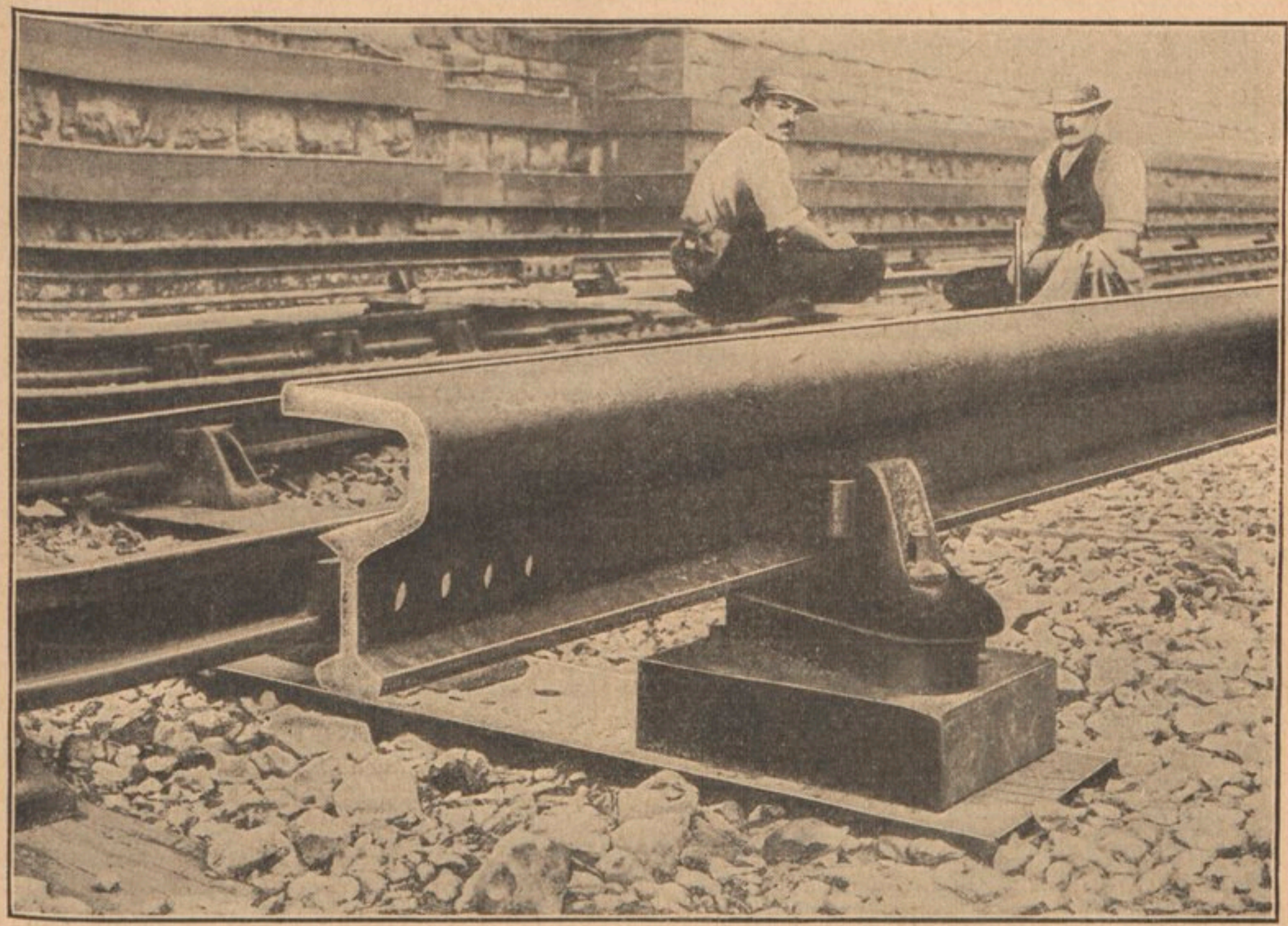
On emploie exclusivement des auto-

motrices sur toutes les autres lignes françaises actuellement électrifiées : Le Fayet-Saint-Gervais à Chamonix (P.-L.-M.), Perpignan à Villefranche, Villefranche à Bourg-Madame, Lannemezan à Arreau, Tarbes à Bagnères-de-Bigorre, Lourdes à Pierrefitte, soit en tout 205 kilomètres électrifiés sur le réseau du Midi. La section de 112 kilomètres de Montréjeau à Pau sur la grande ligne de Toulouse à Bayonne (Midi) n'est pas encore ouverte à l'exploitation bien que les installations de la traction électrique y soient complètement terminées.

Les caractéristiques principales des locomotives et des automotrices électriques actuellement en service sur les réseaux français sont les suivantes :

Sur le *réseau d'Orléans*, on emploie des *locomotives* et des locomoteurs déjà anciens, d'une puissance de 500 à 750 chevaux, fournie par quatre moteurs électriques de 125 chevaux, alimentés par du courant continu à 500 volts provenant de sous-stations où le courant triphasé à 13.000 volts produit dans des usines est transformé, par des groupes convertisseurs, en courant continu à 500 volts.

Le *réseau P.-L.-M.* emploie des *automotrices* d'une puissance de 130 chevaux, fournie par deux moteurs de 65 chevaux, alimentés par du courant continu à 500 volts provenant de sous-stations où le courant triphasé à 12.000 volts produit dans des usines hydro-électriques est transformé par des convertisseurs rotatifs.



MODE DE POSE D'UN TROISIÈME RAIL CONDUCTEUR SUR LE RÉSEAU DE L'ÉTAT

Le profil spécial de ce rail de distribution du courant permet d'assurer une fixation satisfaisante dans les coussinets d'isolation tout en donnant le maximum de rendement et de sécurité possible en ce qui concerne l'alimentation des locomoteurs et la protection du personnel d'exploitation.

Les *locomotives* de 500-750 chevaux du *réseau de l'Etat* (ligne de Paris-Invalides à Versailles) ont les mêmes caractéristiques que celles du P.-O.

Sur les lignes de la petite banlieue, on emploiera des *automotrices* de 360 chevaux, munies de deux moteurs de 180 chevaux.

Le *réseau du Midi* a expérimenté des *locomotives à courant monophasé*, d'une puissance de 1.200 à 1.500 chevaux, dont les trois moteurs de 400 à 500 chevaux sont alimentés par des sous-stations où le

courant triphasé à 60.000 volts provenant d'usines hydro-électriques est transformé en monophasé à 12.000 volts.

Les *automotrices* à courant monophasé de la même compagnie sont munies de quatre moteurs de 125 chevaux.

La locomotive américaine à courant continu du Chicago Milwaukee & Saint-Paul Railroad, dont le type standard français ne sera qu'une réduction, a les caractéristiques suivantes : la puissance, de 5.000 chevaux, est fournie par quatre moteurs de 750-1.250 chevaux, alimentés par du courant continu à 3.000 volts provenant de sous-stations de transformation recevant du courant triphasé à 100.000 volts.

Les locomotives françaises devront développer une puissance de 1.200-2.000 chevaux, fournie par quatre ou six moteurs développant chacun de 300 à 500 chevaux suivant les types adoptés.

La construction de semblables moteurs ne présente aucune difficulté spéciale lorsque la tension adoptée reste inférieure à 1.500 volts. Pour les tensions supérieures, il faut toujours accoupler les moteurs de manière que la tension par moteur ne dépasse jamais 1.500 volts.

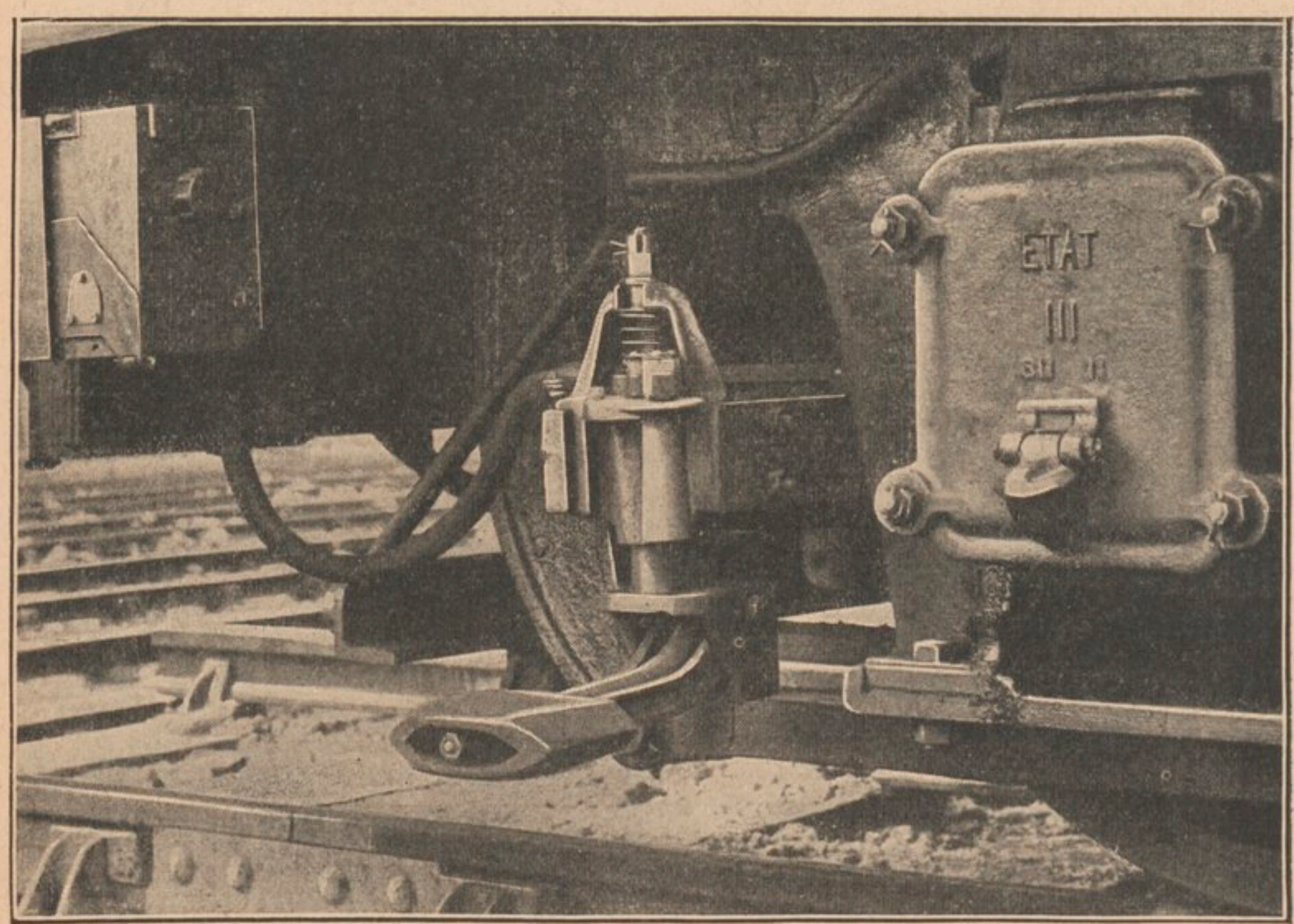
Comme on le verra plus loin, il est facile, en électrifiant seulement la partie de nos réseaux qui se trouve à bonne portée des sources d'énergie hydraulique, de réaliser une économie de charbon de près de 3.000.000 de tonnes, soit — au taux de 200 francs la tonne, bien modeste aujourd'hui, eu égard aux frets et aux changes — une économie annuelle de *600 millions de francs*, somme qui représente l'intérêt à 6 % de 10 milliards !

L'électrification de ce réseau, dans les conditions les moins favorables ne reviendrait pas à plus de 3 milliards ½.

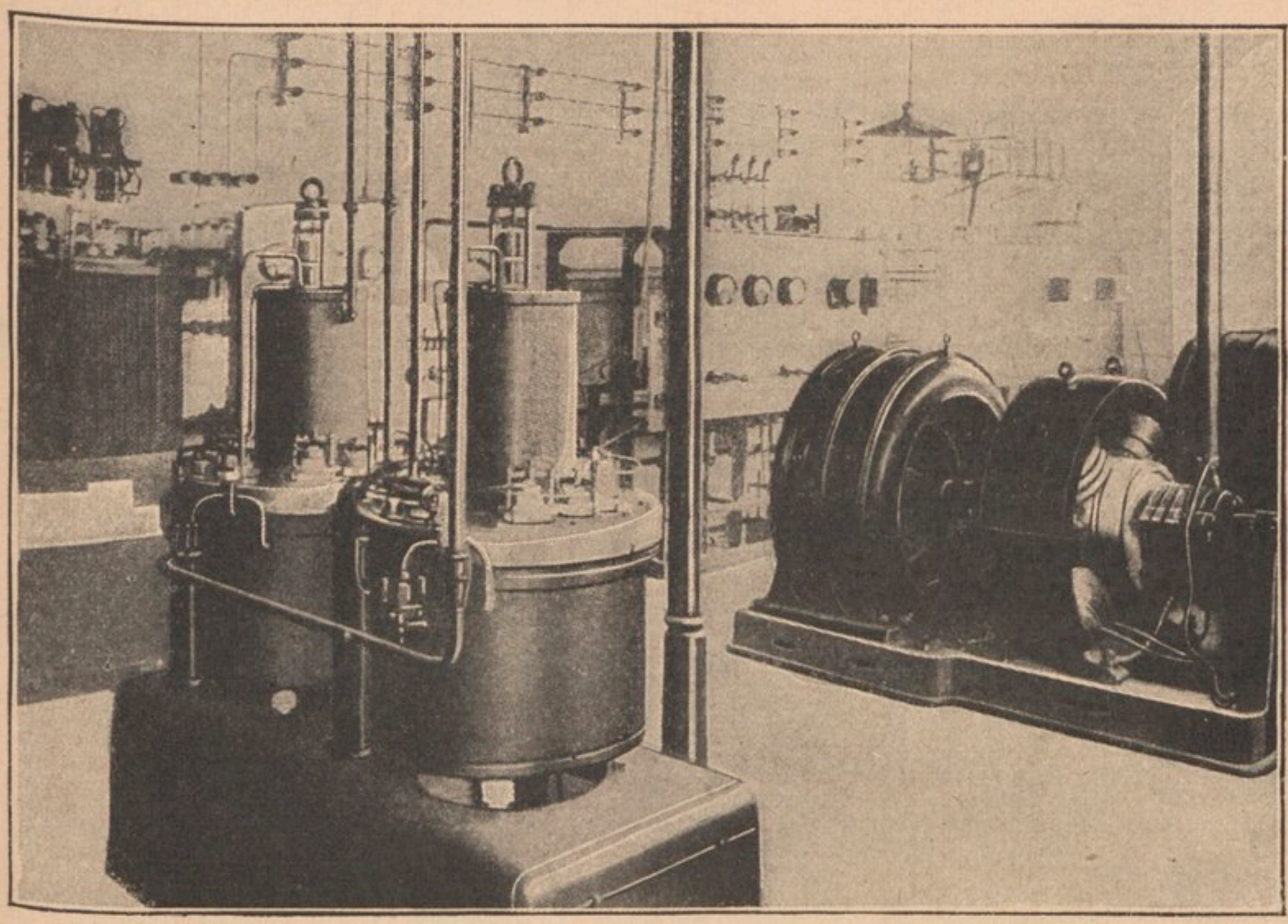
Comme nous l'avons dit plus haut, les réseaux du Midi, du P.-L.-M. et de l'Orléans ont soumis aux pouvoirs publics des projets d'électrification partielle de leurs réseaux portant au total sur 9.100 kilomètres, à savoir : 3.100 kilomètres sur le P.-O., 3.200 kilomètres sur le Midi et 2.800 kilomètres sur le P.-L.-M.

Il suffit de jeter un coup d'œil sur les cartes pages 20 et 21 pour se rendre compte de la position relative des lignes dont l'électrification est projetée et des usines hydrauliques qui sont ou qui seront aménagées afin de leur fournir l'énergie électrique qu'elles réclameront.

1 kilowatt hydraulique valant 1,36 che-



FROTTEUR DE PRISE DE COURANT D'UNE LOCOMOTIVE ÉLECTRIQUE DU TYPE ÉTAT



INSTALLATION D'UN REDRESSEUR DE COURANT A VAPEUR DE MERCURE

Ces appareils, peu encombrants, sont appelés à recevoir de fréquentes applications. Ils remplacent les transformateurs ordinaires statiques ou rotatifs et permettent d'obtenir, en partant d'un courant primaire triphasé, un courant continu d'un voltage beaucoup plus faible.

val-vapeur, la puissance annuelle à aménager sera de $1,36 \times 4 = 5,44$ milliards de chevaux-heure et, si l'on suppose que le débit moyen des chutes d'eau peut se maintenir pendant 5.000 des 8.760 heures que compte une année, la puissance moyenne des chutes devra être de : $\frac{5,440,000.000}{5.000} = 1.088.000$ chevaux soit, en nombre rond : 1.100.000 chevaux.

C'est à peu près le dixième de la puissance totale des chutes d'eau de la France.

Si l'on examine maintenant comment cette puissance doit être répartie entre les trois réseaux intéressés, on trouve que l'Orléans absorbera 320.000 chevaux, le P.-L.-M., 280.000 ; le Midi, 460.000 ; soit un total de 1 million 60.000 chevaux.

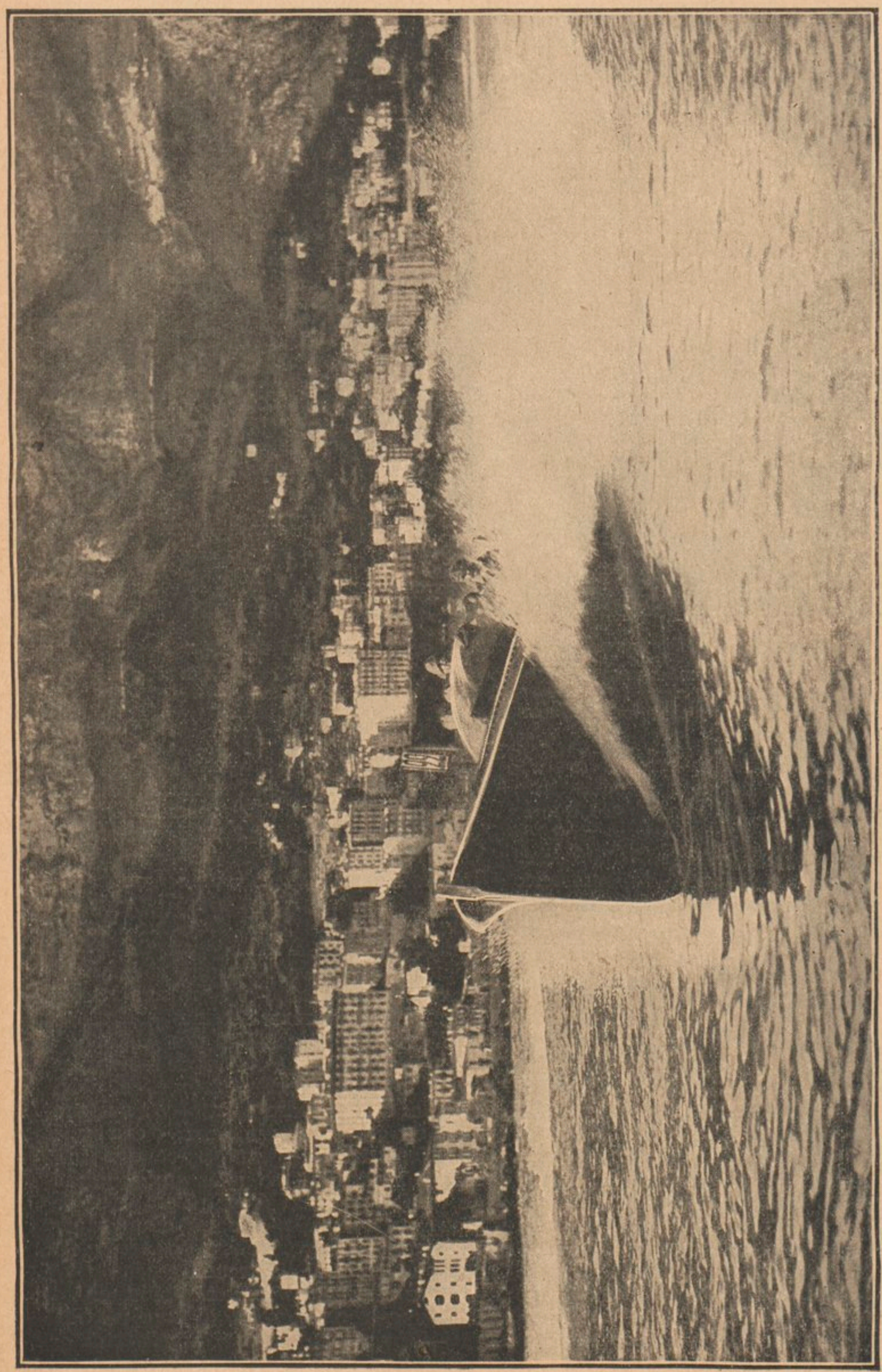
Les ressources en énergie hydraulique de la haute Dordogne fourniront au réseau d'Orléans le courant dont il a besoin.

Les chutes d'eau des Pyrénées satisferont très largement aux besoins de la compagnie du Midi, qui a déjà aménagé les usines de Soulom et d'Eget, et qui en projette une série d'autres dans les vallées de la Têt et d'Ossau. Enfin, une usine établie sur la haute Dourbie, à Aumessas, alimentera très largement la partie du réseau située dans les Cévennes.

Le réseau P.-L.-M., en dehors des forces hydrauliques dont il étudie l'aménagement sur le haut Tarn pour l'électrification immédiate de la section à fortes rampes d'Alais à Langogne (ligne de Nîmes à Clermont-Ferrand), se propose d'acheter le courant qui lui sera nécessaire aux nombreuses usines existantes ou à créer dans la région des Alpes.

En terminant, il convient de remarquer que si le chemin de fer est un client idéal pour les usines hydro-électriques, puisque c'est un gros consommateur, c'est aussi un client très exigeant parce que son service ne saurait se plier aux caprices du débit des cours d'eau. C'est pour ce motif qu'il sera nécessaire d'aménager en montagne de véritables lacs artificiels où l'on aura soin de recueillir l'eau pendant les périodes de crue et qui formeront d'immenses réservoirs où l'on puisera en saison sèche.

J. NETTER.



UN CANOT DE COURSE DE GRANDE SÉRIE DISPUTANT UNE DES IMPORTANTES ÉPREUVES DU MEETING ANNUEL DE MONACO

LES PROPULSEURS MÉCANIQUES POUR BATEAUX DE RIVIÈRES, DE LACS ET DE CANAUX

Par Paul MEYAN

L'INDUSTRIE du propulseur mécanique pour bateaux de rivières, de canaux et de lacs est encore, en France, à l'état embryonnaire, alors qu'à l'étranger : Pays-Bas, Scandinavie, Amérique, elle a pris un développement considérable ; aussi, pour le moteur marin, sommes-nous tributaires des systèmes réalisés dans d'autres pays, Diesel, semi-Diesel, moteur à boule chaude, Bolinder, Wolverine, Avance, Dan, etc...

Pour les navires de commerce et les bateaux de grande pêche, qui demandent des moteurs d'un poids élevé et de puissances variées, de 30 à 200 chevaux et au delà, on peut, jusqu'à un certain point, admettre que la construction de ces moteurs soit une opération hasardeuse que ne saurait même rassurer les différentes primes d'Etat. Barrée par les bas prix de la concurrence étrangère fortement outillée, l'industrie française n'arriverait qu'à grand'peine à s'imposer dans ce domaine. Mais il n'en serait pas de même pour la pêche côtière, pour les embarcations de service et pour la navigation sur canaux. Ici, on peut escompter le travail en série. De 15 à 30 chevaux, la concurrence du semi-Diesel ou du type Bolinder reste possible, mais il y a néanmoins une clientèle certaine et que l'on doit pouvoir satisfaire, à la condition, toutefois, de ne pas se livrer à des adaptations de moteurs d'automobiles qui ne sauraient suffire au lourd et constant travail du pêcheur. Dans ces puissances et pour ce genre de service, on peut prévoir la construction en séries de moteurs de 20-24 et 15-18 chevaux. Dans les puissances inférieures, 10, 8 et 6 chevaux, la demande devient immédiatement beaucoup plus considérable

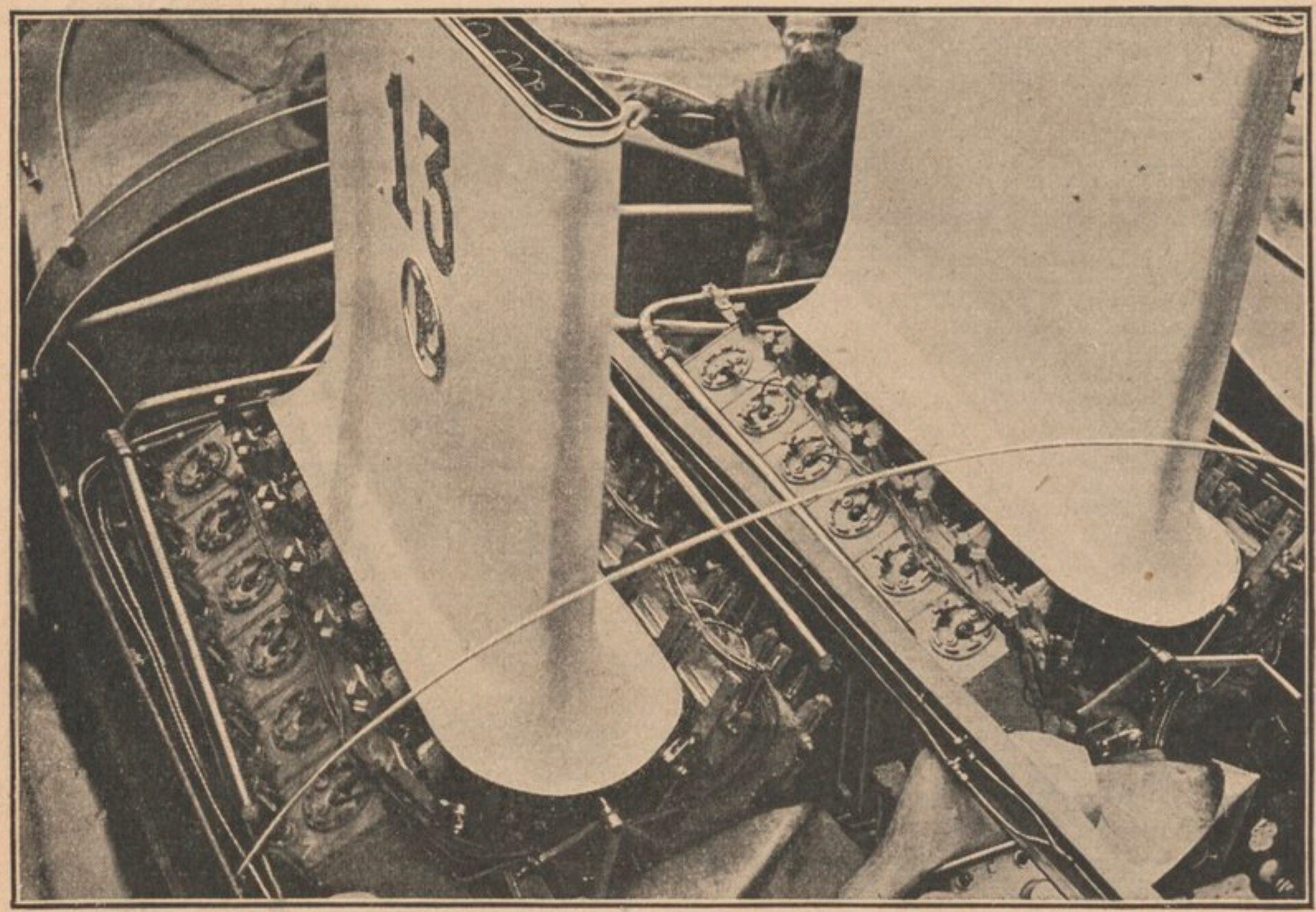
PENDANT LA GUERRE, LA MARINE BRITANNIQUE A UTILISÉ AVEC SUCCÈS, DANS CERTAINES RÉGIONS INONDÉES, LES HYDROGLISSEURS DE LAMBERT

Comme on le voit, la propulsion s'effectuait à l'aide d'une hélice aérienne disposée à l'arrière.

et semblerait devoir justifier la création d'importants ateliers de construction. Une statistique établie il y a quelque dix ans par la Marine, donnait des chiffres intéressants; elle faisait connaître qu'il y avait, à ce moment, 8.000 bateaux susceptibles de recevoir un moteur, dont 6.000 au moins comportant un moteur de 8 chevaux environ. Il y avait donc là matière à une production importante ; mais on ne s'en est guère soucié, et c'est à peine si deux ou trois constructeurs, fort peu encouragés, d'ailleurs, ont établi des modèles spéciaux, comme nous le verrons plus loin. On aurait pu croire que, pendant la guerre, les besoins de la défense nationale, pour le service des rivières et des canaux, feraient travailler ces chantiers ; il n'en a rien été. On ne leur a pas demandé cent appareils, estimant sans doute qu'il était beaucoup plus simple de s'adresser à l'étranger que de donner du travail à nos propres ateliers, déserts et improductifs.

Ce manque d'encouragement, et, d'autre part, la grossière erreur qui a été commise de vouloir traiter le canot à moteur comme une voiture automobile sont la véritable cause du peu de progrès qu'a fait en France l'industrie du propulseur marin. On a organisé de nombreuses courses dans lesquelles la vitesse a été le seul critérium ; il s'en est suivi l'éclosion de monstres marins dont la coque suffisait à peine à contenir les moteurs conjugués qu'on y installait. Que ce point de vue purement sportif, ces tentatives de records aient leurs fidèles, rien de plus naturel et de plus logique ; qu'on y puisse même trouver d'utiles enseignements sur le rendement des hélices, sur les avantages de telle ou telle forme de coque, — les glisseurs sont nés de cette lutte pour la plus grande vitesse, — on ne saurait le nier ; mais on peut aussi penser qu'à côté des catégories d'embarcations de pure course, des catégories de bateaux de transport et de service n'auraient pas été déplacées et auraient fourni, elles aussi, de pratiques leçons dont auraient profité à la fois nos ingénieurs navals et nos constructeurs de péniches et de chalands.

Maintenant que notre domaine colonial demande à être exploité plus intensivement et que les grands fleuves qui l'arrosent sont les chemins d'eau tout indiqués pour en faciliter l'exploitation, l'étude des moyens de propulsion dont dispose l'industrie fran-



DISPOSITION D'UN COUPLE MOTEUR A BORD D'UN CANOT DE COURSE

Ce couple, qui réunit 24 cylindres, occupe la plus grande partie de la coque. Les deux cheminées qui le surmontent n'ont d'autre objet que de dissimuler les tubes d'échappement.

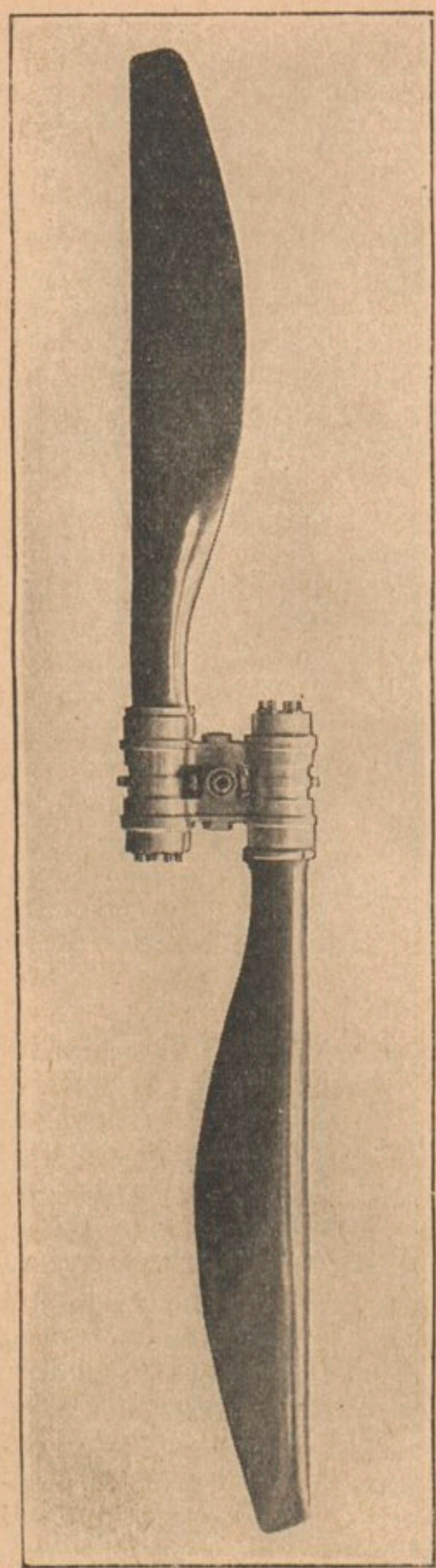
TYPE D'HYDROGLISSEUR DE TOURISME A HÉLICE AÉRIENNE

Les passagers s'abritent dans une cabine extrêmement confortable qui rappelle la carrosserie des luxueuses limousines automobiles ; cette cabine peut contenir de huit à dix personnes.

çaise et étrangère est toute d'actualité. A l'occasion du meeting organisé en avril dernier par le Cercle des sports de Monaco, de très intéressantes expériences ont été faites, consacrées toutefois à la vitesse pure, sur le cours du Rhône, entre Lyon et la mer ; et les organisateurs s'étaient justement préoccupés, en cette circonstance, de mettre en valeur les genres de bateaux et de moteurs destinés à assurer les transmissions et le service sur nos grands fleuves coloniaux. Deux modes de propulsion se sont mis en ligne : les embarcations du type ordinaire, avec moteur dans la coque et hélice sous-marine, et les hydroglisseurs mus par une hélice aérienne, adaptation ou idée première plutôt de l'hydravion et de ses flotteurs, car les bateaux glisseurs remontent, croyons-nous, avant les premiers essais de l'hydroaéroplane. Ces deux modes de navigation ont chacun sa raison d'être ; nous allons les examiner et nous compléterons cette étude par une revue des appareils propulseurs amovibles qui présentent, eux aussi, de réels avantages et ont le grand mérite d'être d'une application facile et immédiate à tous genres d'embarcations.

Les canots de course, les *racers*, doivent être considérés surtout comme des instruments d'expériences auxquels on demande de fournir tous les maxima possibles : vitesse, puissance, résistance, flottabilité ; c'est la navigation de plaisance qui bénéficie des extraordinaires résultats obtenus par ces engins poussés aux extrêmes limites.

A ces efforts constants de nos ingénieurs, on a dû aussi, au cours de la guerre, de pouvoir mettre sur pied les *vedettes* et les chasseurs de sous-marins, qui ont rendu de si grands services. Combien est, en effet, supérieur au moteur à vapeur le moteur à pétrole, d'un encombrement si réduit, d'une mise en marche immédiate et dont le combustible liquide se loge et se manie sans difficulté. Ici encore, et ce sont nos propres lois qui en sont cause, nous nous trouvons en état d'infériorité devant l'Amérique et l'Angleterre, où l'emploi du pétrole lampant est beaucoup plus répandu que chez nous. Par suite du régime fiscal auquel est astreint le commerce du pétrole en France, le pétrole ordinaire offert à la consommation contient relativement peu de constituants légers ; son point d'inflammabilité qui, d'après la loi, doit être au moins de 35 degrés, dépasse le plus souvent,



HÉLICE A PAS VARIABLE, TYPE PIERRE LEVASSEUR

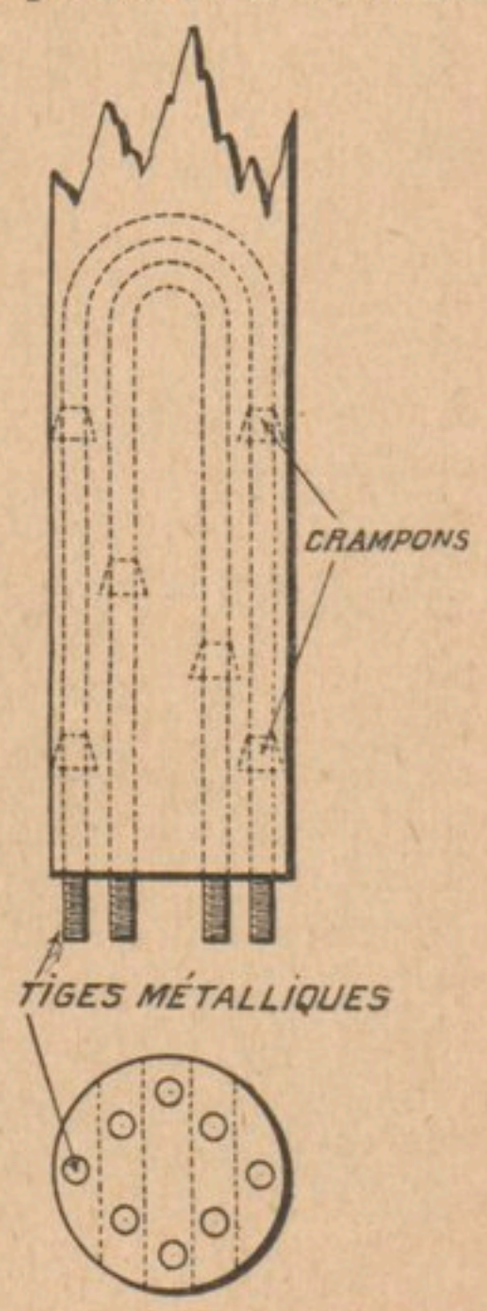
50 degrés. En Angleterre, aux Etats-Unis, au contraire, le marché est alimenté avec des produits beaucoup plus volatils ou même avec des huiles brutes dont, en raison de la très faible teneur en essence, la distillation ne serait pas payante. Ces produits émettent des vapeurs inflammables entre 24 et 28 degrés et sont donc facilement vaporisables. C'est ce qui explique que tel ou tel moteur, vendu dans ces pays comme susceptible de marcher, à l'occasion, avec des kérosènes ou des paraffines, (désignation commerciale, dans ces pays, du pétrole lampant) ne peut, en France, régulièrement fonctionner qu'à l'essence.

Il est à remarquer, toutefois, que cette grosse difficulté dans l'emploi du lampant français se trouve largement compensée par une plus grande sécurité et que l'usage de ce combustible, pratiquement ininflammable à la température ordinaire, ne donne pas lieu aux accidents si dangereux résultant de l'utilisation de carburants plus légers.

Jusqu'à présent, la navigation de plaisance, les *cruisers* n'utilisent, à proprement parler, que des moteurs de voiture dont on a modifié quelque peu le régime, les faisant tourner plus lentement en vue d'un rendement plus profitable de l'hélice qui s'accommode assez mal de révolutions trop rapides.

Il n'en est pas de même dans les hydroglisseurs à hélice aérienne, sur lesquels peuvent être utilisés les moteurs d'aviation. Dans ce cas, c'est sur l'air que s'appuie le propulseur ; il faut donc, pour faciliter son travail, employer des embarcations de formes spéciales présentant le moins de résistance possible à l'avancement. Le modèle adopté est, en général, une sorte de radeau qui, de par sa forme et son centre de gravité très bas, est inchavirable et dont le faible tirant d'eau, 20 centimètres à l'arrêt et presque nul pendant la marche, permet de circuler dans les eaux les moins profondes et les plus encombrées d'herbes. L'hydroglisseur, dont nous avons parlé en octobre 1913, se trouve indiqué pour la navigation fluviale, surtout sur les longues et larges rivières de nos colonies que l'Européen ne parcourt que lentement en pirogue, à raison de 40 ou 50 kilomètres par jour, étape couverte en une heure par un hydroglisseur. Au Congo, le parcours Brazzaville-Banghi demande de dix à vingt-deux jours, suivant la saison ; il serait accompli en moins de deux jours, en toute saison, par ce mode de locomotion. En Mésopotamie, où les Anglais font un grand usage de ces appareils, ils couvrent en moins d'une journée des distances qui demandaient autrefois près d'un demi-mois.

En 1904, le comte de Lambert construisait un premier modèle d'hydroglisseur muni d'un moteur de 12 chevaux et réalisait, pour son début, une vitesse de 35 kilomètres à l'heure ; l'année suivante, avec un moteur d'aviation plus puissant, il atteignait 60 kilomètres à l'heure. En 1913, en collaboration avec M. Tissandier, la vitesse, officiellement chronométrée, fut portée à 92 kilomètres à l'heure avec un moteur Gnôme 140 chevaux, puis à 98 km. 600 avec un moteur 160 chevaux, vitesses qui



LES PALES DE L'HÉLICE SONT EN BOIS ARMÉ

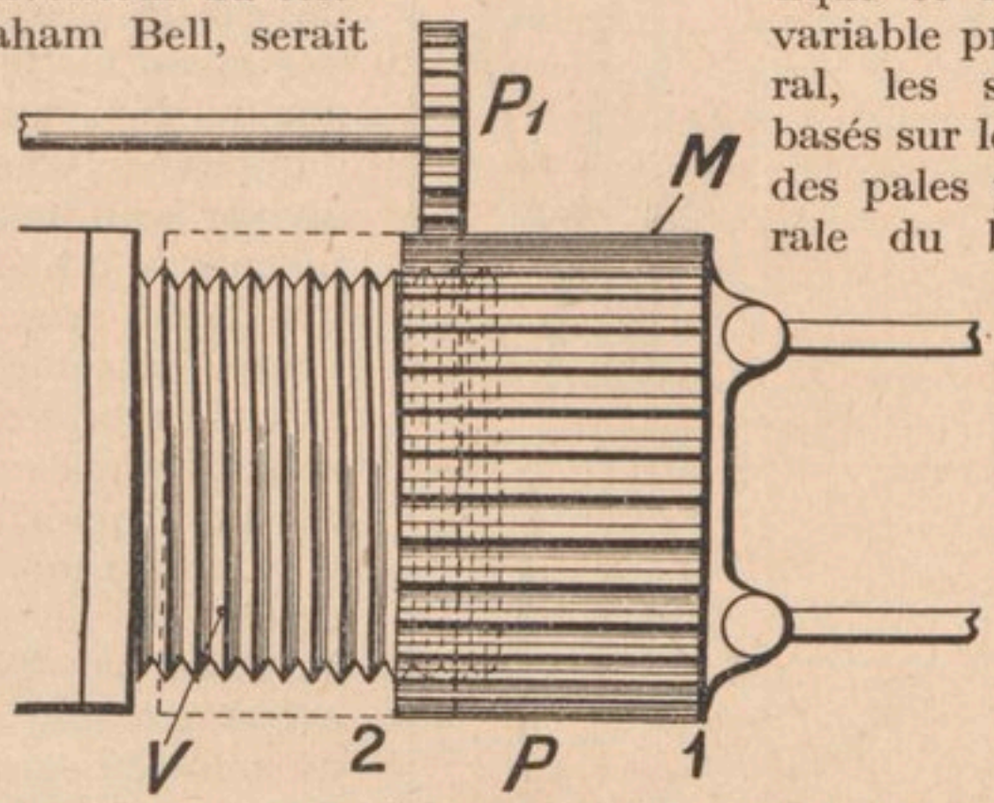
n'avaient jamais été atteintes sur l'eau. On nous dit que, depuis, en Angleterre, un nouvel appareil de ce type, construit d'après les données du vieil inventeur du téléphone, le docteur Graham Bell, serait susceptible d'atteindre, sous l'action de deux moteurs de 400 chevaux, la vitesse inouïe de 115 kilomètres, record presque inconcevable.

Ces rapides appareils peuvent comporter, grâce à leurs formes larges et à leur parfaite flottabilité, de très importants aménagements.

Toute la partie mécanique et propulsive, moteur, hélice et transmission, est placée à l'arrière, laissant disponible la presque totalité du radeau sur laquelle est installée une confortable cabine où prennent place aisément quatre, six et huit voyageurs. Pour le transport des marchandises, il existe de grands appareils de 12 mètres sur 6, mus par deux moteurs de 450 chevaux, procurant une marche de 60 kilomètres à l'heure, pour une consommation horaire de 200 litres d'essence.

Tout dernièrement, une expérience intéressante a été faite, qui semble avoir été couronnée de succès. Sur l'arrière d'une péniche du modèle courant, chargée de 150 tonnes environ, une hélice à six pales, actionnée par un moteur de 10 chevaux a été placée. Les essais ont eu lieu sur le canal de Saint-Denis ; la péniche a parcouru tout un bief à la vitesse de 4 kilomètres à l'heure. C'est là un résultat très encourageant

Nous devrons signaler aussi l'ingénieux perfectionnement apporté aux hélices aériennes par M. Pierre Levasseur qui, grâce au pas variable des pales, a pu obtenir la marche arrière, une nouveauté qui est destinée à faire sensation.



COMMENT SE DÉPLACE LE MANCHON QUI COMMANDE LE PAS DE L'HÉLICE

M, *manchon ;* P, *engrenages extérieurs du manchon;* P_1, *petit pignon d'entraînement du manchon;* V, *filetage ;* 1 *et* 2, *positions successives que peut prendre le manchon.*

L'appareil repose sur deux principes : la fixation des pales dans leur support métallique et la commande du pas variable proprement dit. En général, les systèmes de fixation, basés sur le principe du maintien des pales par compression latérale du bois dans des cônes métalliques, n'ont pas donné complète satisfaction. Le système Levasseur fait des pales en véritable bois armé, chaque planche recevant une tige métallique à haute résistance qui est insérée à force et cramponnée dans le bois. Les tiges, filetées à leur extrémité, permettent la fixation facile dans les supports métalliques.

La commande du pas variable est possible pendant la rotation de l'hélice ; elle est progressive. Chaque pale $P\,P_1$ peut tourner autour de son axe, $O\,O_1$, dans les supports $S\,S_1$, par l'intermédiaire des colliers $C\,C_1$. Le mouvement de rotation est obtenu par les biellettes $B\,B_1$, fixées, d'une part, aux colliers $C\,C_1$, et, d'autre part, au manchon M, par l'intermédiaire de la bague T. Cette bague T, ainsi que les biellettes $B\,B_1$, est entraînée dans le mouvement de rotation de l'arbre porte-hélice A en même temps que les supports $S\,S_1$ et les pales $P\,P_1$. Le manchon M contient un montage de roulements à billes permettant à la pièce T de tourner dans le manchon, celui-ci restant fixe. En vertu de son mouvement de rotation, la pièce T peut coulisser sur l'arbre A et prendre toutes les positions possibles entre la position 1 et la position 2. Dans ce déplacement, elle entraîne les

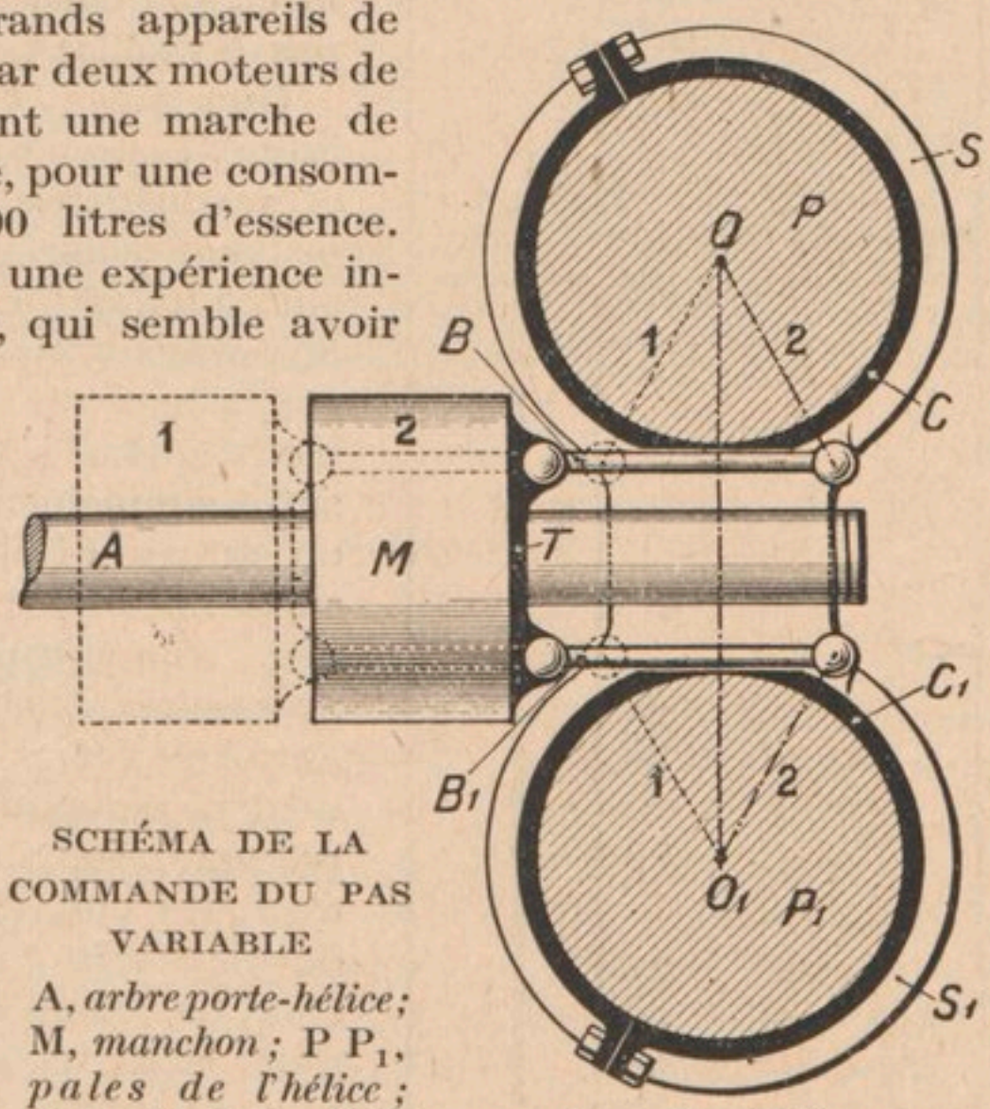
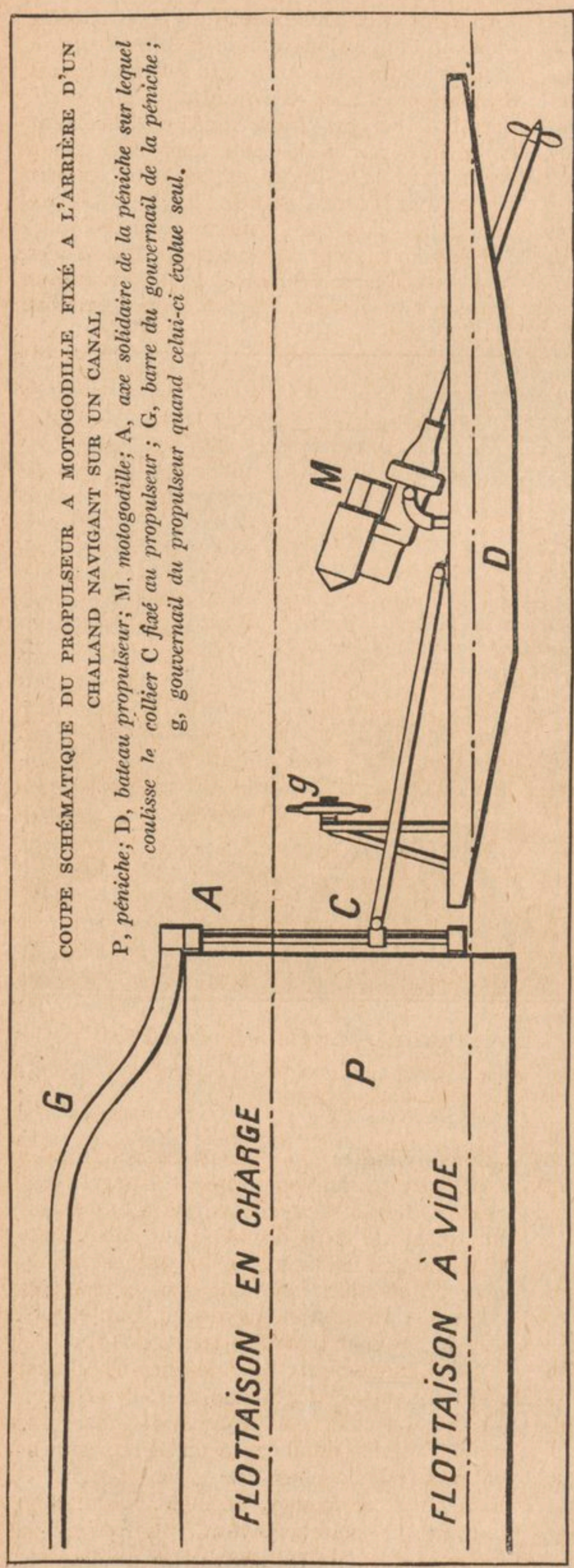


SCHÉMA DE LA COMMANDE DU PAS VARIABLE

A, *arbre porte-hélice;* M, *manchon ;* $P\,P_1$, *pales de l'hélice ;* $B\,B_1$, *biellettes;* $O\,O_1$, *axes des pales;* $S\,S_1$, *supports;* $C\,C_1$, *colliers ;* T, *bague.*



COUPE SCHÉMATIQUE DU PROPULSEUR A MOTOGODILLE FIXÉ A L'ARRIÈRE D'UN CHALAND NAVIGANT SUR UN CANAL

P, *péniche;* D, *bateau propulseur;* M, *motogodille;* A, *axe solidaire de la péniche sur lequel coulisse le collier* C *fixé au propulseur;* G, *barre du gouvernail de la péniche;* g, *gouvernail du propulseur quand celui-ci évolue seul.*

biellettes B B_1 d'une même quantité, commandant ainsi un déplacement angulaire égal pour les deux pales P et P_1. Il en résulte que si la position 2 de calage des pales correspond au pas avant maximum, il sera possible, par le déplacement du manchon M, d'obtenir tous les pas plus faibles pour arriver à un pas nul et, en continuant jusqu'à la position 1, à un pas inverse qui donne la marche arrière.

Le déplacement progressif du manchon M est obtenu de différentes manières. Dans le cas de fortes puissances, par un dispositif à pignon, très simple : le manchon est taillé à sa partie extérieure en engrenage pouvant être entraîné par le petit pignon p_1, qui est commandé directement du siège du pilote. Le manchon M, fileté intérieurement, se déplace, dans son mouvement de rotation, sur le filetage fixe V, régulièrement et progressivement en avant ou en arrière suivant le sens de rotation du pignon p_1. Il entraîne avec lui les biellettes, ainsi que nous l'avons expliqué plus haut. Pour les puissances plus faibles, un simple dispositif de levier permet d'obtenir le déplacement longitudinal du manchon M et, par conséquent, la variation du pas de l'hélice (Fig. supérieure, p. 33).

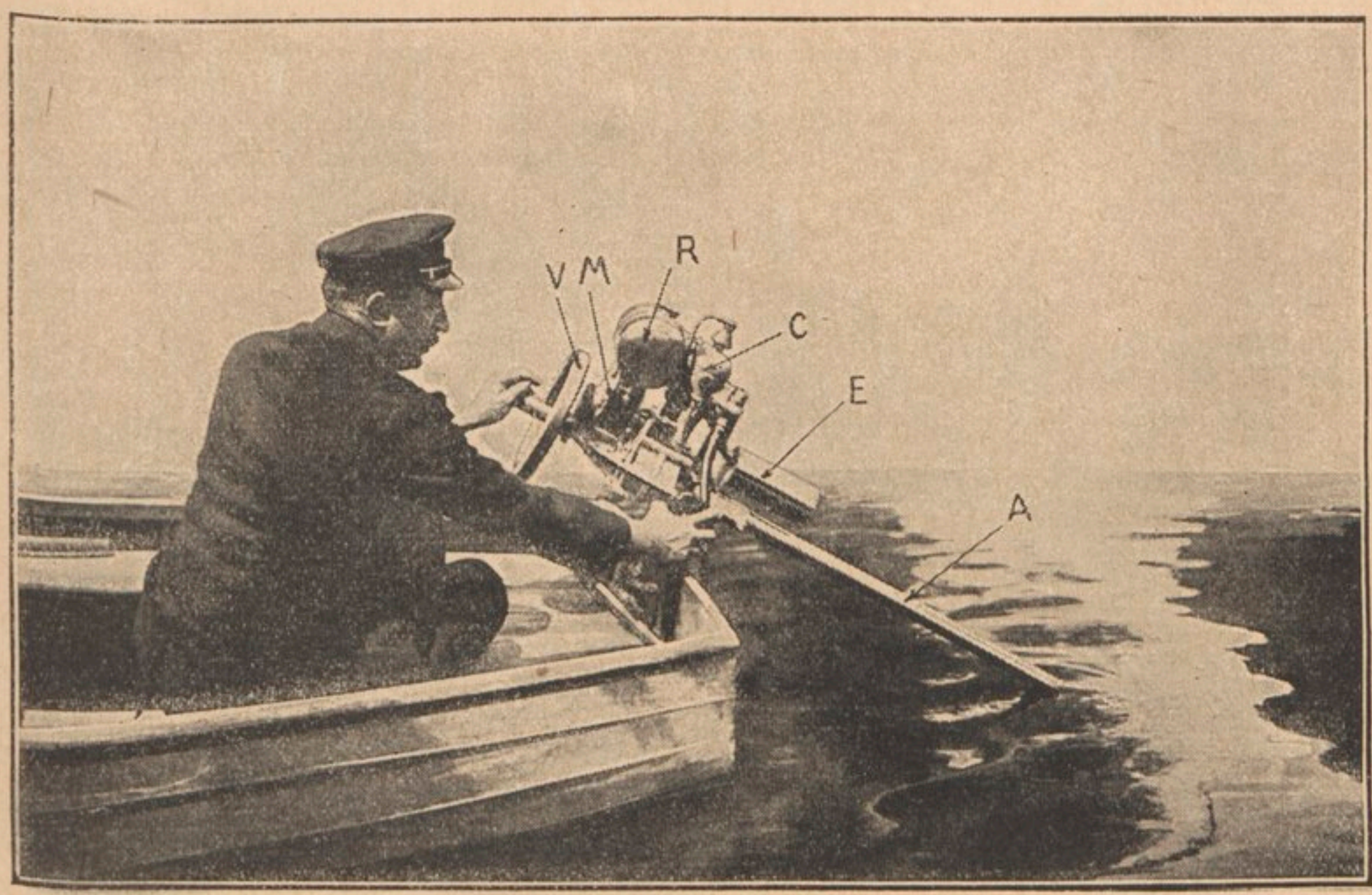
Une autre catégorie, non moins intéressante, de propulseurs marins est celle constituée par les appareils qui peuvent s'appliquer à l'arrière d'une embarcation quelconque, petit bateau de promenade ou péniche de 200 tonnes, sans avoir à apporter la moindre modification à cette embarcation. Il suffit simplement d'y fixer les douilles ou autres dispositifs extérieurs qui supporteront le propulseur, engin complet comportant le moteur et ses accessoires, l'hélice et ses commandes. Les Américains et les Anglais possèdent plusieurs de ces systèmes de propulseurs amovibles, dont nous dirons quelques mots ; mais nous pensons devoir décrire tout d'abord un modèle français, vieux de plus de quinze ans déjà, la motogodille, qui, de tous les modèles existants, nous semble être le plus simple, comme conception et comme exécution à la fois. Cet appareil se met en place, en effet, sur n'importe quelle embarcation, quelle que soit sa forme à l'arrière, plate ou pointue ; une simple douille fixée sur

la coque, par quatre boulons, bien perpendiculairement à la surface de l'eau, et dans laquelle s'engage le pivot, en forme de fourche, supportant le bloc moteur et propulseur, comme un fléau de balance, suffit pour transformer la barque en un canot automobile. L'ensemble de cette douille et de cette fourche-pivot constitue une sorte de cardan permettant à la motogodille de prendre toutes les positions. Le bateau en marche, cet ingénieux petit appareil propulse et gouverne et se tient en mains comme une barre de gouvernail ordinaire ; rentré au port, il se retire et s'emporte aussi facilement que s'emporterait la rame ou godille à laquelle il a emprunté son nom.

Le moteur de cet appareil est du type à deux temps, deux chevaux et demi pour le petit modèle, avec allumage par magnéto blindée connectée directement à la bougie. Sans vouloir donner ici une description complète du moteur à temps, nous rappellerons seulement que le piston y remplit simultanément deux fonctions bien distinctes : dans le carter inférieur, parfaitement étanche, il aspire et comprime faiblement les gaz venant du carburateur ; dans le cylindre, il rend ces gaz explosibles en les comprimant fortement ; l'étincelle électrique les enflamme alors et l'explosion refoule le piston qui, à fond de course, découvre à la fois les orifices d'échappement et d'aspiration ; par cette dernière, les gaz frais, déjà partiellement comprimés par la descente du piston, pénètrent dans le cylindre et chassent les gaz brûlés par l'autre orifice. Et le cycle recommence pour se poursuivre à volonté.

Dans un moteur à deux temps, on se sert de l'essence pour véhiculer l'huile servant au graissage de la bielle, du piston, des segments et du cylindre. On obtient ce résultat en mélangeant, dans un récipient à part, vingt parties d'essence à une partie d'huile, soit un quart de litre d'huile pour cinq litres d'essence. Ce mélange, bien brassé, est homogène ; il est alors introduit dans le réservoir à essence du moteur au moyen d'un entonnoir à tamis aux mailles très serrées.

Le changement de marche et l'arrêt s'obtiennent avec la magnéto. Celle-ci, montée en bascule, est commandée par une manette qui se déplace sur un secteur gradué et muni d'encoches qui permettent à la manette de se fixer en un point voulu. Pour obtenir la marche avant, on amène la manette vers la droite au point indiqué sur



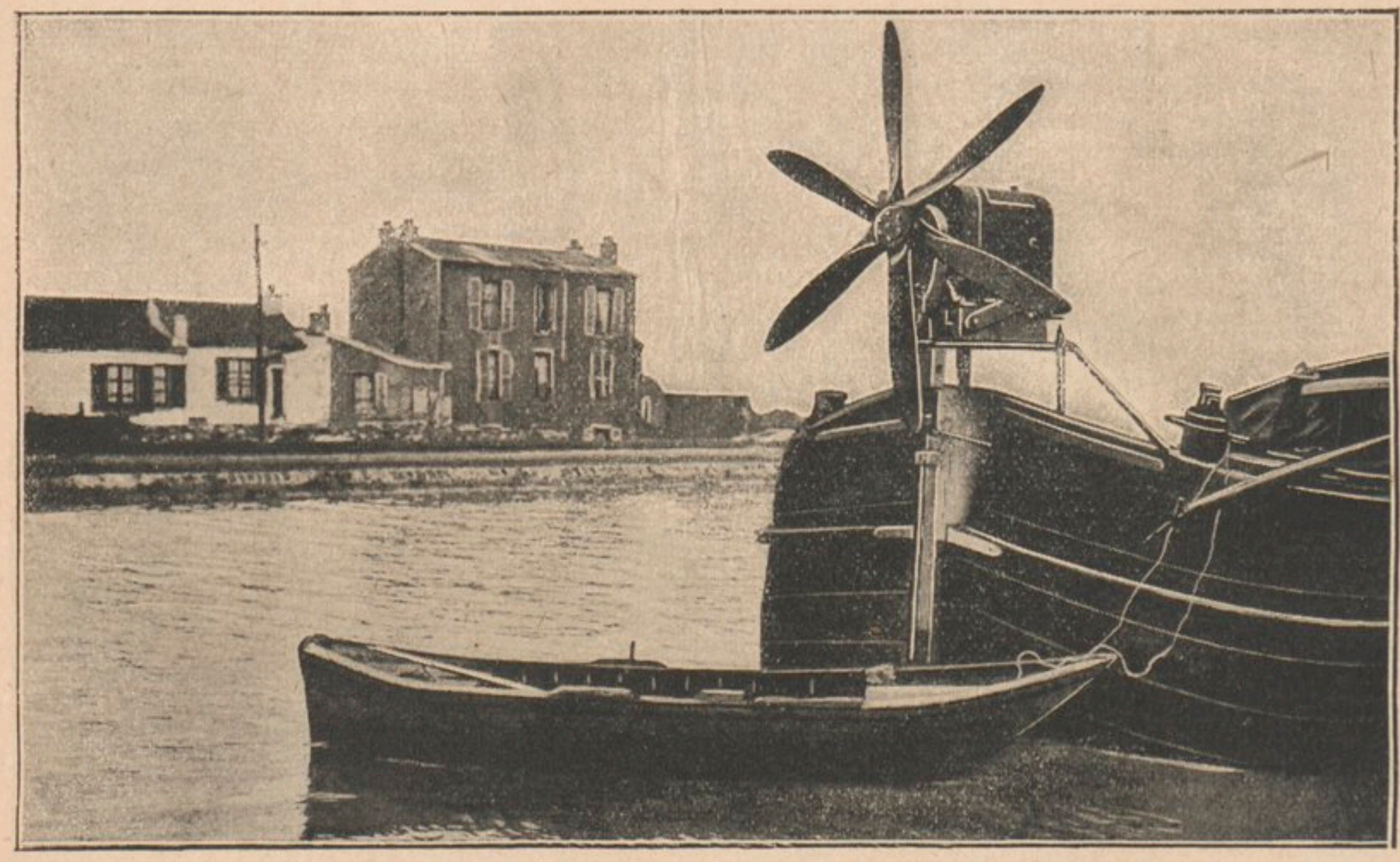
LA MOTOGODILLE SE PLACE SUR UN SIMPLE PIVOT, A L'ARRIÈRE DU BATEAU

A, *arbre de transmission portant à son extrémité l'hélice immergée;* C, *moteur;* M, *magnéto;* V, *volant;* R, *réservoir d'essence et d'huile;* E, *pot d'échappement.*

le secteur et on lance énergiquement le volant du moteur à la main, dans le sens des aiguilles d'une montre. En déplaçant la manette vers la gauche, on obtient un ralenti de plus en plus grand. Au milieu du secteur, c'est l'arrêt. En la poussant à fond à gauche, c'est la position de marche arrière, il suffit alors de lancer vigoureusement le volant dans le sens inverse des aiguilles d'une montre. Ainsi donc, sans aucun dispositif mécanique spécial, mais par un simple décalage de la magnéto et une remise en marche à la main, on peut obtenir le changement de marche. L'hélice n'a rien de spécial ; elle est seulement protégée par un cercle métallique, destiné à éviter que les herbes ne s'engagent trop facilement dans les pales. Et, même, dans ce cas, il suffit de dégager l'hélice qui, dans l'air, coupe et rejette ces herbes. La motogodille comporte des moteurs de différentes puissances, 2 ½, 5 et 8 chevaux, suivant qu'on l'applique à des embarcations de pêche, de promenade ou de chasse, aux canots plus importants navigant sur les fleuves africains, ou aux bateaux portant des charges variant de 10 à 300 tonnes.

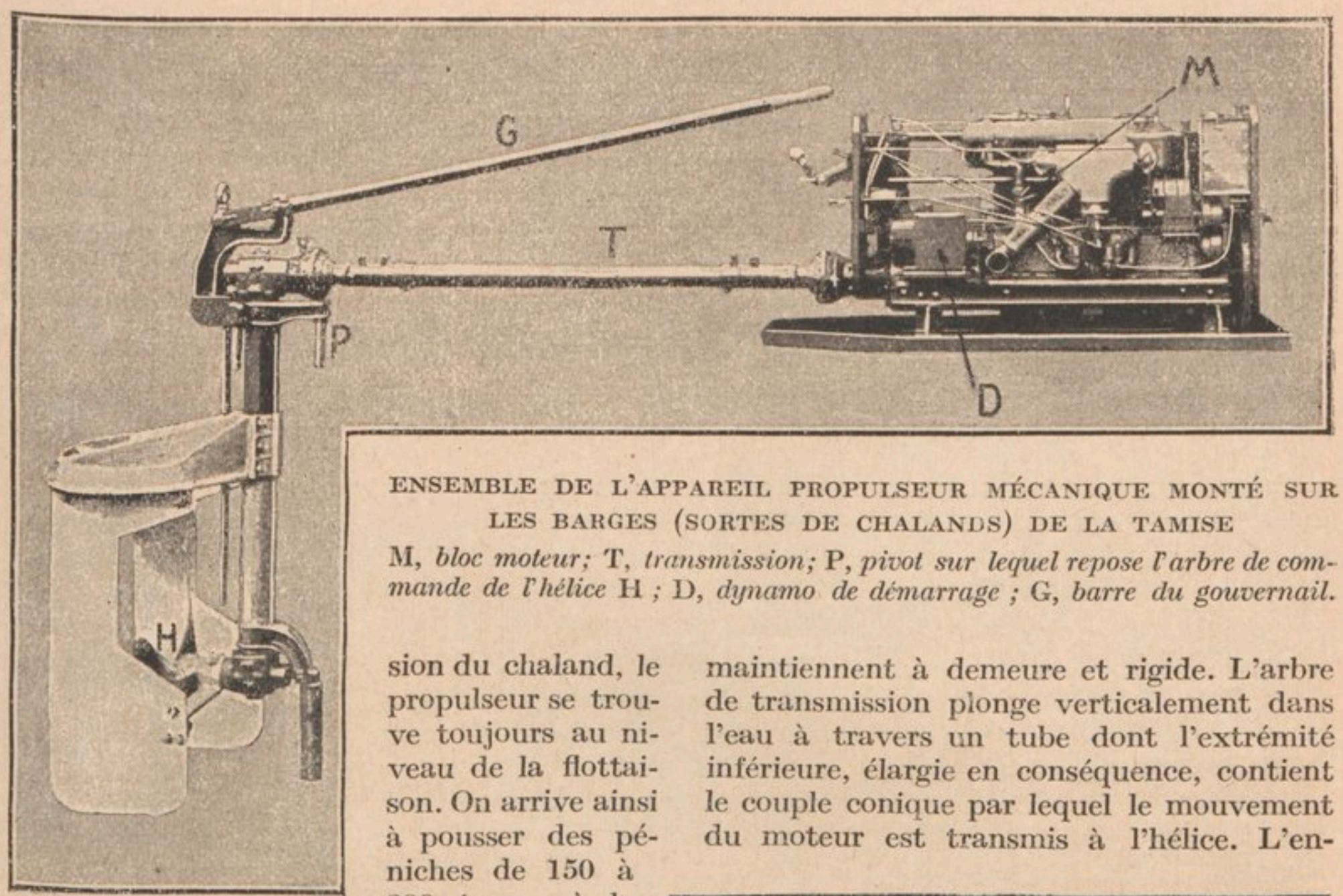
De nombreuses applications de cet appareil ont été faites ; les pêcheurs de Terre-Neuve l'emploient sur leurs doris ; les Américains, gens pratiques, profitent de l'exceptionnelle rapidité d'installation de ce propulseur pour diriger à peu de frais les bois flottants. Les troncs des arbres abattus dans les forêts du Nord sont mis à l'eau et réunis de manière à former des radeaux sur lesquels des motogodilles sont disposées.

La puissance fournie par le petit modèle est suffisante pour emmener à 10 kilomètres à l'heure une embarcation de 5 à 6 mètres portant trois ou quatre personnes ; la consommation est d'un litre et quart à l'heure. Avec un moteur de 5 chevaux, on imprime à un petit chaland chargé de 5 tonnes une vitesse de 8 kilomètres à l'heure. Enfin, le type de 8 chevaux peut fournir une vitesse de 10 kilomètres à un chaland de 10 tonnes et cette vitesse sera encore de 3 à 4 kilomètres pour une charge de 80 tonnes. On peut encore obtenir de meilleurs résultats en accouplant deux de ces motogodilles dans un canot léger construit spécialement à cet effet, qui fera alors l'office de remorqueur ou de propulseur. Dans ce dernier cas, l'avant du canot propulseur est relié à l'arrière de la péniche ou du chaland à pousser par un collier qui coulisse sur un arbre rigide solidaire du chaland, de telle sorte que, quels que soient le poids de la cargaison et, par conséquent, l'immer-



PÉNICHE ACTIONNÉE PAR UN MOTEUR A HÉLICE AÉRIENNE

Sur l'arrière de la péniche, une hélice à six pales, mise en mouvement par un moteur de 10 chevaux, imprime au bateau une vitesse de quatre kilomètres à l'heure, supérieure à celle des chevaux de halage. Les péniches automobiles bénéficient de la priorité de passage aux écluses et de déchargement dans les ports.

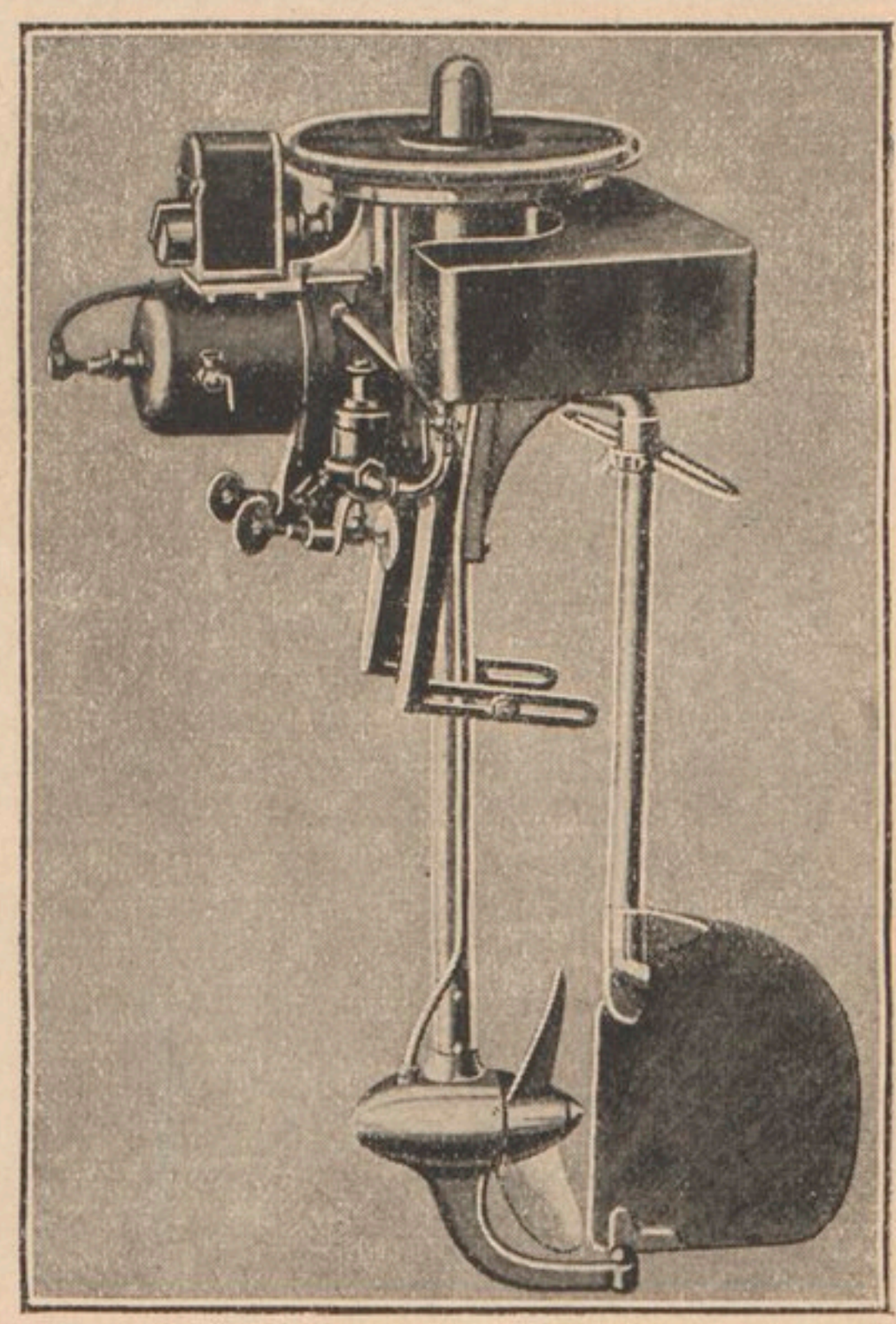


ENSEMBLE DE L'APPAREIL PROPULSEUR MÉCANIQUE MONTÉ SUR LES BARGES (SORTES DE CHALANDS) DE LA TAMISE

M, *bloc moteur;* T, *transmission;* P, *pivot sur lequel repose l'arbre de commande de l'hélice* H ; D, *dynamo de démarrage ;* G, *barre du gouvernail.*

sion du chaland, le propulseur se trouve toujours au niveau de la flottaison. On arrive ainsi à pousser des péniches de 150 à 300 tonnes à la vitesse très respectable de 4 à 5 kilomètres à l'heure. Cette allure n'est pas à dédaigner quand on saura qu'une péniche, une fois chargée, attend le plus souvent des jours et même des semaines, avant qu'un train ait pu être constitué, qu'un remorqueur emmènera. L'emploi d'un propulseur léger permet d'expédier séparément chaque péniche, qui navigue ainsi par ses propres moyens, et en parfaite sécurité, avantage éminemment appréciable par ce temps de crise des transports que nous traversons.

Dans cet ordre d'idées, nous trouvons, en Angleterre, des propulseurs amovibles qui reposent sur le même principe ; seul, le mode de fixation au bateau diffère. Ainsi, le « Watermota », de 3 chevaux et demi, se compose d'un moteur horizontal à un cylindre, à deux temps, qui est alimenté par un réservoir contenant essence et huile, mélangées dans des proportions sensiblement égales à celles que nous avons indiquées plus haut pour l'appareil français. Le propulseur anglais se fixe à l'arrière du bateau à l'aide d'un double étrier dont deux des branches sont munies d'un boulon et d'un écrou de serrage. Il faut, pour cette sorte d'appareil, que l'arrière du bateau sur lequel il doit être fixé, ne soit pas de forme pointue, mais au contraire à tableau ; l'étrier se pose alors à cheval sur le bord de l'embarcation, et les vis, serrées, l'y maintiennent à demeure et rigide. L'arbre de transmission plonge verticalement dans l'eau à travers un tube dont l'extrémité inférieure, élargie en conséquence, contient le couple conique par lequel le mouvement du moteur est transmis à l'hélice. L'en-



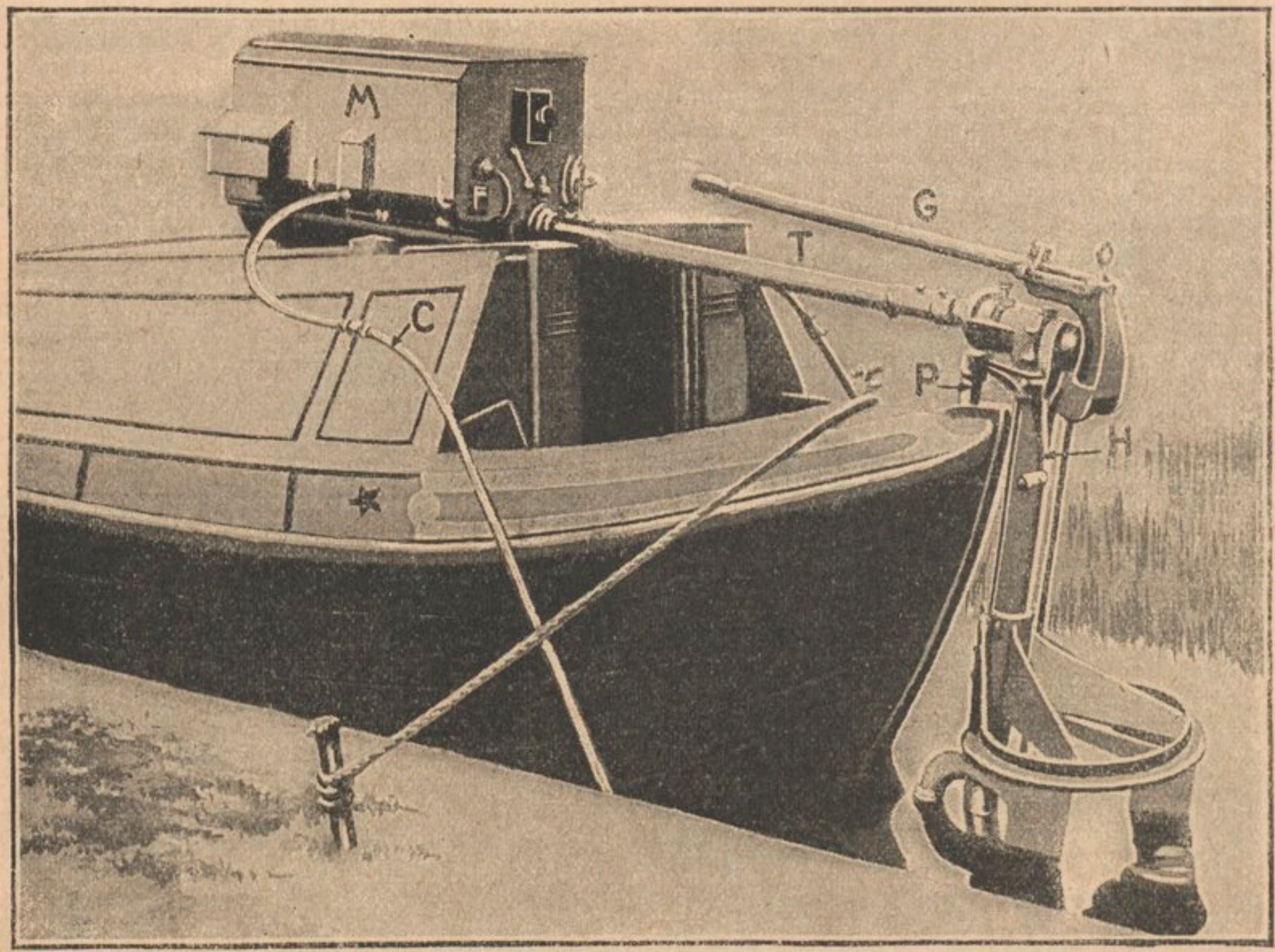
PROPULSEUR AMOVIBLE AMÉRICAIN

Cet appareil se fixe sur l'arrière du canot à l'aide de deux écrous puissants que l'on voit, sur la photographie, sous le cylindre horizontal du moteur.

semble de l'appareil est très heureusement complété par un gouvernail indépendant des organes moteurs et propulseurs.

Un appareil plus puissant, avec moteur de 16 chevaux, à 4 cylindres, est assez répandu sur les canaux anglais, où on l'emploie à la propulsion des chalands de 30 à 40 tonnes, dénommés « barges ». Le moteur est, ici, complètement indépendant de l'hélice. Celle-ci, protégée par un bâti métallique qui plonge dans l'eau avec elle, est fixée avec son arbre de transmission à l'arrière du chaland et descend perpendiculairement comme l'hélice du propulseur que nous avons décrit précédemment. Un dispositif spécial, qui se manœuvre à l'aide d'une manivelle que l'on peut voir à l'extrémité supérieure du tube, permet de monter ou de descendre l'hélice à la hauteur voulue, suivant la hauteur du chaland, au-dessus de sa flottaison. Le moteur est placé sur le toit de la cabine du bateau et est relié à l'arbre de transmission de l'hélice par un arbre qui, venant directement du volant, actionne un couple conique placé en tête du tube contenant l'arbre de commande de l'hélice. Ce propulseur ne nécessite aucune modification du bateau sur lequel on l'installe et peut donner à un chaland de 40 tonnes une vitesse moyenne de 7 kilomètres à l'heure (Figure ci-dessous).

Tels sont les différents modèles de propulseurs marins qui ont, chacun, leurs caractères particuliers et leur application déterminée.



PROPULSEUR AMOVIBLE DISPOSÉ SUR L'ARRIÈRE D'UNE BARGE ANGLAISE

M, *bloc moteur;* T, *transmission;* P, *pivot sur lequel repose l'arbre de commande de l'hélice;* H, *manivelle servant à faire monter ou descendre l'hélice suivant la flottaison du bateau;* G, *barre du gouvernail;* C, *tube d'adduction de l'eau de refroidissement du moteur.*

Les derniers surtout, grâce à la grande facilité et à la rapidité de montage et de démontage, sont certainement appelés à un grand développement sur les canaux et les rivières, et devraient apporter une solution rapide, pratique et économique au problème si angoissant des transports.

Il est indéniable que l'emploi de ces appareils, dont le prix n'est pas très élevé, permettrait de faciliter le dégagement de nos grands ports fluviaux, encombrés de charbon et de toutes sortes de marchandises.

PAUL MEYAN.

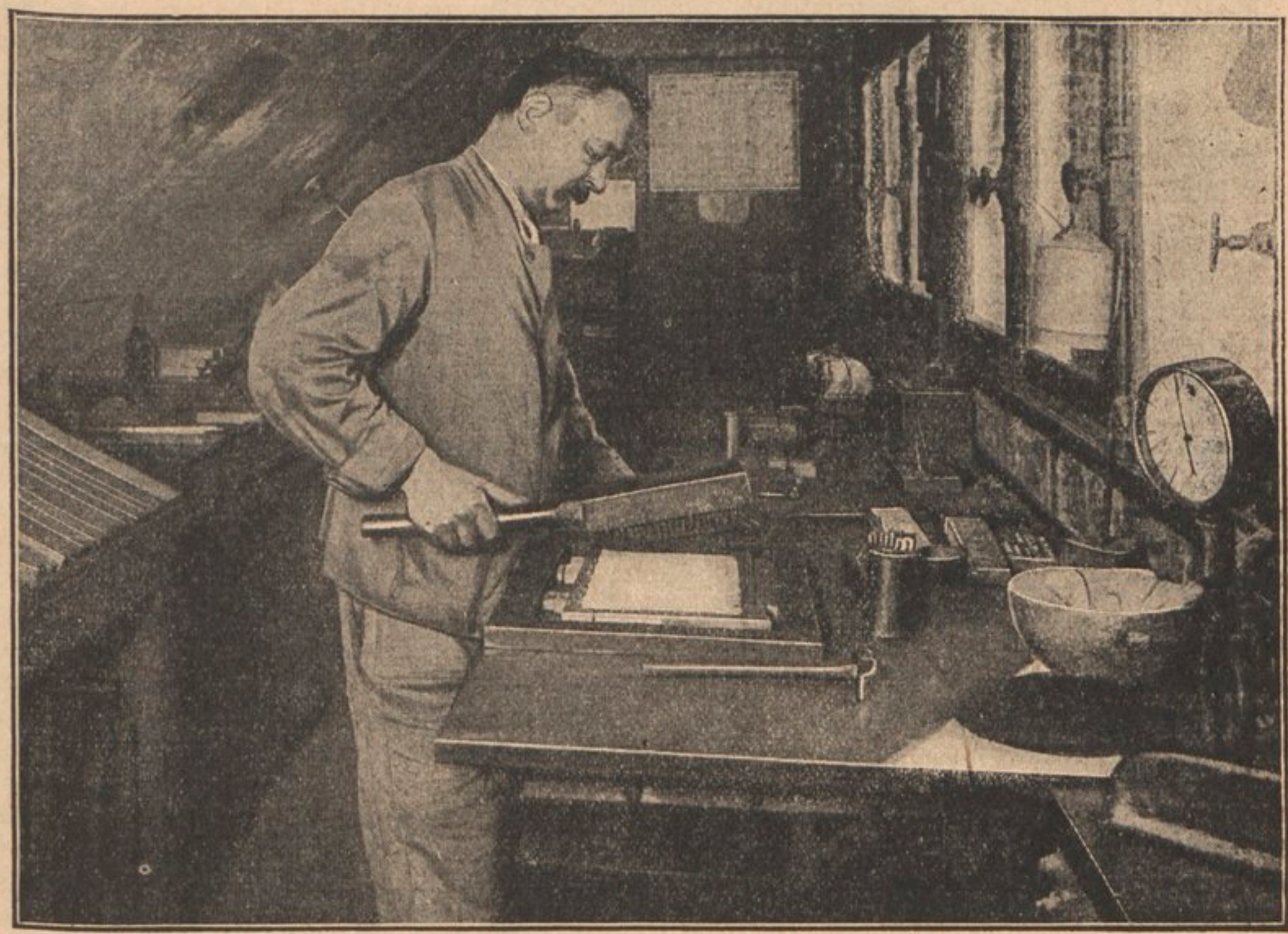
LES COULISSES D'UN GRAND JOURNAL QUOTIDIEN

COMME LA COMPOSITION, LE CLICHAGE MODERNE EST MÉCANIQUE

Par L.-P. CLERC.

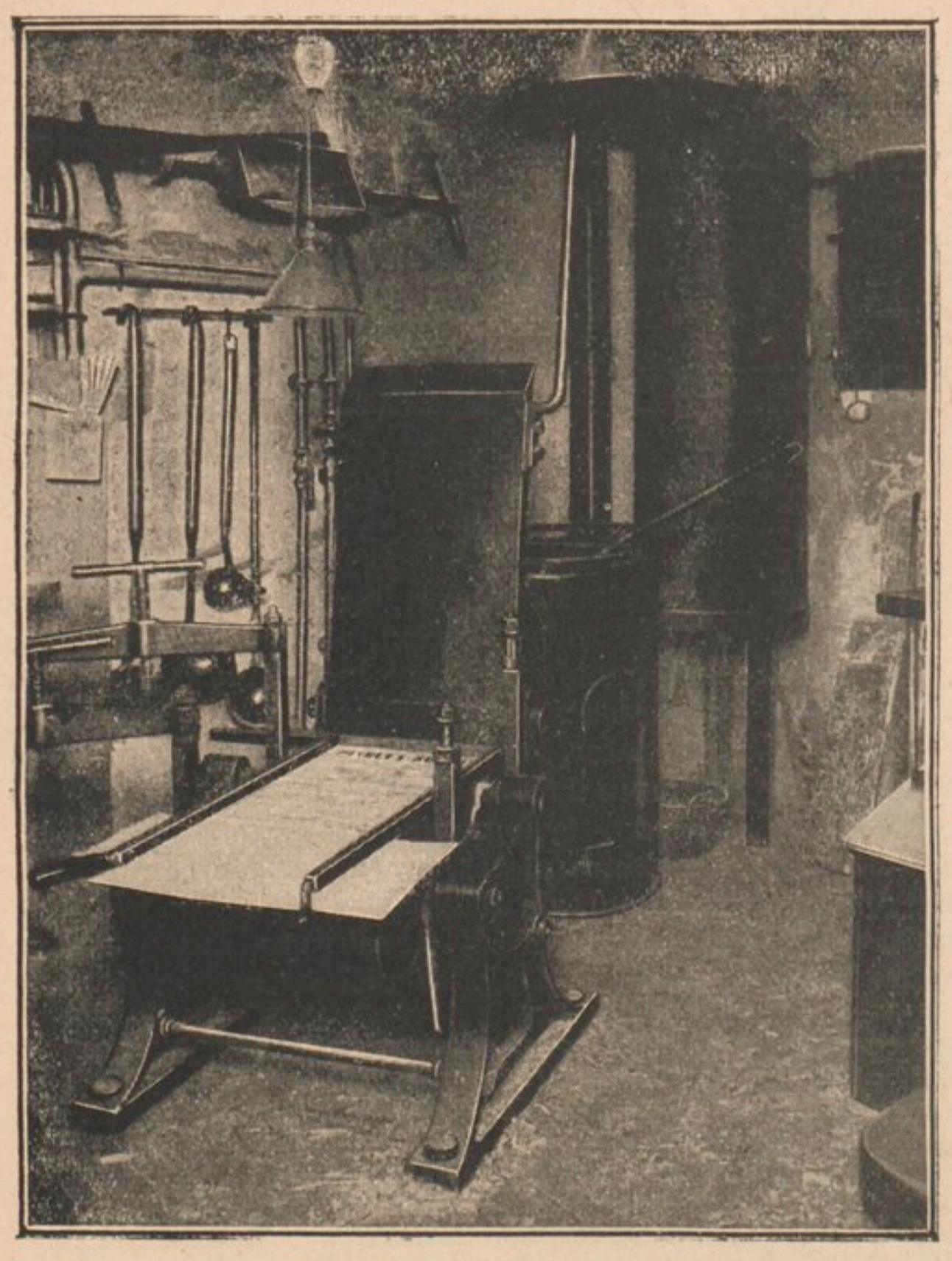
Les premières tentatives d'impression sur machines rotatives furent faites au moyen de caractères mobiles, disposés dans des formes cylindriques, mais, par ce procédé, l'impression rotative n'eut aucun succès ; le blocage des caractères laissait, en effet, beaucoup à désirer, et exigeait de très longs délais, incompatibles avec les exigences d'un journal quotidien d'informations. Aussi, fut-on rapidement conduit à substituer à la composition originale en caractères mobiles, un moulage métallique de cette composition, obtenu après cintrage convenable de l'empreinte. Il avait, d'ailleurs, suffi pour cela d'adapter, avec de minimes variantes, les procédés employés déjà depuis nombre d'années pour le moulage des compositions typographiques à imprimer sur machines plates, procédés bien connus sous les noms de *clichage* ou de *stéréotypie*.

Soit pour éviter l'usure des caractères mobiles, faits d'un métal assez friable, soit



ON VOIT ICI L'OUVRIER CLICHEUR PRENANT UNE EMPREINTE A LA BROSSE

La composition à clicher est moulée au moyen d'un « flan », constitué par la superposition de plusieurs feuilles de papier ; les chocs de la brosse font pénétrer le flan autour de l'œil des caractères. On laisse sécher le flan sur la composition dans une presse à sécher dont on aperçoit, à droite, l'indicateur de température.



PLACEMENT DU FLAN DANS LE MOULE A FONDRE

On voit, dans le moule à fondre ouvert, le flan mis en place, avec une feuille de garde, et les équerres réglées à la largeur du cliché désiré.

pour multiplier la composition initiale, dans les cas de travaux à grand tirage, ou pour éviter l'immobilisation des caractères dans le cas de compositions difficiles dont on prévoit plusieurs réimpressions, la stéréotypie est pratiquée sous sa forme actuelle dans toutes les grandes imprimeries, et chez divers spécialistes, depuis 1845, mais de nombreuses tentatives, dont les premières paraissent remonter au début du XVIIIe siècle, avaient été faites de divers côtés pour tenter de résoudre ce difficile problème.

Vers l'an 1700, un imprimeur parisien, Gabriel Valleyre, plaça en tête d'un livre d'heures un calendrier imprimé au moyen d'un cliché en cuivre, fondu dans un moule en argile. A la même époque, Van der Mey, de Leyde, en collaboration avec le pasteur Johannes Muller, imprimait une Bible dont les planches avaient été obtenues par soudure des caractères mobiles ; on évitait bien ainsi tout dérangement des caractères, mais la composition primitive était immobilisée, sans faculté de multiplication. Un orfèvre d'Edimbourg, William Ged, procédait, en 1725, à des essais dont eut connaissance le célèbre éditeur londonien Fenner ; ils s'associèrent et publièrent, en 1829, une édition des œuvres de Salluste imprimée sur clichés, fondus dans des moules en plâtre, de la composition originale.

Carez, imprimeur à Toul, abandonna les moules d'argile ou de plâtre pour des moules métalliques, obtenus en enfonçant la *forme* dans un métal analogue à l'alliage d'imprimerie, mais plus fusible, fondu, puis lentement refroidi et maintenu en quelque sorte à l'état de surfusion, avec une consistance comparable à celle de la cire molle ; le cliché définitif était obtenu en coulant dans ce moule un des alliages à très bas point de fusion que, peu d'années auparavant, avait découvert Darcet, de l'Académie des Sciences (alliage de plomb, d'étain et de bismuth, qui, pour une proportion convenable de ses constituants, fond à la température de l'eau bouillante).

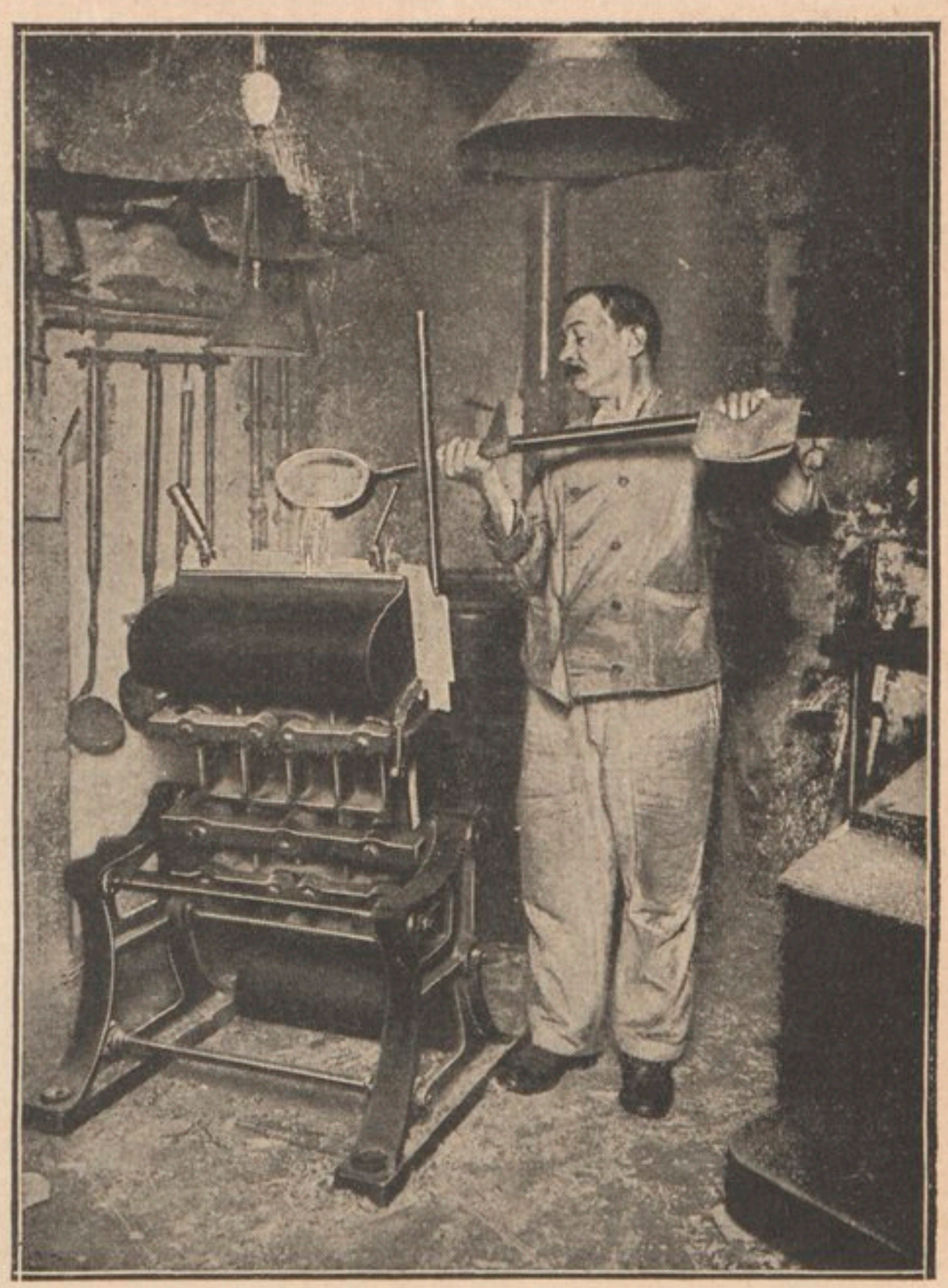
A la fin de 1797, Gatteaux, qui avait à Paris la charge de l'impression des assignats, procéda, devant l'illustre imprimeur Firmin Didot, à des essais de stéréotypie par moulage au plâtre. Didot étudia et perfectionna ces modes opératoires, et les appliqua au clichage de la composition des tables de logarithmes de Callet, travail pour lequel il est particulièrement indispensable d'éviter toute erreur typographique après que les dernières corrections ont été faites ; il abandonna d'ailleurs assez rapidement ce mode de prise des empreintes et le remplaça par un moulage métallique.

Le clichage au papier, tel qu'on le pratique aujourd'hui encore dans le plus grand nombre des imprimeries de labeur, fut breveté en 1829 par le typographe Claude Genoud, de l'imprimerie Rusaud, à Lyon, mais, comme beaucoup d'autres inventeurs, Genoud ne vit son procédé se généraliser qu'après que son brevet fut tombé dans le domaine public. Ce mode de prise des empreintes présentait des avantages considérables sur tous les procédés précédemment expérimentés : il était moins coûteux, d'une exécution plus

rapide, usait moins les caractères et ne les salissait pas, permettait la coulée dans une même empreinte de plusieurs clichés successifs, et permettait enfin de différer autant qu'il pouvait être utile la coulée des clichés.

Malgré les tentatives faites depuis lors par divers inventeurs pour remplacer le papier utilisé au moulage par du celluloïd et par diverses autres matières plastiques moins inflammables, ainsi que pour l'emploi de ces mêmes matières à l'exécution du cliché d'impression, le procédé de Genoud s'est conservé presque intact, les seuls perfectionnements ayant porté soit sur l'adaptation de la stéréotypie aux clichés de similigravure à trame fine, soit sur son application à l'impression des journaux quotidiens, par l'adoption de modes opératoires et de machines permettant un travail beaucoup plus rapide.

Avant d'examiner les procédés à grand rendement utilisés actuellement dans l'imprimerie d'un journal moderne d'informations, nous décrirons le procédé primitif appliqué au clichage de formes pour l'impression à plat.



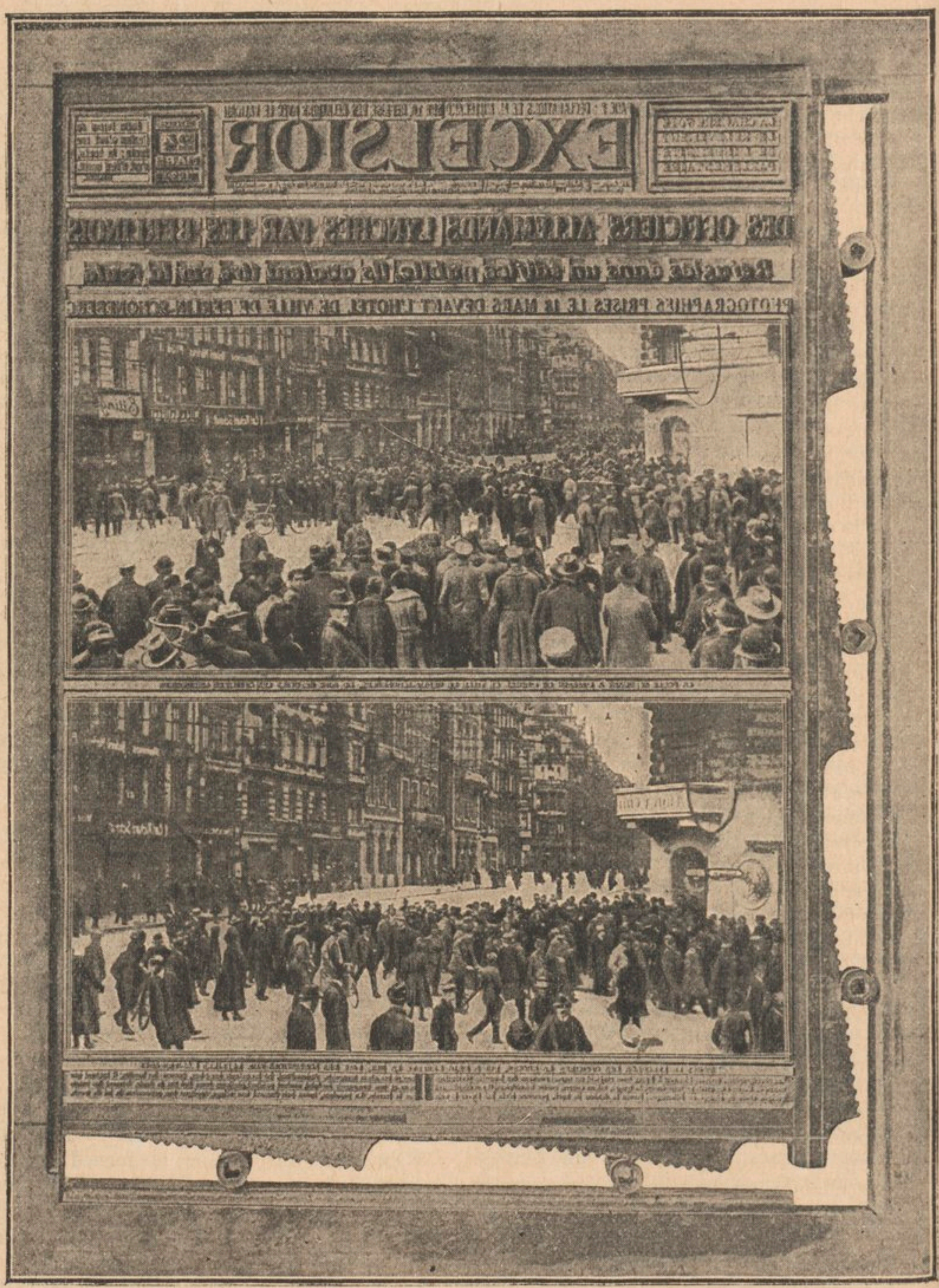
COULÉE DU CLICHÉ AU MOYEN DU POCHON

Le moule ayant été fermé et relevé verticalement, on coule le métal fondu dans le creuset que l'on aperçoit derrière le moule.

La première opération consiste à préparer le « flan », carton tendre dans lequel sera prise l'empreinte de la forme ; cette préparation est faite au moins un jour à l'avance ; on utilise pour cela un mélange à parties égales de colle de pâte fraîche et de blanc de Meudon ou de kaolin, que l'on broie avec soin et que l'on passe au tamis fin. Une feuille de papier encollé assez fort est enduite avec un large pinceau d'une couche mince et uniforme de cette mixture ; on la recouvre d'un papier de soie, que l'on y applique sans plis, et l'on enduit à nouveau, continuant l'application de feuilles de papier de soie jusqu'à en avoir superposé quatre ou cinq épaisseurs. Cet ensemble est lissé en l'appliquant, par la dernière feuille posée, contre un marbre parfaitement poli ; puis on abandonne ce flan entre des feuilles de zinc, afin d'éviter qu'il ne sèche, jusqu'au moment où l'on aura besoin de l'utiliser.

Après que la composition, dûment corrigée, a été serrée dans les formes, nettoyée à l'essence pour enlever l'encre desséchée qui peut remplir les creux du caractère, puis très légèrement huilée, pour éviter toute adhérence au flan, celui-ci est appliqué sur l'œil des caractères et frappé à petits coups, en évitant tout glissement, au moyen de brosses à poils ras et très serrés, la force des chocs étant progressivement augmentée au fur et à mesure que le papier épouse la forme des caractères constituant la composition.

Quand le flan est arrivé à fond, on étend au pinceau la même pâte, déjà employée à la confection du flan, en cherchant surtout à remplir les creux, puis on recouvre d'un papier mou, papier à journal, par exemple, et on recommence à frapper à la brosse jusqu'à faire pénétrer le papier dans les creux ; on répète l'étendage de pâte, puis on appose une nouvelle feuille de papier mou ; les creux se sont chaque fois atténués, et ne sont plus alors que très faiblement indiqués ; on termine le flan en appliquant dans les mêmes conditions une feuille de papier plus fort, et on porte tout l'ensemble,



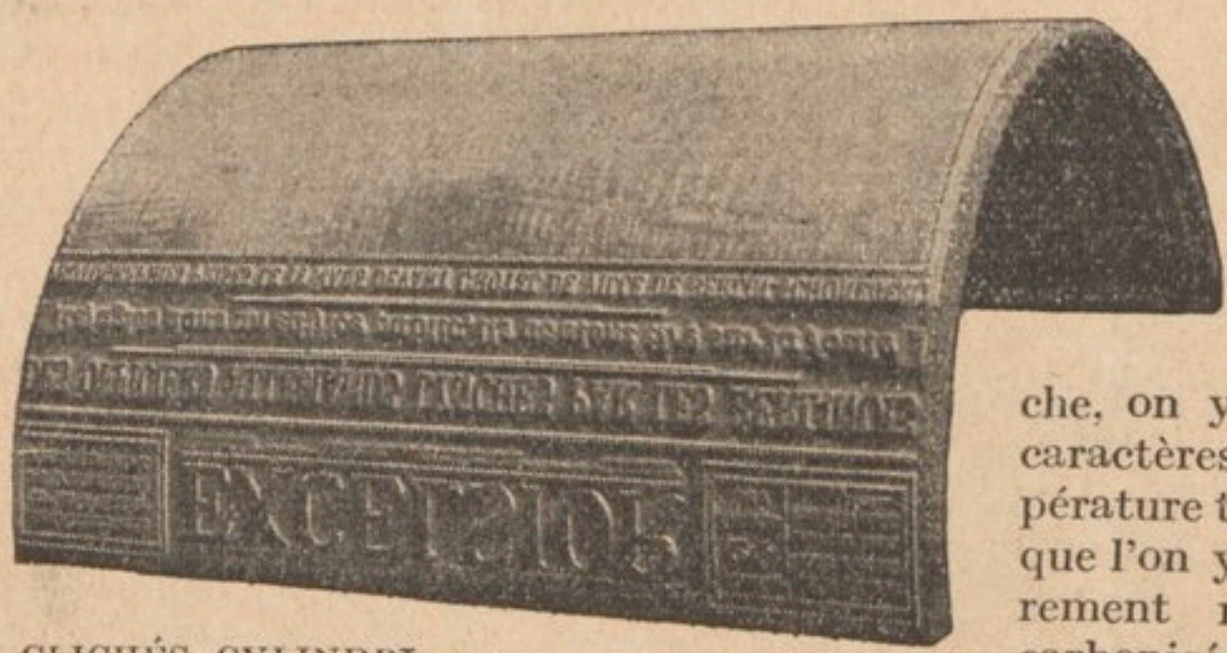
UNE PAGE DE COMPOSITION PRÊTE POUR LE CLICHAGE

Il s'agit ici de la première page de l'un des numéros du journal illustré quotidien « Excelsior » parus au moment des troubles que provoquèrent à Berlin le coup de main Kapp-Luttwitz. La composition et les clichés de similigravure sont serrés, à l'aide de coins à crémaillère, dans un châssis en fer pour la prise de l'empreinte, qui est la première opération du clichage. (La fabrication des clichés en similigravure a fait l'objet d'un article spécial dans le N° 12 de La Science et la Vie.*)*

caractères et empreinte, sous une presse à sécher dont le plateau est chauffé soit à la vapeur, soit au gaz, soit encore par les gaz de combustion du creuset à fondre le métal de clichage, en ayant soin de recouvrir le flan de plusieurs épaisseurs de molleton bien sec, qui absorbent l'humidité du flan et assurent, par leur élasticité, une meilleure répartition de la pression. Avant de déposer sur la presse chaude la forme contenant les caractères, constitués par un alliage fondant vers 250° mais déjà susceptible de se détériorer à une température notablement moindre, on s'assure que le plateau de la presse n'est pas trop chaud ; on utilise pour cela le phénomène de la *caléfaction :* une gouttelette d'eau projetée sur une plaque métallique chauffée au delà de 140° ne s'évapore pas immédiatement, mais roule en tous sens comme le ferait une bille, tandis que, à une température inférieure à 140° mais supérieure à 100°, elle s'évapore instantanément ; le clicheur ne prend généralement pas la peine de chercher de l'eau et projette une goutte de salive qui lui permet de se rendre compte si la température de la presse est comprise dans les limites voulues pour la bonne exécution de son travail.

Après vingt minutes de séjour dans la presse chaude, on supprime la pression, on enlève les molletons, et on laisse l'empreinte au contact de la forme chaude pour permettre le séchage complet du papier.

L'empreinte sèche est alors portée dans le moule à fondre, formé de deux platines, en fonte rabotée, réunies par des gonds, munies d'étriers à vis permettant de presser les platines de part et d'autre de réglettes fixant la hauteur du cliché, et susceptibles de basculer de façon à pouvoir être préparé en position horizontale, et relevé presque à la verticale pour la coulée. Le flan, enduit de talc au moyen d'une brosse douce, est posé dans le moule, préalablement réchauffé ; on le recouvre, sur le bord correspondant à la coulée, par une feuille de garde, en papier fort, qui évitera que du métal en fusion ne passe sous le flan et ne vienne le détériorer, et on encadre la partie utile du flan au moyen de deux équerres, coulissant l'une sur l'autre, que l'on règle de façon à laisser entre elles la largeur prévue pour le cliché.



CLICHÉS CYLINDRIQUES POUR IMPRESSION SUR MACHINES ROTATIVES A GRAND TIRAGE

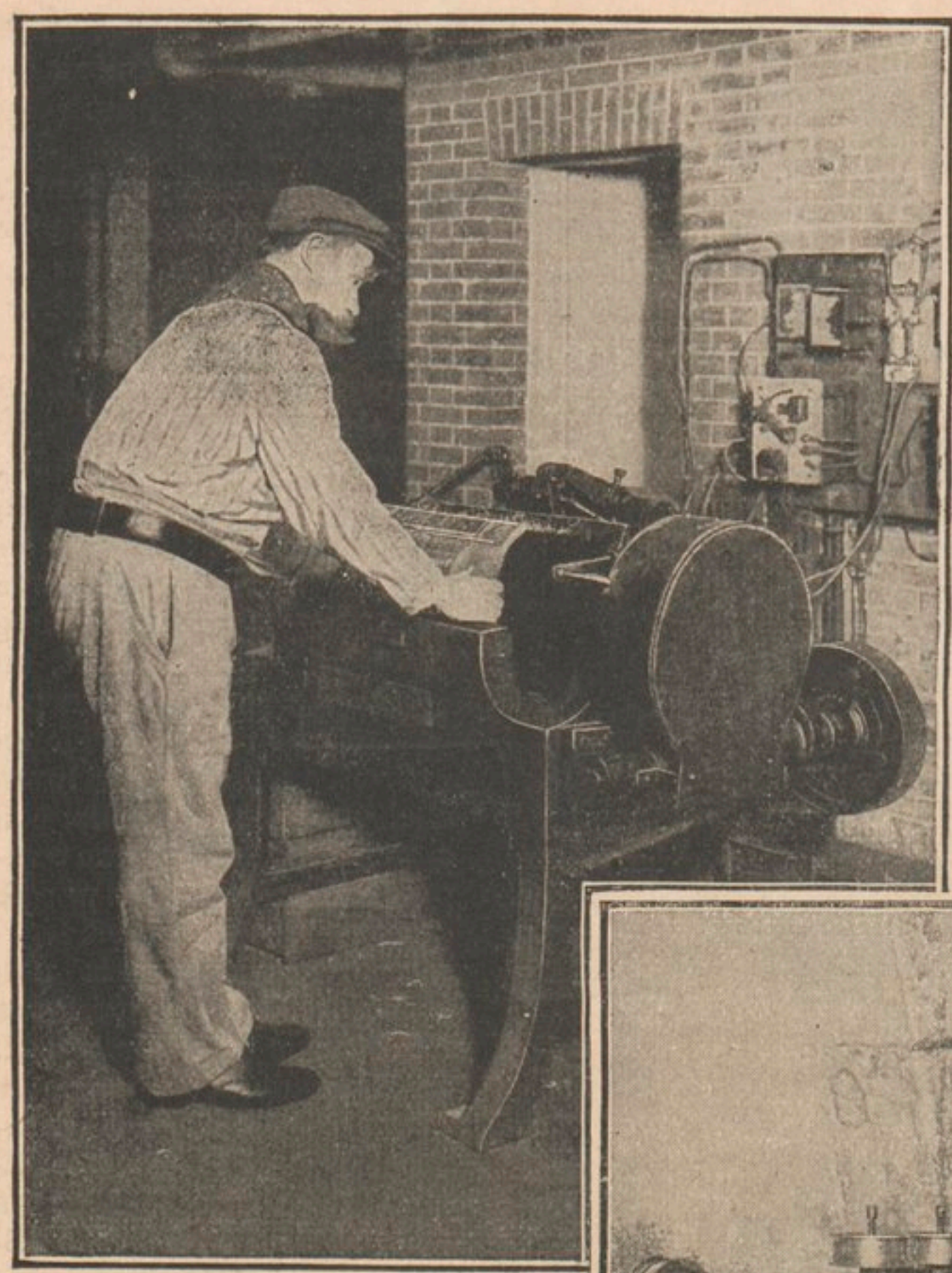
On rabat la platine supérieure, on serre la vis, on relève le moule, et, au moyen d'un pochon, cuiller en fer à long manche, on y coule l'alliage à caractères, fondu à une température telle que du papier que l'on y plonge soit légèrement roussi, mais non carbonisé. Après quelques minutes de refroidissement, on démoule, et on scie le « jet » ou « masselotte », c'est-à-dire le bloc de métal en excédent de la longueur du cliché, dans lequel se sont d'ailleurs réunies les crasses du métal fondu et les bulles d'air.

On voit, en haut, le cliché correspondant à la composition représentée par la figure de la page précédente et, au-dessous, le cliché d'une page de texte

Après démoulage et sciage de la masselotte, il reste à dresser les tranches, au moyen d'un rabot convenablement guidé, et, éventuellement, d'échopper au burin toutes les saillies inutiles sur la face du cliché.

En plus de son emploi dans les imprimeries de labeur, ce procédé de stéréotypie est encore utilisé dans les imprimeries de journaux pour le clichage des compositions d'annonces et des titres, les clichés ainsi obtenus, une fois mis en pages dans la composition générale, étant à leur tour moulés pour fournir les clichés cylindriques définitifs.

En outre des perfectionnements visant surtout l'accélération du travail, perfectionnements qui ont été réalisés pour la plupart



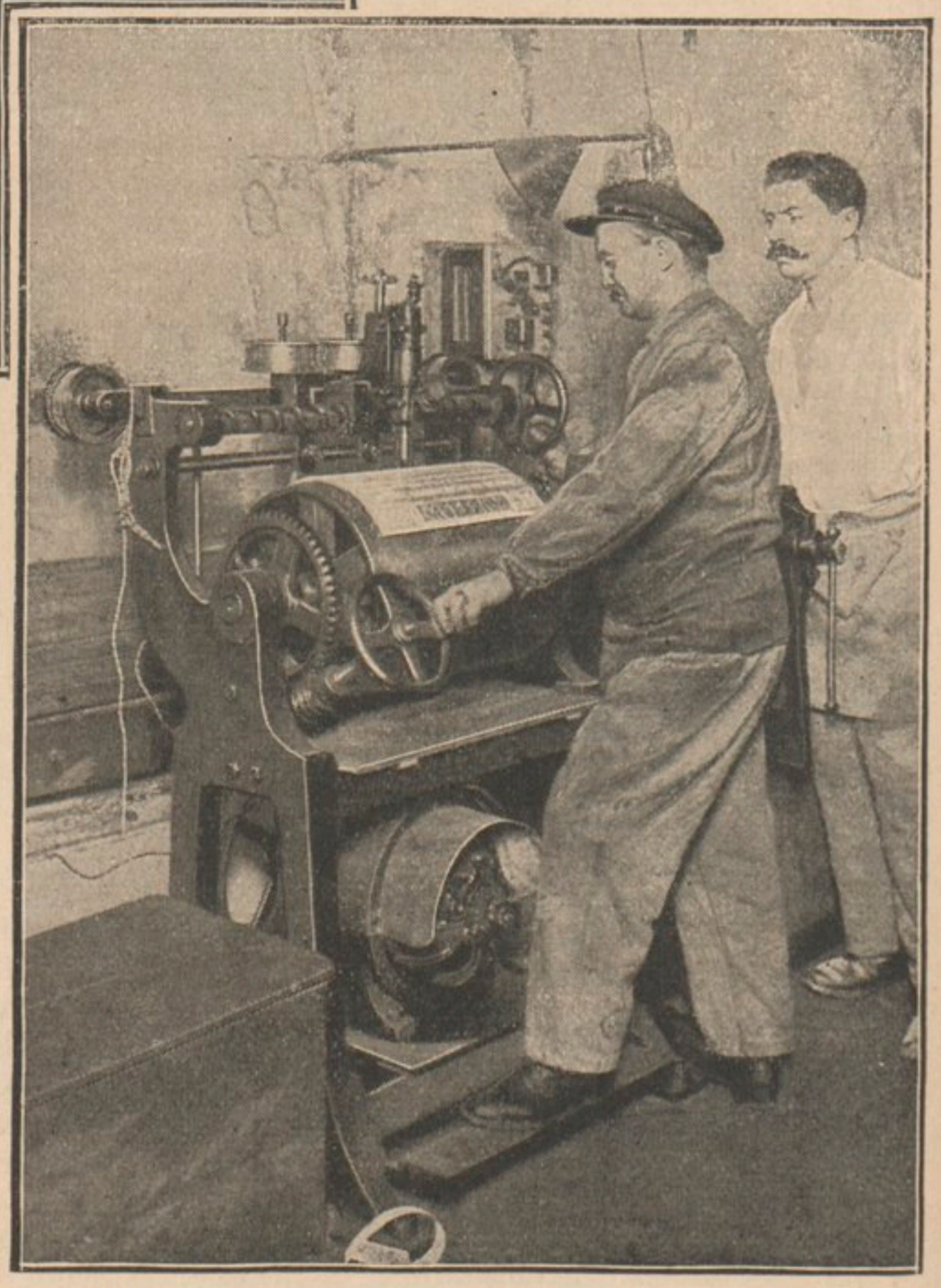
COMPRESSEUR POUR CLICHÉS CYLINDRIQUES

Le cliché est comprimé contre une forme cylindrique pendant que des lames rabotent sa surface intérieure pour l'amener au diamètre exact des cylindres de la rotative.

à l'intention des journaux quotidiens, et que nous examinerons par conséquent à propos de l'exécution des clichés cylindriques, on peut mentionner tout particulièrement le nickelage des clichés plats *(clichés stéréonickel)* destiné à durcir l'œil des caractères et, par conséquent, à en réduire l'usure, et aussi à augmenter leur « amour » (affinité) pour l'encre d'imprimerie.

Clichés cylindriques. — La prise des empreintes pour l'obtention des clichés cylindriques a été pendant très longtemps effectuée suivant les mêmes modes opératoires, un peu primitifs, que nous venons de décrire pour le cas des clichés plans; on utilisait cependant une pâte plus élastique, à base de colle gélatineuse renfermant une moindre proportion de blanc et contenant un peu de glycérine ; les flans étaient plus épais, comportant généralement, entre le papier fort et les papiers de soie, plusieurs feuilles de papier non encollé de force intermédiaire. On démoulait le flan encore humide et on le séchait sur un berceau demi-cylindrique, de diamètre correspondant à celui des cylindres de la machine rotative, ce berceau étant introduit dans un four après que le flan y avait été fixé par des griffes.

Le moule pour clichés cylin-



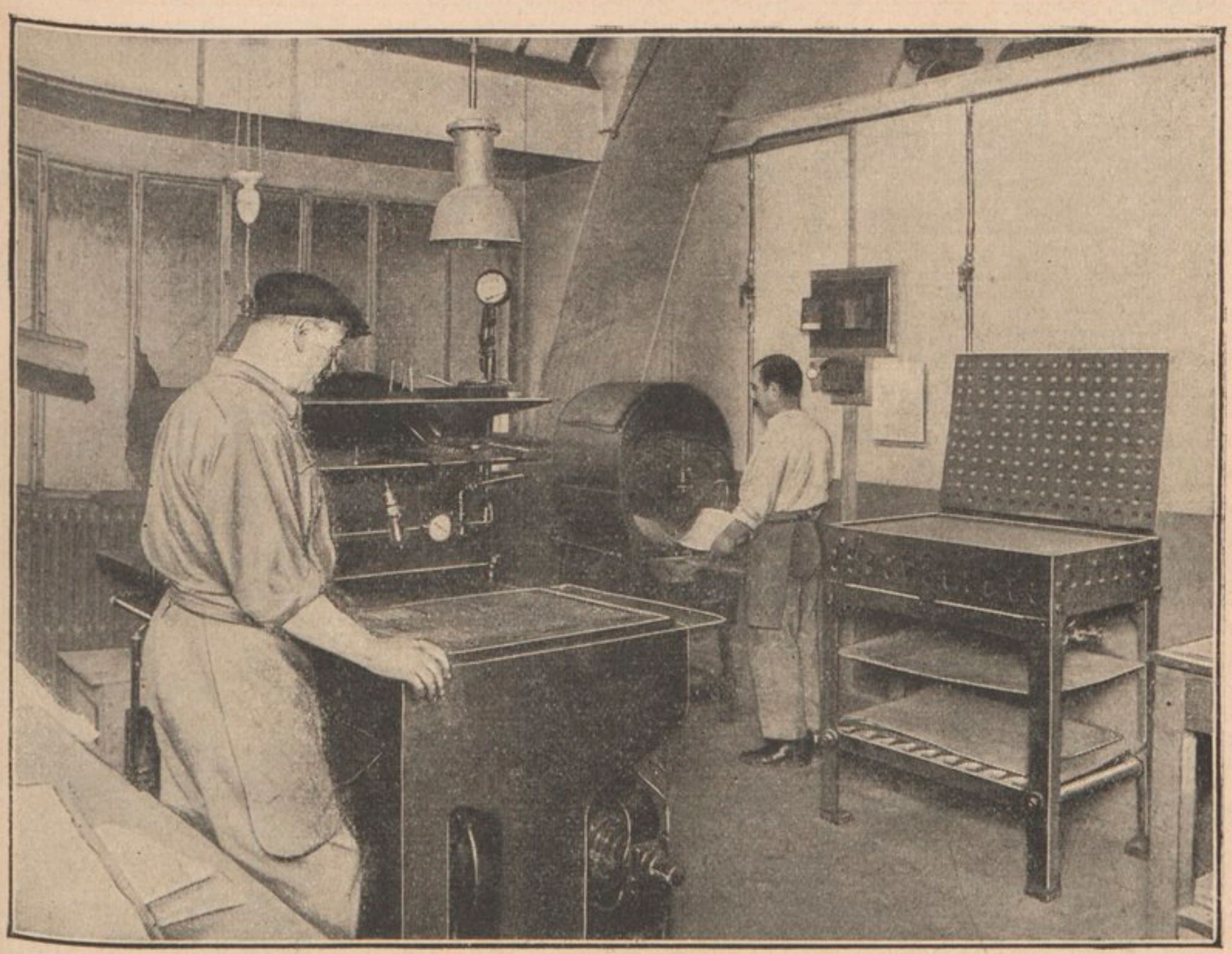
TOUR A ÉCHOPPER POUR CLICHÉS CYLINDRIQUES

Une mèche tournant à grande vitesse et se déplaçant à volonté sert à défoncer les saillies inutiles du métal.

driques, ou, pour être plus exact, demi-cylindriques, était, à l'origine, très peu différent du moule à fondre pour clichés plans, les platines et les branches des équerres limitant la coulée étant, bien entendu, incurvées aux diamètres convenables. Après coulée et démoulage, on devait, sur un tour spécial, détacher la masselotte et tailler des biseaux le long des quatre côtés pour permettre la fixation du cliché sur les cylindres de la machine. On devait enfin porter le cliché sur un « compresseur », comprimant le métal dans une forme semi-cylindrique de diamètre égal au diamètre extérieur imposé aux clichés et rabotant en même temps la face interne au même diamètre que les cylindres de la rotative. Eventuellement, les saillies inutiles devaient être défoncées sur une « toupilleuse » ou tour à échopper.

Cet ensemble de manœuvres exigeait des délais absolument incompatibles avec les exigences de l'information rapide ; aussi toutes les opérations manuelles ont-elles été progressivement remplacées par des opérations mécaniques, réalisées plus ou moins automatiquement, sur un très petit nombre de machines convenablement disposées.

Dans tous les ateliers équipés de façon moderne, on a renoncé à la préparation des flans, et à la prise des empreintes à la brosse ; les flans, préparés industriellement suivant une technique très différente de celle que nous avons décrite, sont employés après avoir été humectés par trempage ou par séjour entre des feutres humides, ou par badigeonnage au moyen de compositions spéciales. La prise de l'empreinte est obtenue dans une presse *ad hoc*, exerçant une pression considérable ; pour les empreintes à froid, on utilise généralement une presse à platine, presse hydraulique, ou presse à genouillère très puissante, commandée par la démultiplication considérable d'un électromoteur ; après un séjour suffisant, sous une pression convenable, dans la presse à mouler, le flan est séparé de la forme et mis à sécher dans un four où il acquiert définitivement la forme cylindrique. Pour les prises d'em-

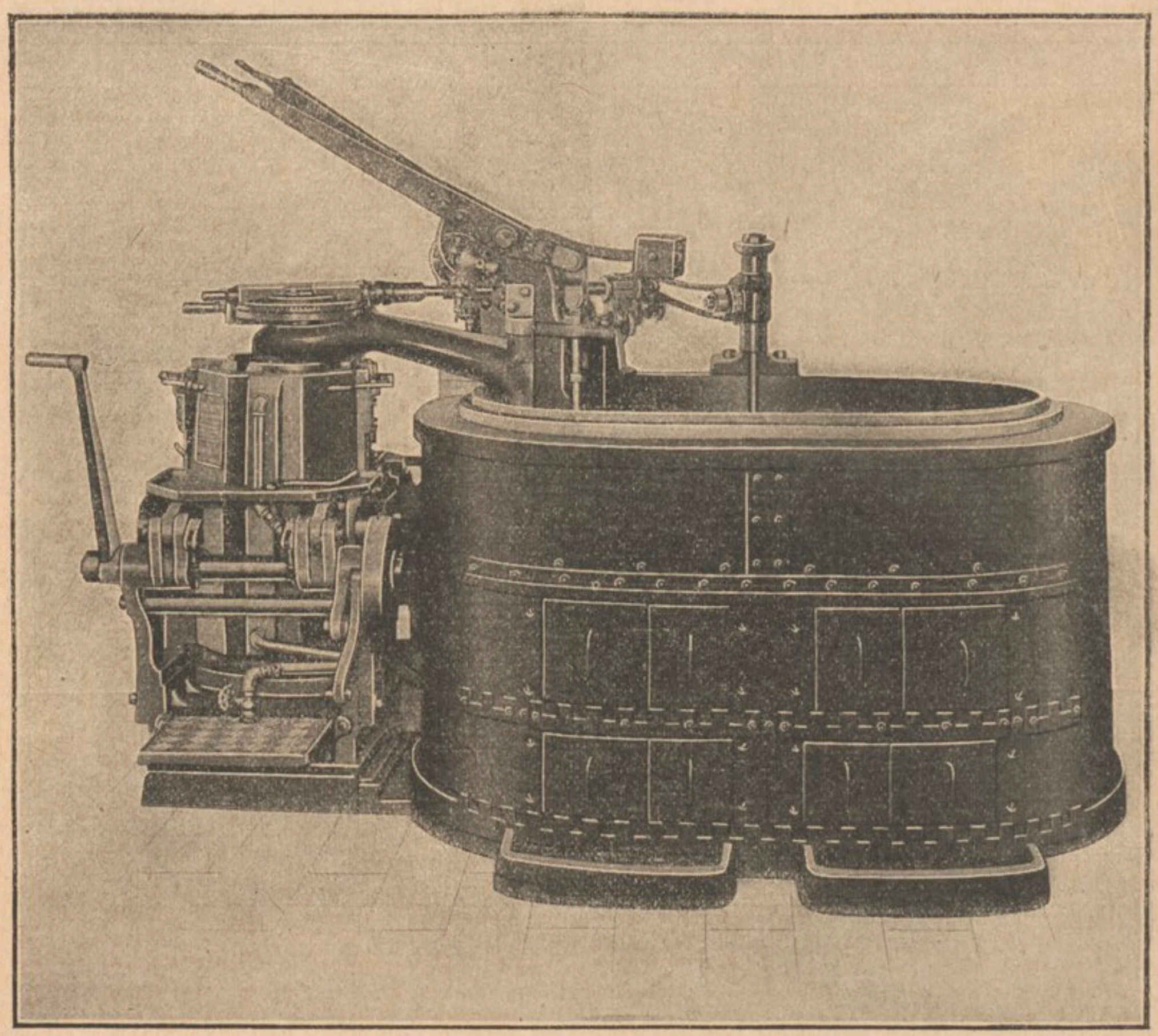


L'ATELIER DE PRISE D'EMPREINTES D'UN GRAND JOURNAL QUOTIDIEN

A gauche, la presse à genouillère pour la prise d'empreintes à froid; à droite, une table chauffante pour commencer le séchage; au fond, le séchoir rotatif dans lequel les flans sont cintrés et définitivement séchés.

preinte à chaud, le flan est d'abord pressé sur la composition, dans une sorte de calandre ou presse à mouler à cylindre, d'où il passe, toujours en contact intime avec les caractères d'imprimerie, dans une presse à sécher à chaud, avant d'être cintré et définitivement séché sous la forme de demi-cylindre.

Une complication se produit dans le cas des quotidiens illustrés en similigravure ; pour la mise en bonne valeur d'une telle image, imprimée sur papier aussi rugueux que celui des journaux quotidiens, et au moyen d'encres aussi fluides, il est nécessaire que les parties qui correspondent aux noirs viennent en saillie relativement au texte, tandis que les demi-teintes claires et les blancs doivent se tenir un peu au-dessous du niveau normal. D'assez nombreux dispositifs ont été imaginés pour réaliser cette « mise en train » lors du moulage des clichés ; on a résolu de façon très heureuse ces difficultés au moyen de « mises en train métalliques » ; la même image utilisée à la gravure du cliché original est reportée sur un zinc d'un demi-millimètre environ d'épaisseur, qui est soumis à une morsure relativement plus brutale que celle de la gravure proprement dite, de façon à n'agir que très peu sur les noirs et à déchausser à peu près complètement les points en saillie dans les blancs ; cette « mise » est fixée derrière le cliché proprement dit et, protégeant la surface de la gravure par un feutre épais, on porte le tout sous une presse hydraulique qui oblige le cliché de zinc à épouser les dénivellations de la mise en train. Le cliché original portant



L'« AUTOPLATE », MACHINE AUTOMATIQUE A COULER LES CLICHÉS CYLINDRIQUES

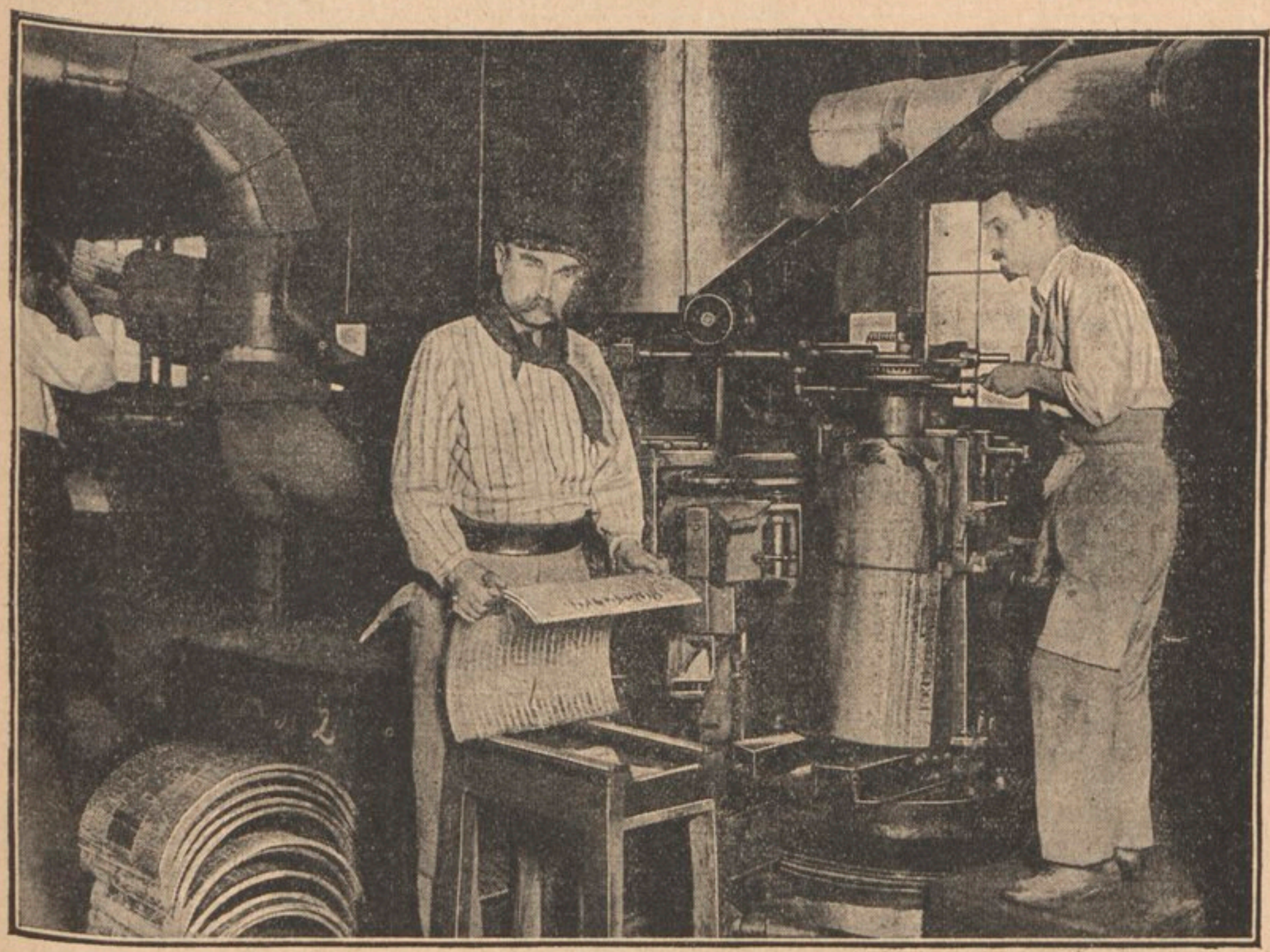
La machine, représentée ici isolément, comporte une vaste chaudière pour le métal en fusion; une pompe, plongeant dans le métal fondu, remplit exactement le moule, situé à gauche, à chaque pression sur le levier. On aperçoit, à la partie inférieure du moule, les conduites d'eau pour le refroidissiement.

ainsi sa mise en train, tous les moulages qui en seront exécutés auront automatiquement les mêmes déformations, leurs noirs prenant plus d'encre aux rouleaux et la distribuant au papier sous une plus forte pression.

La coulée des clichés dans les empreintes est assurée automatiquement, du moins dans les quelques grands quotidiens munis d'un outillage perfectionné, sur une machine automatique à grand débit, d'origine américaine, l' « Autoplate ». Une immense chaudière, chauffée à feu continu, contient une quantité de métal en fusion amplement suffisante pour fournir les divers jeux de clichés correspondant aux diverses éditions successives, ce qui représente un nombre considérable de clichés. Même à l'époque actuelle de restrictions, où les quotidiens sont limités à quatre pages, l'impression sur quatre rotatives exige, pour chaque édition, huit clichés de chaque page, et, pour parer à tous accidents éventuels, il est de règle presque absolue de fondre deux jeux, soit seize clichés de chaque page, ce qui, pour quatre pages et cinq éditions, représente le total respectable de trois cent vingt clichés.

Une pompe, noyée dans le métal en fusion, débite, à chaque manœuvre de son levier, une quantité de métal exactement calculée pour remplir le moule ; celui-ci, établi en accord absolu avec les rotatives qu'il doit alimenter, fond directement les clichés avec leurs biseaux rectilignes ; les deux biseaux circulaires sont taillés par deux fraises devant lesquelles passe le cliché, par une rotation du moule autour de son axe, une circulation d'eau dans une double paroi ayant assuré la solidification rapide du métal fondu. Le moule s'ouvre aussitôt, le cliché, encore chaud, est saisi au moyen de chiffons, la masselotte mise de côté, et le moule se referme pour la coulée d'un nouveau cliché. Pour éviter au clicheur toute erreur sur le nombre des clichés fondus sur chaque empreinte, un boulier est disposé au-dessus du moule, et, après chaque démoulage, l'une des boules est poussée, jusqu'à épuisement des boules, en nombre égal à celui des clichés à fondre.

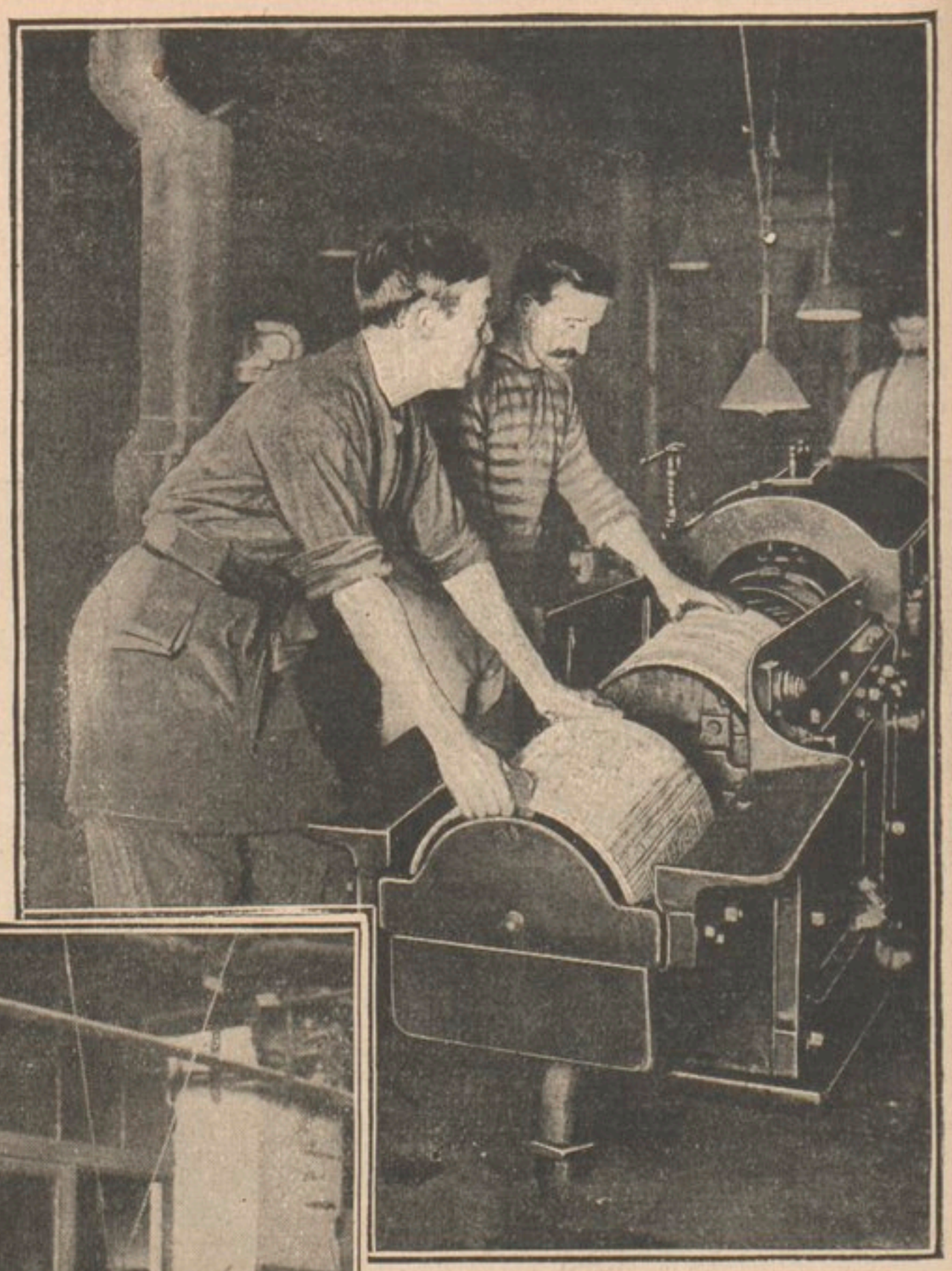
Au fur et à mesure de leur démoulage, les clichés sont rapidement examinés, de façon



L'AUTOPLATE EN SERVICE DANS UN ATELIER DE CLICHAGE MODERNE

Le moule, ouvert, montre le cliché, détaché de sa masselotte par la fraise que l'on voit immédiatement à gauche du trait de coupe. Au-dessus du moule, un boulier indique le nombre de clichés restant à couler.

à éliminer ceux qui, par suite de quelque accident, présenteraient un défaut ; sitôt après ce contrôle, ils sont engagés sur le chemin de roulement d'une autre machine automatique, non moins ingénieuse, « l'Autoshaver » ; les clichés sont amenés automatiquement à un compresseur, élevés et pressés contre la paroi supérieure semi-cylindrique, pendant qu'une lame égalise leur face interne et assure ainsi l'uniformité d'épaisseur de tous les clichés. Dès qu'un cliché est raboté, il continue à descendre sur le chemin de roulement et parvient ainsi au refroidisseur, où il est rapidement refroidi par des jets d'eau arrivant à sa face concave ; après



SÉCHAGE D'UN CLICHÉ SUR L' « AUTOSHAVER »

Le cliché, préalablement raboté puis refroidi, arrive à la sortie de la machine, où il est séché par des brosses rotatives, agissant sur la face concave, puis par un fort courant d'air.

L' « AUTOSHAVER », MACHINE AUTOMATIQUE A FINIR LES CLICHÉS SEMI-CYLINDRIQUES POUR ROTATIVES

quelques secondes, il arrive enfin au séchoir, où il est promptement séché par des brosses cylindriques et par un violent courant d'air.

La prise d'une empreinte n'exige que quelques minutes : l'ensemble des deux machines que nous venons de décrire livre le premier cliché métallique cinq minutes plus tard. Les clichés suivants se succèdent à raison d'environ un cliché par minute.

Dans un article ultérieur, nous étudierons les machines à imprimer les journaux et les curieux dispositifs qui en assurent mécaniquement le pliage.

L.-P. Clerc.

LA SYNTHÈSE DE L'AMMONIAQUE PERFECTIONNÉE PAR UN FRANÇAIS

Par Marcel FARNY

L'AMMONIAQUE est extrêmement répandue dans la nature. C'est une base provenant, en général, de la décomposition des matières organiques ; elle révèle sa présence par une odeur caractéristique qui se dégage des fumiers, des fosses d'aisance, des égouts, des eaux résiduaires. Plus ces matières sont riches en azote, plus il se forme d'ammoniaque, l'azote organique ayant la propriété de se transformer en ammoniaque avec la plus grande facilité.

Dans l'industrie, on s'adresse, pour produire l'ammoniaque, aux quelques sources qui en contiennent le plus : les eaux vannes, les eaux des usines à gaz chargées de l'ammoniaque formée pendant la distillation de la houille pour produire du gaz ou du coke ; la tourbe, les résidus animaux distillés peuvent encore fournir de l'ammoniaque, mais on ne saurait songer pratiquement à la tirer comme produit principal de ces matières ; elle constitue un sous-produit souvent perdu parce que les frais de récupération seraient trop élevés.

Ne pourrait-on tirer l'ammoniaque d'autres sources ? Sa composition chimique ($Az\ H^3$) indique que le produit est formé d'azote et d'hydrogène. Or, l'azote se trouve en abondance dans l'atmosphère où il suffirait de le puiser en le séparant de l'oxygène avec lequel il est simplement mélangé. L'hydrogène est également fabriqué industriellement comme sous-produit — et perdu le plus souvent — dans les fours à coke. Il suffirait donc, pour fabriquer de l'ammoniaque par *synthèse*, de combiner les deux gaz.

Cette solution simpliste a été envisagée depuis longtemps ; une difficulté résidait dans l'obtention abondante, et à un prix suffisamment bas, de l'azote atmosphérique Elle n'existe plus, aujourd'hui. On sait que les appareils à air liquide, notamment ceux de Georges Claude, permettent cette production dans des conditions extrêmement avantageuses. L'industrie est donc en possession des deux gaz, azote et hydrogène, donnant la possibilité de fabriquer de l'ammoniaque par synthèse. Il ne restait alors plus qu'à découvrir le procédé de combinaison.

Le problème était plutôt compliqué. Il a donné naissance à des recherches, suivies de discussions techniques entre Haber et Nernst, basées sur de nombreuses expériences faites dans les laboratoires allemands, particulièrement ceux de la Société badoise de Carlsruhe et de Ludwigshafen. L'ammoniaque synthétique serait donc une découverte bien allemande si un Français, que le monde entier connaissait, Charles Tellier, le *Père du Froid*, et, ensuite, d'autres de nos compatriotes n'avaient, avant Haber, montré que la fabrication synthétique de l'ammoniaque pouvait être réalisée.

M. GEORGES CLAUDE

C'est ce véritable savant qui, après avoir réalisé l'air liquide industriel, a obtenu pratiquement l'ammoniaque synthétique.

M. Matignon, professeur au Collège de France, qui s'est particulièrement occupé de la question de la fixation industrielle de l'azote, fut amené à rechercher tous les brevets qui avaient pu être demandés sur le même sujet. Il ne fut pas peu surpris de découvrir qu'à la date du 11 juillet 1865, Dufresne prenait, au nom de Charles Tellier, un brevet anglais pour la préparation de l'oxygène, dans lequel l'auteur, après avoir exposé son processus opératoire, ajoutait : « Une grande quantité d'azote se trouve éliminée dans ces opérations. Pour utiliser ce gaz, je le fais passer sur du fer à l'état spongieux, chauffé au rouge, et qui absorbe l'azote. Dans ces conditions, je fais arriver de l'hydrogène sur la combinaison de fer et d'azote

ainsi formée. La décomposition est immédiate et la grande quantité d'ammoniaque ainsi produite fait baisser le prix de revient de l'oxygène... » Tellier réalise donc nettement la synthèse de l'ammoniaque, dont il fait un sous-produit de la fabrication de l'oxygène.

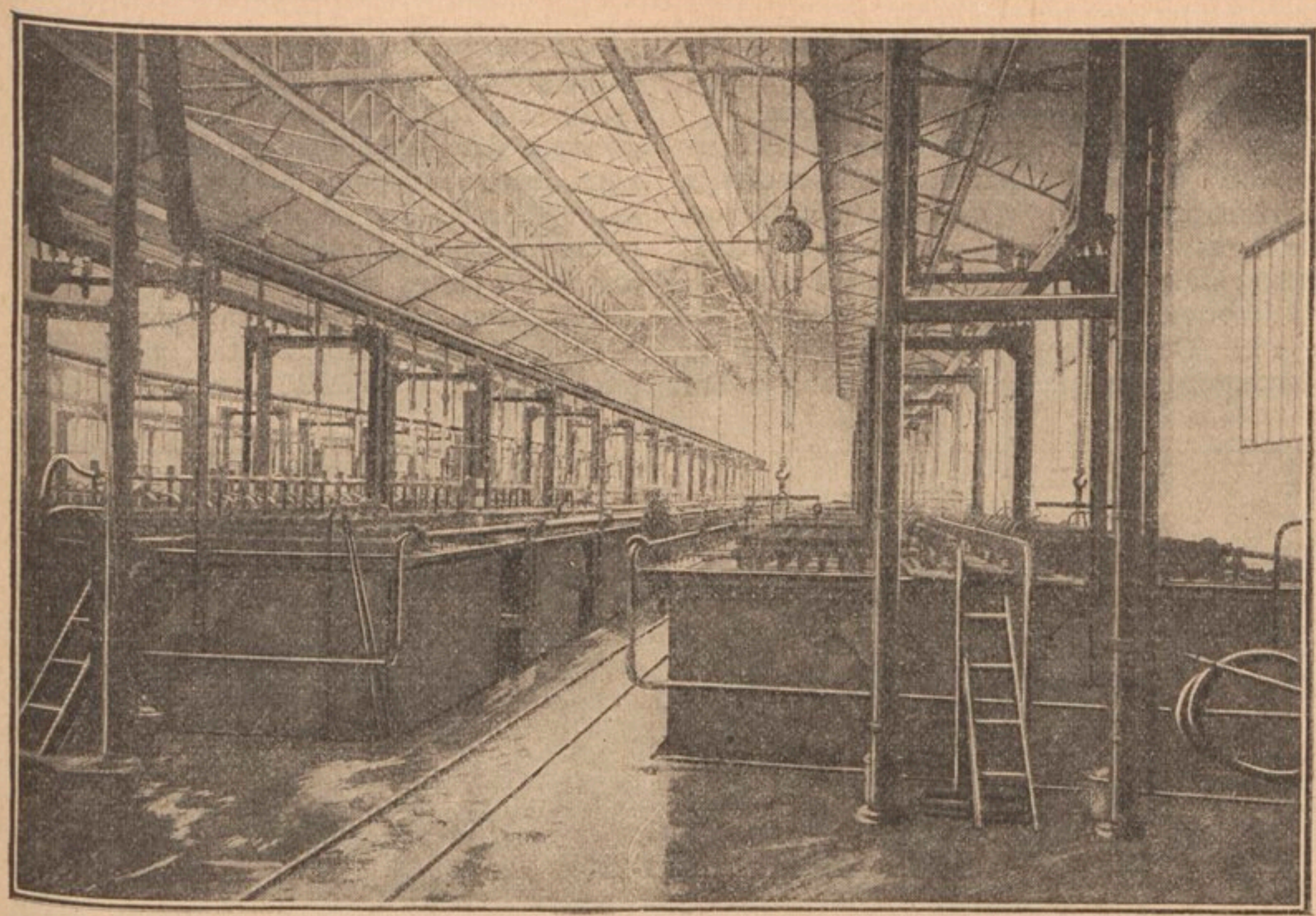
Puis, voici un autre Français, Tessié de Motay, qui, en 1871, prend un brevet pour un procédé continu de fabrication de l'ammoniaque en partant des azotures de titane qu'il introduit dans des tubes ou des cornues, qu'il chauffe ensuite fortement et sur lesquels il fait passer alternativement un courant d'hydrogène et un courant d'azote.

Mais Tellier n'a pas abandonné le problème. En 1881, il prend un autre brevet sous le titre : « L'extraction de l'azote de l'air et son application à l'agriculture sous forme assimilable par les plantes. » Dans le brevet allemand (1881), Tellier revendique un procédé pour la préparation de l'ammoniaque, de l'azote de l'air et de l'hydrogène de l'eau, dont le processus est nettement indiqué : la préparation de l'azote et de l'hydrogène par l'action respective de la vapeur d'eau ou de l'air sur le zinc ; le passage alterné des gaz azote et hydrogène dans une cornue chauffée et remplie par une éponge de fer titanifère en vue de la production de l'ammoniaque, l'*intervention de la pression* dans un vase cylindrique chauffé contenant du platine sur la pierre ponce ou du charbon. On comprime l'azote jusqu'à 10 atmosphères ; puis, ensuite, l'hydrogène, de la même façon, en vue de leur union à l'état d'ammoniaque ; enfin, dans le but d'activer la production de l'ammoniaque, on comprime de même le mélange du fer titanisé avec un autre métal.

Nous ferons ressortir immédiatement, de ce résumé du brevet Tellier, que, pour la première fois, la pression intervient dans la synthèse de l'ammoniaque. Or, tout est là, ainsi que nous le verrons plus loin, et s'il avait été possible à Tellier de réaliser les pressions dont se servait couramment Haber, la synthèse de l'ammoniaque était, dès cette époque, réalisée industriellement.

Nous insisterons encore sur ce fait que Tellier avait signalé, comme catalyseur, le fer associé à d'autres métaux. Or, en 1896, la Société Christiania Minekompani prenait un brevet additionnel dans lequel elle faisait ressortir que l'on peut remplacer le titane par des métaux alcalins (potassium, sodium), des métaux terreux (magnésium, aluminium), des métaux alcalino-terreux (baryum, calcium, strontium). D'ailleurs, tous les métaux peuvent intervenir ; la seule condition essen-

VUE D'ENSEMBLE DU LABORATOIRE DE RECHERCHES DE M. GEORGES CLAUDE, A L'USINE DE LA GRANDE-PAROISSE, A MONTEREAU



SALLE DES APPAREILS POUR LA FABRICATION DE L'HYDROGÈNE PAR L'ÉLECTROLYSE, A L'USINE DE LA GRANDE-PAROISSE

tielle étant que ces métaux, employés seuls ou isolément, soient à l'état finement divisé ou précipités sur des corps poreux neutres et que la température ne dépasse pas une limite susceptible d'entraîner la décomposition des combinaisons ammoniacales.

Puis, en 1901, M. Le Chatelier indique que de fortes pressions sont nécessaires (100 atmosphères et même davantage) pour faciliter la combinaison, concurremment avec l'emploi de catalyseurs appropriés (mousse de platine et fer divisé).

Donc, au commencement de ce siècle, avant même que Haber, reprenant les expériences du chimiste anglais Perman, relatives à l'étude des températures de combinaisons pour la formation de l'ammoniaque ou pour sa décomposition (1904), se fût occupé pour la première fois, non de la synthèse de l'ammoniaque, mais simplement de la détermination des températures, les bases de la synthèse de l'ammoniaque étaient posées. Son mérite réside, à la suite d'une polémique avec Nernst, d'avoir suivi les conseils d'un autre chimiste anglais, Le Rossignol, qui travaillait avec lui dans son laboratoire et avait attiré son attention sur la possibilité de faire de la synthèse de l'ammoniaque une réaction industrielle.

La Badische fournit d'ailleurs des chimistes à Haber pour l'aider dans ses recherches, ainsi qu'une partie des fonds nécessaires, puis elle créa, en 1913, près de Ludwigshafen, une première usine produisant annuellement 30.000 tonnes de sulfate d'ammoniaque. L'année suivante, au mois de mars, la Société Badoise, la Société Bayer et l'Anilin de Berlin, consacraient un capital de 108 millions de francs à la construction d'une usine capable de produire 100.000 tonnes de sulfate d'ammoniaque par an. Puis la guerre vint ; le gouvernement allemand mit 30 millions de marks à la disposition des mêmes sociétés pour la création d'une usine de transformation de l'ammoniaque en acide nitrique. Ce vaste programme doit être maintenant réalisé.

Avant de parler des procédés modernes de synthèse de l'ammoniaque, il nous paraît nécessaire de rappeler en quelques mots en quoi consiste le phénomène de la catalyse dont font mention les précédents brevets.

On sait que certains corps, par leur seule présence, peuvent déterminer des actions chimiques. C'est le cas de la mousse de platine employée dans l'allumage des becs de gaz. Sa grande affinité pour l'hydrogène détermine une élévation de température

assez grande pour porter le métal au rouge et provoquer pour ainsi dire automatiquement l'inflammation d'un gaz carburé.

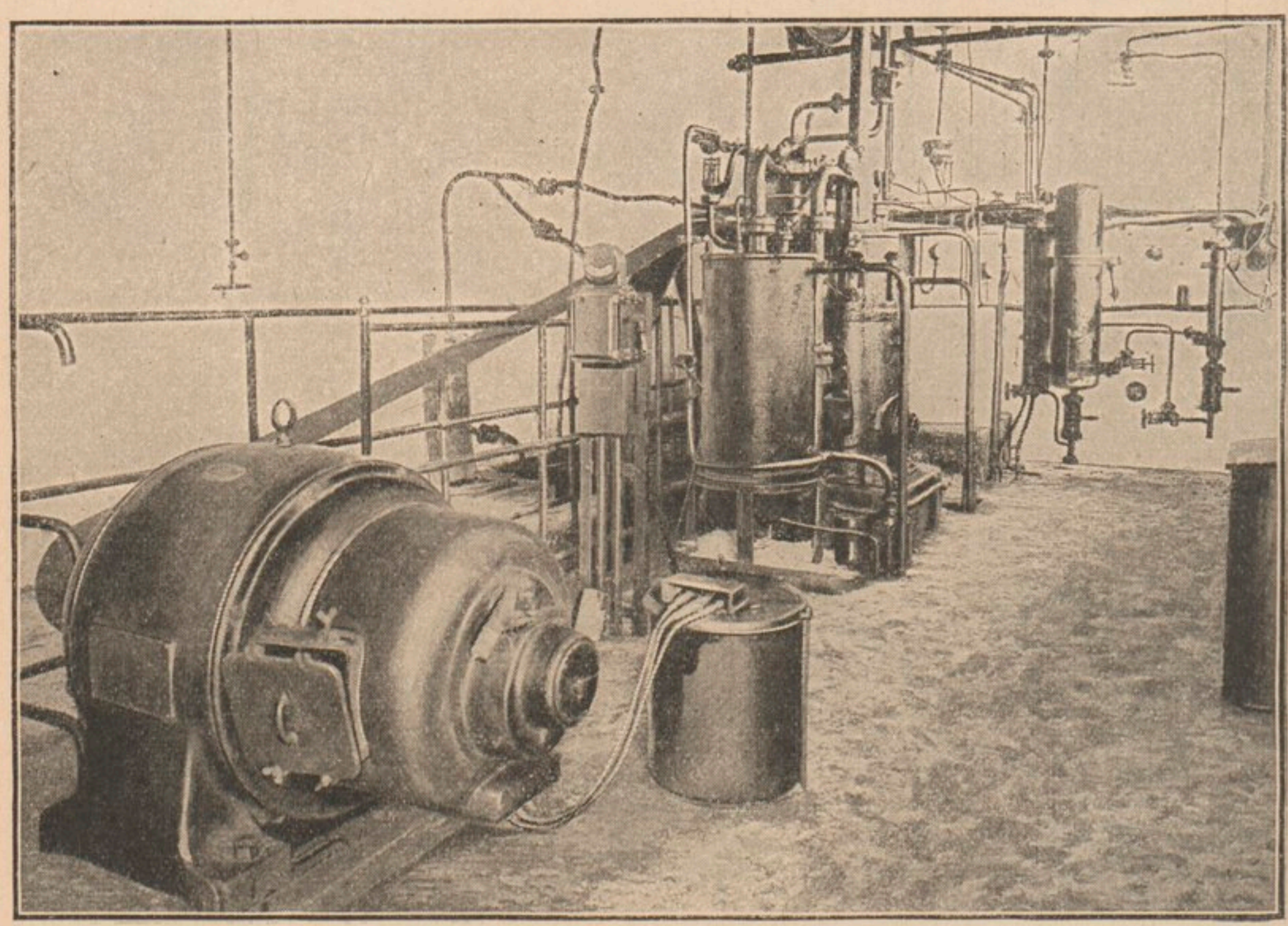
En 1823, Dœbereiner, professeur à l'Université d'Iéna, enflamma un mélange d'hydrogène et d'oxygène en y introduisant de la mousse de platine. Dulong et Thénard, nos grands chimistes, firent un vif éloge de la découverte à l'Académie des Sciences.

« M. Dœbereiner, disaient-ils, vient de découvrir un des phénomènes les plus curieux que puissent présenter les sciences physiques. L'auteur a observé que le platine en éponge détermine à la température ordinaire la combustion de l'hydrogène avec l'oxygène et que le développement de la chaleur résultant de cette action peut rendre le métal incandescent. Nous nous sommes empressés de vérifier un fait aussi surprenant : nous l'avons trouvé très exact. »

On pense bien que l'expérience fut répétée dans tous les laboratoires, et avec le même succès ; il en sortit cette théorie que le catalyseur, quel qu'il soit, intervient pour rendre presque instantanée une combinaison chimique qui, sans lui, serait de très longue durée. De fait, l'azote et l'hydrogène, en présence dans un milieu putride, se combinent lentement pour former de l'ammoniaque. Le catalyseur intervient donc pour activer cette combinaison : c'est un économiseur de temps très précieux.

Tous les métaux, on pourrait presque dire tous les corps réduits à l'état pulvérulent, possèdent cette propriété à un degré plus ou moins élevé et qui dépend à la fois du gaz et du métal mis en sa présence. Les gaz difficilement liquéfiables, en particulier l'hydrogène, sont ceux qui se laissent absorber le plus facilement par les catalyseurs. Pour l'hydrogène, le meilleur catalyseur est le palladium, qui en absorbe jusqu'à 930 fois son volume, et parfois plus. Le cobalt fixe 153 volumes, le noir de platine 160, l'or 46, le nickel et le fer 19, le cuivre 4.

On peut donc admettre que le phénomène de la catalyse n'est autre chose qu'une combinaison du gaz et du métal, combina son



VUE DE L'INSTALLATION GEORGES CLAUDE POUR LA LIQUÉFACTION DU CHLORE PRODUIT PAR LA BATTERIE D'ÉLECTROLYSE

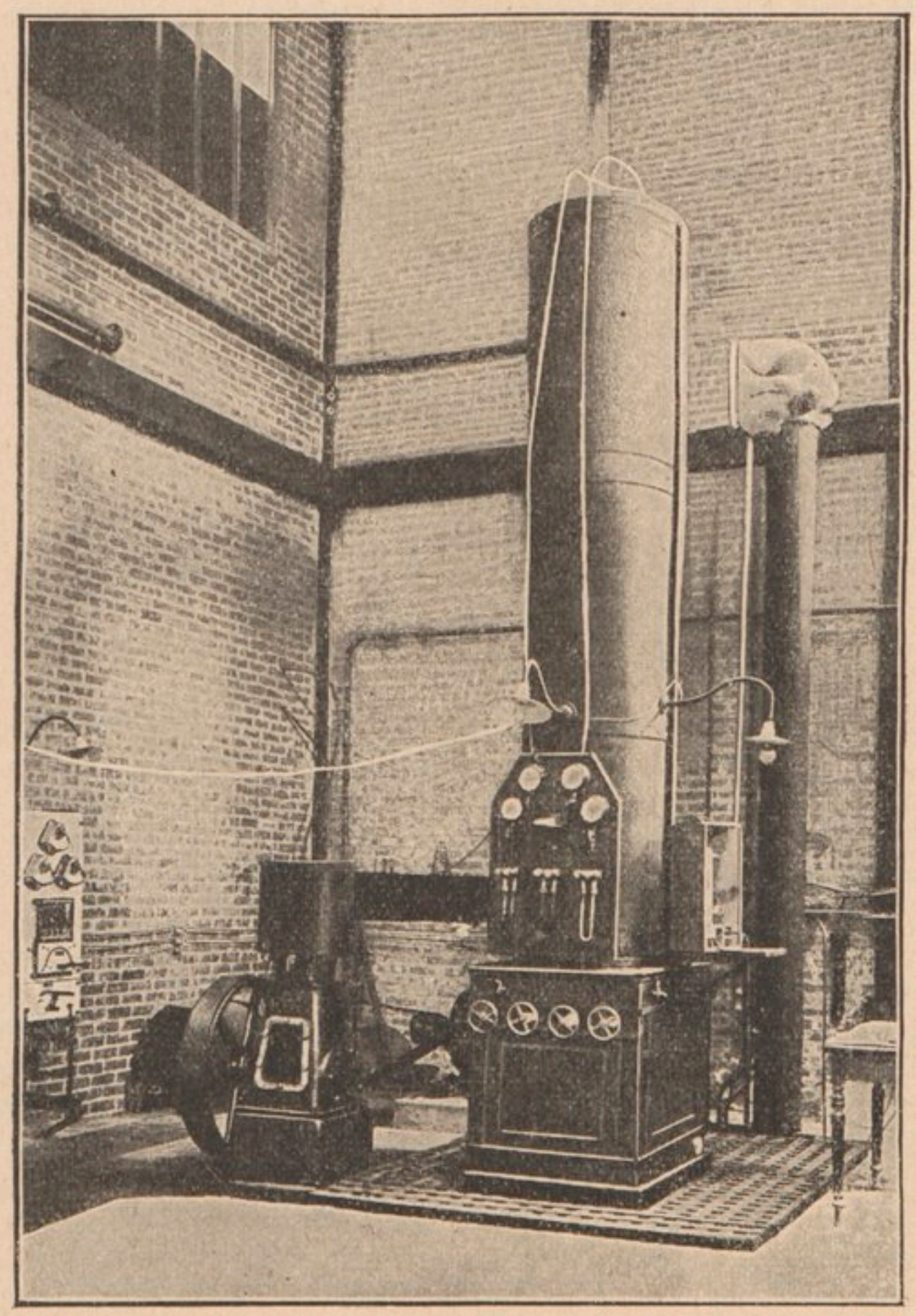
*Au premier plan, le moteur électrique ; au second plan, le compresseur graissé à l'*huile de vitriol *pour éviter l'attaque du chlore humide.*

qui s'effectue à la pression et à la température ordinaires, mais qu'une pression supplémentaire favorise très largement.

Ajoutons enfin que le catalyseur peut être considéré comme un ferment métallique soumis, comme tous les ferments, à une période de jeunesse, de pleine vitalité, de décadence et de mort. Comme eux aussi, il subit l'influence des substances nocives, et, en leur présence, il s'empoisonne et meurt.

Mais un volume donné d'un catalyseur donné ne peut provoquer la combinaison que d'un volume défini de gaz. On le remplace quand il a rempli sa fonction.

La synthèse de l'ammoniaque était donc à l'étude depuis pas mal d'années déjà lorsque Haber, chimiste allemand, découvrit des catalyseurs permettant de travailler à des températures relativement basses; les résultats qu'il obtint furent tels que l'on put, dès lors, envisager l'exploitation industrielle de ses intéressants procédés.



APPAREIL GEORGES CLAUDE POUR LA FABRICATION DE L'AIR LIQUIDE QUI DONNE L'AZOTE NÉCESSAIRE A LA COMBINAISON $Az\,H^3$, POUR LA FABRICATION SYNTHÉTIQUE DE L'AMMONIAQUE

Or, cette exploitation ne peut être rémunératrice qu'autant que l'azote et l'hydrogène sont produits eux-mêmes à un prix peu élevé. L'état de pureté de ces gaz doit être absolu ; sans cette condition, les gaz étrangers qu'ils entraîneraient joueraient sur le catalyseur le rôle de poisons et le rendraient très rapidement inutilisable.

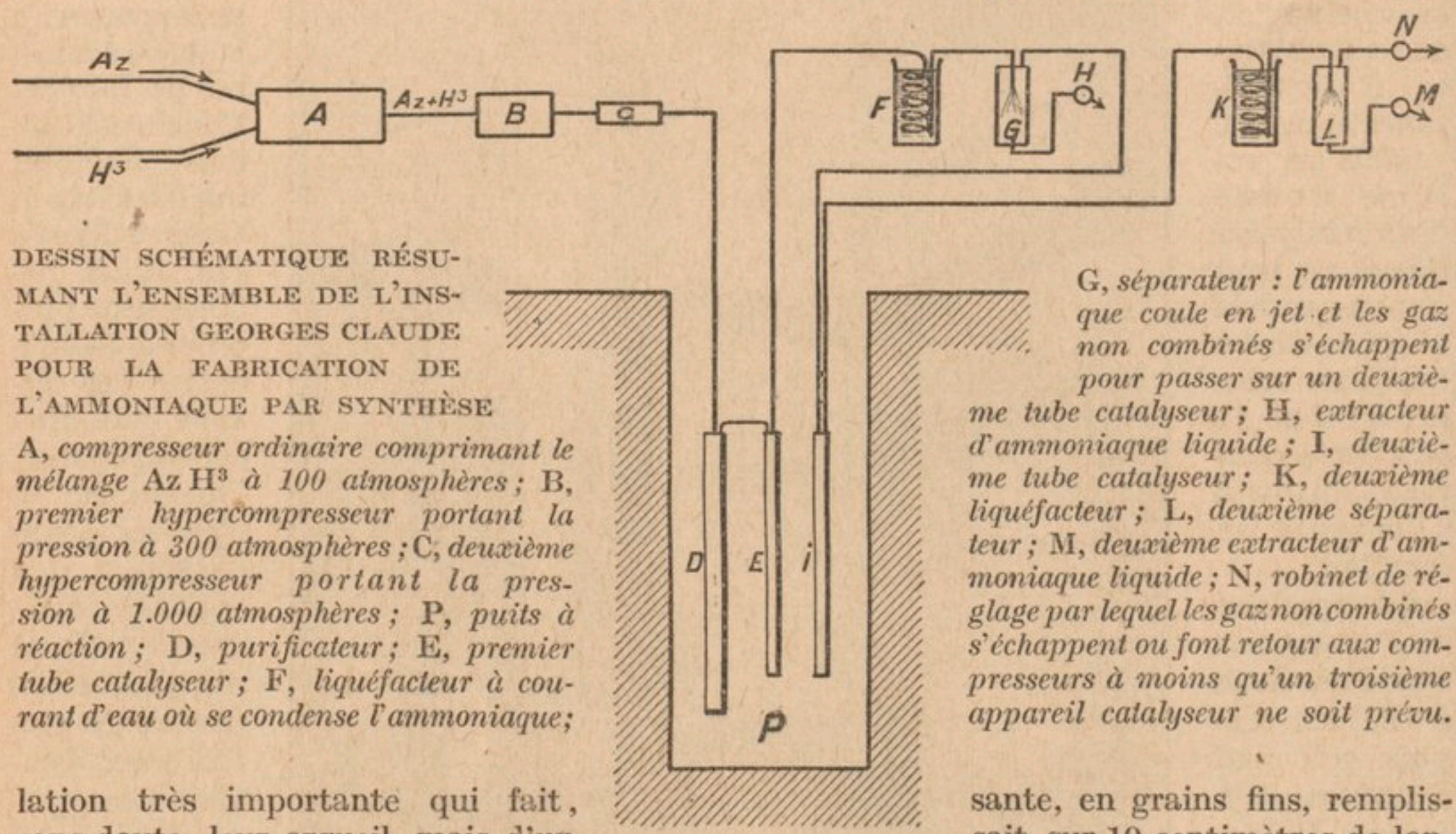
La production de l'azote pur ne présente aucune difficulté industrielle ; on l'extrait de l'air à basse température et on le met en bouteilles sous pression comme l'hydrogène, avec lequel il cohabite dans l'atmosphère. Celle de l'hydrogène peut être réalisée de diverses manières : avec l'électrolyse, le gaz est très pur, mais son prix de revient est trop élevé ; on le tire généralement du gaz d'eau à moins qu'on ne puisse se le procurer à la sortie des usines de fabrication du coke où il est perdu ou mal utilisé. Dans ce dernier cas, il est nécessaire de procéder à l'élimination des autres gaz qui accompagnent l'hydrogène et d'épurer celui-ci dans des appareils spéciaux. Nous n'insisterons pas sur les procédés qui peuvent être envisagés ; qu'il nous suffise de savoir que, pour réaliser industriellement la synthèse de l'ammoniaque, il est nécessaire de posséder une source abondante des deux gaz : azote et hydrogène.

Cette synthèse s'effectue par le mélange des deux gaz, en proportions voulues, le mélange étant soumis à une très forte pression qui fait, en quelque sorte, équilibre à la température à laquelle le catalyseur devient actif ; en d'autres termes, la combinaison se réalise usqu'à un certain équilibre qui dépend de la pression et de la température, et l'ammoniaque sort en jet continu des appareils.

Les deux conditions essentielles pour arri-

ver à des résultats tout à fait satisfaisants sont donc la pression et la température.

Jusqu'ici, les pressions industrielles les plus élevées ne dépassaient pas 150 ou 200 atmosphères ; ce sont celles qu'il a fallu atteindre pour obtenir la liquéfaction de l'air, au moins dans le procédé allemand de Linde, et la Badische Anilin exploitant les procédés Haber les a adoptées pour la synthèse de l'ammoniaque. Ces pressions, déjà élevées, n'ont pu être obtenues par les Allemands que par la création d'une installation très importante qui fait, sans doute, leur orgueil, mais d'un prix de revient extrêmement coûteux.



DESSIN SCHÉMATIQUE RÉSUMANT L'ENSEMBLE DE L'INSTALLATION GEORGES CLAUDE POUR LA FABRICATION DE L'AMMONIAQUE PAR SYNTHÈSE

A, *compresseur ordinaire comprimant le mélange* Az H³ *à 100 atmosphères ;* B, *premier hypercompresseur portant la pression à 300 atmosphères ;* C, *deuxième hypercompresseur portant la pression à 1.000 atmosphères ;* P, *puits à réaction ;* D, *purificateur ;* E, *premier tube catalyseur ;* F, *liquéfacteur à courant d'eau où se condense l'ammoniaque ;* G, *séparateur : l'ammoniaque coule en jet et les gaz non combinés s'échappent pour passer sur un deuxième tube catalyseur ;* H, *extracteur d'ammoniaque liquide ;* I, *deuxième tube catalyseur ;* K, *deuxième liquéfacteur ;* L, *deuxième séparateur ;* M, *deuxième extracteur d'ammoniaque liquide ;* N, *robinet de réglage par lequel les gaz non combinés s'échappent ou font retour aux compresseurs à moins qu'un troisième appareil catalyseur ne soit prévu.*

Georges Claude, étudiant à son tour la synthèse de l'ammoniaque, s'est arrêté à cette idée, que des pressions beaucoup plus élevées, des surpressions, comme il les appelle, peuvent être obtenues presque sans difficulté. La production de la pression dépend presque complètement, en effet, de l'étanchéité des organes à l'aide de cuirs emboutis. Or, plus cette pression est élevée, mieux les cuirs emboutis fonctionnent ; en prenant quelques précautions presque élémentaires, il est possible, en utilisant un simple piston plongeur, de réaliser des pressions capables d'atteindre 1.000 atmosphères. Et, autre avantage dont l'industrie doit tirer grand profit : plus la pression s'élève, moins son augmentation coûte d'énergie. Ainsi on peut dire que ce qui coûte 2 pour comprimer à 200 atmosphères, coûte seulement 3 pour comprimer à 1.000. Enfin, plus les pressions augmentent, plus les organes supplémentaires qui interviennent sont petits. Il y a donc avantage à comprimer à 1.000 atmosphères, à tous les points de vue, et il n'est pas besoin pour cela d'une longue démonstration.

Il existe une relation directe entre la pression et la température à laquelle doit être soumis le catalyseur. Cette relation a été mise en valeur par M. Georges Claude, pour la réaction $Az^2 + 3H^2 = 2AzH^3$ par des essais qui ont déterminé, sinon les teneurs exactes d'équilibre, du moins les valeurs rapprochées de ces teneurs en fonction de la température et de la pression.

Dans ces expériences, la matière catalysante, en grains fins, remplissait, sur 10 centimètres de longueur, un tube de 8 millimètres de diamètre et de 80 centimètres de hauteur chauffé électriquement. Le mélange gazeux d'azote et d'hydrogène, préparé à l'avance, puis chauffé par son passage dans trois compresseurs en série, était ensuite très soigneusement débarrassé de toute trace d'oxygène, mais non desséché rigoureusement avant son passage sur la matière catalysante.

Les expériences, habilement conduites, eurent lieu à des pressions de 200, 400, 600, 800 et 1.000 kilogrammes par centimètre carré, des températures spéciales correspondant à chacune de ces pressions.

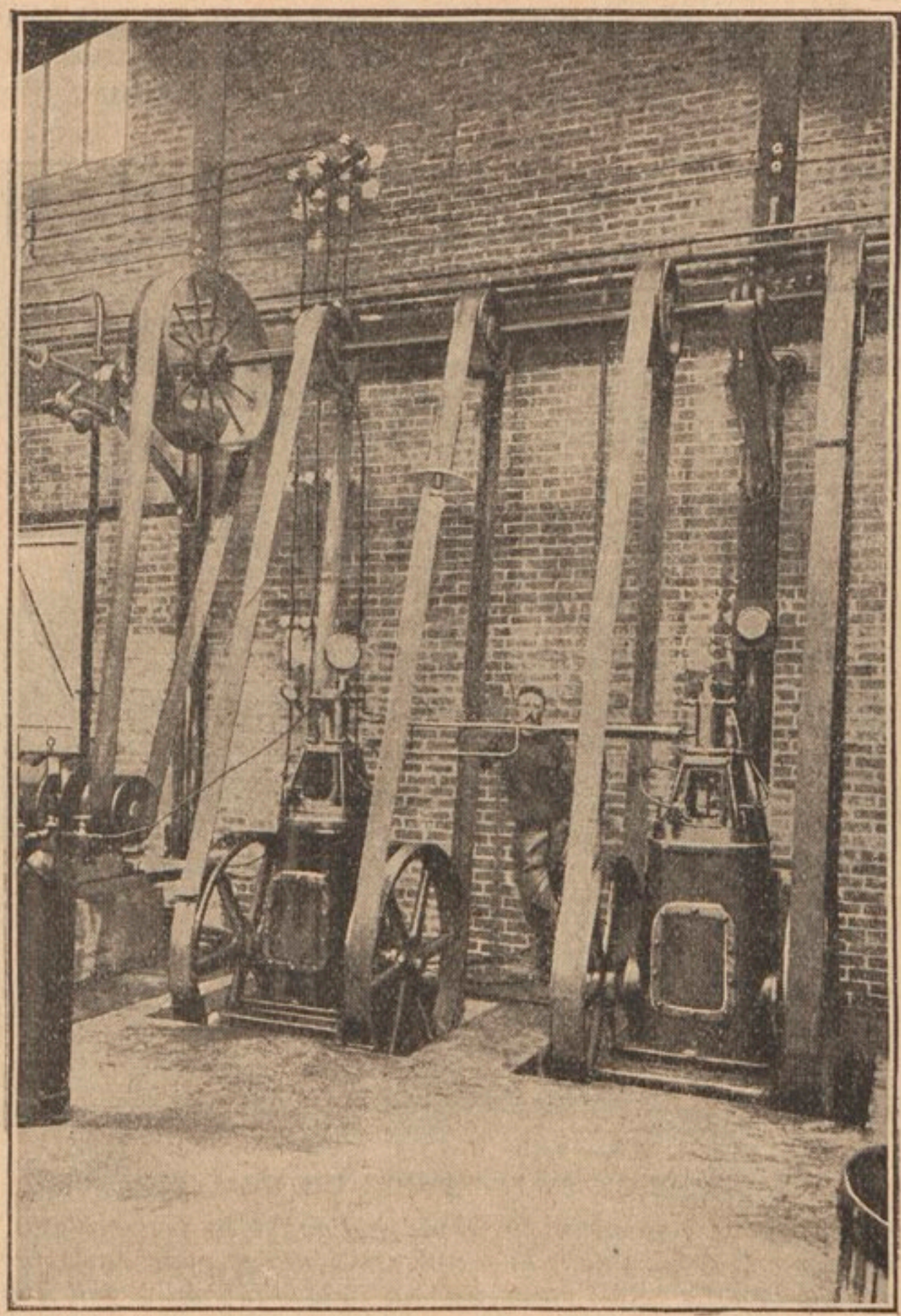
Les résultats ont montré que la combinaison de l'azote et de l'hydrogène s'effectue avec une très grande facilité aux pressions très élevées, sans que, toutefois, l'emploi du catalyseur cesse d'être indispensable. Mais alors qu'à la pression de 200 atmosphères employée par la Badische Anilin, le rendement en ammoniaque ne dépasse pas 13 % du mélange gazeux soumis au catalyseur, il atteint 40 % à la pression de 1.000 atmos-

phères tout en n'exigeant qu'une dépense extrêmement faible d'énergie supplémentaire pour produire cette surpression.

D'autre part, M. Georges Claude a reconnu qu'il ne faut pas compter sur l'élévation de pression pour abaisser la température du catalyseur ou température dite de réaction ; à 1.000 atmosphères comme à 200 atmosphères, la zone des températures utilisables reste comprise entre 500 et 700 degrés ; si l'on descend au-dessous de 500 degrés, la vitesse de réaction diminue fortement.

Dans ces conditions, en travaillant à la température de 600 degrés maintenue uniforme, on peut, avec un débit de 1.000 mètres cubes de mélange gazeux par litre de catalyseur et par heure, obtenir une teneur de plus de 25 % correspondant à une combinaison de 40 % des gaz amenés en présence du catalyseur. Ces chiffres correspondent à la production de 6 grammes d'ammoniaque par heure et par gramme de catalyseur, au lieu de 0 gr. 5 environ, obtenus par la Badische Anilin. Le dégagement de chaleur de combinaison devient alors si intense, qu'elle dépasse la température nécessaire au catalyseur, à tel point qu'il est nécessaire, pour éviter des accidents, de procéder à un refroidissement des appareils par une circulation d'eau.

Tel est le principe général sur lequel repose la synthèse de l'ammoniaque par les procédés Georges Claude. Il constitue un grand progrès sur les procédés allemands qui, en raison des faibles teneurs en ammoniaque auxquelles ils sont condamnés, se trouvent dans l'obligation de repasser la même masse de mélange gazeux huit ou dix fois sur le catalyseur pour effectuer la combinaison totale. Avec les procédés Claude, 100 volumes du mélange gazeux passant sur le catalyseur sont transformés en ammoniaque dans la proportion de 40 %. Il suffit donc, au maximum, de trois passages dans une batterie de trois catalyseurs, pour réaliser la combinaison totale du mélange. En principe, on utilise deux éléments catalyseurs, le mélange gazeux qui reste faisant retour au premier compresseur.



LES DEUX PREMIERS COMPRESSEURS QUI INTERVINRENT DANS LA FABRICATION SYNTHÉTIQUE DE L'AMMONIAQUE

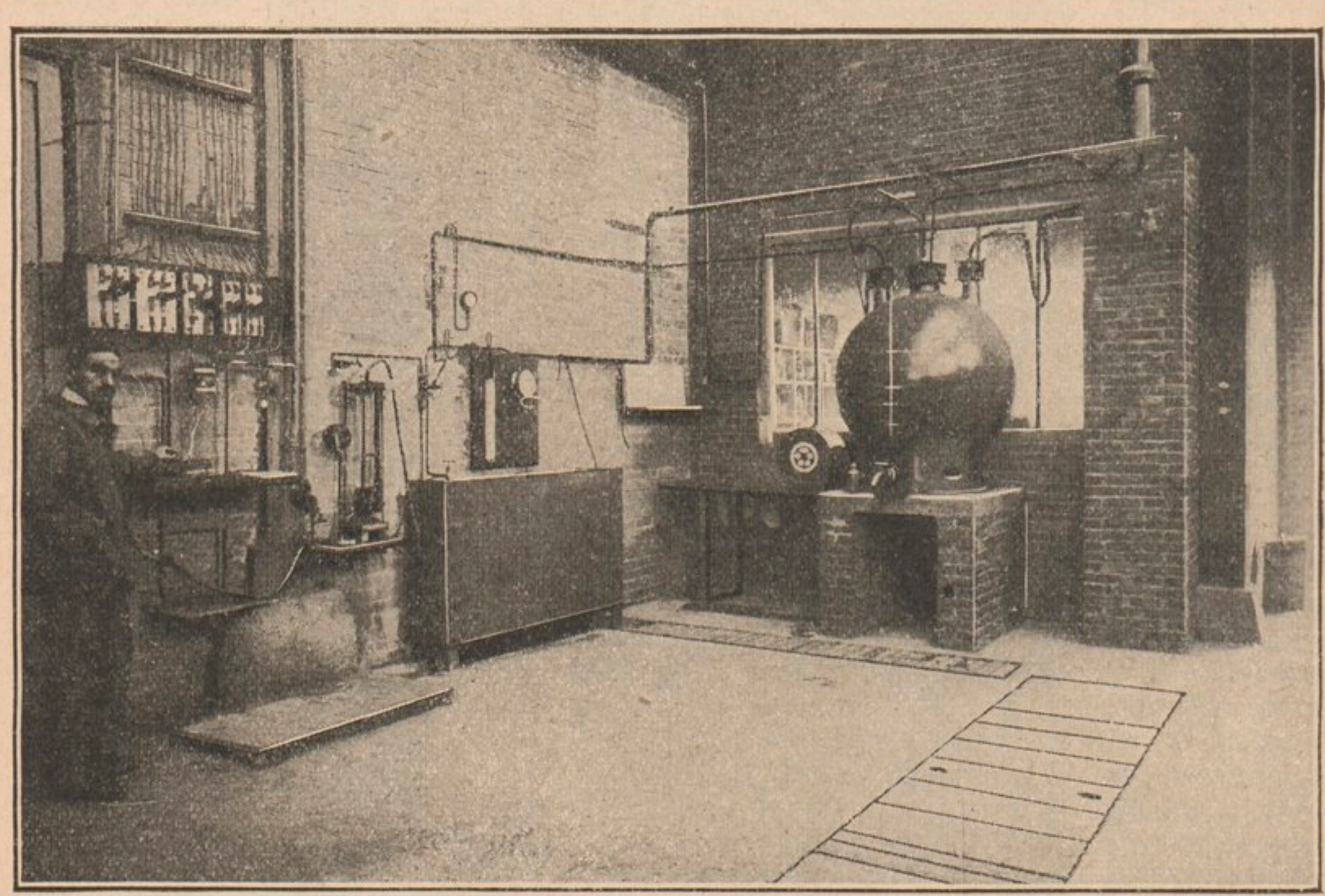
A droite, le compresseur à 100 atmosphères; à gauche, le compresseur à 300 atmosphères.

Le produit de la réaction sort du tube catalyseur sous la forme d'un mélange de gaz non combinés et de vapeurs ammoniacales ; on condense ces dernières. Dans le procédé Claude, grâce à la tension élevée de ces vapeurs, leur liquéfaction est réalisée par simple refroidissement par l'eau entourant le serpentin du condenseur. Dans le procédé Haber, la faible tension de ces mêmes vapeurs exige l'entrée en action d'un mélange réfrigérant coûteux à réaliser, puisque les usines de la Badische ne peuvent condenser qu'à l'aide d'un froid de 40 degrés au-dessous de zéro. Une amélioration a pu être introduite dans ces derniers procédés, en effec-

tuant non plus la liquéfaction, mais la dissolution dans l'eau injectée sous une pression de 200 atmosphères. C'est encore là un travail considérable nécessitant l'intervention de moteurs, de pompes, de colonnes de dissolution dont le procédé Georges Claude est exempt.

Poussant plus loin encore ses expériences, le savant français a recherché s'il ne serait pas plus avantageux de transformer l'ammoniaque en engrais, non sous la forme de sulfate d'ammoniaque, mais sous celle, qui lui paraît plus rationnelle, de chlorhydrate d'ammoniaque, en utilisant le chlore perdu dans la préparation de la soude par le procédé Solvay, qui fournit des quantités énormes de carbonate de soude. La fabrication industrielle de cet engrais est rendue possible dans des conditions techniques beaucoup plus avantageuses que celle du sulfate d'ammoniaque ; c'est encore là une des conséquences de la fabrication de l'ammoniaque sous des pressions très élevées, résultat qu'il serait tout à fait impossible d'obtenir aussi économiquement avec des pressions de synthèse ne dépassant pas 200 atmosphères.

Nous venons d'exposer le principe général de la production synthétique de l'ammoniaque en partant de l'azote et de l'hydrogène. Le premier de ces gaz est retiré de l'air atmosphérique à un prix de revient très peu élevé ; quant à l'hydrogène, la meilleure source à laquelle on puisse s'adresser est l'industrie des fours à coke, qui éliminent en pure perte des gaz, résidus de la fabrication du coke, contenant 50 % d'hydrogène. Il paraît donc rationnel d'installer les usines fabriquant des engrais ammoniacaux à proximité de ces fours, qui livreront le gaz principal à un prix également peu élevé, puisqu'il n'en coûtera que la séparation de l'hydrogène des autres gaz, et sa purification.



LA FABRICATION SYNTHÉTIQUE DE L'AMMONIAQUE

A gauche, l'ouvrier surveille le pyromètre électrique indiquant la température. Au-dessus, circuits électriques destinés à amener le catalyseur à la température voulue pour l'amorçage. Près de lui, vers la droite, l'éprouvette dans laquelle jaillit l'ammoniaque liquéfiée. Tout à fait à droite, la tourie et la colonne de grès dans lesquelles vont se laver les gaz résiduels.

A la plainte classique: «l'agriculture manque de bras», s'en est ajoutée chez nous une autre, tout aussi navrante : « l'agriculture manque d'engrais » ; ne semble-t-il pas que les perfectionnements apportés par M. Claude dans la fabrication de l'ammoniaque synthétique doivent promptement mettre fin à cette pénurie de fertilisants dont notre vieille terre de France a tant besoin ? MARCEL FARNY.

LES AVIONS A L'ABRI DE L'IMMERSION

Par Jean TREMBLAY

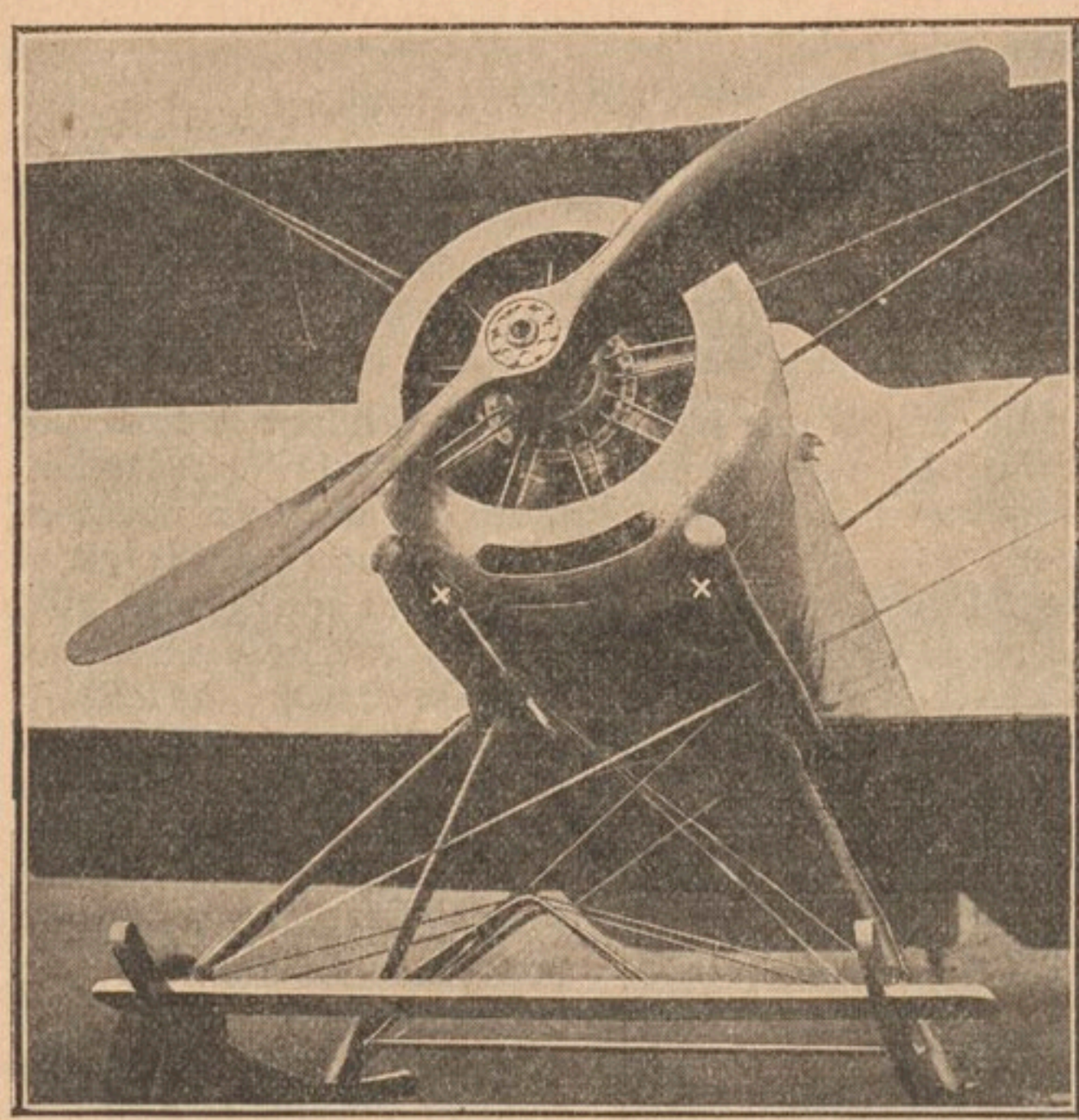
Les lignes de transport, comme celle de Paris-Londres, par exemple, utilisent des avions à roues, et non des hydro-aéroplanes, bien qu'une partie de leur parcours s'effectue au-dessus de la mer. Les hydravions, indispensables à la marine de guerre, présentent, en effet, des inconvénients assez sérieux lorsqu'il s'agit de les affecter à un service de transports aériens. D'abord, leur nature même exige que l'on dispose, pour le départ et l'arrivée, d'une rivière ou d'un lac assez important ; ensuite, ils ne peuvent guère entreprendre de vols de longue durée au-dessus de la terre ferme, puisque l'atterrissage proprement dit leur est rendu très difficile, sinon impossible. Ils ne peuvent donc suivre qu'un itinéraire comportant un cours d'eau, de façon à pouvoir venir s'y poser en cas de panne de moteur. Cette obligation supprime, par conséquent, l'un des avantages les plus appréciables de la locomotion aérienne qui est l'utilisation de la ligne droite. De plus, l'emploi d'un fuselage-coque ou de flotteurs encombrants augmente généralement le poids de l'appareil et sa résistance à l'avancement, ce qui a pour résultat de réduire la capacité de transport et la vitesse de l'avion. Dans ces conditions, on ne peut guère envisager l'emploi des hydroaéroplanes que s'il s'agit d'assurer un service exclusivement maritime, comme Marseille-Alger, par exemple, en ligne droite. Pour les lignes mixtes, c'est-à-dire celles qui comportent un parcours mi-terrestre, mi-maritime, comme Paris-Londres ou Londres-Bruxelles, on continuera à recourir aux avions ordinaires, pourvus seulement d'un châssis d'atterrissage

LE LIEUTENANT A. BONNET-LABRANCHE

Cet excellent pilote, chevalier de la Légion d'honneur et titulaire de la Croix de guerre, est un aviateur de la première heure. Il contribua, pour une large part, à la mise au point définitive des flotteurs Busteed.

Mais cette solution présente un inconvénient plus grave encore que le précédent : si une panne survient pendant la traversée de la Manche ou de la mer du Nord, l'avion, obligé de descendre sur les flots, capotera très probablement au contact des lames et s'enfoncera d'autant plus rapidement qu'il sera plus chargé. Il entraînera avec lui ses passagers ou les privera d'un abri qui leur eût permis d'attendre, en toute sécurité, l'arrivée des secours. Le fait de pourvoir chaque passager d'une bouée individuelle ou d'un vêtement de sauvetage constitue une solution tout à fait insuffisante, en raison du peu de visibilité d'un corps humain flottant à la surface de la mer. Si l'accident se produit au large, à une grande distance de la côte, ses victimes seront irrémédiablement perdues parce que le froid et la fatigue auront vite raison de leur résistance. C'est un fait reconnu que la plupart des naufragés meurent victimes du froid plutôt que de l'immersion. Par contre, si l'avion, au lieu de s'enfoncer, est capable de flotter plusieurs heures, en épargnant à ses occupants le contact de l'eau, ceux-ci pourront attendre en toute quiétude l'arrivée d'un navire de secours. Les dimensions de l'appareil attireront certainement l'attention des vigies des navires, et, dès lors, non seulement le sauvetage des passagers n'est pas douteux, mais, très probablement aussi, celui de l'avion.

Pour permettre à un avion, d'une densité aussi élevée que les appareils actuels, de se maintenir à la surface de la mer, il faut, de toute évidence, l'alléger au moyen d'un système flotteur quelconque. Mais ce système ne saurait être d'un emploi véritablement pratique qu'à la condition de ne pas être permanent. Il faut, en d'autres termes, disposer de flotteurs *repliables*, se déployant instantanément, à la volonté du pilote, en



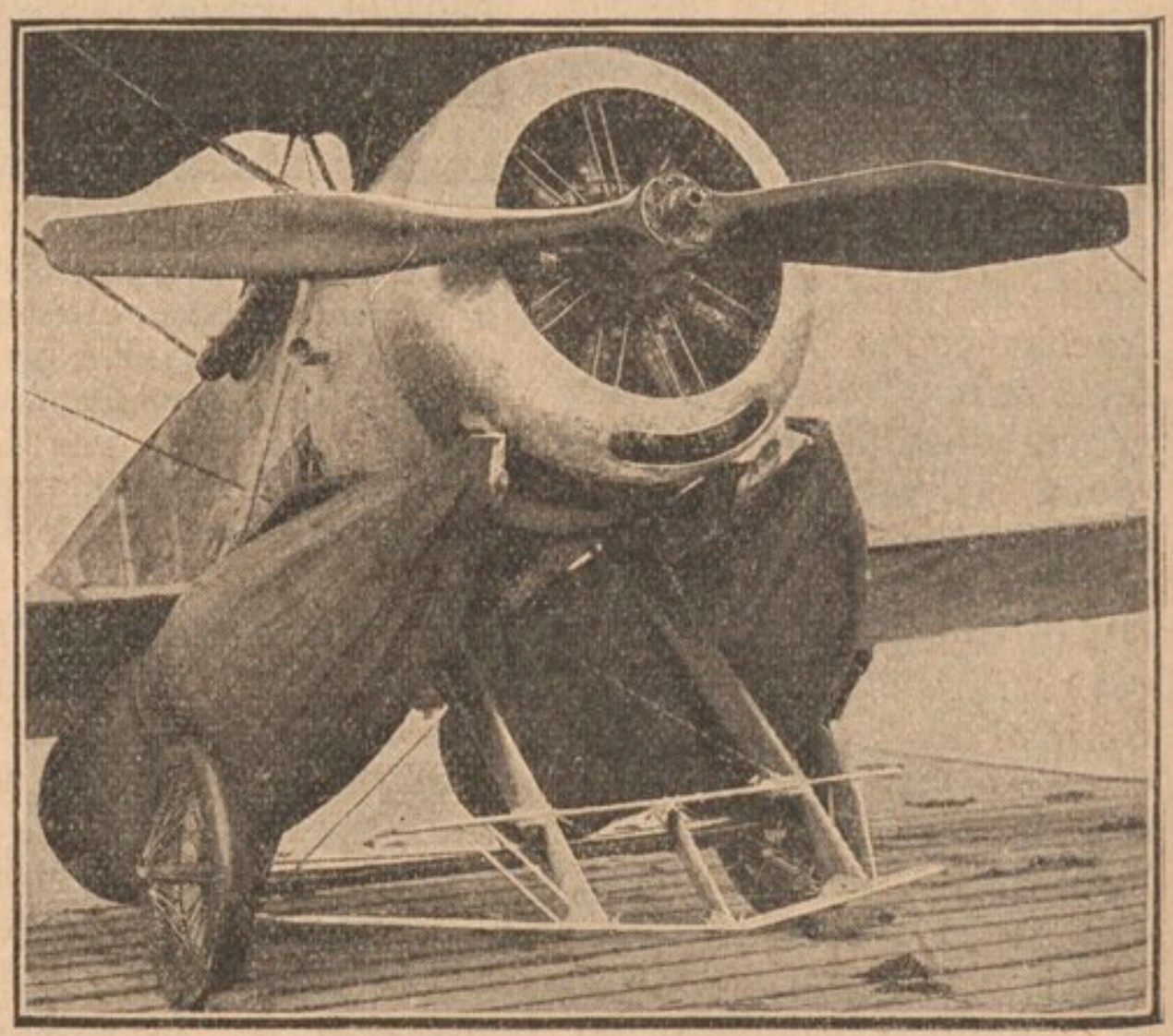
LES FLOTTEURS BUSTEED SUR UN AVION SOPWITH

En vol normal, les flotteurs × sont repliés sous la forme d'un cylindre très allongé et d'un diamètre si faible qu'ils n'offrent pour ainsi dire pas de résistance à l'avancement.

cas de panne au-dessus de l'eau. Ainsi compris, ce dispositif de sécurité n'apportera aucune entrave au vol de l'avion dans des conditions normales et sera, cependant, parfaitement efficace pour les *amerrissages* fortuits. Replié, il sera assez léger et d'un volume suffisamment réduit pour ne diminuer ni la charge utile de l'appareil, ni la vitesse de celui-ci ; déployé, sa capacité sera telle qu'il remédiera aux conséquences désastreuses d'une panne en mer, en assurant au mieux la sécurité immédiate des aviateurs naufragés.

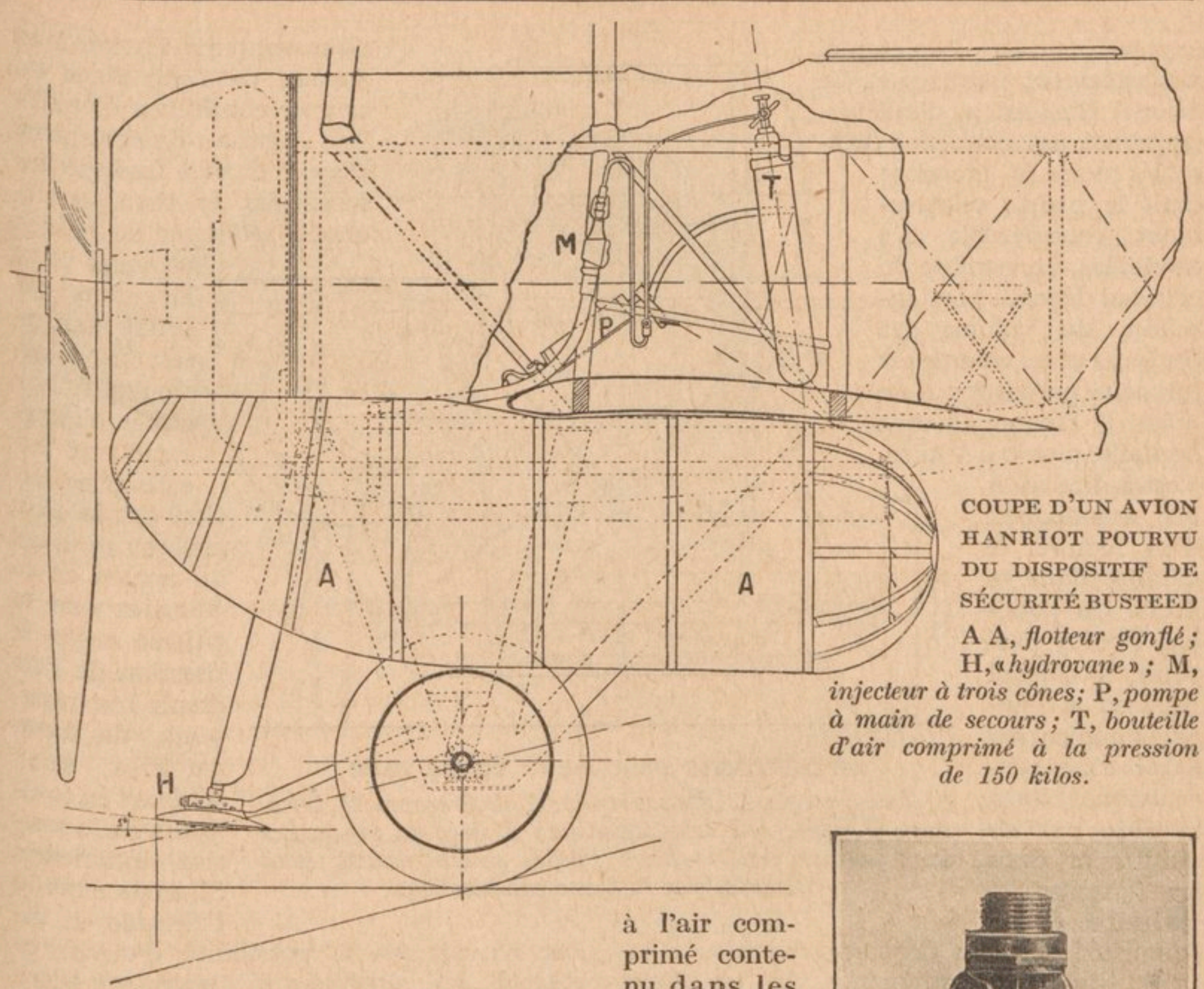
Cette conception du flotteur repliable a été très heureusement réalisée par un officier de l'aviation anglaise, le colonel Busteed. Le dispositif qu'il a imaginé a été soumis à une série d'expériences fort concluantes, entreprises par un aviateur français le lieutenant A. Bonnet-Labranche. Ces expériences ont montré que le système Busteed était parfaitement au point et qu'il répondait entièrement à ce que l'on en attendait. A de très nombreuses reprises, avec des appareils différents, le lieutenant Bonnet-Labranche est descendu sur l'eau, les flotteurs Busteed permettant, chaque fois, à l'avion de se maintenir à la surface de la mer. Les essais de durée qui ont été effectués ont prouvé qu'un appareil pourvu du dispositif en question pouvait flotter près de quarante-huit heures sans s'enfoncer d'une façon appréciable. Aussi, cet ingénieux système fut-il mis en service sur les centaines d'avions qui, dans les derniers mois de la guerre, patrouillèrent au large des côtes françaises et anglaises. Le résultat de cette décision est que plusieurs aviateurs, victimes d'une panne, lui doivent la vie.

En plus de son utilisation au sauvetage des avions en détresse, le système Busteed a été appliqué avec succès à l'*amerrissage* des aéroplanes, près des navires porte-avions. On sait que ces bâtiments, pourvus d'un plancher spécial de lancement, constituent de véritables aérodromes flottants. Grâce à l'excédent de puissance des avions actuels, le départ au moyen de ce plancher est assez



EN 30 SECONDES, LES FLOTTEURS SONT GONFLÉS

Si une panne se produit au-dessus de la mer, il suffit au pilote de tourner un simple robinet pour que, trente secondes après, les flotteurs soient entièrement gonflés.



COUPE D'UN AVION HANRIOT POURVU DU DISPOSITIF DE SÉCURITÉ BUSTEED

A A, *flotteur gonflé;* H, « *hydrovane* » ; M, *injecteur à trois cônes;* P, *pompe à main de secours;* T, *bouteille d'air comprimé à la pression de 150 kilos.*

facilement réalisable ; le retour à bord, au contraire, présente de réelles difficultés et il suffit d'une faible erreur dans l'appréciation des distances pour que le pilote manque son atterrissage et aille choir dans l'eau. L'invention du flotteur Busteed a permis de concevoir ce retour à bord d'une façon toute différente. L'avion, au lieu de venir se poser sur le plancher, descend tout simplement sur la mer, aussi près que possible du navire, après que son pilote a eu soin, naturellement, de gonfler ses flotteurs. Il est ensuite hissé à bord du bâtiment ; les flotteurs sont repliés, le moteur passé rapidement au pétrole et, une heure au plus après son *amerrissage*, l'avion est prêt à reprendre son vol.

Le dispositif Busteed est excessivement simple : il comporte essentiellement un groupe de flotteurs placés — suivant le type de l'appareil auquel ils sont adaptés — sous les ailes ou sous le fuselage, une ou plusieurs bouteilles d'air comprimé et une canalisation réunissant ces bouteilles aux flotteurs.

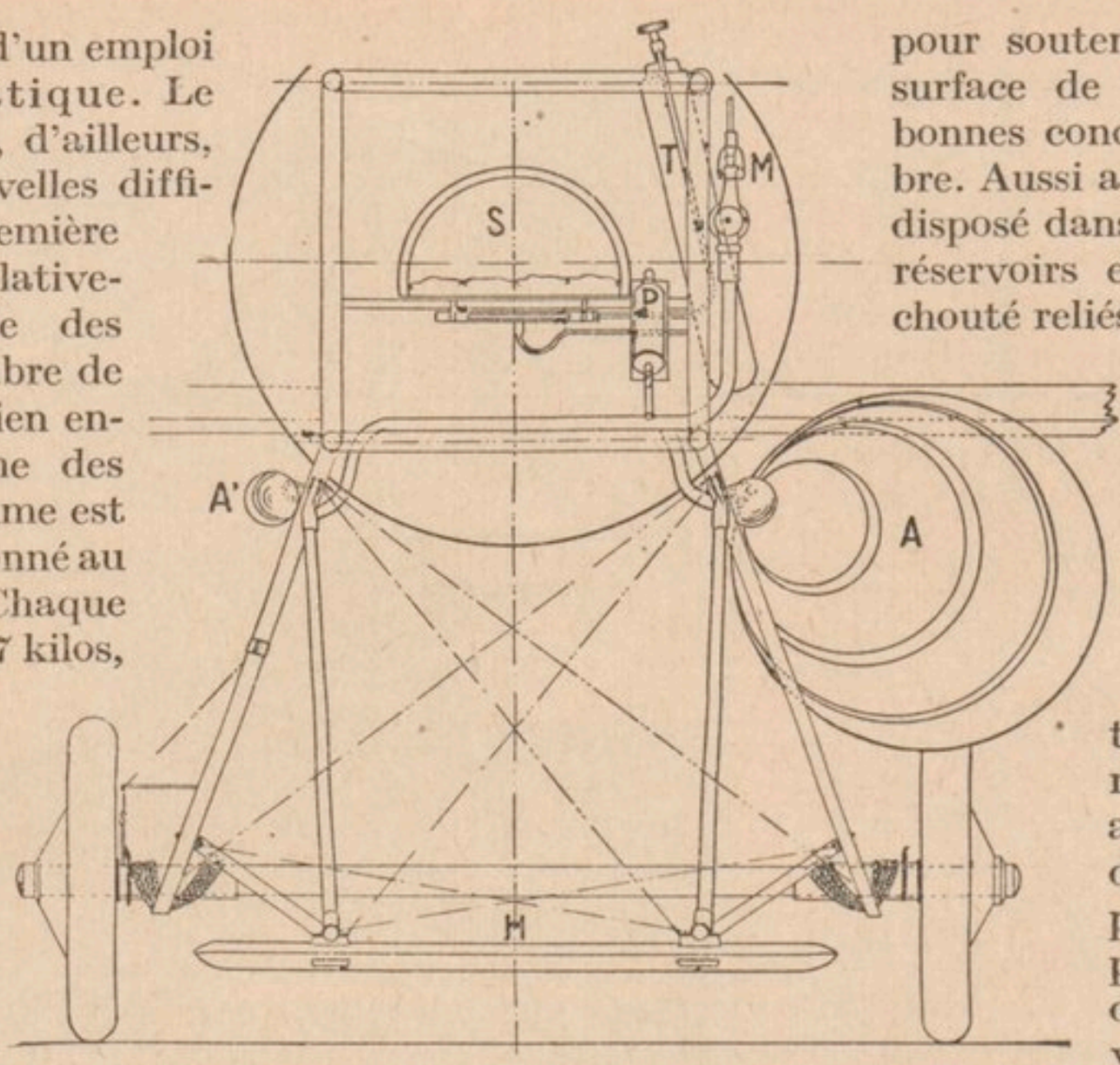
En vol normal, les flotteurs, constitués par un tissu caoutchouté très solide et absolument imperméable, sont soigneusement repliés ; ils n'offrent alors aucune résistance à l'avancement. Pour les gonfler, on a recours à l'air comprimé contenu dans les bouteilles ; un seul tour au robinet dont ces bouteilles sont munies, et, en *trente* secondes, les flotteurs sont gonflés et présentent une rigidité si grande qu'ils ne se déforment pour ainsi dire pas sous la pression de l'eau.

Ainsi conçu, le flotteur repliable paraissait répondre à tous les *desiderata*, mais l'expérience a montré qu'il devait comporter d'autres

INJECTEUR A TROIS CÔNES

Cet injecteur sert à quintupler dans les flotteurs le volume d'air contenu dans la bouteille.

organes pour être d'un emploi véritablement pratique. Le colonel Busteed a, d'ailleurs, surmonté ces nouvelles difficultés dont la première était le poids relativement considérable des bouteilles. Le nombre de celles-ci dépend, bien entendu, du volume des flotteurs et ce volume est lui-même proportionné au poids de l'avion. Chaque bouteille pèse 6 à 7 kilos, c'est-à-dire qu'il est avantageux d'en réduire le nombre dans la limite du possible. Pour y parvenir, le colonel Busteed a imaginé un injecteur à trois cônes concentriques dont le rôle est de quintupler, dans les flotteurs, le volume d'air comprimé contenu dans la bouteille. A la sortie du tuyau d'amenée, le jet d'air comprimé, abordant, à la pression de 120 atmosphères, un gicleur très fin, à parois divergentes vers la sortie, se détend et entraîne l'air extérieur jusque dans les flotteurs, par la triple ouverture ménagée entre les cônes. (Voir la figure à la page précédente.)

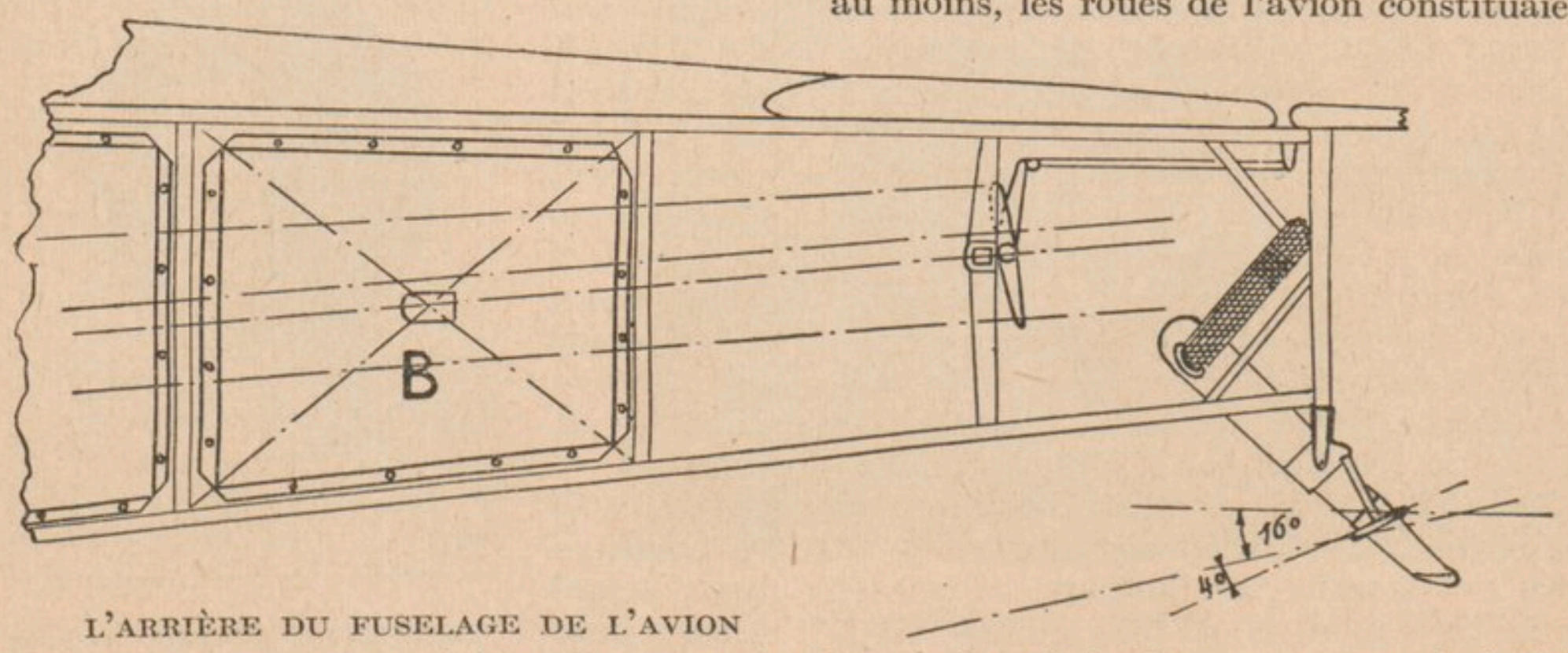


LE DISPOSITIF PRÉCÉDENT VU DE FACE

A, *flotteur gonflé;* A', *flotteur replié;* H, *«hydrovane»;* M, *injecteur;* P, *pompe;* T, *bouteille d'air;* S, *siège du pilote. Les deux flotteurs sont toujours gonflés simultanément, étant alimentés par la même canalisation.*

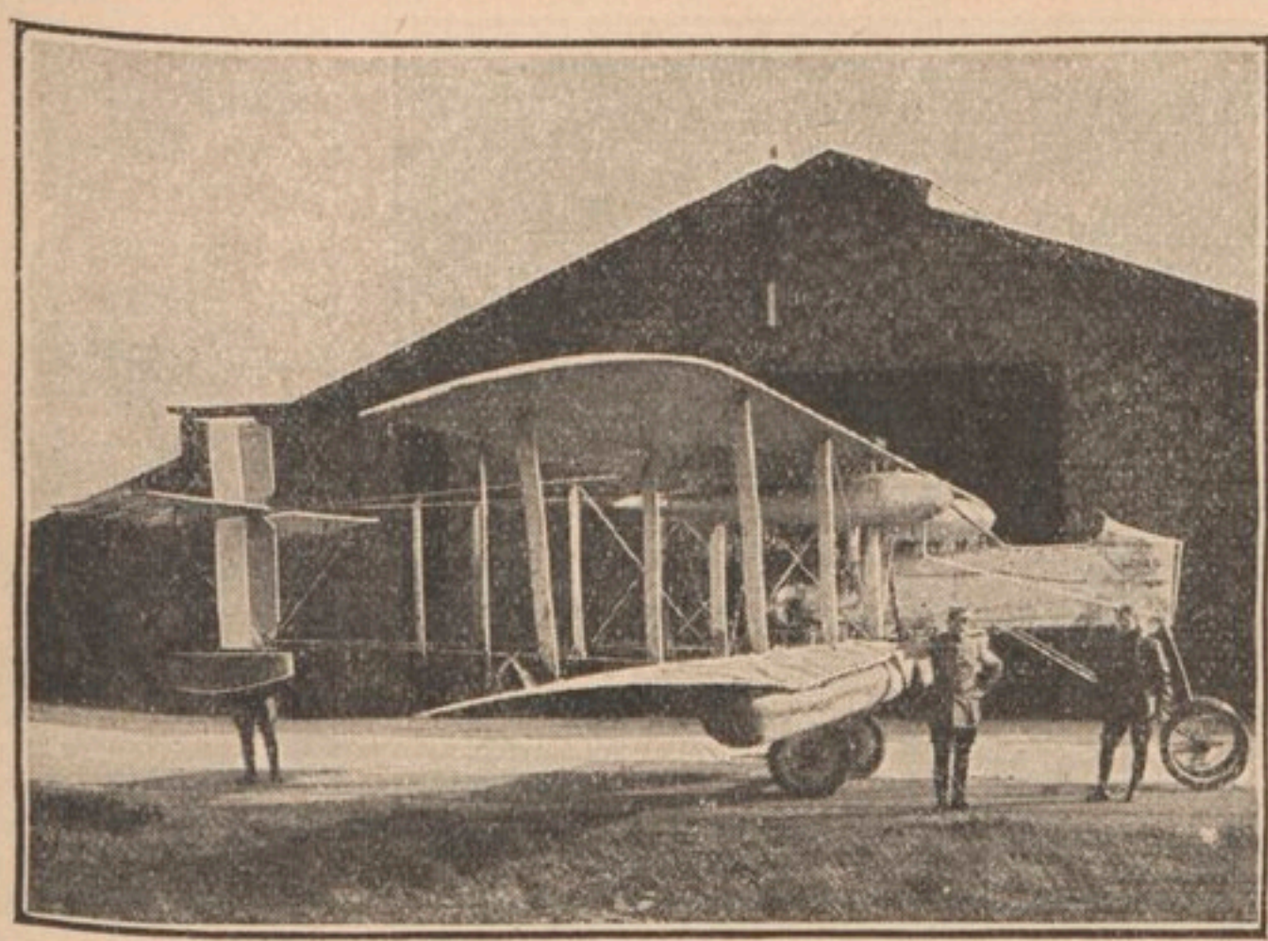
En dépit de leur volume relativement élevé, les deux flotteurs placés à l'avant de l'appareil ne seraient pas toujours suffisants pour soutenir l'avion à la surface de l'eau dans de bonnes conditions d'équilibre. Aussi a-t-on également disposé dans le fuselage des réservoirs en tissu caoutchouté reliés par de petites attaches aux longerons et à leurs traverses. Ces réservoirs d'air communiquent entre eux par une canalisation munie d'un robinet et c'est au moyen de ce dernier que le pilote règle la pression de l'air dans les réservoirs, de façon qu'elle soit toujours en équilibre avec la pression extérieure. Si, en prenant de l'altitude, le pilote n'avait pas la possibilité d'ouvrir ce robinet, les réservoirs se tendraient outre mesure comme un aérostat dont l'appendice resterait fermé et finiraient par coincer les commandes qui s'étendent à l'intérieur du fuselage. Le dispositif adopté permettant d'assurer la décompression en altitude, tout danger, de ce fait, se trouve écarté.

Un autre problème était à résoudre : celui de l'*amerrissage*. L'avion se posant sur l'eau à la vitesse de 60 à 70 kilomètres à l'heure, au moins, les roues de l'avion constituaient



L'ARRIÈRE DU FUSELAGE DE L'AVION

Des sacs flotteurs, représentés ici en B, *peuvent être disposés dans le fuselage pour augmenter la flottabilité de l'appareil. Dans ce cas, ils sont continuellement gonflés et indépendants des flotteurs repliables placés à l'avant et dont nos figures précédentes ont montré la disposition.*

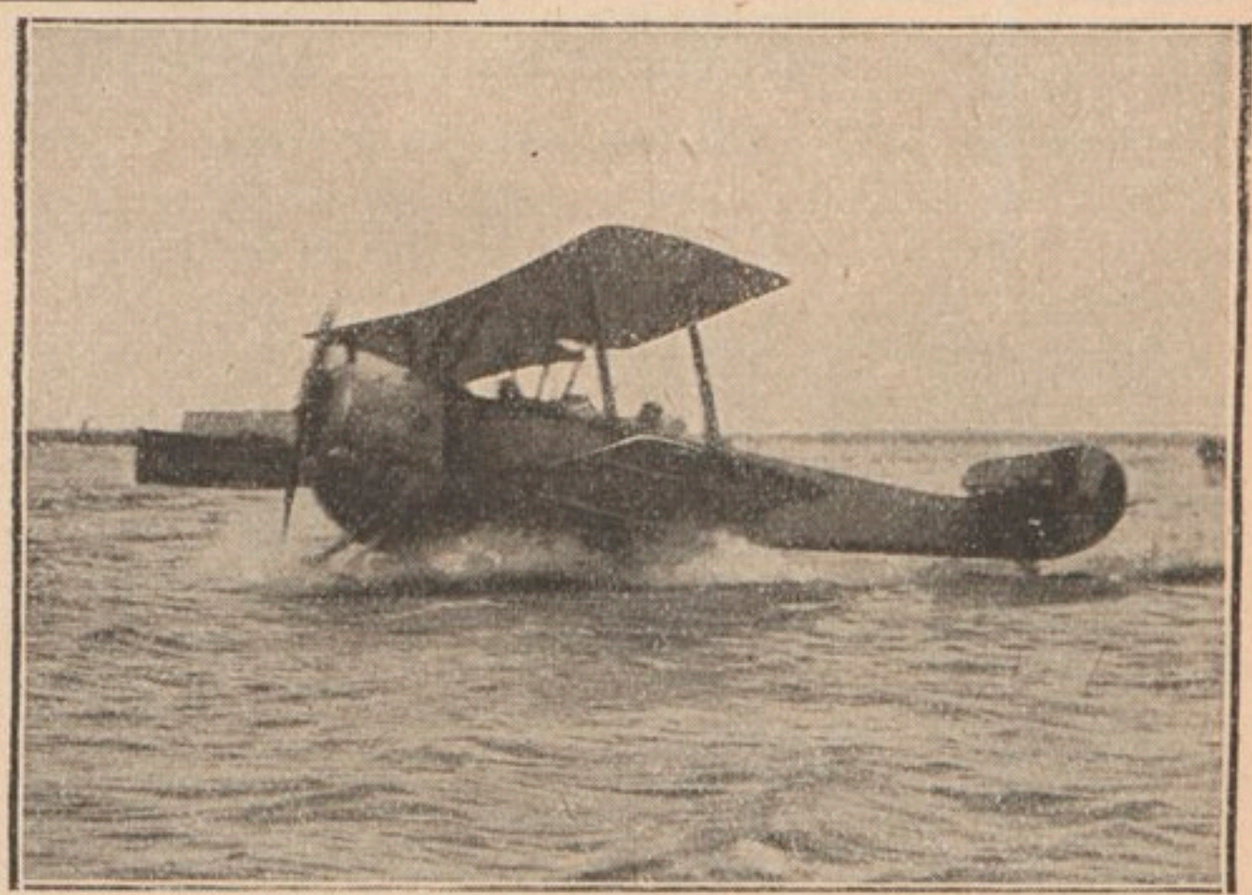


DISPOSITION DES FLOTTEURS PARTICULIÈRE AU BIPLAN VOISIN

Sur l'avion Voisin, dont la forme diffère un peu des autres, les flotteurs sont placés en dessous de l'aile inférieure et parallèlement aux longerons de cette aile.

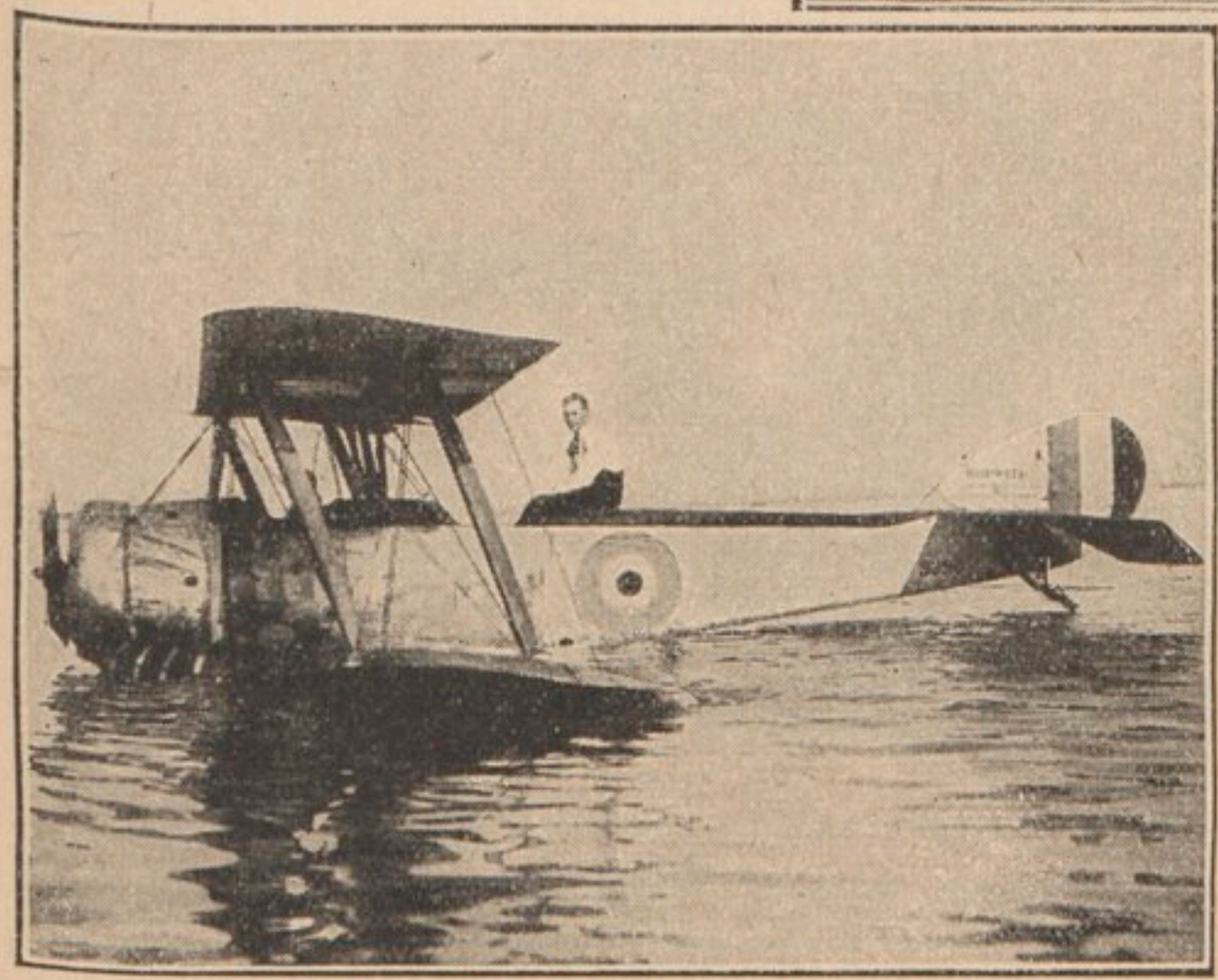
un sérieux obstacle, suffisant pour provoquer au contact des lames, le capotage de l'appareil. La question a été résolue d'une façon très originale : les roues sont détachées automatiquement au moment opportun et c'est une petite surface auxiliaire, ayant le profil d'une aile d'avion, qui vient d'abord en contact avec l'eau et qui facilite énormément la manœuvre d'amerrissage.

Avant de procéder au gonflement de ses flotteurs, le pilote largue, tout d'abord, les roues de l'appareil. Pour cela, une commande placée à sa portée, lui permet de soulever les clavettes qui retiennent ces roues sur leur axe. L'enlèvement des clavettes libère deux ressorts à boudin disposés dans l'essieu et dont l'effort s'exerce vers l'extérieur ; en se détendant, ces ressorts projettent brusquement dans l'espace les deux roues dont on veut se débarrasser. De plus, l'avant du châssis a été pourvu d'une surface en bois, monoplane ou biplane suivant l'appareil auquel elle est adaptée, et qui est destinée à freiner la vitesse de l'avion au moment où il arrive sur la mer. Cette surface, que le colonel Busteed appelle *hydrovane*, outre qu'elle écarte tout danger de capotage, protège efficacement les flotteurs gonflés d'un choc trop violent avec l'eau, par suite de la diminution progressive de la



AMERRISSAGE D'UN AVION A FLOTTEURS

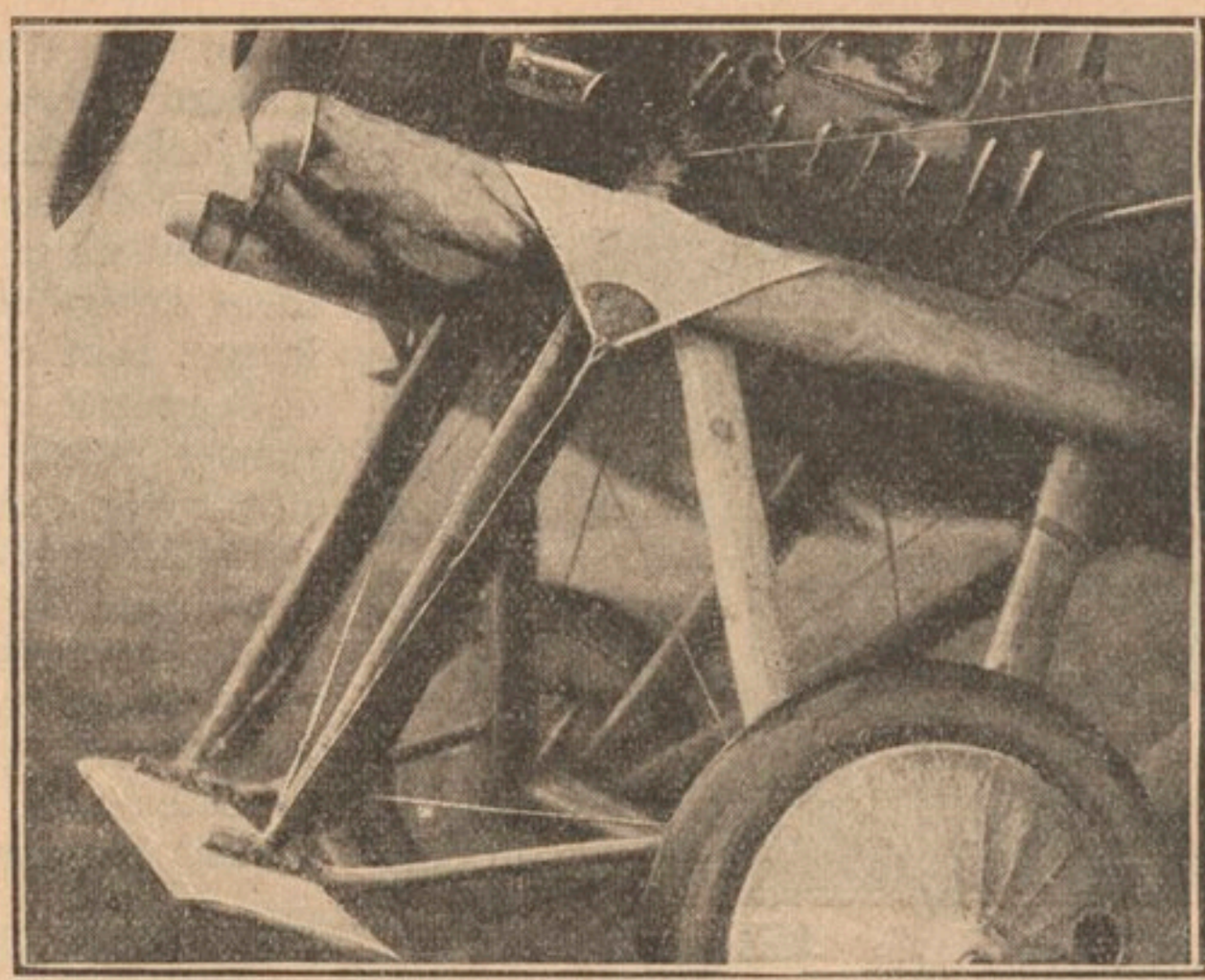
Les flotteurs étant complètement gonflés, le pilote peut se poser sur l'eau avec la certitude que son avion surnagera tout le temps nécessaire à l'arrivée d'un navire de secours.



PENDANT DES HEURES ENTIÈRES, L'AVION SURNAGE

Les nombreux essais auxquels il a été procédé ont montré qu'un avion muni de flotteurs Busteed pouvait flotter des dizaines d'heures sans le moindre inconvénient.

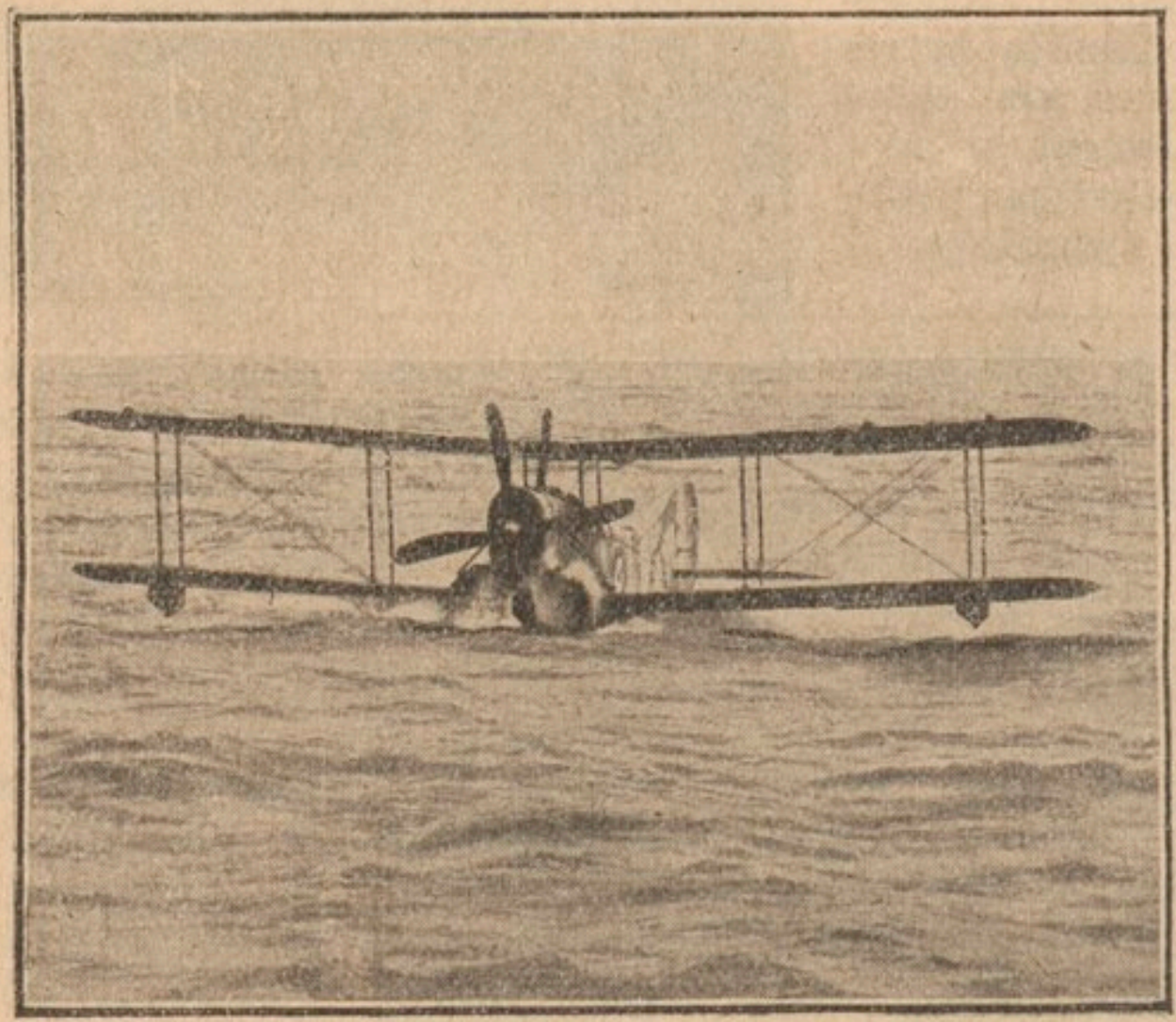
poussée dynamique. Le système Busteed est applicable à tous les avions ; seule la disposition des flotteurs varie avec le type d'appareil. C'est ainsi que, placés parallèlement au fuselage et en dessous de celui-ci, sur les avions Hanriot, Sopwith, Haviland, etc. les flotteurs sont disposés perpendiculairement à la carlingue et en dessous de l'aile inférieure sur le biplan Voisin. Leur gonflement instantané, lorsque l'avion est encore en plein vol, ne détruit pas son équilibre ; la vitesse est seulement réduite dans une proportion considérable. Un curieux résultat de l'adaptation du flotteur Busteed sur l'avion Voisin est l'amélioration de la montée de l'appareil ; le lieutenant Bonnet-Labranche a constaté, en effet, qu'un appareil de ce type montait plus facilement qu'à l'habitude lorsqu'il était muni de flotteurs dans la position repliée.



L'« HYDROVANE » EMPÊCHE L'AVION DE CAPOTER

En prenant contact avec l'eau, une petite surface, placée en avant de l'avion, freine la vitesse de celui-ci et protège les flotteurs d'un choc trop violent qui pourrait les détériorer.

Le poids du dispositif complet n'est pas très élevé ; pour un avion biplace d'une tonne, il pèse au total 30 kilos. Pour ce même avion, on dispose de flotteurs ayant un volume de 2 mètres cubes, c'est-à-dire que la flottabilité de l'appareil est, dans ces conditions, très largement assurée et pendant un temps considérable. Si, à la longue, de légères déperditions se produisaient, on les compenserait facilement par l'emploi de la petite pompe à main dont le dispositif Busteed est pourvu. Mais l'usage de cette pompe n'est nécessaire que lorsque le séjour sur l'eau atteint de longues heures et, le plus souvent, il n'est pas besoin d'y avoir recours. Disons enfin, pour terminer, qu'un groupe flotteur de deux mètres cubes peut être gonflé par une seule bouteille où l'air est comprimé à la pression de 150 kilogrammes.



EN FLOTTAISON, LA STABILITÉ DE L'AVION EST TOUT A FAIT REMARQUABLE

Sur la plupart des avions actuels, les flotteurs Busteed sont disposés, l'un à droite, l'autre à gauche du fuselage; ils assurent, sur l'eau, un équilibre parfait de l'appareil.

Les flotteurs Busteed faciliteront certainement l'essor de la locomotion aérienne car leur emploi augmente dans une large mesure le coeffi de sécurité des voyages en aéroplane. On n'hésitera plus à s'embarquer pour une traversée aéro-maritime puisqu'en cas de panne l'avion pourra se poser sur l'eau et y séjourner pour attendre l'arrivée des secours.

J. TREMBLAY.

DE LA HOUILLE ON TIRE MAINTENANT DE L'ALCOOL

Par Laurent HAUDOUIN

Que n'a-t-on retiré du fameux goudron de houille ! Médicaments, parfums, matières colorantes aux nuances infinies, essences qui brûlent dans nos moteurs, explosifs qui dépassent en puissance la dynamite elle-même, engrais pour l'agriculture. Il semble donc que ce liquide fétide recèle, comme en un microcosme, tous les produits dont a besoin l'activité humaine. Dès qu'une nouvelle exigence de celle-ci prend corps, un nouveau coup de sonde des chimistes trouve dans le goudron de houille une matière inédite pour y satisfaire.

Or, voici qu'on nous promet une substance industrielle — ne disons pas alimentaire — d'une importance considérable, qui sortirait encore, par voie chimique, des produits de distillation de la houille dans une cornue.

Nous voulons parler de l'alcool. Une communication de M. de Loisy, présentée à l'Académie des sciences par le professeur H. Le Chatelier, décrit, en effet, un procédé

APPAREIL DE LABORATOIRE POUR LA SYNTHÈSE DE L'ALCOOL A PARTIR DE L'ÉTHYLÈNE

Le gaz, desséché dans une première colonne contenant de l'acide sulfurique, barbote ensuite dans l'acide sulfurique contenant 1 0/0 de catalyseur, ce qui fixe l'éthylène et sert enfin, dans une troisième colonne, à concentrer l'acide dilué des opérations précédentes. L'acide parcourt un cycle inverse du précédent. Entré sous forme d'acide étendu par la colonne d'où sort le gaz, il y est concentré et additionné de catalyseur, puis il traverse la colonne de dessiccation du gaz et l'appareil de distillation où il rend son alcool. Une partie de l'acide se dirige ensuite vers la colonne à ammoniaque et le restant rentre dans la circulation par la colonne de concentration. La consommation d'acide, théoriquement nulle, se réduit au remplacement des pertes, ce qui permet d'envisager une production économique dans les appareils industriels.

industriel de synthèse de l'alcool à partir des gaz de distillation de la houille. Le même jour, presque à la même heure, un industriel anglais annonçait à la réunion des ingénieurs du Cleveland que des essais heureux lui permettaient d'envisager que l'alcool compterait bientôt parmi les sous-produits de ses importantes cokeries.

Ces deux procédés, sensiblement différents, s'appuient, sur la fameuse synthèse de l'alcool que Berthelot réalisa en 1855.

Rappelons-la en quelques mots : l'alcool peut être considéré comme un carbure d'hydrogène, l'éthylène, auquel on a soudé les éléments constitutifs de l'eau : oxygène et hydrogène. Bien entendu, ce n'est pas par simple juxtaposition que s'effectue cette soudure, et la voie détournée que découvrit le grand savant peut se résumer comme suit : il faisait d'abord absorber l'éthylène, corps gazeux, par l'acide sulfurique concentré ; l'union est difficile ; l'opération décrite par Berthelot, dans son mémoire fondamental, exigeait 55.000 secousses ! L'acide sulfovinique ainsi formé, décomposé par l'eau en excès, donne de l'acide sulfurique et de l'alcool ; on isole ce dernier par distillation.

Absorber l'éthylène, que le gaz d'éclairage ne contient qu'à raison de 1,5 à 1,7 % environ, par un procédé aussi lent, n'eût évidemment pu conduire à aucun résultat industriel. Ce n'est pas que l'opération n'eût tenté les chercheurs ; de nombreux brevets, la plupart fantaisistes, furent accordés à cet effet pendant les années qui suivirent la synthèse de Berthelot. Puis le silence se fit autour de cette question, et ce n'est que vers 1895 qu'un chimiste allemand, Fritzsche, tenta des essais industriels en cherchant à accélérer la réaction si récalcitrante de Berthelot, soit par la chaleur, soit par la pression. Les chiffres qu'il publia semblaient encourageants et, cependant, ces essais ne donnèrent lieu à aucune application. Mais, en analysant sérieusement le mémoire de Fritzsche, on se rend compte que son mode de dosage de l'alcool formé est sujet à caution et que, de ce fait, l'optimisme de ses résultats était singulièrement illusoire.

En somme, le point capital était de rendre rapide la paresseuse absorption de l'acide sulfurique, d'exciter — suivant l'image de Berzélius — cette « affinité assoupie ».

On verra comment l'idée vint à M. de Loisy de recourir, pour ce faire, à cette action mystérieuse, connue depuis les débuts de la chimie, et qui a si fructueusement évolué pendant ces dernières années ; c'est-à-dire à l'*action de présence* d'un catalyseur.

Qu'est-ce qu'un catalyseur ? Un corps qui, introduit en quantité minime, accélère énormément la vitesse d'une réaction sans paraître y prendre part. On sait que le professeur Sabatier a poursuivi à Toulouse, avec une pléiade de savants, l'étude de la catalyse sur les réactions des gaz entre eux. Le grand prix Nobel consacra ces magnifiques travaux, d'où sont nées, entre parenthèses, plusieurs industries nouvelles : l'hydrogénation des huiles, la synthèse de nombreux corps gras alimentaires, etc...

Or, avant la guerre, une réaction curieuse avait été découverte par deux savants français : le professeur Lebeau poursuivait, avec M. Damiens, une série de recherches sur les gaz dégagés par les carbures métalliques préparés au four électrique, notamment par le carbure de calcium qui, plongé dans l'eau pure, dégage de l'acétylène. On connaît moins, dans le public, le carbure d'aluminium, qui dégage du méthane, de l'acétylène, de l'éthylène, etc... Pour analyser ces mélanges gazeux avec exactitude, les deux savants furent amenés à créer une méthode nouvelle d'analyse, et ils constatèrent que l'acide sulfurique absorbait bien plus facilement l'éthylène s'il était additionné de certaines substances : sels de vanadium, d'uranium, de tungstène, etc., jouant le rôle de catalyseurs.

Que devenait l'éthylène ainsi absorbé ? MM. Lebeau et Damiens se contentèrent d'appliquer cette réaction à la séparation de ce carbure dans les mélanges gazeux.

A la fin de 1918, M. de Loisy visitait, en Angleterre, un important district métallurgique. A l'usine de Skininngrove, on lui raconta que, pendant la guerre, on avait entrepris des essais pour retirer des gaz de fours à coke l'éthylène qu'ils contiennent, en vue de la fabrication de l'ypérite ou gaz moutarde, qui est du sulfure d'éthylène dichloré et qui s'obtient en traitant ce gaz par le dichlorure de soufre. Pour capter l'éthylène, on recourait à une très curieuse propriété du charbon de bois qui absorbe avidement les gaz et les dégage ensuite sans modification lorsqu'on le chauffe à 300 ou 400°. Mais il y a plus : cette absorption s'opère suivant une action sélective qui permet une séparation des éléments gazeux d'un mélange. Le principe de cette sélection est que l'élément absorbé l'est en quantité d'autant plus grande que son point de liquéfaction est plus rapproché de la température ordinaire.

Voyons ce qui se passe avec le gaz de houille qui se compose des éléments énumérés

ci-dessous, avec leurs points d'ébullition sous la pression atmosphérique :

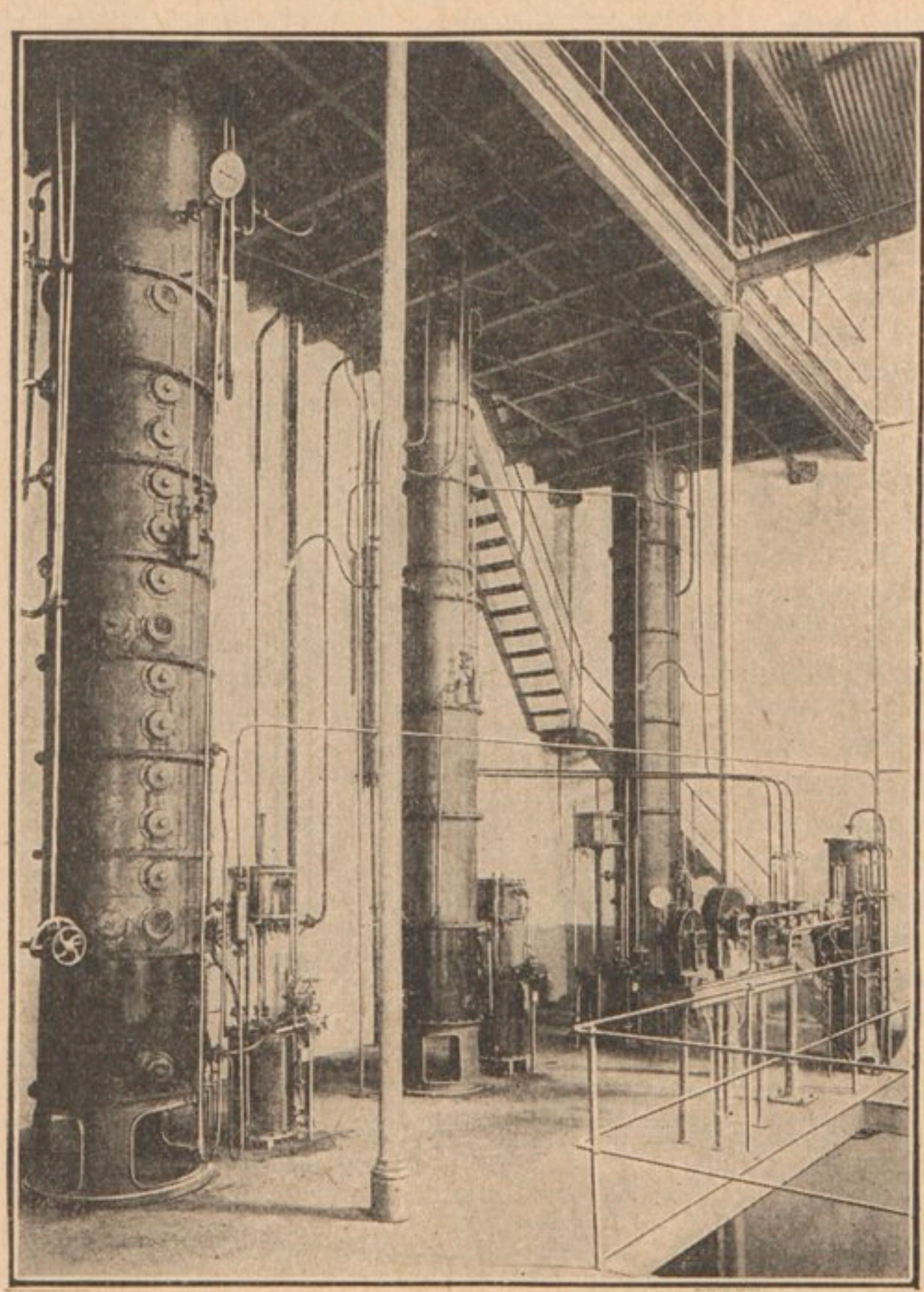
Vapeur d'eau.....	0°
Hydrogène sulfuré.....	— 61°
Acide carbonique.....	— 78°2
Ethylène.....	— 203°
Méthane.....	— 165°
Oxyde de carbone	— 190°
Azote	— 193°

On voit donc que, si l'on élimine tout d'abord la vapeur d'eau, l'hydrogène sulfuré et l'acide carbonique, l'éthylène se trouvera le premier sur la liste d'absorption, bien loin devant les trois autres gaz.

Pour absorber l'acide carbonique et l'acide sulfhydrique, un lait de chaux suffit : c'est le réactif industriel le moins coûteux. Pour l'eau, il faut un desséchant : l'acide sulfurique ou encore le chlorure de calcium.

En réfléchissant, ces opérations semblent bien dispendieuses pour permettre à cet ingénieux procédé de donner naissance à une industrie rémunératrice. Si l'on va plus loin, et que l'on considère les chiffres et les volumes correspondant à ce procédé, on voit se dresser, contre sa réalisation pratique de gigantesques impossibilités. Le charbon de bois, en effet, n'absorbe guère que le centième de son poids de gaz : l'absorption et le dégagement ultérieur sont loin d'être instantanés ; on serait donc amené, dans une cokerie importante, à manipuler, à chauffer et à refroidir d'énormes volumes de ce corps.

Ancien auditeur du cours de Berthelot au Collège de France, M. de Loisy pensa que la fameuse synthèse de l'illustre savant français pouvait servir de point de départ à une réaction industrielle plus pratique que le procédé anglais. Après s'en être ouvert à M. Le Chatelier, qui l'encouragea dans cette voie, sans lui dissimuler les difficultés de la tâche, il résolut d'entreprendre une étude expérimentale complète de la question. Des recherches bibliographiques préalables le mirent au courant des travaux qu'avaient publiés, avant la guerre, MM. Lebeau et Damiens, et que nous avons mentionnés plus haut. Il pensa que leur réaction analytique contenait peut-être la clef du problème.



APPAREILS POUR LA RECTIFICATION DE L'ALCOOL

Ceci se passait en mars 1919 ; moins de quatre mois après, l'appareil, que représente la photographie page 63, extrayait l'éthylène du gaz de la Ville de Paris et le transformait en alcool pur dans le laboratoire du professeur Damiens, à l'Ecole de Pharmacie de l'Université de Paris.

Il avait fallu vaincre, pour obtenir ce résultat, des difficultés de toute nature.

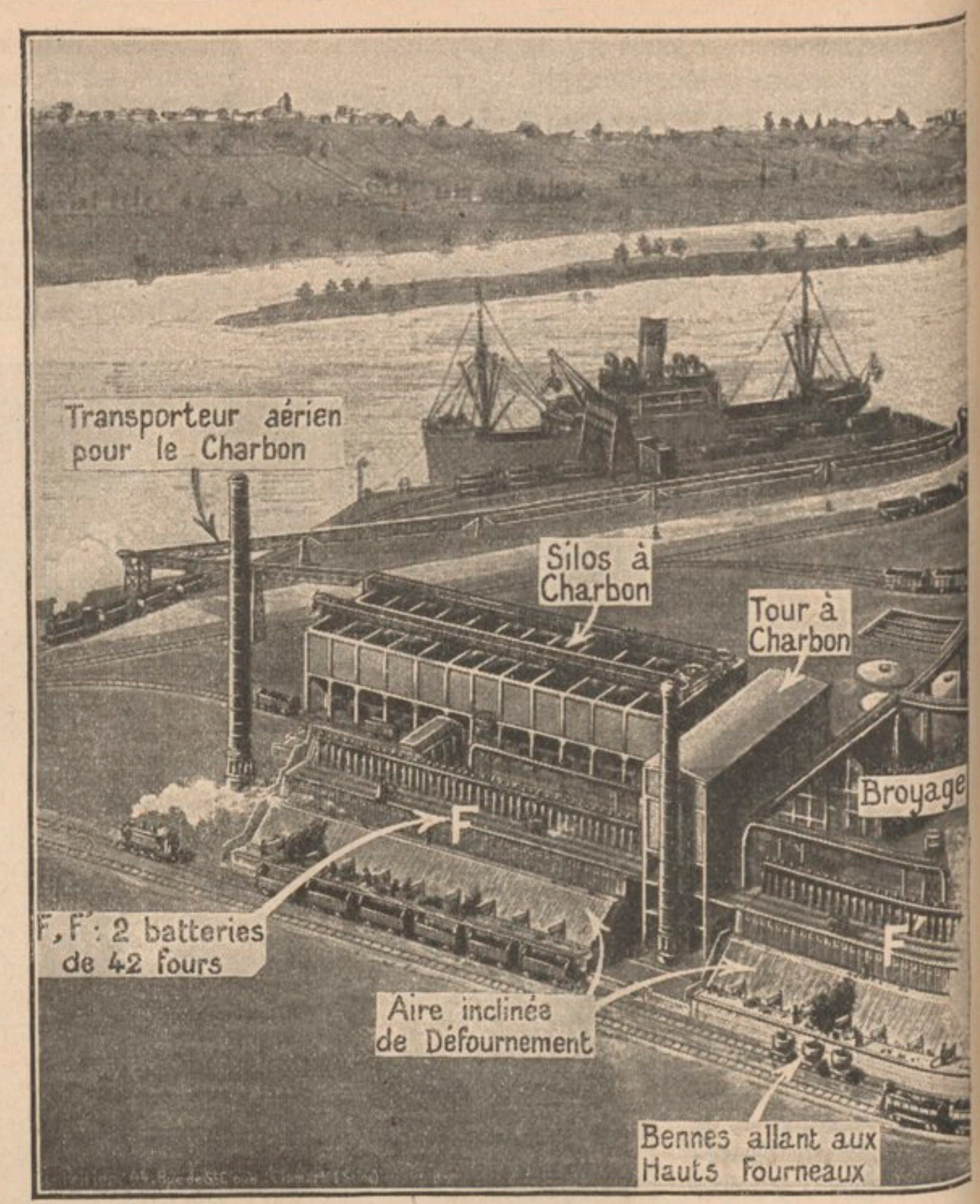
Tout d'abord, on avait cherché ce que devenait l'éthylène fixé par l'acide sulfurique dans la réaction de Lebeau et Damiens. Il pouvait donner, en effet, quantités de produits : acide acétique, acide oxalique, comme dans l'action du permanganate ou de l'acide chromique étudiée autrefois par Berthelot ; ou encore acide iséthionique, comme, antérieurement, l'avait déjà aperçu Regnault.

Aucune de ces transformations ne pouvait conduire à la synthèse industrielle de l'alcool car il fallait que l'éthylène fût fixé sous

forme d'acide sulfovinique pour y donner naissance.

De plus, les catalyseurs employés pour l'analyse pouvaient être des corps rares et coûteux, mais si l'on voulait appliquer la réaction dans l'industrie, il était nécessaire de trouver des composés assez communs et assez bon marché pour qu'on pût totalement se passer de les régénérer.

Mais, tout cela résolu ne permettait encore que la captation de l'éthylène : l'on met en œuvre, pour y arriver, des masses importantes d'acide sulfurique. Il fallait, pour que le procédé fût économique, que cet acide fût récupéré et ne servît, en quelque sorte, que de véhicule. Or, il le faut à l'état concentré pour absorber l'éthylène, et l'on doit l'étendre pour que l'acide sulfovinique formé donne, par distillation, de l'alcool. On a vu, un peu plus haut, que le gaz de houille renferme de l'ammoniaque et que ce gaz en est extrait sous forme de sulfate. On pouvait ainsi employer une partie de l'acide sulfurique nécessaire pour la fixation de l'éthylène, mais non tout cet acide, car la quantité nécessaire à l'éthylène est double de ce qu'il faut pour saturer l'ammoniaque. La moitié restante peut être concentrée sans dépenses grâce à deux circonstances heureuses : l'emploi des chaleurs perdues de la distillation de la houille (emportées par le gaz lui-même, et par les fumées de chauffage des fours) et, en second lieu, l'utilisation du gaz traité comme agent déshydratant. Ce gaz, en effet, privé complètement d'eau par son barbotage dans des réactifs sulfuriques concentrés, peut se recharger d'eau à nouveau si on l'envoie lécher de l'acide étendu porté à 100°-120°, lequel se trouve ainsi ramené à la concentration nécessaire.

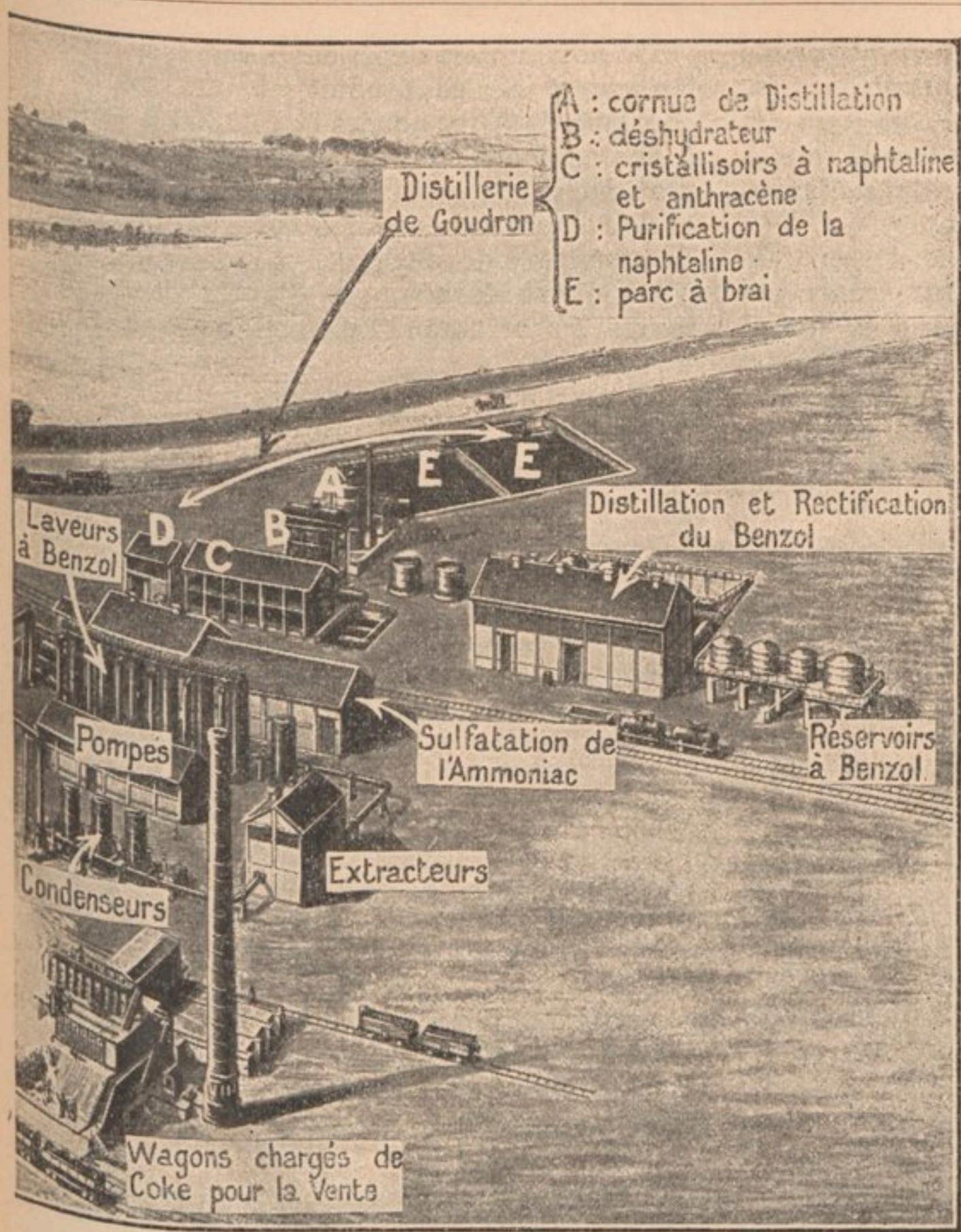


VUE D'UNE BATTERIE DE FOURS A COKE MODERNE AVEC

Installée le long d'un grand fleuve la cokerie reçoit directement par sent dans des silos en ciment armé construits au-dessus des fours. Le vendu ou transporté au gueulard de hauts fourneaux voisins. Des gaz benzol, l'ammoniaque, la naphtaline, l'anthracène

Voici donc, en définitive, le cycle que suit le gaz à partir de la cornue ou du four à coke. Il se débarrasse d'abord de son eau et de son goudron dans de vastes réfrigérants, puis il passe dans un bain d'acide sulfurique moyennement concentré, où il abandonne son ammoniaque ; il arrive ensuite au contact d'huile lourde de goudron, très divisée, dans laquelle se dissolvent les vapeurs de benzol.

Telle est la suite des appareils classiques. Si l'on veut fabriquer de l'alcool, le gaz traversera, en outre, une première colonne d'acide sulfurique qui le privera de son eau ; ensuite, il barbotera dans de l'acide sulfurique, additionné, cette fois, de 1 % de catalyseur, grâce auquel sera fixé l'éthylène, puis, enfin, avant de l'envoyer au gazomètre, on le fera servir, dans une troisième colonne, à concentrer l'acide dilué des opérations précédentes. Le cycle de l'acide est parcouru en sens inverse du précédent : l'acide y entre sous forme d'acide étendu, par la dernière colonne d'où sort le



ANNEXES POUR LA RÉCUPÉRATION DES SOUS-PRODUITS

bateaux à vapeur la houille que des transporteurs automatiques conduicoke, éteint sur l'aire de défournement, est mis en wagons pour être provenant de la distillation de la houille on extrait les goudrons, le dans les diverses annexes indiquées ci-dessus.

gaz. Il y est concentré, après quoi, on l'additionne de catalyseur, puis il passe dans la colonne où se fixe l'éthylène ; saturé de ce dernier gaz, il avance vers la colonne desséchant le gaz, et, chargé d'eau, il la quitte alors pour être distillé et rendre son alcool. Après quoi, une partie de l'acide se dirige vers la colonne à ammoniaque, et le restant rentre en circulation par la colonne de concentration. On voit donc qu'il n'y a pas consommation d'acide et que la dépense se réduira au remplacement des pertes subies.

Pendant que ces résultats s'obtenaient en France, les chercheurs anglais abandonnaient de leur côté le procédé au charbon de bois qu'ils avaient prôné devant notre compatriote et recouraient finalement à la réaction absorbante de l'acide sulfurique. Mais, au lieu de l'accélérer par des catalyseurs, ils faisaient appel à l'action brutale de la chaleur, payant à celle-ci, comme rançon, une décomposition partielle des produits dégagés.

On peut donc prévoir que la récupération de l'éthylène sous forme d'alcool sera un jour aussi courante dans les cokeries modernes que la captation du benzol.

Quelles en seront les conséquences économiques ?

Le rendement théorique serait d'un peu plus de 10 litres d'alcool par tonne de houille. Il s'ensuit que le seul coke nécessaire avant la guerre à la production de la fonte en France aurait pu donner, comme sous-produit, 760.000 hectolitres d'alcool par an. On sait que le retour de la Lorraine double notre production de fonte : c'est donc un million et demi d'hectolitres d'alcool que l'on pourrait retirer de la seule distillation de la houille de coke.

Quant à l'industrie du gaz d'éclairage, elle consommait, avant la guerre, 4.300.000 tonnes de houille et pourrait, par conséquent, fournir théoriquement 430.000 hectolitres d'alcool. Mais on sait que, liée par des contrats surannés, elle ne peut, en quoi que ce soit, modifier le pouvoir éclairant de son gaz, qui, cependant, ne joue guère de rôle depuis la découverte du bec Auer. Il a fallu les besoins impérieux de la guerre pour qu'une loi autorisât les usines à débenzoler leur gaz. Ne faisons donc pas état d'elle pour supputer la future production d'alcool, contentons-nous du chiffre que pourrait fournir la métallurgie, et comparons-le aux autres sources d'alcool de notre pays qui étaient les suivantes avant la guerre :

Betteraves	1.200.000	hectolitres
Mélasses	480.000	—
Céréales	350.000	—
Vins.....	200.000	—
AU TOTAL.....	2.230.000	—

On voit donc que la totalité de la houille qui sera distillée sur notre territoire pourra, un jour, donner autant d'alcool que les quatre sources agricoles actuelles et que, à elle seule, la fabrication du coke métallurgique en fournirait au moins 50 %.

Or, comme on le verra ci-dessous, le chauffage et l'industrie des transports pourraient absorber pour le plus grand bénéfice de la France des quantités considérables d'alcool si le prix de ce carburant lui permettait de concurrencer l'essence.

Quels sont, en effet, les usages de l'alcool que cette nouvelle production développera ?

Pour répondre à cette question, voyons comment se répartissent les emplois industriels de l'alcool actuellement possibles.

En chiffres ronds, le chauffage en consomme 73 % ; la fabrication des éthers et produits chimiques 20 % ; l'industrie des corps plastiques, celluloïd, etc., 4 % ; celle des vernis, 2 % ; le 1 % restant se répartit entre diverses industries peu importantes.

Mais un débouché considérable s'ouvrirait le jour où l'industrie livrerait de l'alcool à bon marché : c'est l'emploi de l'alcool — pur ou mélangé de benzine — dans les moteurs à explosions des automobiles et des avions.

De nombreuses expériences ont démontré l'efficacité de ce produit et une marche continue de deux années (juin 1906 à 1908) à la Compagnie des Omnibus l'a consacrée pratiquement ; seuls les prix de la benzine et de l'alcool ont empêché cette application de prendre le développement qu'elle mérite.

Or, l'état économique d'après guerre a inversé les facteurs : l'isolement de la Russie, la diminution de la production roumaine, ont assuré à l'Amérique le monopole effectif de l'essence, ce qui fait que nous la payons en dollars.

Si nous trouvions dans notre industrie nationale une source d'alcool à bon marché, nous réduirions considérablement le coût de nos transports automobiles et l'exportation d'or nécessaire pour les assurer.

Il convient donc de souhaiter un prompt succès industriel au procédé de M. de Loisy, car il résoudrait enfin le problème si important pour nous du « carburant national ».

Il reste maintenant à étudier les appareils nécessaires pour industrialiser la méthode qui a réussi au laboratoire, afin que l'alcool de houille puisse lutter avec ceux que fournit l'agriculture.

L. HAUDOUIN.

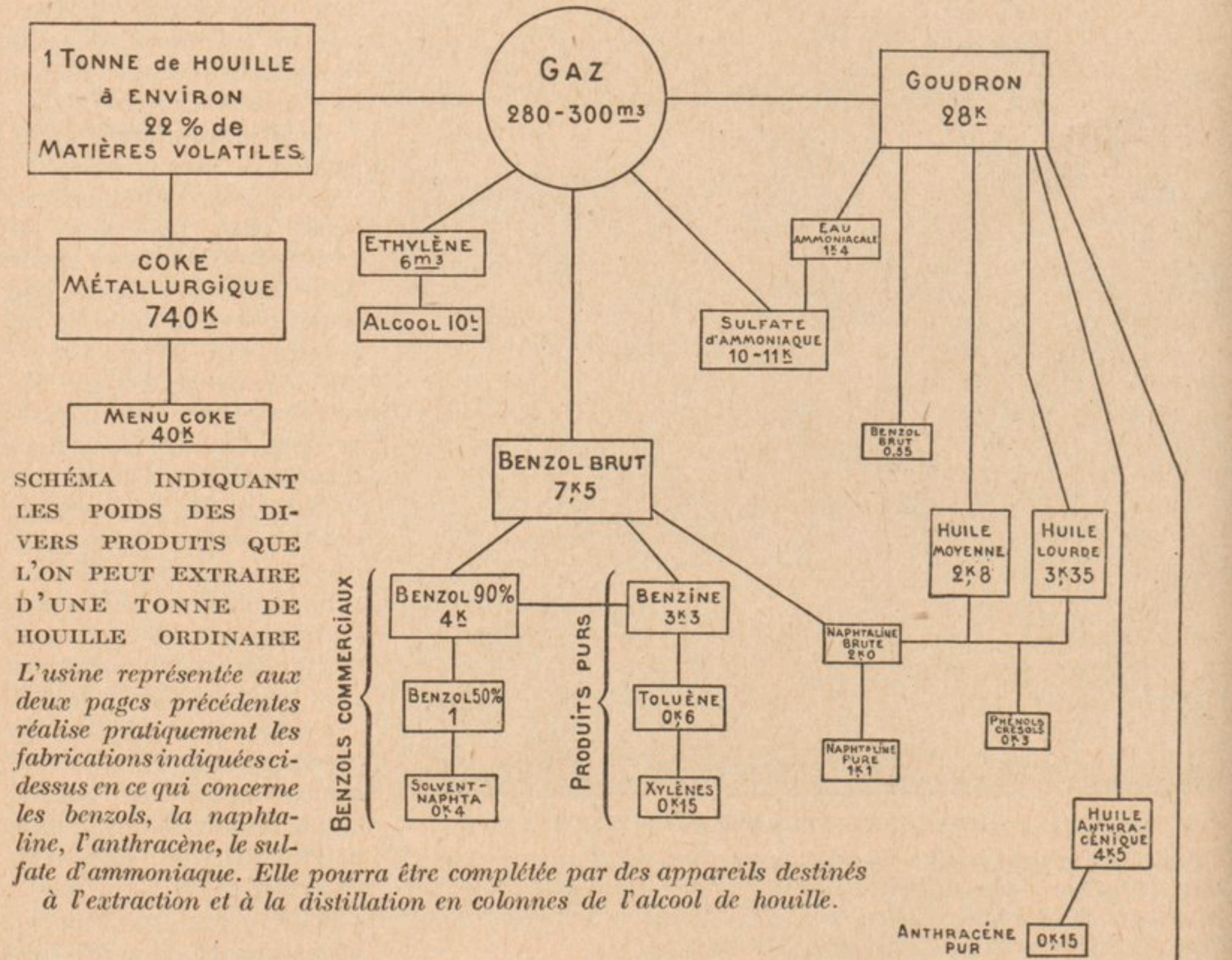


SCHÉMA INDIQUANT LES POIDS DES DIVERS PRODUITS QUE L'ON PEUT EXTRAIRE D'UNE TONNE DE HOUILLE ORDINAIRE

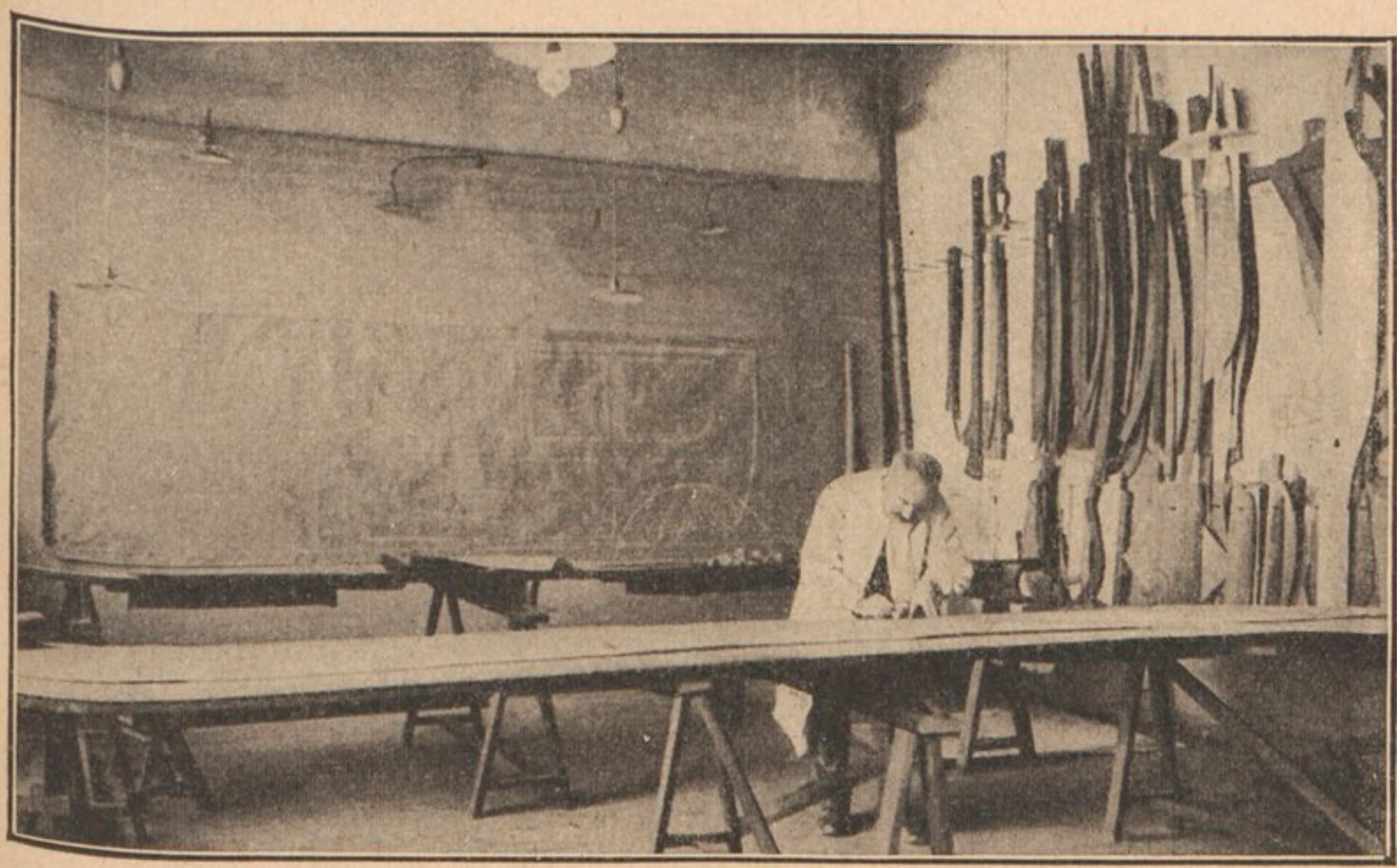
L'usine représentée aux deux pages précédentes réalise pratiquement les fabrications indiquées ci-dessus en ce qui concerne les benzols, la naphtaline, l'anthracène, le sulfate d'ammoniaque. Elle pourra être complétée par des appareils destinés à l'extraction et à la distillation en colonnes de l'alcool de houille.

LES ÉTAPES D'UNE CARROSSERIE D'AUTOMOBILE

Par François BOUQUEAU

Quand on nous dit qu'une carrosserie de voiture automobile, une élégante et confortable limousine, arrive à coûter vingt-cinq ou trente mille francs, il ne faut pas crier de suite à l'invraisemblance. A qui sait par quelles phases passe cette carrosserie dont les panneaux de bois, débités dans un madrier rugueux, deviennent des miroirs aux mille reflets ; à qui sait combien de corps de métier et d'ouvriers d'art y ont collaboré, ce prix élevé n'aura rien de surprenant et il ne faudra pas en accuser seulement la journée de huit heures et la hausse des matières premières. C'est la multiplicité des opérations, d'une part, et aussi le capital engagé dans les énormes réserves de bois nécessaires qui sont les principaux coupables. Les opérations sont, en effet, si nombreuses, qu'il faut compter, pour achever le travail, huit à dix semaines au moins, à partir du jour où le châssis arrive dans l'atelier du carrossier. D'autre part, les essences de bois employées sont infiniment variées ; c'est le chêne, le hêtre, le frêne, pour le gros œuvre, le noyer, le grisard, pour les panneaux, l'hickory pour les roues, l'acajou, le thuya, le palissandre pour les garnitures intérieures et les cantines, tous bois qui doivent avant tout être secs, et que, par conséquent, il faut emmagasiner très longtemps à l'avance.

A moins qu'elle ne soit construite en très grandes séries, pour des modèles populaires à bon marché, la carrosserie se fait par unités, suivant le goût et le caprice de celui qui la commande ; et ces caprices sont infinis : dimensions, formes, couleurs, garnitures, accessoires, autant de détails qui sont, en carrosserie, comme les notes de la gamme en musique. Elles ne sont que sept qui ont servi et serviront toujours à écrire la musique de

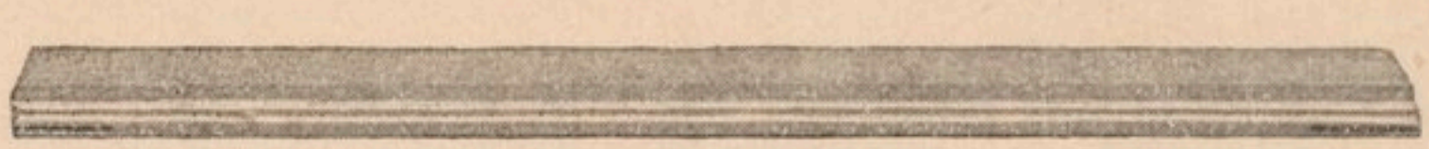


L'ATELIER DE DESSIN D'UNE DE NOS GRANDES CARROSSERIES PARISIENNES

C'est là que s'élaborent les plans d'ensemble et les plans de détails des caisses et des accessoires qui permettront, au bout de longues semaines, l'achèvement des luxueuses voitures automobiles.

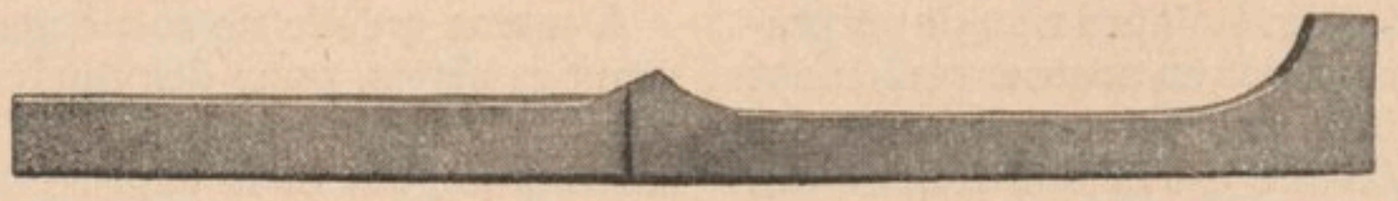
a. TRAVERSE DE BÉQUET

i. TRAVERSE DU HAUT DE DEVANT

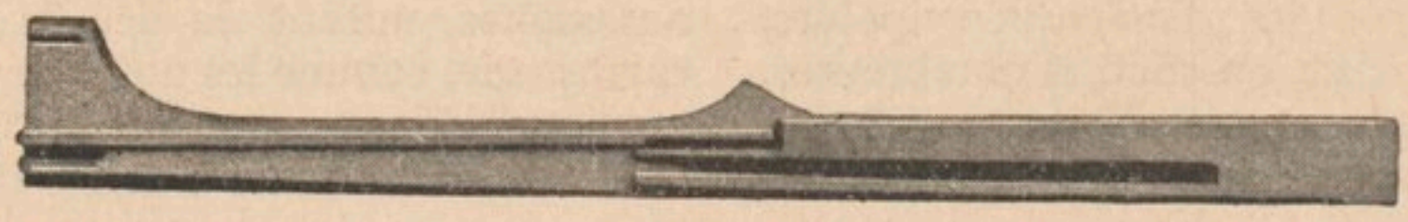


f. TRAVERSE DU MILIEU DE DEVANT

c. PIED D'ENTRÉE ARRIÈRE

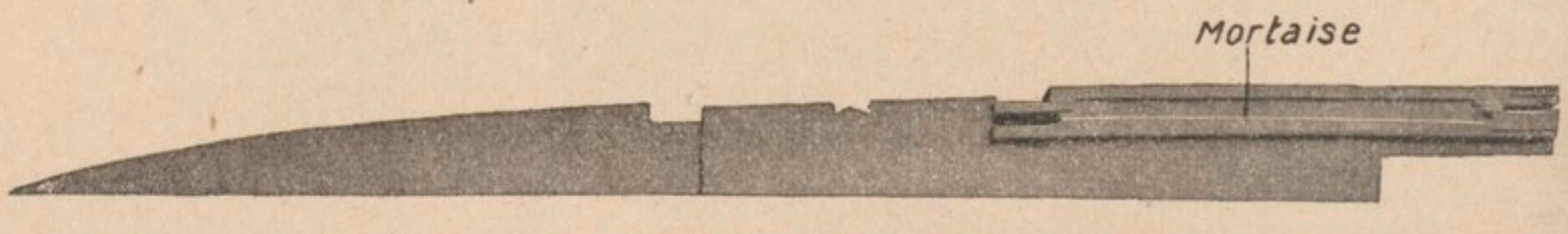


d_1. PIED D'ENTRÉE AVANT VU DE FACE

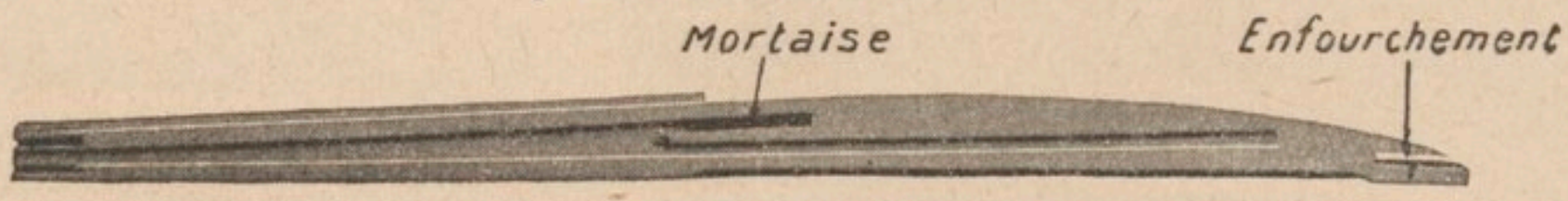


d_2. PIED D'ENTRÉE AVANT VU DE COTÉ

b. BATTANT DE PAVILLON



g. BRANCARD DE CAISSE

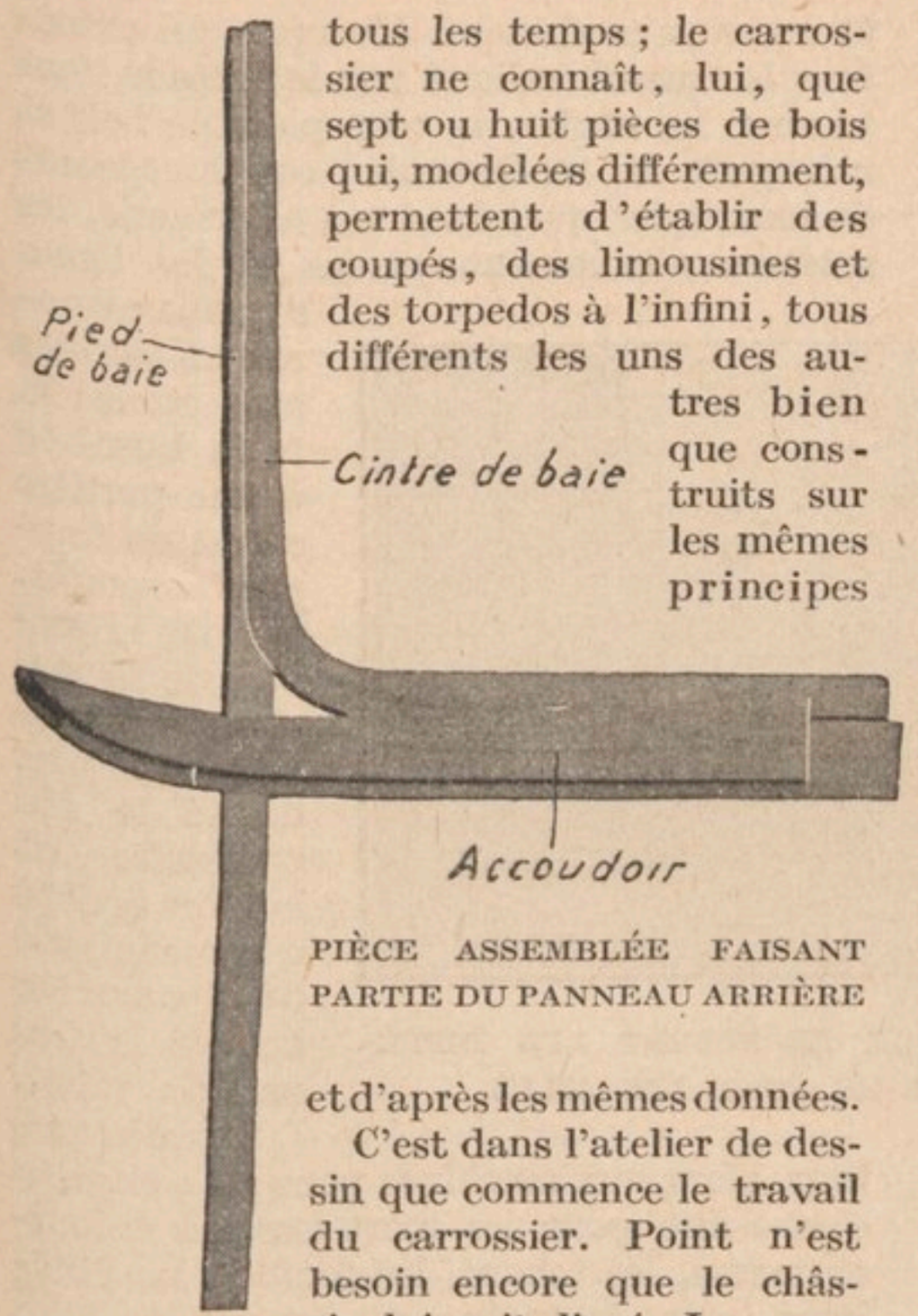


k. BATTANT DE PORTE

DIFFÉRENTES PIÈCES DÉTACHÉES CONSTITUANT LA CARCASSE D'UNE CARROSSERIE

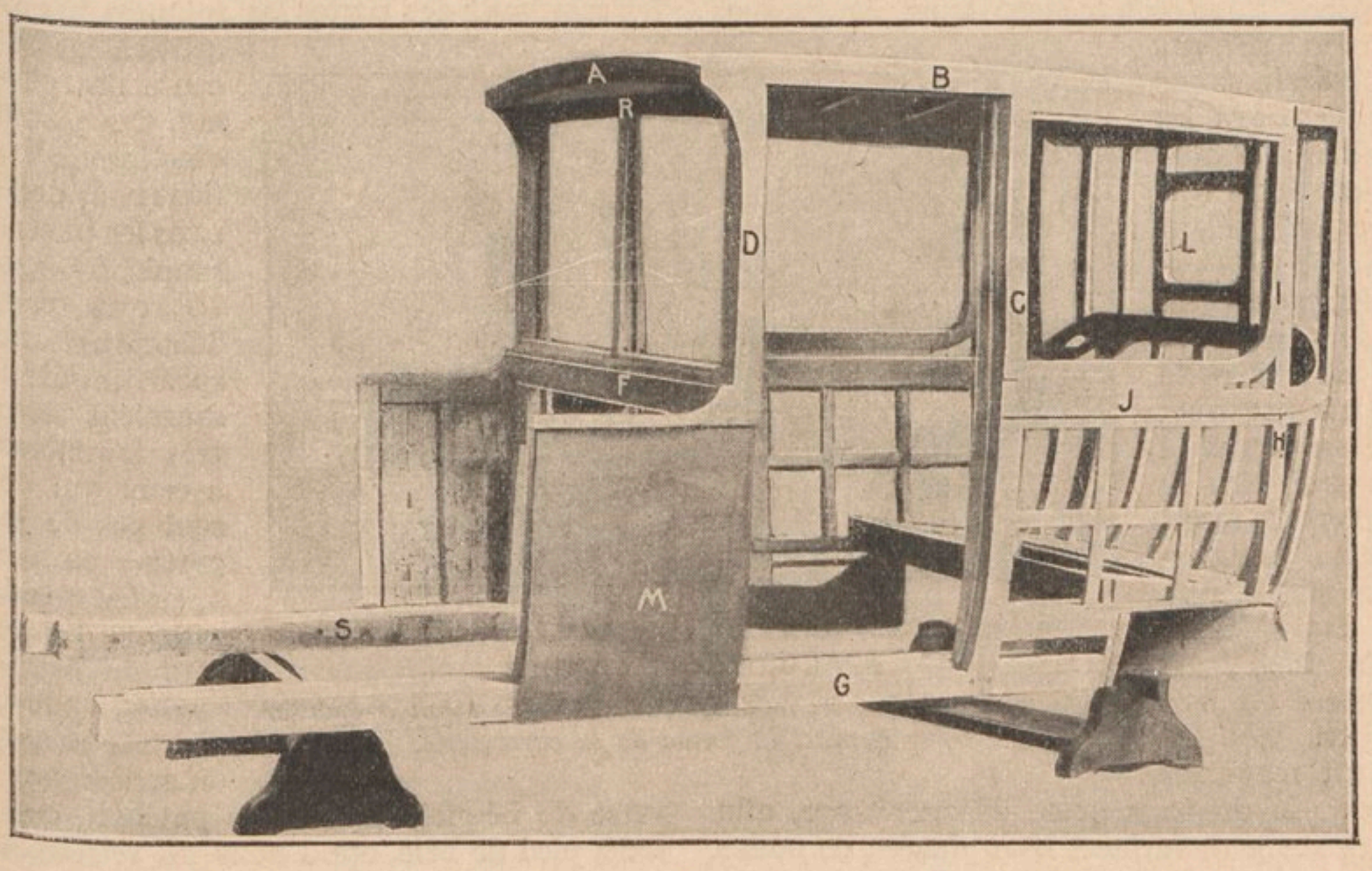
Quelle que soit la forme que l'on donnera à la carrosserie, que ce soit un coupé, une limousine, un torpedo, il est certaines pièces de bois qui sont indispensables à l'établissement de la caisse et qui en constituent le squelette sur lequel se poseront ensuite les panneaux de bois, de tôle ou d'aluminium qui en compléteront les formes extérieures. Ces différentes pièces, ouvragées, travaillées, sculptées même en certaines parties, sont prises dans des madriers de vieux bois afin d'être insensibles à toutes variations de température,

tous les temps ; le carrossier ne connaît, lui, que sept ou huit pièces de bois qui, modelées différemment, permettent d'établir des coupés, des limousines et des torpedos à l'infini, tous différents les uns des autres bien que construits sur les mêmes principes et d'après les mêmes données.



PIÈCE ASSEMBLÉE FAISANT PARTIE DU PANNEAU ARRIÈRE

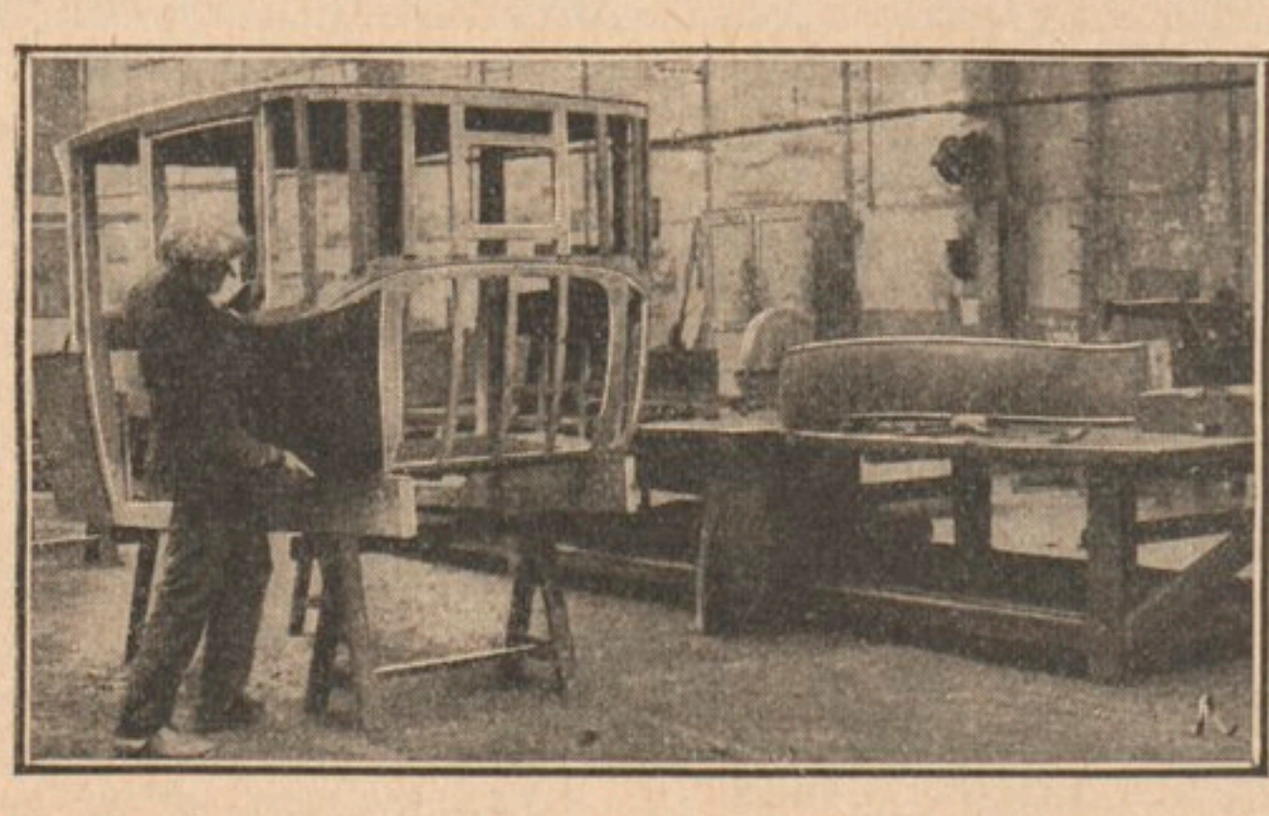
C'est dans l'atelier de dessin que commence le travail du carrossier. Point n'est besoin encore que le châssis lui soit livré. Le constructeur lui a fourni un bleu d'encombrement, sur lequel sont notées les cotes exactes des parties des longerons et des traverses sur lesquelles la caisse sera posée, l'écartement et la hauteur des roues qui détermineront la forme des ailes et la largeur extrême de la carrosserie. Sur ces données le dessinateur, qui connaît déjà les goûts et les caprices du client, établit un projet. Contre un des murs de la salle, une large feuille de papier est fixée et, sur cette feuille, le dessin s'exécute, grandeur nature : une vue de profil et une vue par l'arrière. C'est le plan d'établissement. Sur une première ébauche, on retouche, on corrige, jusqu'à ce que l'harmonie complète soit obtenue, que la courbe gracieuse des parties cintrées et l'élégance des lignes constituent un ensemble parfait. Le plan est donc, enfin, terminé et adopté ; toutefois le travail de l'atelier de dessin n'est pas encore achevé. Il faut établir le détail des pièces détachées, c'est-à-dire des sept ou huit pièces de bois dont nous avons parlé plus haut, qui constituent la carcasse d'une carrosserie. Ce ne sont pas seulement leurs formes qu'il convient d'étudier et de déterminer et que l'on obtient le plus souvent, quand il s'agit de courbures accentuées, par la chaleur ; il faut aussi en fixer la taille et les



ÉTAT D'UNE CARROSSERIE A SA SORTIE DE L'ATELIER DE MENUISERIE

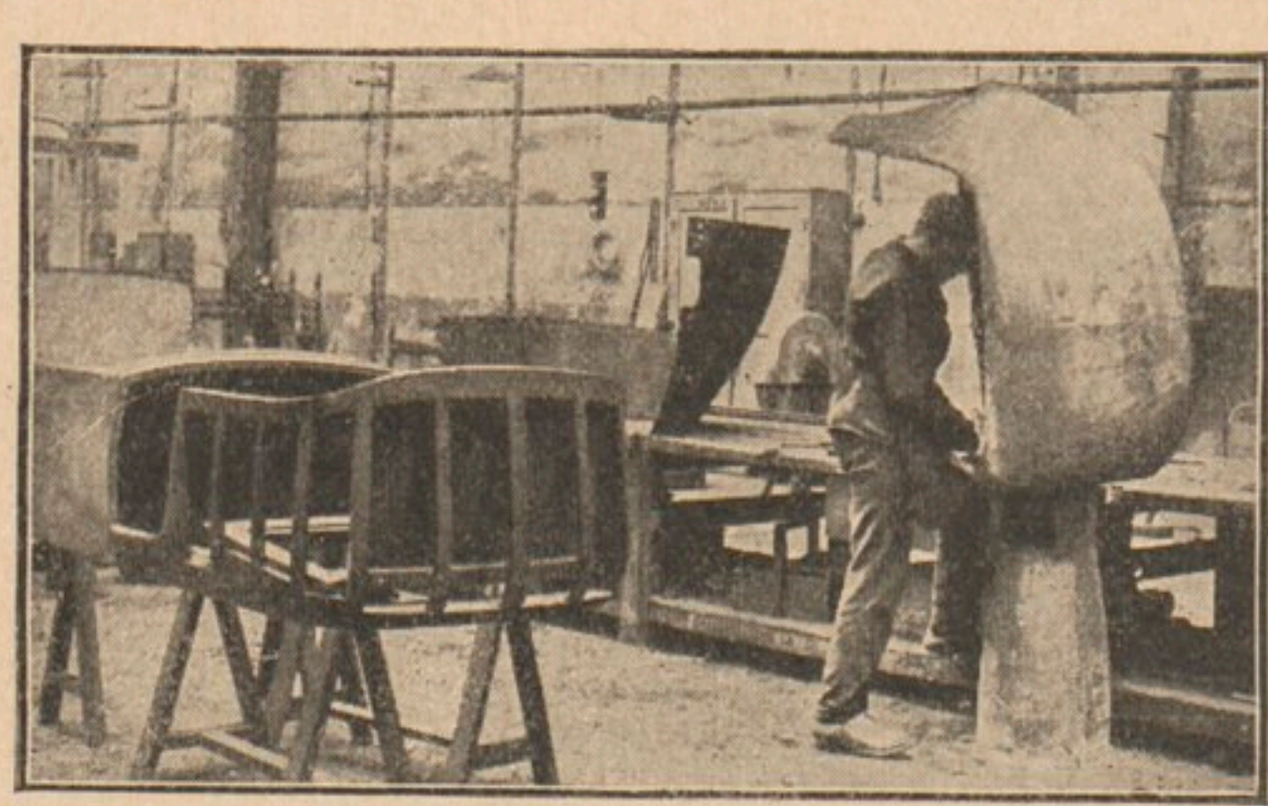
Nous retrouvons ici, mises en place, les pièces détachées représentées à la page précédente : A, *traverse de béquet;* B, *battant de pavillon;* R, *traverse du haut de devant;* F, *traverse ou frise du milieu de devant;* C, *pied d'entrée arrière;* D, *pied d'entrée avant;* G, *brancard de caisse;* S, *brancard intérieur reposant sur le longeron du châssis;* H, *pied de baie;* I, *cintre de baie;* J, *accoudoir;* M, *côté de siège;* L, *lunette.*

fouilles, rainures, feuillures, qui doivent servir à l'assemblage des pièces entre elles. Chacune de ces pièces donne lieu à une véritable épure aussi précise que le plus minutieux des dessins de mécanique ou qu'un dessin de taille de pierre. Il en sera de même pour les pièces de tôle ou d'aluminium qui doivent entrer dans la construction de la limousine ou du coupé, pièces repoussées au marteau ou moulurées à la machine, suivant le dessin qui a été étudié à l'atelier.



DANS L'ATELIER DE TOLERIE SE POSENT LES DIFFÉRENTS PANNEAUX ET SE FONT LES AILES

D'après ces dessins, on établit des calibres ou gabarits en bois qui passent à l'atelier de débit et servent à débiter à la dimension voulue, dans les grands plateaux de bois sec venus de la réserve, les pièces nécessaires à l'assemblage de la caisse. A partir de ce moment, ces pièces vont commencer leurs longues et nombreuses pérégrinations à travers les différents ateliers de la carrosserie, allant de l'un à l'autre, pour revenir plusieurs fois de suite aux mêmes, passant par la menuiserie, la tôlerie, la forge, etc... Suivons-les pas à pas.



L'ARRIÈRE D'UN TORPEDO SE FAIT SOUVENT AVEC UN SEUL MORCEAU DE TOLE

Cette pièce est dressée, repoussée, moulurée de façon à épouser complètement la forme de la carrosserie.

De l'atelier de débit, les pièces de bois sont venues aux machines pour le dressage et le dégauchissage, afin que sur leurs surfaces bien planées, on puisse tracer, d'après les calibres, le dessin de la pièce à établir. C'est à l'atelier de menuiserie, où elles passent ensuite, que ce traçage s'effectue sous la surveillance d'un chef d'équipe ou brigadier. Le dessin tracé, retourne aux machines à découper qui exécutent le travail indiqué par le traceur, font tomber les angles, le trop plein de bois et ménagent les renflements ; car il convient de remarquer que, dans une carrosserie, les surfaces absolument planes et les lignes rigoureusement droites sont rares ; la face bombée d'une portière en est un frappant exemple.

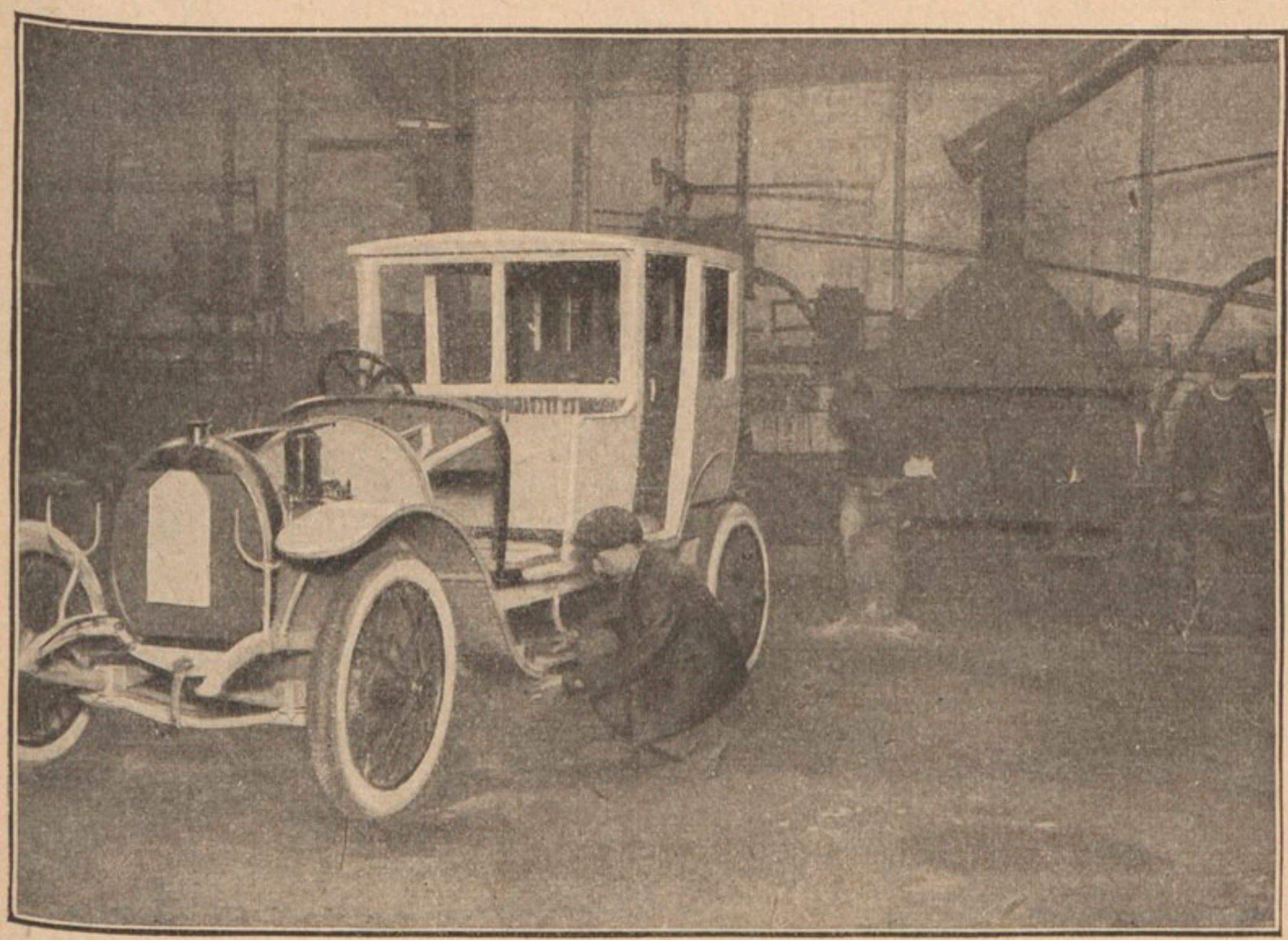
Mais le travail de la machine à découper n'a pas donné le fini nécessaire, et la pièce revient à la menuiserie où l'ouvrier achève le travail au rabot.

Troisième retour, alors, aux machines pour les « èlégis », c'est-à-dire pour les mortaises, les enfourchements, les tenons, les fouilles, les feuillures, sans lesquelles ne saurait se faire l'assemblage des pièces, pour ménager dans les montants des portes les rainures nécessaires à la descente des glaces. Ces pièces ainsi terminées, dont nous donnons les photographies page 70, ont des dénominations spéciales qui ne sauraient être très familières à ceux qui ne sont pas de la partie ; on les appelle pied cornier, brancard de brisement, pied d'entrée avant ou arrière, traverse de béquet, battant de pavillon, custode, pied de baie, etc... nous les retrouverons plus tard au montage de la carrosserie.

Pour la dernière fois, nous sommes revenus à l'atelier de menuiserie où va se faire, enfin, l'assemblage des pièces et le montage de la caisse. Les côtés se montent d'abord sépa-

rément ; ils comprennent le brancard de soubassement d'abord, sur lequel s'échafaudent les autres pièces détachées, les pieds d'entrée avant et arrière, le côté de siège avant, constitué d'un panneau en bois, puis brisement et custode, battant de pavillon. Les côtés de caisse ainsi montés séparément, on passe au montage de la caisse elle-même, à l'aide des traverses, des frises avant et arrière ; la carrosserie prend corps ; on pose les barres de la lunette qui recevra, par la suite, la glace du panneau arrière, les courbes de pavillon, et, enfin, le pavillon ou, plus simplement, le toit. Le travail des menuisiers touche maintenant à sa fin ; leur dernière intervention consiste à raboter, racler et passer au papier de verre l'ensemble de la caisse, c'est ce qu'on appelle le « ragréage » de la voiture, qui va alors dans l'atelier de tôlerie. Notons, en passant, que ces premiers travaux, dessin et menuiserie, ont déjà demandé six semaines environ. Le châssis n'est pas encore livré.

Sur la caisse qui lui arrive, l'ouvrier tôlier relève les patrons en papier des panneaux qu'il va avoir à découper et à préparer ; c'est dans des feuilles de tôle de deux mètres sur quatre-vingts centimètres que ces panneaux sont pris. Aussitôt l'emboutissage commence, à coups de maillet en bois, d'abord, pour ébaucher la forme nécessaire, puis à coups de marteau d'acier sur un « tas » en acier également ; à coups très rapprochés, on aplanit le métal et on l'amène à prendre la forme bombée que doit avoir le panneau. Sur la caisse, tous les panneaux sont fixés, épousant la forme prévue par le dessinateur et préparée par le menuisier. Certains d'entre eux sont complètement moulurés et comportent les bandeaux et baguettes qui se profilent autour de la voiture, à la hauteur des accoudoirs et sous les cadres des glaces. Dans ce même atelier, se font les ailes, dont nous parlerons plus loin quand le moment sera venu de les mettre en place, l'avant-torpedo et, quelquefois, le capot lui-même, si la ligne de la voiture demande une forme spéciale.

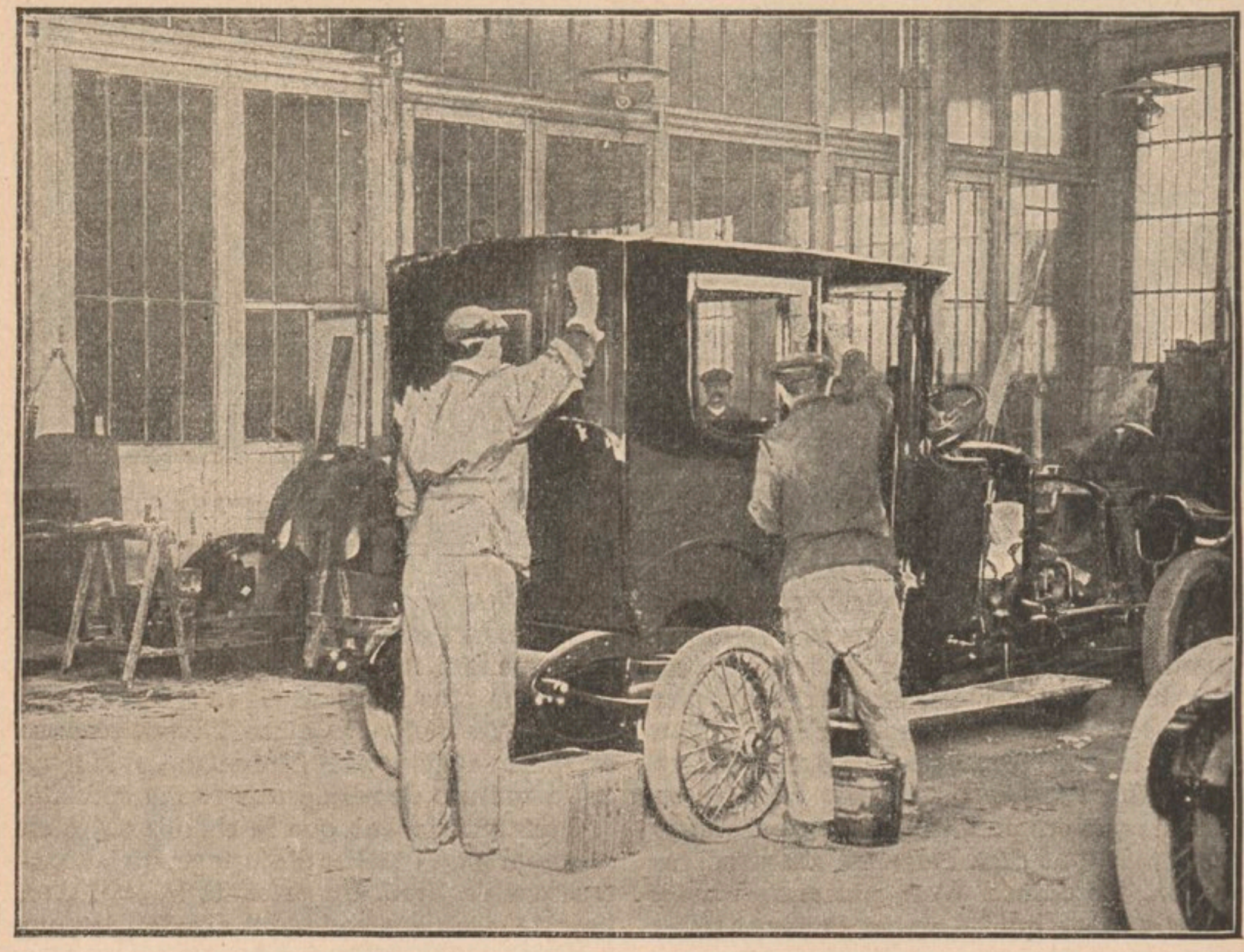


AUX FORGES SE METTENT EN PLACE TOUTES LES ARMATURES DE FER QUI DOIVENT SUPPORTER LES MARCHEPIEDS, LES AILES, LES PHARES, LES LANTERNES, ETC.

C'est maintenant que le châssis entre en scène ; il est à l'atelier d'ajustage, où le constructeur l'a livré. On présente la caisse, on l'ajuste et on amène le tout aux forges pour la fixation. De solides boulons traversant les longerons du châssis et les brancards intérieurs de la caisse les rendent solidaires l'un de l'autre. Les forgerons, pour consolider la

AUX SELLIERS REVIENT LE SOIN DE PRÉPARER ET DE METTRE EN PLACE LES GARNITURES, DOSSIERS, COUSSINS, SIÈGES DE STRAPONTINS, ETC...

C'est dans la perfection de ces coussins et de ces dossiers que réside le confortable de la voiture.



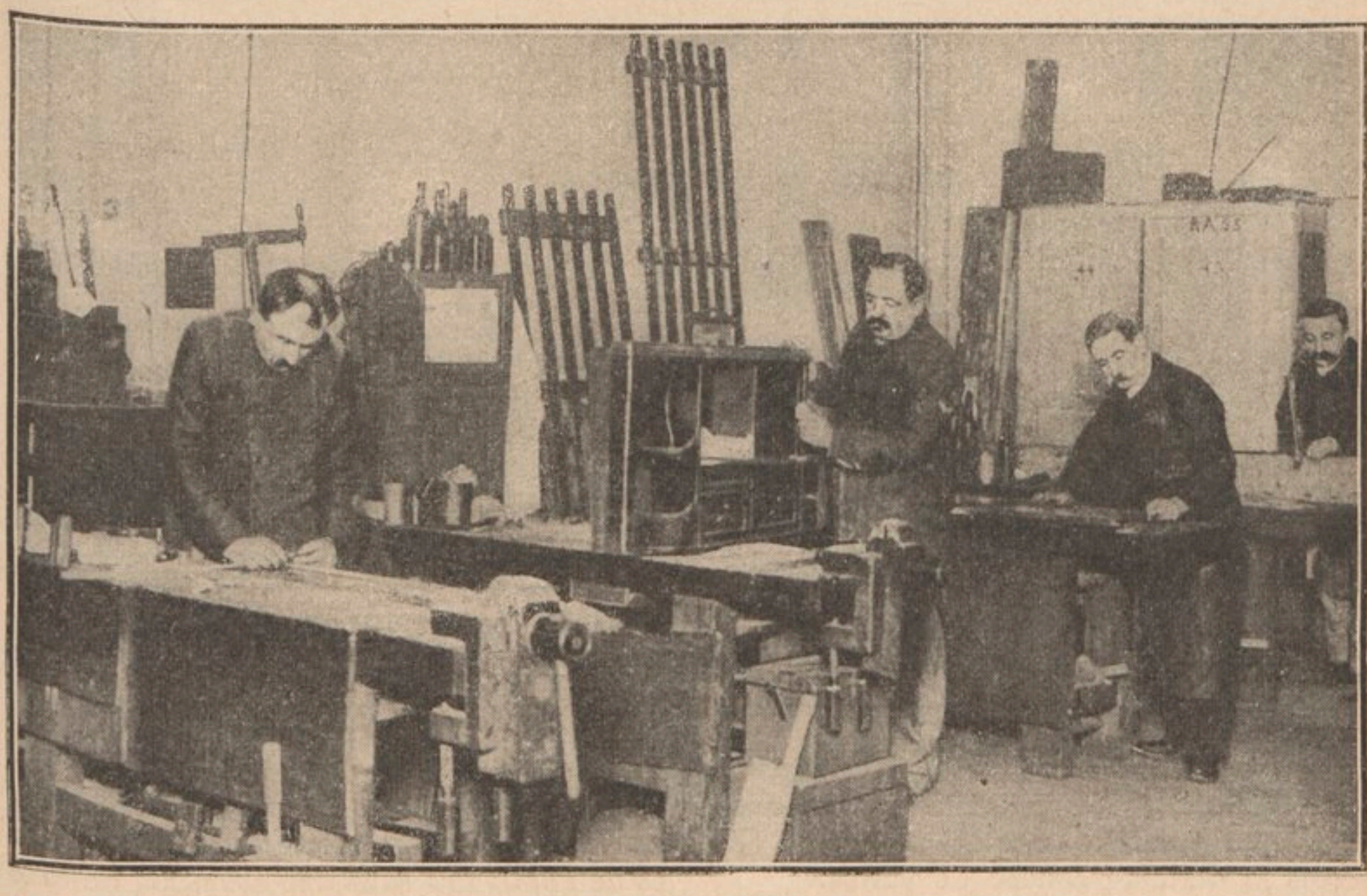
LA PEINTURE N'EST PAS LE TRAVAIL LE MOINS IMPORTANT DU CARROSSIER

On donne de nombreuses couches successives que l'on ponce et que l'on polit maintes fois avant de passer les couches de vernis, qui subissent le même traitement.

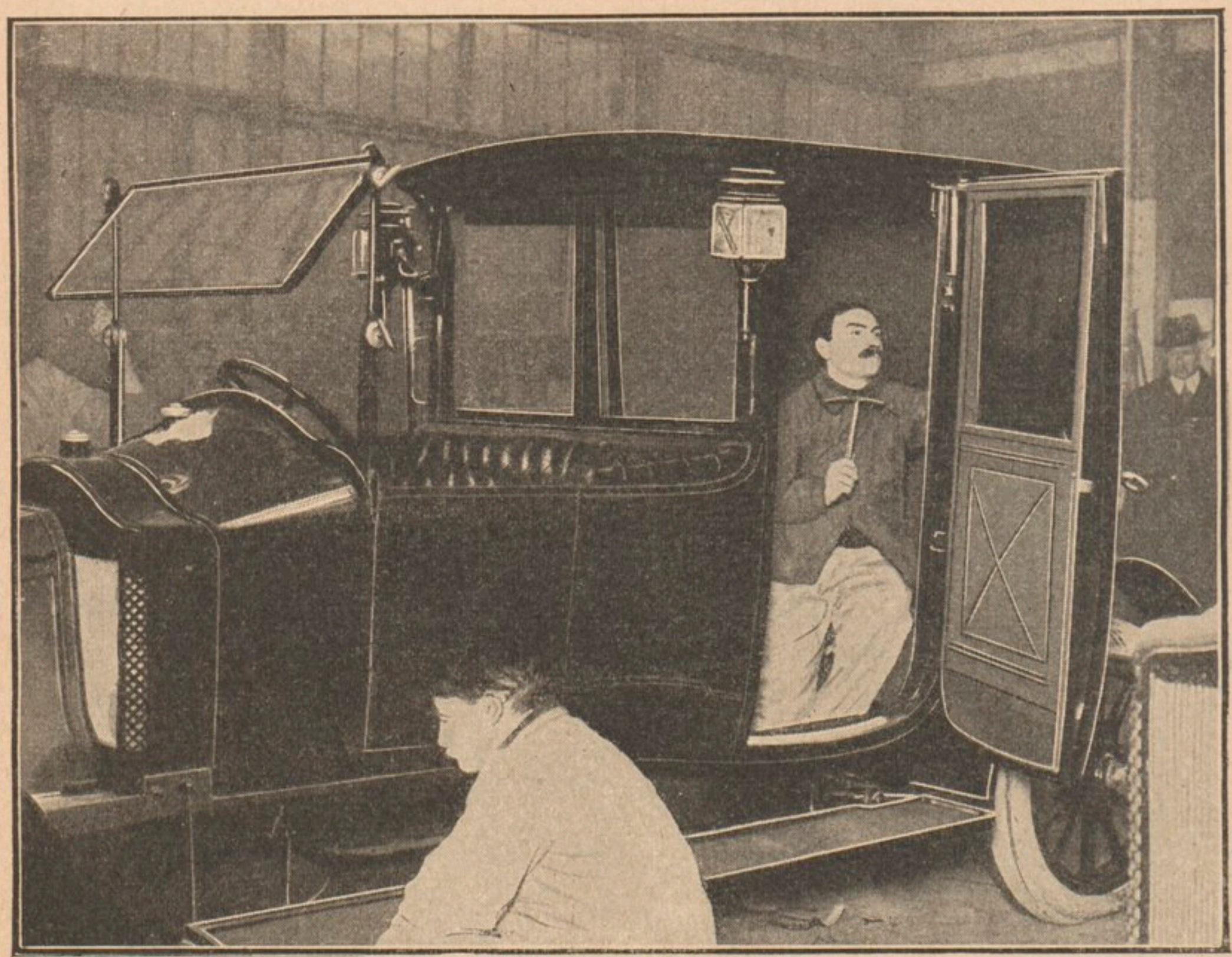
caisse, qui ne tient, jusqu'à présent, que par les assemblages, les enfourchements et les tenons, posent à l'intérieur les équerres d'assemblage ; à eux revient aussi le soin de préparer et de mettre en place les supports de marchepieds, les pattes d'ailes, dont les formes et la dimension dépendent de la grandeur et de l'écartement des roues, les porte-phares, porte-lanternes, porte-pneus, les ferrures de pare-brise, etc... Et tout cela mis en place, la voiture, qui, désormais, a pris tournure, passe à l'atelier de ferrage, où l'on pose, sur les portes, charnières ou pivots, serrures, recouvrements métalliques qui servent à garantir du passage de l'eau de pluie ou de la poussière, enfin, les dispositifs spéciaux qui permettent le maniement automatique des glaces. A ce moment, la voiture est terminée en blanc. Elle passe à la peinture. Quinze jours de plus se sont écoulés.

On commence par donner les couches d'apprêt, « filing » en terme technique ; ces couches de peinture grise sont au nombre de sept, qui se superposent ; elles ont pour but de bien imprégner et pénétrer le bois, d'en combler tous les vides et de faire épaisseur. Une couche par jour, cela fait encore une semaine. Une huitième couche, dite couche de guide, de couleur brique généralement, mais tout au moins d'une couleur tranchant avec le gris, est donnée par-dessus les sept premières. Cette différence de tons va permettre, au cours de l'opération suivante, le ponçage, qui se fait à la pierre ponce, de rendre plus apparentes les différences d'épaisseur qui pourraient exister encore, le gris apparaissant plus vite dans les parties où la couche est la plus épaisse. Avec du mastic, on comble alors ces dépressions, on rachète les inégalités de surface et on ponce à nouveau. Après ces premières opérations, la voiture est, enfin, prête à être mise en teinte.

Suivant la couleur définitive, claire ou foncée, que doit avoir la voiture, on donne d'abord une couche de fausse teinte, claire ou noire, puis on passe une ou deux couches de la teinte définitive, et on amène la voiture à la sellerie où ont déjà été préparés les sièges et les coussins. Pour ne pas perdre de temps, c'est à la sellerie que se donne la première couche de vernis à polir ; et, pendant que cette couche sèche, les selliers mettent en place la garniture intérieure, les ressorts montés sur sangles dans les dossiers, ressorts de dimensions variées suivant la conformation de ces dossiers, le crin par-dessus les ressorts, puis une toile, puis un drap assorti. Retour alors à la peinture pour le polissage du vernis à la ponce en poudre et au chiffon ; on donne encore une couche



DE L'ATELIER D'ÉBÉNISTERIE SORTENT LES OBJETS D'ORNEMENTATION, PANNEAUX ET MARQUETERIE, RAMPES EN ACAJOU, CANTINES, NÉCESSAIRES, COFFRES



LA DERNIÈRE ÉTAPE D'UNE CARROSSERIE : C'EST LA FINITION

Comme le mot l'indique, c'est une ultime revue de détail, la mise en place des derniers accessoires, la pose des derniers clous. La voiture va sortir de l'atelier.

de vernis à polir, c'est l'arrêtage; on repolit, on chiffonne, et on passe la voiture dans l'étuve où, trentième opération environ, elle reçoit la dernière couche de vernis.

Cent petits détails divers occupent les dernières journées, celles qui sont consacrées à ce que l'on appelle la finition, qui consiste à monter les châssis de glace, les différentes pièces d'ébénisterie, les cantines, les baguettes d'encadrement, les rampes de torpedo, à ajuster les strapontins, à poser les fils et les ampoules pour l'éclairage électrique de la voiture, l'acoustique pour correspondre avec le chauffeur. C'est à ce moment aussi qu'on pose définitivement les ailes et les marchepieds ; sur ceux-ci on fixe le caoutchouc et la sertissure en cuivre qui l'y maintient, on met en place les coffres d'outils et à réparation des pneumatiques, les courroies qui attacheront les enveloppes ou roues de secours et tous autres accessoires dont la liste peut être aussi longue que les caprices du client peuvent être nombreux et variés.

Et la responsabilité des ouvriers chargés de cette finition est grande, car la moindre distraction, le plus petit mouvement de la main et de l'outil fait sans une attention de tous les instants, peut causer un dégât sérieux ; une simple éraflure d'un panneau verni obligerait à reprendre presque entièrement la peinture. Or, sans compter ce qu'il en coûterait au carrossier, il s'ensuivrait pour le client un retard de plus d'un mois peut-être dans la livraison de sa voiture. Si nous récapitulons les délais nécessités par les différentes étapes de ce travail compliqué et délicat, nous trouvons une semaine pour l'atelier de dessin, quarante-cinq jours pour la menuiserie, quinze jours pour la forge et le ferrage, sept à huit semaines enfin pour la peinture, la garniture et la finition. Au total, près de quatre mois et demi se sont écoulés à partir du jour où la commande a été donnée jusqu'à celui où la voiture est livrée à son propriétaire.

F. Bouqueau.

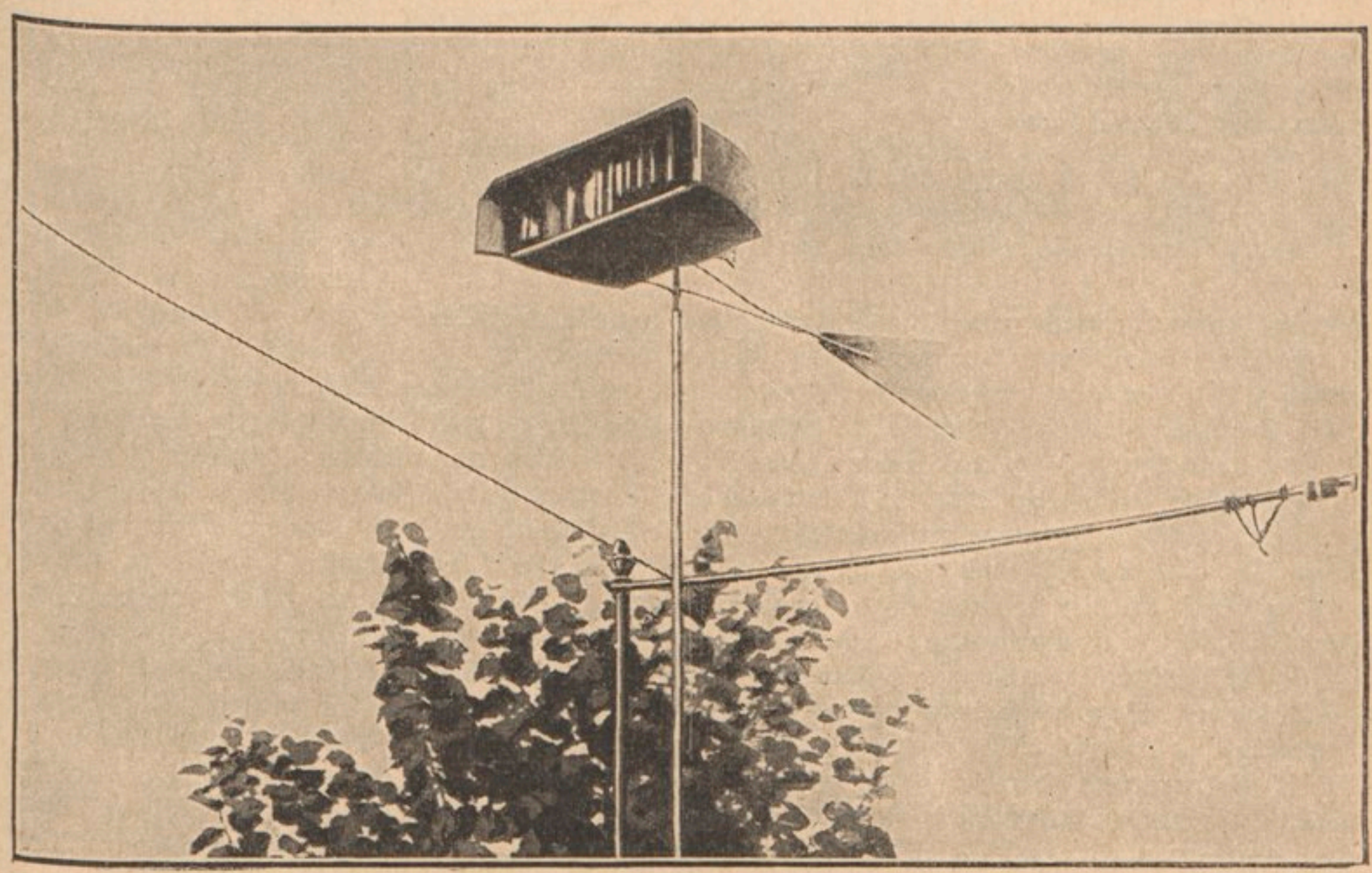
(Les photos qui illustrent cet article ont été prises dans les ateliers de carrosserie Rheims et Auscher.)

UNE NOUVELLE TURBINE AÉRIENNE A AXE VERTICAL

Par Gérard PYRAMONT

Dans l'article que nous avons consacré à l'utilisation du vent comme force motrice économique (*La Science et la Vie*, n° 42, Novembre 1918), nous avons décrit un moteur éolien caractérisé par la verticalité de son axe. L'emploi d'un axe vertical est avantageux en ce sens qu'il permet de supprimer facilement le dispositif d'orientation qui constitue l'un des inconvénients du moteur à vent. En outre, la transmission du mouvement offre moins de difficulté pour les moulins de ce type que pour ceux dont l'axe de la roue est horizontal. Ce sont ces considérations qui nous avaient fait dire que ce moulin paraissait être le meilleur système que l'on eût imaginé jusqu'à présent. Nous ne connaissions pas à ce moment la turbine à axe vertical, créée par un ingénieux inventeur de Saint-Etienne, M. Jean Lafond. Cette turbine est d'une conception vraiment originale et ses caractéristiques sont très intéressantes. Comme les moteurs à vent de tous systèmes, elle peut actionner différentes machines telles que pompes, compresseurs d'air, batteuses, concasseurs, etc... mais, dans l'esprit de son inventeur, elle est particulièrement destinée à assurer l'éclairage électrique des propriétés isolées. Un dispositif spécial, dont la conception est due à M. Lafond, permet également d'envisager l'utilisation des grands vents d'hiver pour le *chauffage électrique* de ces mêmes propriétés, villas ou châteaux.

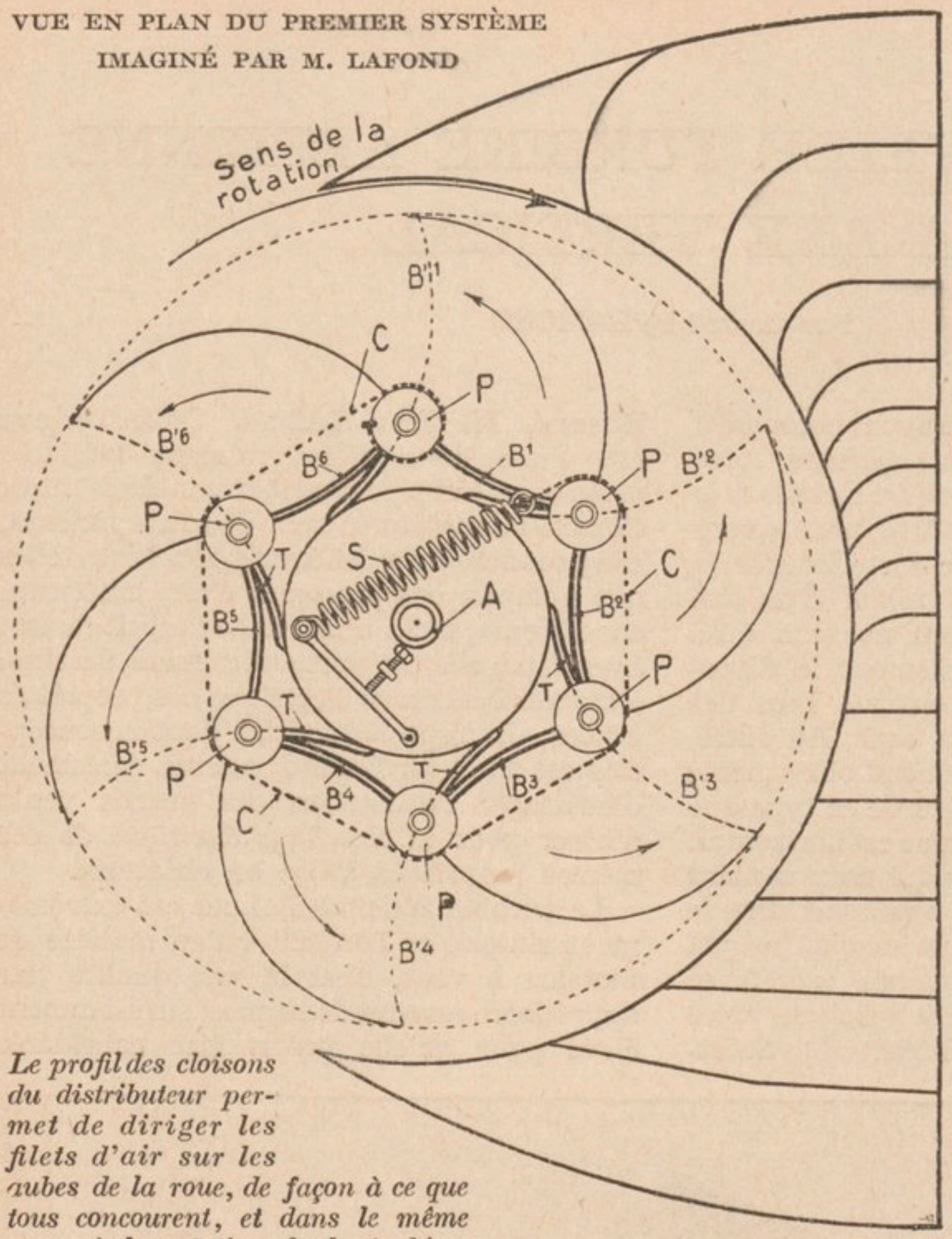
La turbine aérienne Lafond est extrêmement simple, et l'on sait qu'en matière de moteurs à vent, c'est là une qualité très appréciable ; son rendement est suffisamment élevé pour qu'elle puisse être considérée



CE MOTEUR A VENT A L'ASPECT D'UN PETIT AÉROPLANE

L'avant de l'appareil comporte un écran distributeur dont le rôle est de canaliser le vent pour le conduire dans la turbine. Ce modèle est pourvu d'une quille d'orientation, qui fut supprimée par la suite.

VUE EN PLAN DU PREMIER SYSTÈME IMAGINÉ PAR M. LAFOND



Le profil des cloisons du distributeur permet de diriger les filets d'air sur les aubes de la roue, de façon à ce que tous concourent, et dans le même sens, à la rotation de la turbine. C'est ce modèle qui est représenté par la photographie de la page précédente, avec une quille d'orientation, qui a été supprimée depuis.

comme une véritable machine industrielle susceptible de recevoir une foule d'applications. C'est à ce titre que nous la décrivons.

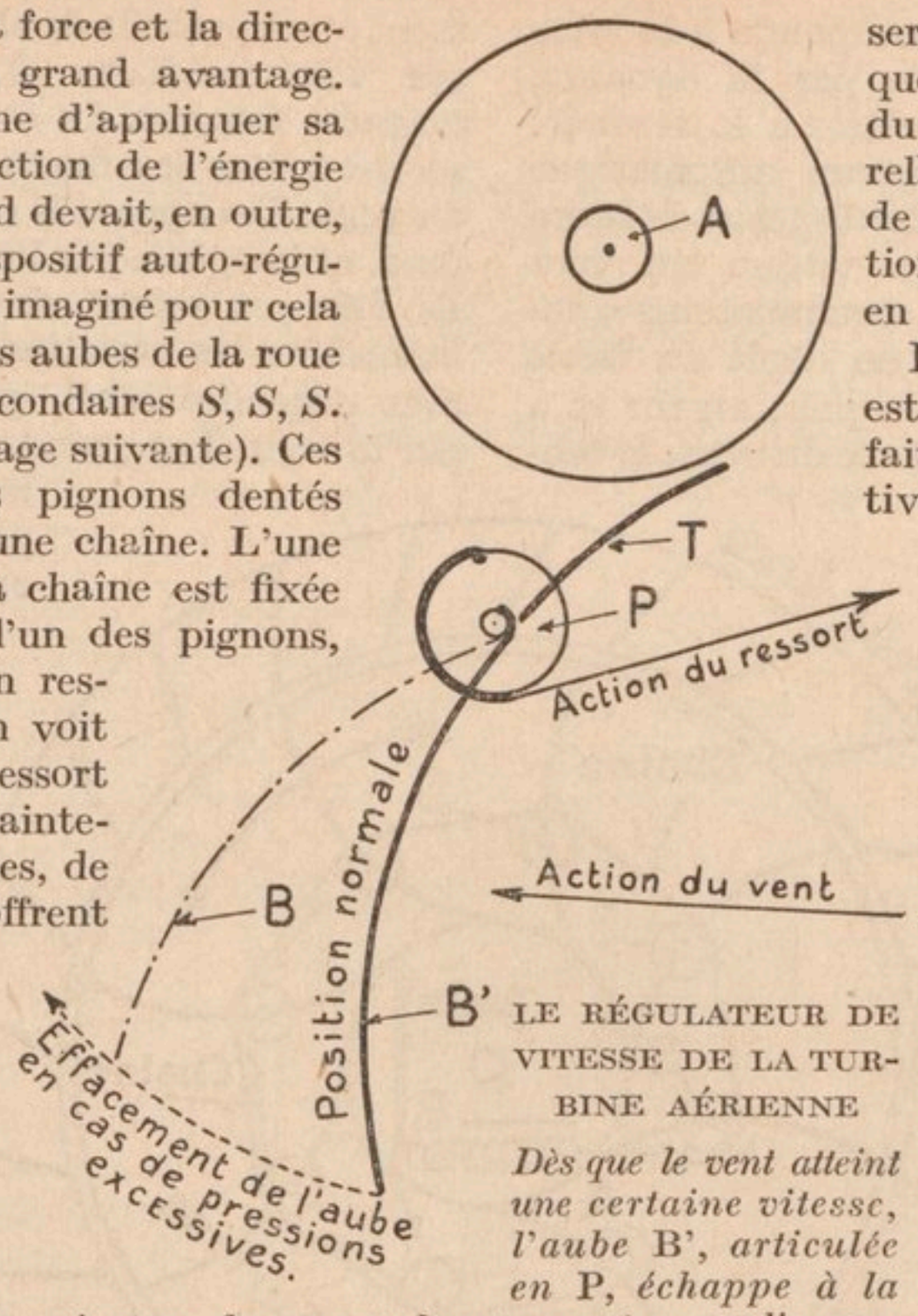
M. Lafond a réalisé jusqu'ici le principe de sa turbine sous la forme de deux modèles quelque peu différents l'un de l'autre. Le premier, dont on trouvera une photographie page 77, comportait une roue à aubes, à axe vertical, autour de laquelle tournait un écran distributeur, s'orientant à l'aide d'une quille de dérive. Le rôle de ce distributeur était de capter le vent et de le conduire directement dans la turbine. Le profil des cloisons dudit distributeur permettait de diriger les filets d'air sur les aubes de la roue, de façon que tous concourent, et dans le même sens, à la rotation de la turbine. C'était là une idée excellente en principe, mais dont la réalisation ne donna pas toute satisfaction. Les inconvénients du système d'orientation subsistaient entièrement et l'on se rendit vite compte, en effet, que le système n'obéissait pas toujours assez rapidement aux brusques sautes de direction du vent et que l'on perdait, de ce fait, une partie assez importante de la force utilisable.

L'intérêt du moteur à axe vertical réside dans ce fait qu'il n'est pas nécessaire de l'orienter pour le faire tourner. Par sa constitution même, il reçoit toujours le vent quelle que soit la direction de celui-ci. Mais M. Lafond, ayant pu constater l'efficacité du distributeur, tenait à ne pas le supprimer. L'abandon du système d'orientation et le maintien du distributeur ne constituaient cependant pas un problème insurmontable ; il suffisait de modifier simplement la forme de ce distributeur. Le modèle définitif de M. Lafond a bénéficié de cette simplification, qui, ainsi qu'on le constate souvent, réalise un véritable perfectionnement. La turbine verticale à distributeur fixe est composée extérieurement d'une couronne à claire-voie, formée d'ailettes fixes, convenablement disposées, et profilées de façon à donner aux filets d'air une direction capable d'améliorer leur action sur les aubes de la turbine. A l'intérieur de cette couronne est placée une roue légère et robuste, constituée par des aubes solidaires d'un arbre vertical. Cette roue peut tourner librement autour de la couronne, comme tourne un rotor dans un stator de moteur électrique. Le tout est soutenu, à une hauteur convenable, au moyen de supports appropriés, tels que charpente métallique relativement légère, pylône en bois ou en béton, colonne haubannée, tour en maçonnerie, etc...

Le résultat de cet assemblage est que la turbine tourne dans un sens invariable, sans nécessiter aucune orientation préalable, et

quelles que soient la force et la direction du vent, d'où grand avantage.

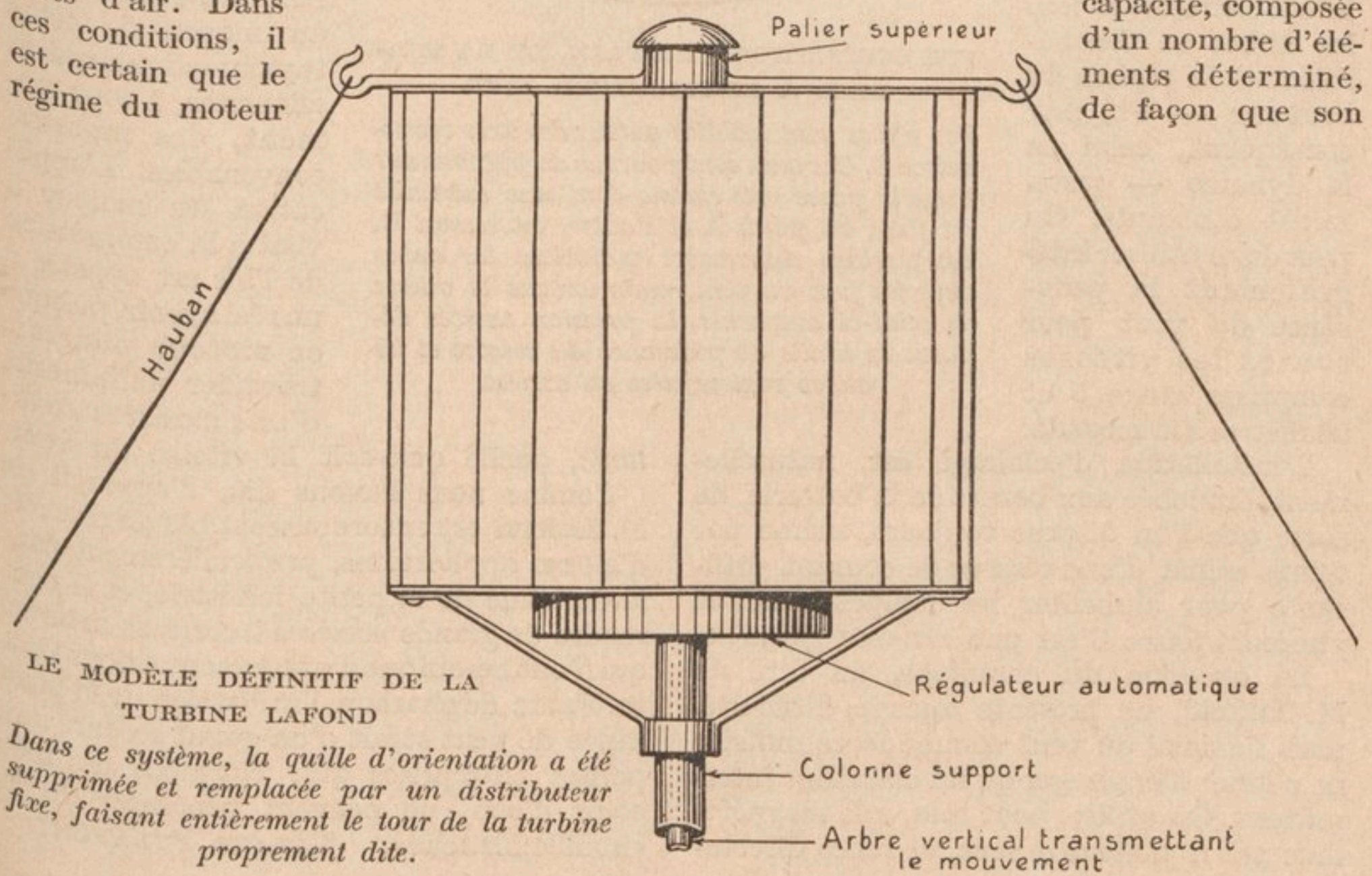
Pour être à même d'appliquer sa turbine à la production de l'énergie électrique, M. Lafond devait, en outre, la pourvoir d'un dispositif auto-régulateur de vitesse. Il a imaginé pour cela de rendre mobiles les aubes de la roue autour des axes secondaires *S, S, S*. (Voir la fig. de la page suivante). Ces axes reçoivent des pignons dentés sur lesquels passe une chaîne. L'une des extrémités de la chaîne est fixée en un point *A* de l'un des pignons, l'autre aboutit à un ressort réglable *B*. On voit que la traction du ressort a pour résultat de maintenir les aubes ouvertes, de telle façon qu'elles offrent le plus de prise possible à l'effort tangent. Lorsque le vent atteint une certaine vitesse et que la pression qu'il exerce sur les aubes dépasse, par conséquent, une limite fixée par la puissance du ressort, les aubes cèdent et se replient de plus en plus sous l'effort croissant du vent, jusqu'à devenir parallèles à la direction des filets d'air. Dans ces conditions, il est certain que le régime du moteur sera à peu près constant, quelle que soit la vitesse du vent. Il s'ensuit naturellement que l'application de l'éolienne à la production du courant électrique en sera d'autant facilitée.



LE RÉGULATEUR DE VITESSE DE LA TURBINE AÉRIENNE

Dès que le vent atteint une certaine vitesse, l'aube B', *articulée en* P, *échappe à la puissance du ressort de retenue et se replie sous la pression du vent (ligne mixte* B*).*

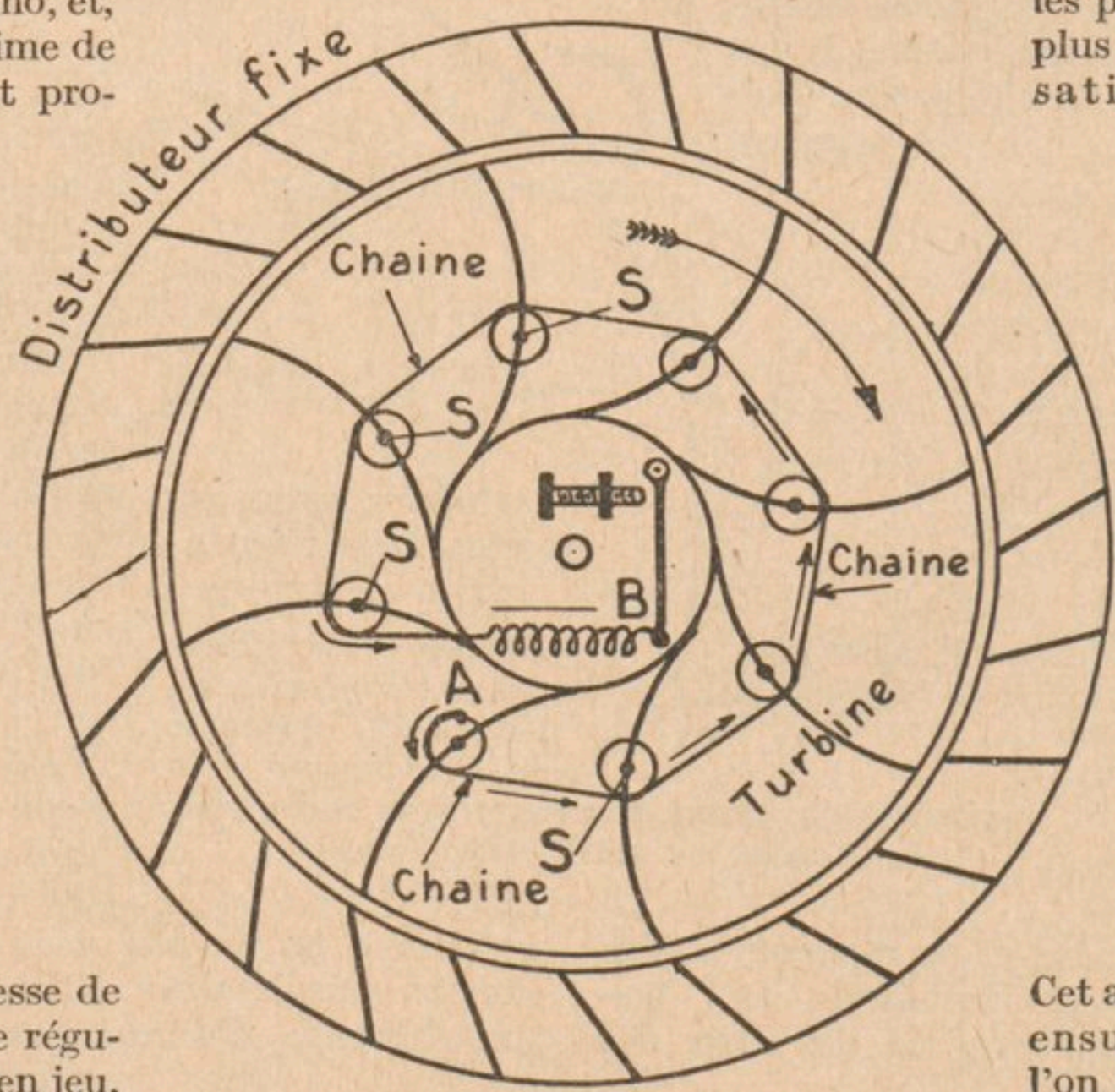
La question de l'éclairage est assez compliquée par le fait que la rotation relativement lente du moteur à vent est incompatible avec le régime excessivement élevé des dynamos de type courant. M. Lafond a surmonté cette difficulté en étudiant une dynamo très simple, caractérisée par sa faible vitesse ; cette caractéristique permet de caler *directement* l'induit de la dynamo sur l'arbre de la turbine. La génératrice est, de plus, à excitation indépendante, de façon qu'elle puisse produire du courant dès qu'elle commence à tourner. Sa tension peut varier dans des limites considérables. Elle est couplée avec une batterie d'accumulateurs de grande capacité, composée d'un nombre d'éléments déterminé, de façon que son



LE MODÈLE DÉFINITIF DE LA TURBINE LAFOND

Dans ce système, la quille d'orientation a été supprimée et remplacée par un distributeur fixe, faisant entièrement le tour de la turbine proprement dite.

voltage, aux bornes, corresponde à la force électromotrice engendrée par la dynamo, sous un vent de cinq mètres à la seconde. Un disjoncteur-conjoncteur automatique complète le système et le dispense de toute surveillance. Lorsque la vitesse du vent atteint cinq mètres, les accumulateurs commencent à se charger, en dépit du faible régime de la génératrice ; puis, au fur et à mesure qu'augmente la force du vent, la tension de la dynamo, et, par suite, le régime de charge, s'élèvent progressivement. Grâce à la grande capacité de la batterie, ce régime de charge peut varier dans des proportions appréciables, sans qu'il en résulte aucun inconvénient, puisque tout est combiné pour que le maximum de charge ne soit même pas atteint. Si le vent dépassait, par exemple, la vitesse de douze mètres, le régulateur entrerait en jeu, les aubes se déroberaient et le régime du moteur — et, par conséquent, celui de la dynamo — resteraient constants. On peut donc utiliser intégralement la puissance du vent pour toutes les vitesses comprises entre 5 et 20 mètres à la seconde.



VUE SCHÉMATIQUE, EN PLAN, DE LA TURBINE A DISTRIBUTEUR FIXE

Les aubes sont mobiles autour des axes secondaires S. *Ces axes sont pourvus de pignons sur lesquels passe une chaîne dont une extrémité est fixée au point* A *et l'autre, au ressort* B. *La traction du ressort maintient les aubes ouvertes face au vent, mais lorsque la vitesse de celui-ci augmente, la pression exercée dépasse la limite de puissance du ressort et les aubes sont rejetées en arrière.*

L'installation d'éclairage est, naturellement, branchée aux bornes de la batterie, de sorte que l'on dispose toujours, même par temps calme, d'une réserve de courant suffisante pour alimenter les lampes pendant plusieurs jours. C'est une sérieuse garantie.

La question du chauffage, au dire de M. Lafond, ne présente aucune difficulté, mais l'emploi du vent comme force motrice ne permet d'envisager qu'un chauffage intermittent. On utilise, pour cela, une magnéto, mue par le moteur à vent, et reliée directement aux appareils de chauffage, sans passer par l'intermédiaire d'accumulateurs. La magnéto fournira du courant alternatif qui suivra toutes les fluctuations de la vitesse du vent. Les appareils employés par M. Lafond, et imaginés par lui, sont peu coûteux ; ils forment *volant de chaleur* et rendent insensibles les variations de régime du courant engendré ainsi, presque directement, par le vent. Les grands vents d'hiver étant les plus violents et les plus froids, leur utilisation permettra d'ajouter aux installations habituelles d'une propriété isolée un mode de chauffage tout particulièrement économique.

M. Lafond destine également sa turbine à comprimer de l'air, sous une haute pression, dans des réservoirs de dimensions relativement réduites. Cet air serait distribué ensuite partout où l'on en aurait besoin, au moyen de petits tuyaux qui pourraient alimenter, à tout moment, des moteurs convenables. L'application du moteur à vent à la compression de l'air est appelée à un réel avenir, puisque ce moteur pourrait travailler utilement, *d'une manière constante*, quelle que soit la vitesse du vent.

Comme nous l'avons dit, l'appareil de M. Lafond est encore susceptible de recevoir d'autres applications, particulièrement dans le domaine de la petite industrie, et il peut rendre de grands services à certains artisans qui n'ont besoin que d'une force motrice réduite. Faute de charbon, l'utilisation de la puissance de vent serait d'un grand secours aux petites entreprises qui, éloignées de tout cours d'eau, ne peuvent bénéficier de la « houille blanche ».

GÉRARD PYRAMONT.

LA QUESTION DES PLANTES CARNIVORES ET LES « FLEURS DE L'AIR »

Par le Docteur Raphaël DUBOIS

PROFESSEUR DE PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE LYON

Existe-t-il, comme on l'a prétendu, des plantes véritablement carnivores, des végétaux chlorophylliens qui capturent des proies animales vivantes pour se nourrir, les digèrent au moyen de ferments qu'elles secrètent, pour en absorber ensuite la substance transformée en peptones, comme cela se produit dans le tube digestif de certains animaux carnassiers ?

Cette question a donné lieu, dans le monde des biologistes, à de nombreuses polémiques, parfois fort passionnées, mais on pouvait la croire passée à l'état de légende, quand des recherches faites récemment, en Amérique surtout, sont venues lui donner un regain inattendu d'actualité.

D'autre part, un grand nombre de nos ouvrages classiques enseignent encore que le célèbre naturaliste anglais Darwin a démontré expérimentalement, il y a environ un demi-siècle, la carnivorité de certains végétaux.

Pourtant, en France, particulièrement au laboratoire de physiologie générale de l'Université de Lyon, puis à l'étranger, plusieurs expérimentateurs ont osé, non sans quelque courage, en raison de la grande popularité de Darwin, contester le bien-fondé de ses conclusions. Il fut, en outre, établi, contrairement à une opinion très répandue, que Darwin n'était pas même l'auteur de l'hypothèse des « plantes carnivores ».

Beaucoup de personnes, pensant qu'il ne s'agissait-là que d'une curiosité scientifique, d'une bizarrerie de la nature, ont pu se demander pourquoi les savants y attachaient une si grosse importance. C'est que, pendant longtemps, on a cru et enseigné partout que les choses et les êtres, dont l'ensemble compose la Nature, devaient être répartis en trois domaines aux frontières nettement définies, infranchissables, cloisons absolument étanches. On allait même jusqu'à soutenir, avec opiniâtreté, que le mécanisme vital du végétal est précisément l'inverse de celui de l'animal, celui-ci détruisant analytiquement ce que le premier avait construit synthétiquement.

FIG. 1. — DIONÉE GOBE-MOUCHES

Le limbe des feuilles est garni de poils glandulaires dont l'excitation provoque l'application l'une contre l'autre des deux lobes de la feuille, comme un livre que l'on ferme.

La barrière élevée jadis entre le végétal et l'animal n'existe plus ; elle a été abattue par cette jeune science, si éminemment française par son caractère et par ses origines, qu'est la physiologie générale, prophétisée vers 1836 par Dutrochet et définitivement fondée par Claude Bernard. L'illustre physiologiste est considéré avec raison, surtout à cause de sa découverte de l'amidon animal, ou glycogène, comme le chef des *biologistes unicistes*, qui ont soutenu que les mêmes lois physiologiques commandent aux animaux et aux végétaux, que les mécanismes vitaux, les ressorts intimes de la vie sont, ici et là, fondamentalement identiques.

C'était là un grand pas fait vers la conception d'une mécanique générale, dont les lois seraient applicables aussi bien à ce qui vit qu'à ce qui ne vit pas ; d'ailleurs, je crois avoir surabondamment démontré qu'il n'existe aucune délimitation précise, aucune frontière infranchissable entre ceci et cela. C'est la physiologie générale, à laquelle j'ai consacré la plus grande partie de ma vie, qui m'a conduit à enseigner depuis bien des années, dans

une chaire officielle, que la Nature n'est pas, comme le prétendaient universellement alors les matérialistes et les spiritualistes, tous dualistes, réductible, en dernière analyse, à deux principes distincts : la force agissante et la matière inerte, mais bien à un seul et unique principe fondamental, à la fois force et matière, qui, par ses innombrables et incessantes métamorphoses donne à la Nature son admirable, sa merveilleuse et infinie variété.

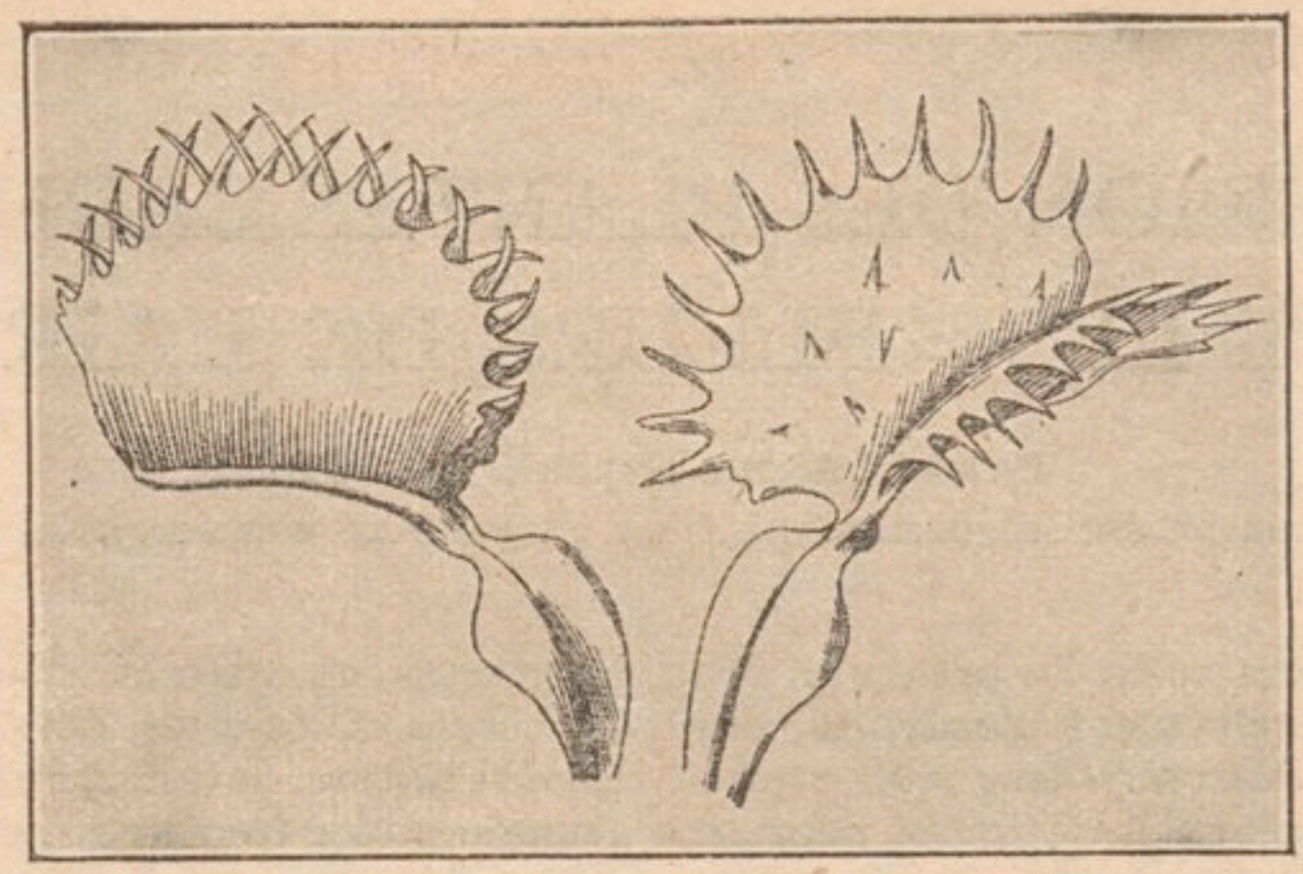


FIG. 2. — FEUILLE DE DIONÉE GOBE-MOUCHES OUVERTE AVANT LA CAPTURE DE L'INSECTE (A DROITE), ET FERMÉE ENSUITE (A GAUCHE)

500 ans avant J.-C., Héraclite avait bien soutenu une conception analogue : c'était le feu, simple hypothèse philosophique sans fondements scientifiques : aujourd'hui, c'est l'électricité. Entre temps, j'aurai été le seul à enseigner pendant un demi-siècle, malgré l'indifférence ou l'hostilité des dualistes, qu'il n'y a pas deux principes mais un seul et je l'avais nommé *protéon*, à cause de ses continuelles évolutions et transformations. Ce qu'on nomme « matière vivante » n'est qu'un des états transitoires de ce protéon : c'est le « bioprotéon ». Ceci dit, revenons à la question des plantes carnivores.

En 1768, le botaniste anglais Ellis envoya au grand naturaliste suédois Linné une note sur une curieuse plante qu'il avait rapportée d'Amérique, la Dionée gobe-mouches (figure 1). Quand un insecte imprudent vient se poser sur la face supérieure de ses feuilles, les deux lobes du limbe se referment sur lui comme les feuillets d'un livre et ne se rouvrent que quand le corps est désagrégé. Linné se refusa à admettre que cette plante verte, munie de racines, se nourrît d'insectes. Malgré cela, l'encyclopédiste français Diderot lança l'expression de « plantes carnivores », qui eut plus tard un grand succès, surtout en raison des expériences de Darwin et de ses adeptes. On parut heureux d'apprendre que les végétaux, qui, d'ordinaire, servent d'aliments à nombre d'animaux, peuvent parfois prendre une juste revanche sur ces derniers.

FIG. 3. — ROSSOLIS OU ROSÉE DU SOLEIL

La surface supérieure du limbe des feuilles est garnie de poils sensibles et mobiles sécrétant, par leur extrémité renflée, un liquide visqueux.

Toutefois, la lecture attentive du fameux livre de Darwin : *Insectivorous plants*, révèle chez le célèbre naturaliste philosophe une insuffisance regrettable de critique expérimentale. Le simplisme, on pourrait dire la puérilité de certaines expériences, montre bien qu'il n'était pas là sur son véritable terrain. Il faut bien dire aussi qu'à l'époque où elles furent faites, la bactériologie et le chimisme de la digestion étaient relativement peu avancés.

Bientôt, on crut découvrir une foule de plantes considérées comme insectivores : il suffisait pour cela qu'elles pussent engluer, ou capturer autrement, des bestioles : il eût été plus prudent, cependant, de les dénommer simplement «plantes insecticides».

Deux genres fournirent surtout des sujets aux expérimentateurs de l'époque : les *Droseras* et les *Népenthès*.

Dans les régions marécageuses de la France croît, parfois en grande abondance, une curieuse petite plante dont les feuilles, disposées en rosette, ont leur face supérieure couverte de

poils dont l'extrémité renflée sécrète un liquide visqueux et brillant. Cette particularité leur a fait donner le nom vulgaire de Rossolis, ce qui signifie : rosée du soleil (fig. 3). Dès qu'une excitation mécanique est produite soit par un corps inerte, soit par un insecte, sur la surface de la feuille, les poils se recourbent vers le point excité et leur contraction s'accompagne d'une exagération de la sécrétion visqueuse (fig. 4). S'il s'agit d'un insecte, il se trouve en même temps saisi par les poils tentaculaires et englué. Ainsi fixé, il ne tarde pas à mourir et à se décomposer.

Au moyen de nombreuses expériences, je me suis efforcé, mais en vain, de démontrer que les victimes du Drosera sont digérées à la manière d'une huître introduite dans notre estomac. Je n'ai pu isoler aucune zymase analogue à la pepsine stomacale où à la trypsine intestinale, ni provoquer, non avec le suc de la feuille, mais avec sa sécrétion, aucune digestion donnant naissance à des peptones. En revanche, j'ai constaté que les microbes et, vraisemblablement aussi les ferments particuliers contenus dans le corps des victimes, suffisaient à expliquer leur rapide décomposition.

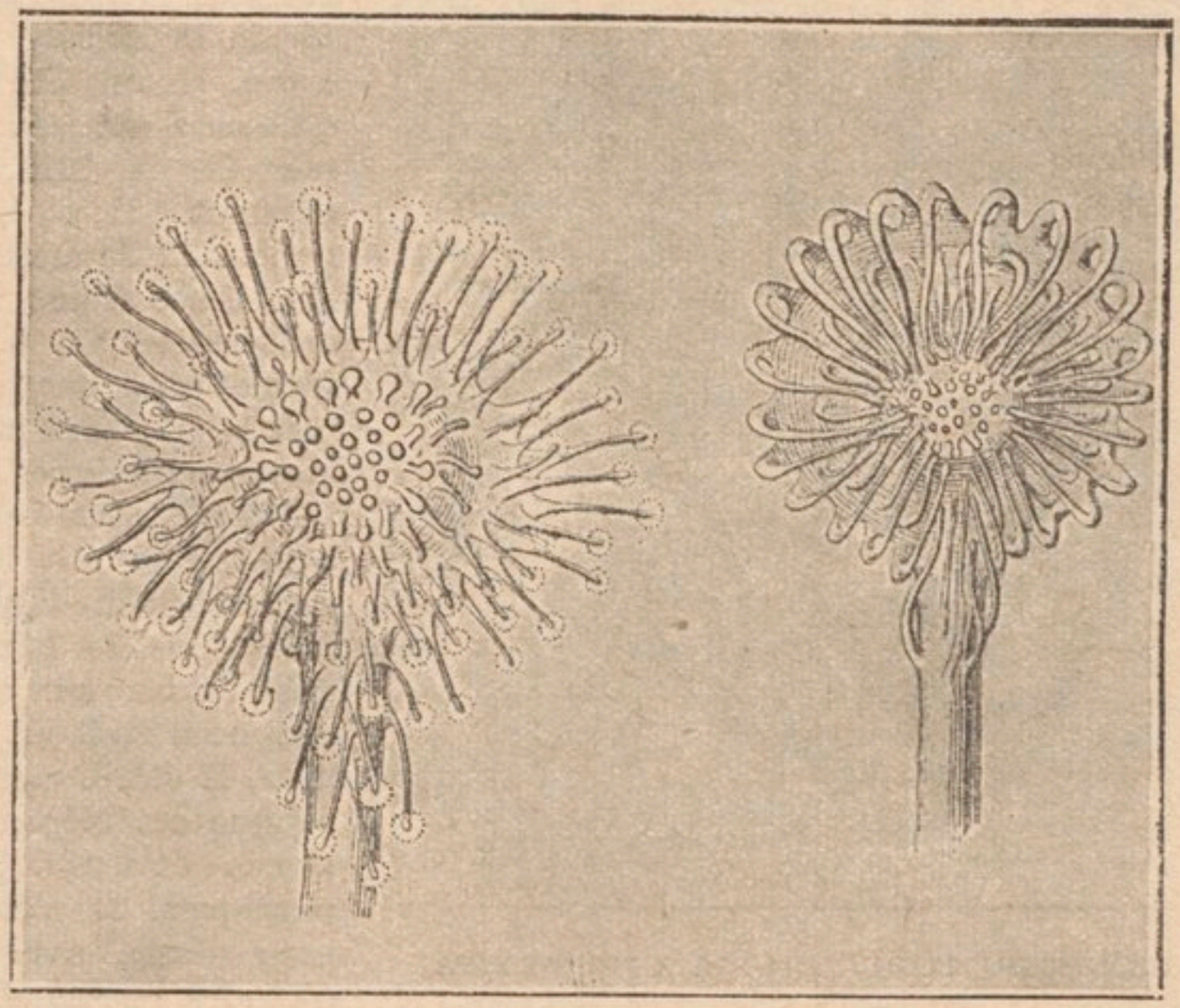


FIG. 4. — POILS GLANDULAIRES CONTRACTILES DE LA FEUILLE DU ROSSOLIS DRESSÉS AVANT L'EXCITATION (A GAUCHE); POILS RECOURBÉS VERS LE POINT EXCITÉ (A DROITE)

Malgré les preuves que j'ai accumulées au cours de mes travaux multiples, certains expérimentateurs ont soutenu qu'il s'agissait bien d'une véritable digestion par des zymases secrétées par les poils des Droseras.

D'autres, moins exclusifs, n'ont pas nié l'intervention des microbes, ils ont même déclaré qu'elle était indispensable, mais ils ont émis cette singulière hypothèse éclectique que les microbes ont pour rôle de rendre actives les zymases sécrétées, lesquelles, sans leur secours, resteraient impuissantes, à l'état de proferments indifférents. Il se peut que l'on soit arrivé, par mon procédé d'atmolyse, par l'étherolyse ou par des traumatismes, à retirer des tissus des feuilles des proferments ou même des ferments zymasiques, car il y en a dans presque tous les tissus végétaux ; mais cela encore ne prouverait en aucune façon qu'ils sont les agents actifs d'une sécrétion extra-cellulaire normale ayant pour objet de fournir des aliments protéiques colloïdaux assimilables par une plante chlorophyllienne pourvue de racines. Les plantes réputées carnivores peuvent, comme toutes les autres plantes vertes, fabriquer des aliments organiques pour leur propre nutrition avec le protéon du sol, de l'air et du rayonnement solaire par le moyen du bioprotéon ancestral fourni par le germe qui leur a donné naissance. Peut-être s'agit-il de microbes physiologiques, normaux, symbiotiques, peu importe; ce qu'il faut retenir c'est que l'intervention des microorganismes est suffisante et nécessaire et la sécrétion paraît simplement favoriser leur développement et leur activité dans la prétendue digestion chez les Droséracées.

Les procédés des Dionées gobe-mouches et des Rossolis ne sont pas les seuls qui soient employés par les plantes pour capturer des insectes. Il en est d'autres qui rappellent ces pièges constitués par une bouteille dans laquelle on met un liquide sucré pour attirer les Mouches ou les Fourmis. Telles sont les curieuses urnes des *Darlingtonias* (fig. 5), des *Sarracenias* (fig. 6) et, surtout celles des *Népenthès*. Ces dernières (fig. 7) ont la forme de pichets suspendus à l'extrémité des

FIG. 5. — URNES DU DARLINGTONIA CALIFORNICA

Curieux pièges à insectes dans lesquels ceux-ci pénètrent par une ouverture étroite et recourbée. La partie renflée de l'urne présente des espaces translucides sur lesquels l'animal, en volant, s'épuise comme sur une vitre de nos appartements, puis tombe de fatigue au fond de la fatale oubliette.

feuilles. Leur ouverture est fermée hermétiquement par un couvercle, qui ne se soulève que très tardivement. Ces petits brocs sont des réservoirs aquifères servant à régulariser la transpiration végétale. Ils contiennent toujours, en plus ou moins grande quantité, un liquide légèrement acide et sucré fourni par des stomates aquifères et nectarifères. Tant que le pichet reste fermé par son couvercle, le liquide reste limpide, mais, dès que le couvercle s'est soulevé, les insectes, attirés par le nectar et l'eau, viennent s'y noyer en grand nombre. Le liquide ne tarde pas à devenir trouble non seulement par la décomposition des cadavres des bestioles, mais aussi par le développement rapide, dans ce milieu favorable à leur culture, de champignons inférieurs, moisissures, ferments, d'algues, de microbes et même de certains infusoires parfaitement vivants.

J'ai fait, jadis, de nombreuses expériences sur de magnifiques Népenthès, en pleine et vigoureuse végétation, dans les belles serres du Jardin de la Tête-d'Or, à Lyon. Les résultats ont été, en 1890, publiés dans les comptes rendus de l'Académie des Sciences et dans un mémoire plus général, en 1917, dans les *Annales* de la Société Linnéenne de Lyon. Ils ont été négatifs, ainsi d'ailleurs que ceux de deux de mes élèves, MM. Couvreur et Clément. Il a été totalement impossible de mettre en évidence l'existence d'une zymase digestive analogue à la pepsine et la formation de peptones, si l'on se met à l'abri des microbes et des erreurs chimiques.

Un botaniste belge, Clautriau, ayant fait ultérieurement des recherches analogues au Jardin Botanique de Bruxelles, ne fut pas plus heureux que moi ; mais, comme il était un fervent darwinien, il attribua son insuccès à ce que ses Népenthès « domestiqués » étaient dégénérés et dyspeptiques. Il s'embarqua alors pour Java, avec un matériel d'études convenable pour aller expérimenter au sein des forêts où vivent à l'état naturel les Népenthès en compagnie des fauves et des serpents. N'ayant pas obtenu les résultats espérés, il revint à Bruxelles, où il fit de nouvelles expériences avec les Népenthès « domestiqués ». En fin de compte, ne pouvant mettre en évidence la formation de peptones dans les urnes, il déclara que cela tenait à ce qu'elles étaient absorbées et disparaissaient au fur et à mesure de leur formation !

Après cela, on aurait pu croire que la discussion était close, mais comme me l'écrivait, en 1903, à propos des fidèles en darwinisme, un des botanistes les plus éminents de l'Académie des Sciences : « Quant aux Anglais, vous en trouverez toujours qui refuseront de convenir que Darwin avait tort. » Ce qu'il y a de fâcheux, c'est que d'autres laissent dire et se propager dans nos livres classiques une erreur manifeste. Chez les scientifiques,

il ne saurait y avoir, comme chez les croyants, des vérités intangibles, des dogmes immuables. Ce serait l'arrêt de tout progrès si la science cristallisait en religion, comme ont tenté de le faire Auguste Comte en France, et Heckel en Allemagne.

Aujourd'hui, pourtant, ce n'est pas en Angleterre mais en Amérique que la question des plantes carnivores renaît de ses cendres, comme le Phénix.

L'auteur d'un des travaux américains récents, le plus sérieux de tous, conclut que dans les urnes des Népenthès et des Sarracénias, vivent plus ou moins en symbiose des bactéries, et que les enzymes des tissus des insectes noyés prennent part au processus final de leur digestion. Pourtant, les urnes fermées sécréteraient une proenzyme qui deviendrait active seulement quand on excite les urnes. Malheureusement, l'auteur ne dit pas comment il s'y prend pour cela, s'il produit des lésions de la paroi interne, par exemple, ce qui expliquerait tout. Je n'ai jamais « excité » la paroi *interne* des urnes spécialement, mais je me suis servi d'un thermocautère pour stériliser par le feu le point des urnes où j'enfonçais des pipettes de verre, également chauffées ; cela devait bien produire une certaine « excitation », et, pourtant, mes résultats ont été quand même négatifs.

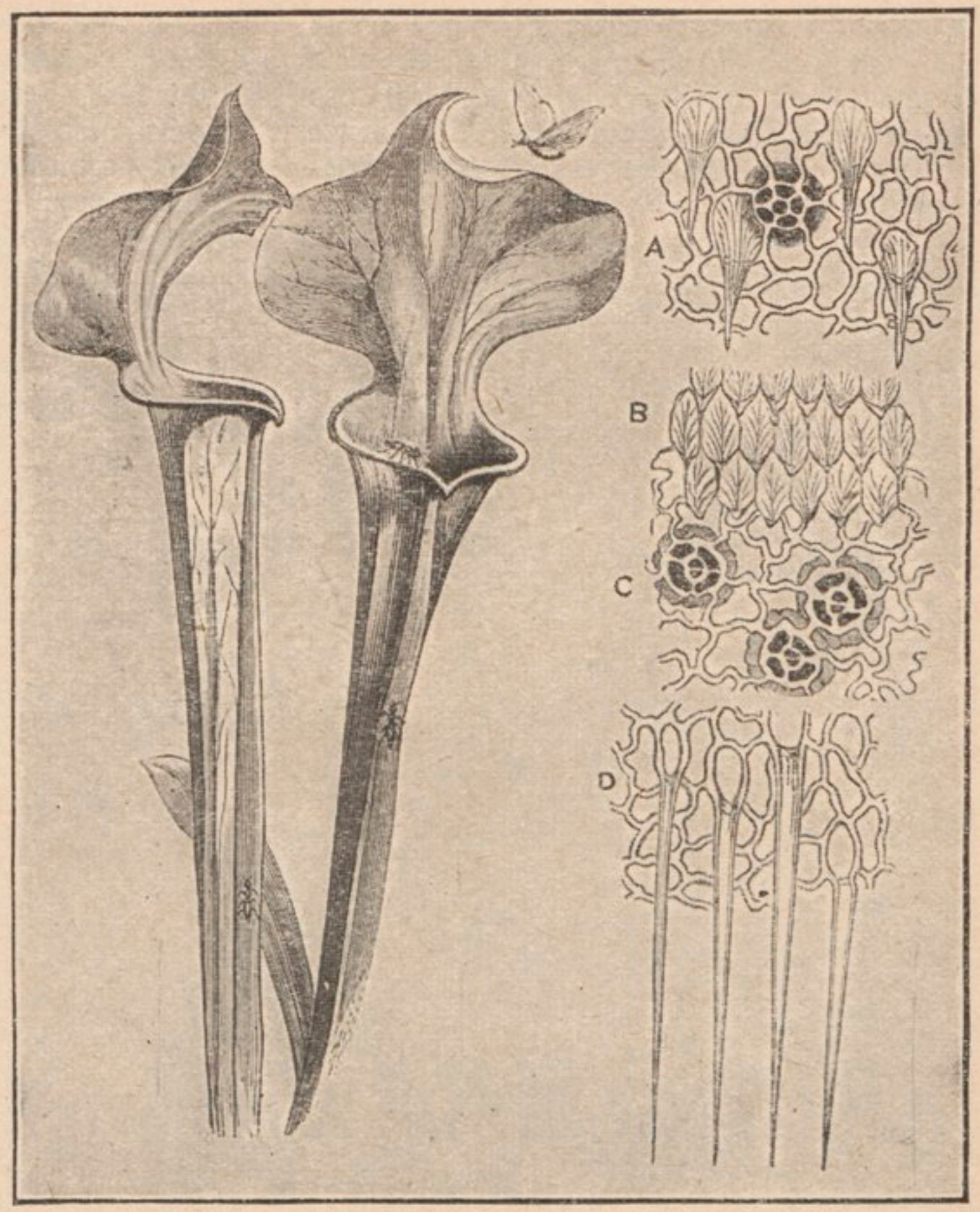


FIG. 6. — URNES DE SARRACENIA PURPUREA

Le couvercle des urnes attire les insectes par la présence, à sa surface interne, de glandes à nectar A. *D'autres glandes* C *sont disposées de façon à conduire l'imprudente bestiole vers une partie garnie de poils d'arrêt* D, *qui lui permettent de progresser vers le gouffre, mais lui interdisent matériellement de retourner en arrière.*

Toutes les restrictions accompagnant ce mémoire montrent que les darwiniens ont perdu beaucoup de leur assurance et de leur radicalisme. D'ailleurs, divers savants étrangers, en Russie, en Suède, particulièrement, ont adopté mes conclusions négatives en s'appuyant sur des expériences de contrôle, et, en 1908, le professeur Gaston Bonnier, publiait, dans la *Nouvelle Revue*, une critique sévère des travaux des partisans de la carnivorité des plantes sous ce titre significatif : *la Légende des plantes carnivores.*

Tout cela n'empêcha pas pourtant un botaniste américain de prétendre que la Dionée gobe-mouches a des goûts particuliers, qu'elle aime le bœuf et déteste le fromage, et cet autre de dire que la Nature a donné aux urnes de Népenthès la forme d'un estomac en raison de leur rôle physiologique, tant il est vrai que l'anthropomorphisme et le finalisme marchent volontiers de compagnie.

Comme si le nombre des végétaux accusés de carnivorité n'était pas déjà assez considérable, on vient de tenter d'y faire entrer les *plantes épiphytes*. On nomme ainsi ces végétaux paradoxaux des tropiques, qui semblent retirer leur nourriture exclusivement de l'atmosphère et que, pour cette raison, les Hispano-Américains appellent *flores*

del aire ou *fleurs de l'air*. Les unes n'ont que des racines aériennes, d'autres sont complètement dépourvues de ces organes de nutrition indispensables pour l'immense généralité des végétaux verts. Non seulement les épiphytes ne peuvent rien emprunter au sol, mais elles sont privées même de

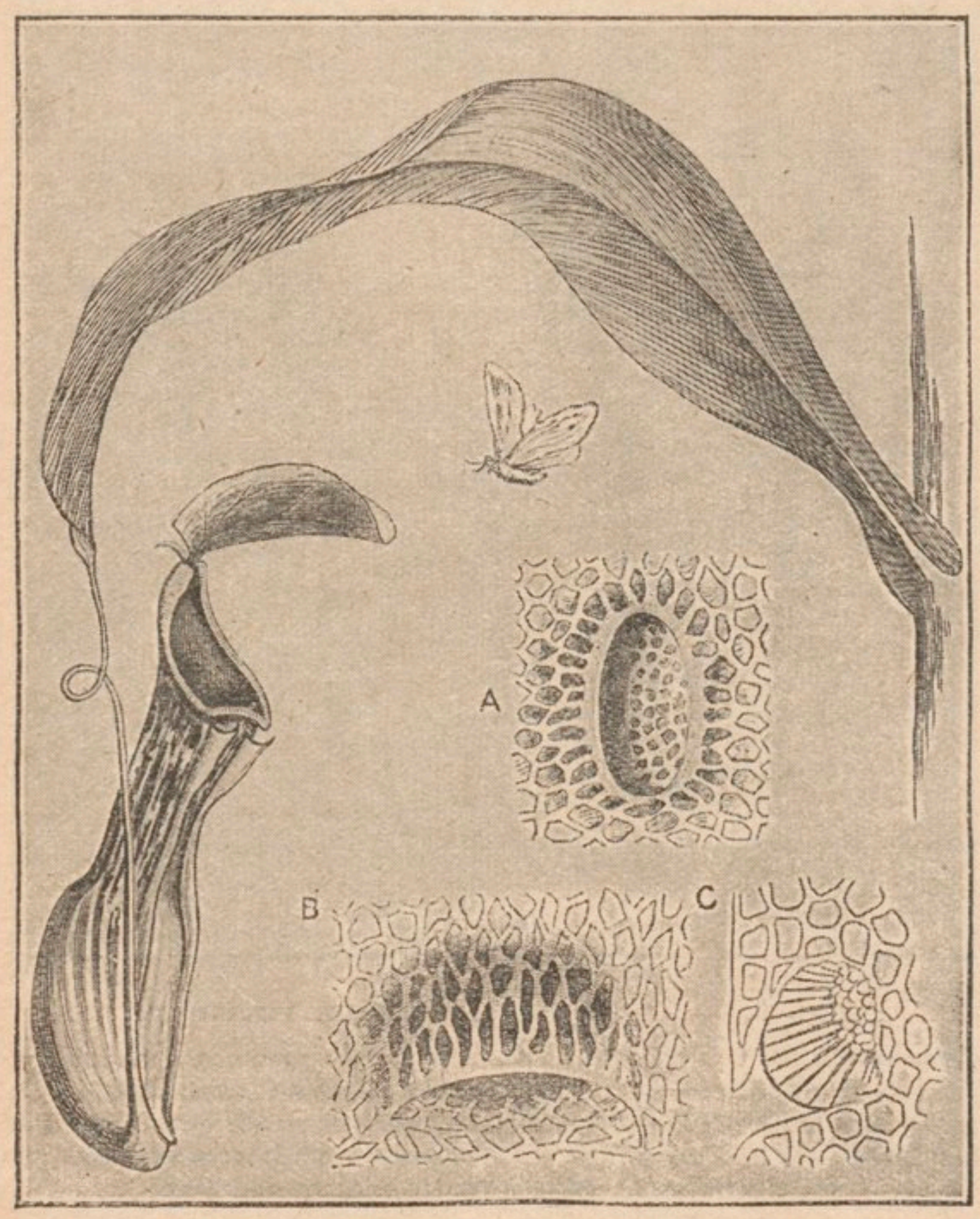


FIG. 7. — URNE DE NÉPENTHÈS DISTILLATORIA

Sur la face interne du couvercle se trouvent des glandes à miel A *qui attirent l'insecte dans l'intérieur de l'urne, sur la paroi de laquelle se trouvent d'autres glandes* B *et* C *sécrétant un liquide limpide avant le soulèvement du couvercle. Après l'ouverture par soulèvement du couvercle, le liquide est bientôt troublé par des cadavres de bestioles, des moisissures, des algues, des microbes, des infusoires vivants, etc.*

ces suçoirs au moyen desquels certains végétaux verts parasites, comme le Gui, qui est connu de tous, empruntent les sucs élaborés à l'arbre qui les supporte.

Les épiphytes appartiennent à des familles très différentes : ce sont des Fougères, des Orchidées, des Broméliacées. Elles sont souvent de très grande taille, comme la Fougère-Corne-d'Elan (fig. 8), mais, plus ordinairement, de dimensions réduites, comme celles de la famille des Broméliacées. Tel est le *Tillandsia dianthoïdes* Rossi (fig. 9), qui a servi à mes expériences. Cette jolie *fleur de l'air* croît à l'état naturel en Uruguay, par touffes entourant parfois étroitement les branches supérieures des arbres, ou bien s'accrochant à des rochers à pic dépourvus de terre végétale. Les feuilles, disposées en rosette, d'un vert glauque, sont couvertes d'écailles ou lépidotes, dont la signification morphologique et physiologique paraît avoir échappé aux botanistes. L'inflorescence en épi simple montre des bractées d'un beau rouge foncé ou rose, les sépales sont rouges et les pétales d'un riche violet foncé. Leur endurance aux intempéries est extraordinaire Malgré des froids exceptionnels en Provence (— 5°) et des périodes prolongées pendant plusieurs mois de sécheresse et de chaleur intenses anormales, j'ai pu en conserver durant toute l'année en plein air, dans le jardin du laboratoire maritime de physiologie que j'ai fondé à Tamaris-sur-Mer, dans le Var, simplement suspendues avec un fil de fer accroché à une branche de Palmier. Cela n'a pas empêché mes accommodantes et peu coûteuses pensionnaires d'augmenter en l'espace d'une année et demie d'un tiers de leur poids primitif et de donner de charmantes fleurs, en « vivant de l'air du temps ».

Dans leur pays d'origine, elles forment parfois de longues draperies suspendues aux parois des précipices, dont elles sont souvent détachées par leur propre poids ou par le vent. Elles sont alors emportées, roulées sur des centaines de kilomètres au travers de la Savane pour aller vivre et refleurir au loin.

On conçoit que la façon dont se nourrissent ces plantes vertes sans racines, d'une robustesse et d'une fécondité absolument merveilleuses, ait beaucoup intrigué les physio-

logistes. Diverses hypothèses ont été proposées. Une des plus récentes consiste à considérer les broméliacés épiphytes comme des plantes carnivores. Elles excréteraient, par des blessures causées par les insectes qui les fréquentent, une gomme enfermant des ferments digestifs : une amylase et une trypsine. Les insectes englobés dans cette gomme seraient digérés et le tout serait résorbé par la plante. Outre que ce n'est pas le sort ordinaire des gommes excrétées par les végétaux, qui s'en servent comme moyen de défense, la présence des zymases dans ces gommes n'est pas un argument suffisant. J'ai trouvé, en effet, une amylase dans la gomme arabique et je n'en ai pas conclu pour cela que ce produit d'excrétion joue le même rôle que nos glandes salivaires ou notre pancréas. Les généralisations outrancières ne peuvent que nuire aux progrès de la physiologie générale et il faut s'en méfier. N'est-il pas suffisant pour le triomphe de l'unicisme biologique de savoir que se trouvent dans presque tous les tissus des plantes des ferments zymasiques analogues et souvent identiques à ceux des animaux, sans aller jusqu'à imaginer des estomacs végétaux ?

D'ailleurs, les nombreux faits que j'ai constatés par l'observation et par l'expérimentation personnelles permettent de faire rentrer, en effet, les épiphytes dans la catégorie des plantes prétendues carnivores sans qu'il soit nécessaire, pourtant, d'avoir recours à une digestion anthropomorphiste ou zoomorphiste.

De même que les Népenthès, une espèce de Tillandsie : *Tillandsia usnéoïdes*, possède des urnes remplies d'un liquide précieux pour les voyageurs altérés, sécrété par ses stomates aquifères analogues à ceux des Népenthès, et où peuvent aussi se rencontrer des cadavres plus ou moins désagrégés de bestioles noyées, des moisissures, des algues, des microbes et des infusoires vivants. D'autre part, on sait que les feuilles des épiphytes sont susceptibles d'absorber certaines substances déposées à leur surface. Il n'est donc pas impossible que la plante épiphyte utilise, comme feraient ses racines, si elle en possédait, les engrais mis de la sorte à sa disposition. Le vent peut se charger de lui apporter les poussières minérales, la pluie lui fournit l'eau, car, d'après Duchartre, l'air même saturé de vapeur d'eau ne lui suffit pas.

FIG. 8. — PLANTE ÉPIPHYTE DE L'AMÉRIQUE DU SUD (« PLATYCERIUM GRANDE ») OU FOUGÈRE CORNE-D'ÉLAN

Les larges feuilles curieusement découpées du platycerium sont accrochées et non enracinées dans le tronc de l'arbre qui leur sert simplement de support.

Cette eau de pluie peut bien renfermer aussi quelques traces de composés azotés. Ainsi pourvue d'eau, de substances minérales, d'oxygène par l'atmosphère, de carbone par l'acide carbonique de l'air et d'un peu d'azote, la nutrition de l'épiphyte pourrait, à la rigueur, s'expliquer. Mais il ressort de nos expériences, faites au laboratoire de Tama-

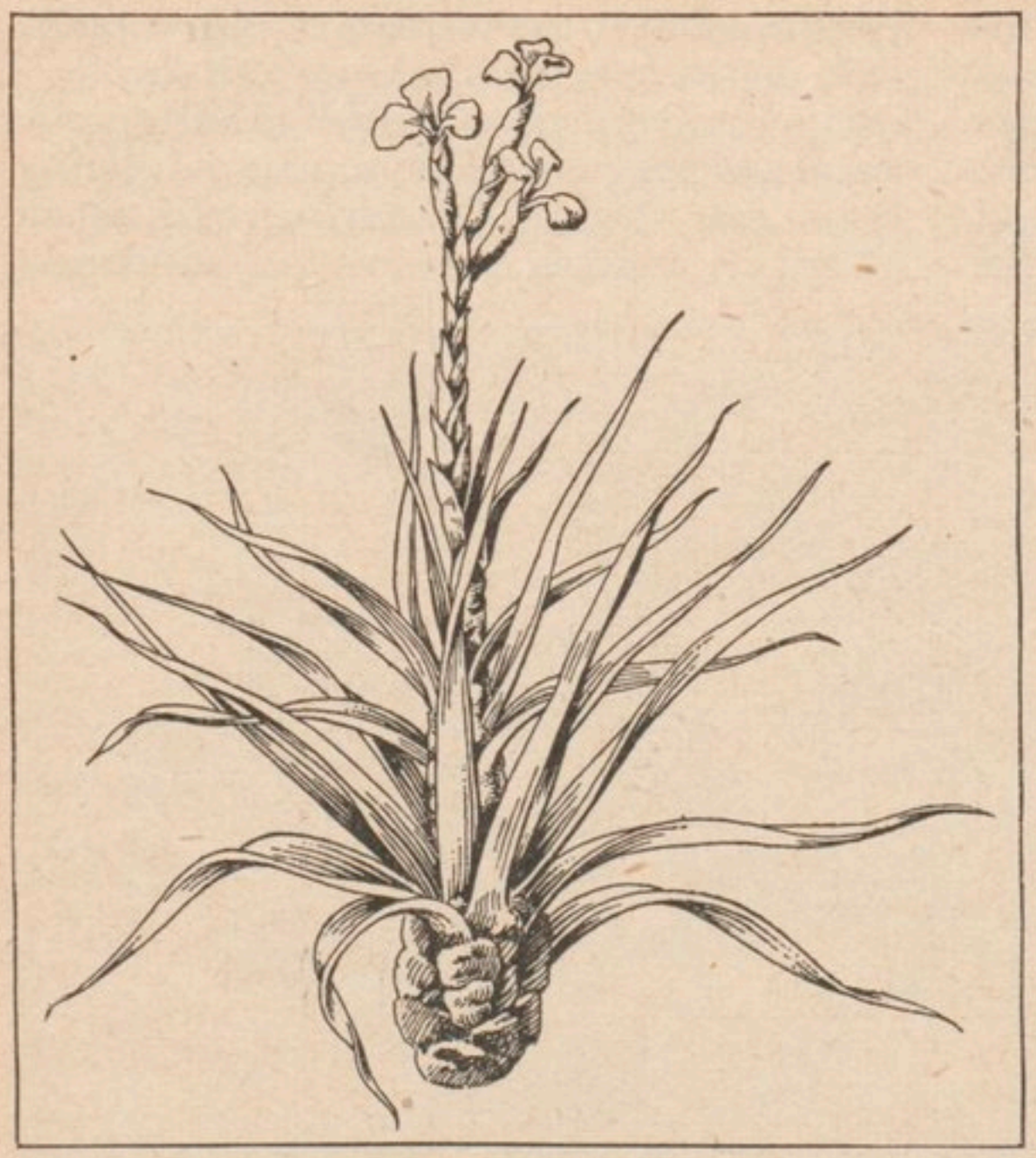


FIG. 9. — PETITE PLANTE ÉPIPHYTE DE L'URUGUAY : TILLANDSIE (« TILLANDSIA DIANTHOÏDES »)

Cette curieuse broméliacée sans racines peut vivre, fleurir et croître pendant des années dans le Midi de la France, sans contact avec le sol et simplement suspendue en l'air par un fil de fer.

ris-sur-Mer, qu'il faut y ajouter encore une autre source de revenus azotés.

Le *Tillandsia dianthoïdes* qui a servi à nos expériences, ne possède pas d'urnes, il est vrai, mais si l'on examine à la loupe la surface de ses feuilles, on voit qu'elle est criblée de très petites cavités qui ne sont autre chose que des stomates aquifères secrétant, quand le milieu est saturé d'humidité, un liquide légèrement acide, comme celui des Népenthès. Ces cavités sont celles de minuscules corbeilles dont la forme, très élégante, surtout la paroi festonnée et plissée, rappelle ces coquettes caissettes de papier renfermant les cerises glacées de nos confiseurs (fig. 10). Dans ces récipients évasés, communiquant par le fond avec le parenchyme aquifère de la feuille, j'ai rencontré des spores, des filaments végétatifs de champignons inférieurs, des microbes, qui trouvent là des conditions favorables à leur multiplication. On y voit aussi des cristaux de substances organiques, des débris provenant certainement de la décomposition ou de l'excrétion de ces végétaux achlorophylliens, car on les retrouve dans leurs cultures artificielles. L'absorption par les feuilles des épiphytes étant prouvée depuis longtemps, il y a lieu d'admettre que cette source d'engrais azotés est mise à profit par les « fleurs de l'air » pour largement compenser l'insuffisance des autres.

Les plantes vasculaires sont incapables de fixer directement l'azote gazeux de l'atmosphère. mais cette fixation peut être opérée, particulièrement en ce qui concerne les légumineuses, par des microbes spécifiques vivant en symbiose sur leurs racines. Cette fixation n'est pas pratiquée que par ces bactéries spécifiques des légumineuses ; à côté d'elles, il faut compter de nombreuses variétés de mucédinés comme l'*Aspersillus niger*. Les matières albuminoïdes élaborées par les microbes fixateurs de l'azote atmosphérique subissent l'évolution ordinaire et passent à l'état d'humus. Sans les microbes fixateurs d'azote, l'épuisement se ferait, car il y a toujours restitution d'une certaine quantité d'azote par les végétaux et ce que rejettent les

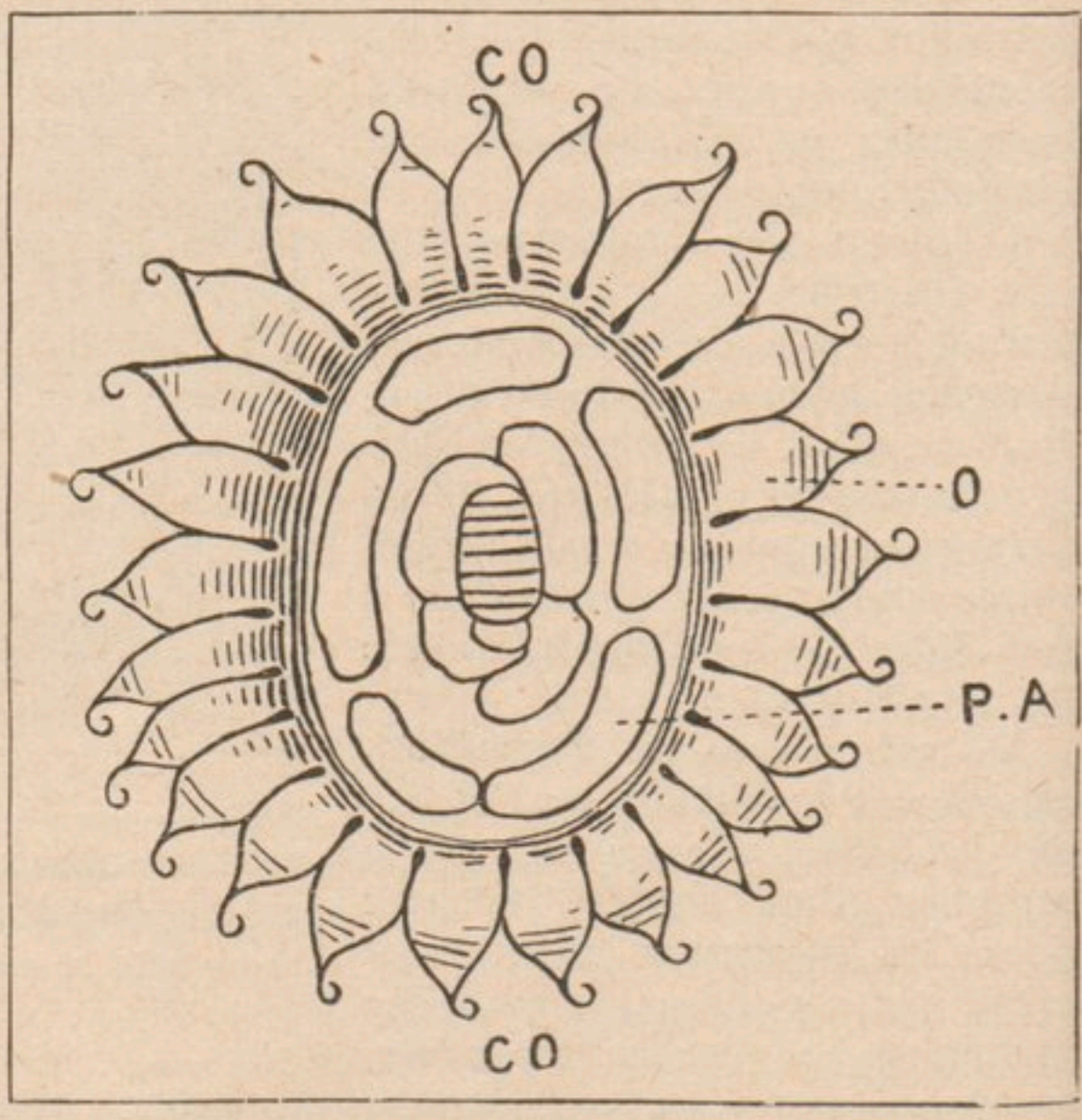


FIG. 10. — DESSIN TRÈS AMPLIFIÉ D'UN STOMATE AQUIFÈRE DE TILLANDSIA

O, *ouverture du stomate ;* C O, *collerette plissée de la caissette épidermique ;* P A, *cellules de parenchyme aqueux vues par transparence. — C'est dans ces petites caissettes que prolifèrent les champignons fixateurs de l'azote de l'air secondairement utilisé par la plante épiphyte.*

animaux à l'état organique n'est pas complètement repris par les végétaux; il y aurait perte de l'équilibre sans les microorganismes achlorophylliens. Ils sont les auxiliaires indispensables du soleil et du protéon ancestral ou bioprotéon héréditaire : le monde vivant leur est complètement asservi.

Il ne saurait donc être question d'une « reprise » vengeresse de quelques végétaux anarchistes sur les animaux profiteurs. Les prétendues plantes carnivores doivent définitivement rentrer dans l'ordre général de ces grandes associations coopératives, de ces bienfaisantes symbioses de quelques brillants végétaux verts ou de capricieuses « fleurs de l'air » avec l'immense multitude, obscure et incolore, de ces infimes et infatigables agents, de ces modestes microorganismes, au travail silencieux, auxquels sont incontestablement dues la grandiose harmonie et l'existence même du monde vivant.

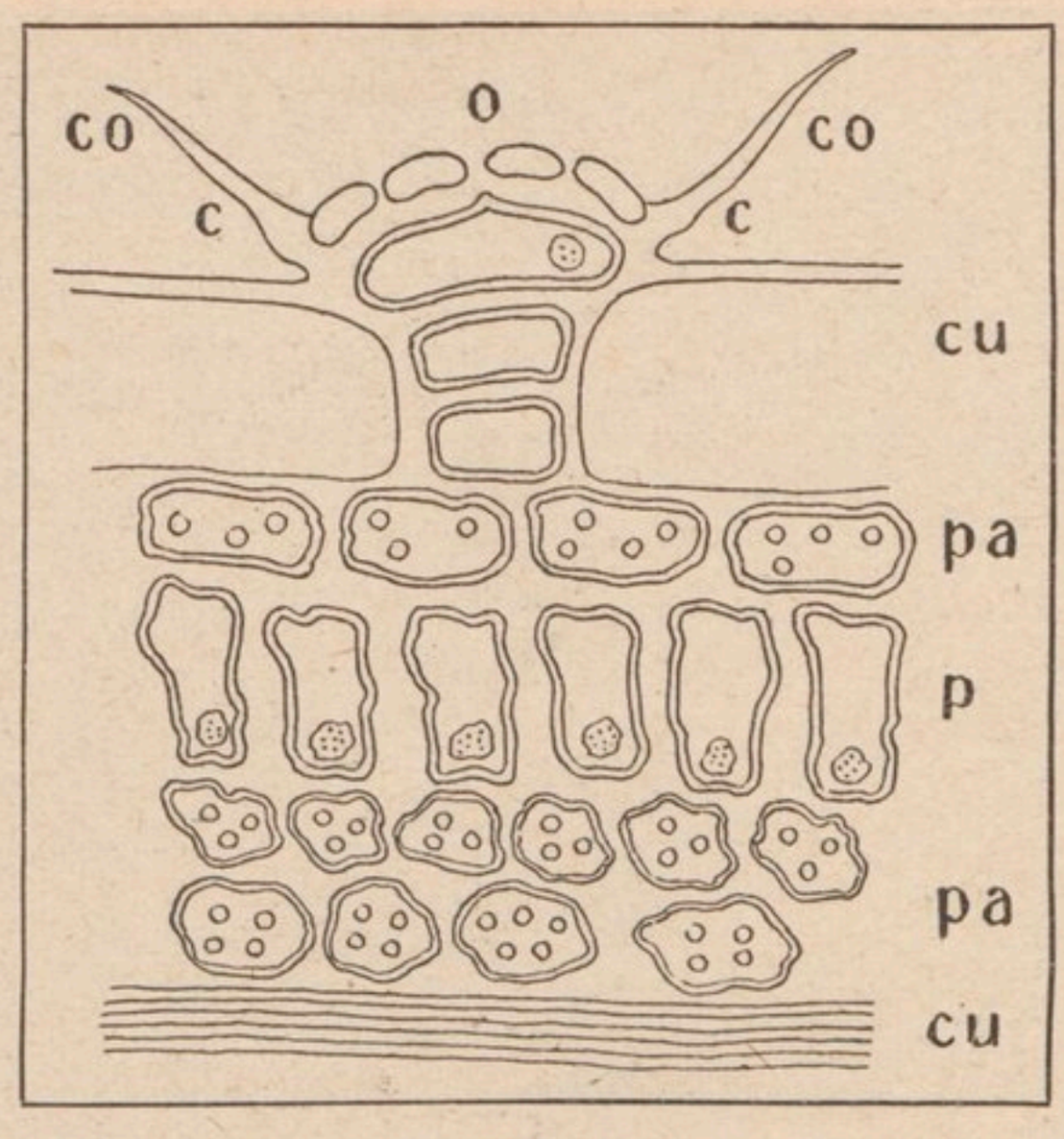


FIG 11. — COUPE VERTICALE D'UNE FEUILLE DE TILLANDSIA DIANTHOÏDES

o, *ouverture du stomate aquifère ;* co, *collerette festonnée et plissée ;* c, *cuticule ;* cu, *couche épidermique sous-cuticulaire ;* pa, *parenchyme aqueux ;* p, *parenchyme vert. (Dessin très grossi semi-schématique).*

En somme, les prétendues digestions au moyen de ferments secrétés par les organes verts de certaines plantes sont, en réalité, le résultat de l'activité de microbes ou autres champignons inférieurs, qui, parfois, sont, en outre, des fixateurs de l'azote atmosphérique. Les produits azotés cristalloïdaux de leur fonctionnement vital et, ensuite, de leur décomposition, peuvent être absorbés et servir d'aliments pour certains végétaux verts, tout particulièrement pour les plantes épiphytes, sans racines.

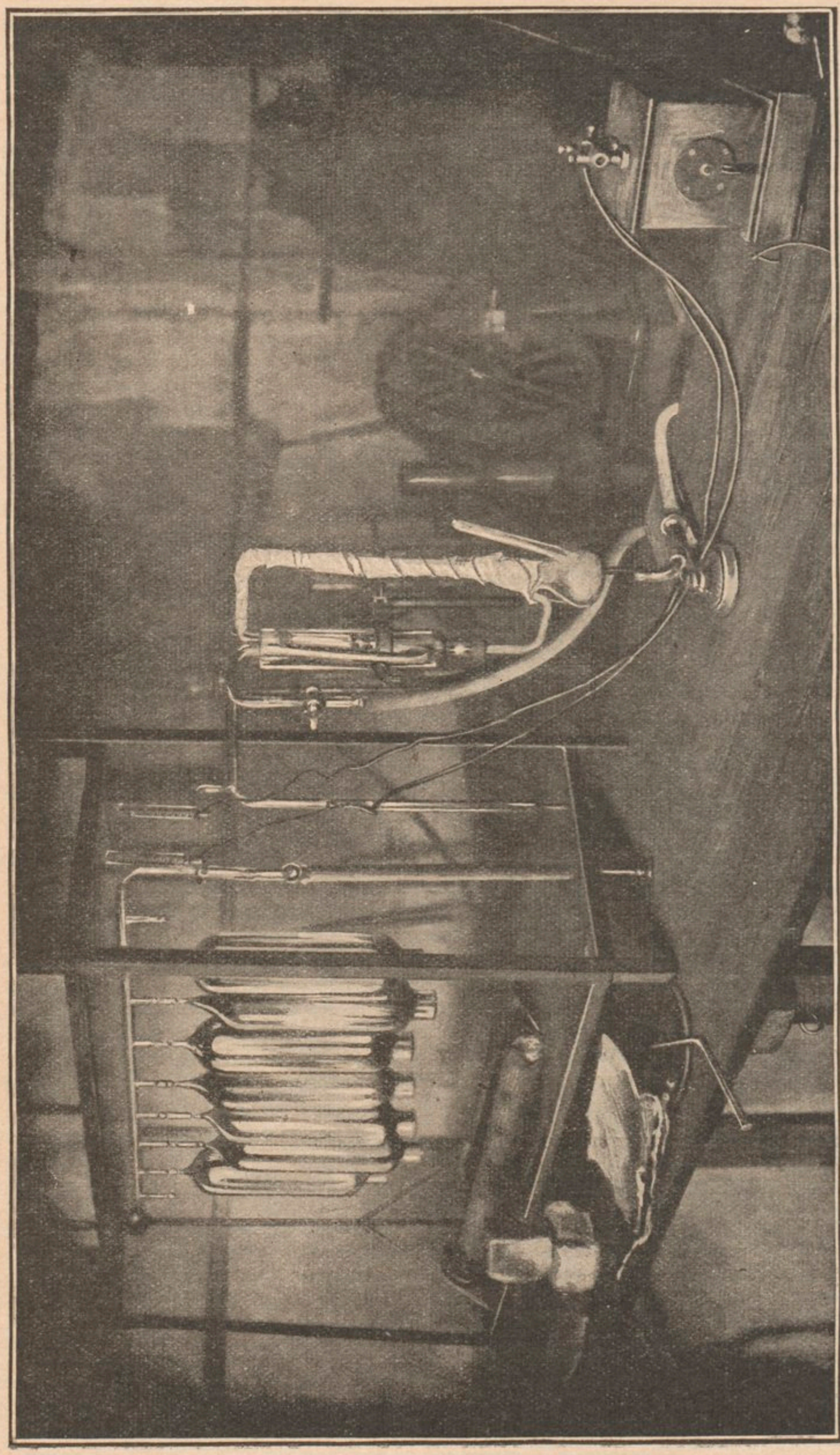
Toutes ces recherches n'ont pas empêché les amateurs de merveilleux, et ils sont légion, de croire qu'il pousse, dans les grands lacs du Nicaragua, un arbre sinistre, sorte de Végétal-pieuvre. Il est, au dire d'un certain explorateur de l'Amérique Centrale, muni de suçoirs ordinairement fermés, s'ouvrant pour recevoir la nourriture. Si celle-ci est animale, le sang est tiré, la chair digérée et, comme ferait une chouette, la carcasse rejetée. L'explorateur ayant voulu soustraire son chien à la voracité du terrible végétal, qui l'avait saisi, vit les tentacules de ce dernier se recourber comme des doigts et il ne put se débarraser de leur étreinte qu'avec une perte de peau et même de chair ! Est-il utile d'ajouter que cette histoire romanesque eut un succès de presse infiniment plus grand que les expériences que j'ai faites pour démontrer qu'il n'y a pas plus de plantes carnivores qu'il ne saurait y avoir d'arbres anthropophages.

Dr Raphaël Dubois.

NOUVEAU PROCÉDÉ POUR RECONNAITRE LES CHAMPIGNONS VÉNÉNEUX

Il résulte d'une communication faite à l'Académie des Sciences que M. Barlot, de Besançon, en étudiant les réactions colorantes fournies par les champignons, a fourni un nouveau moyen de distinguer les bons et les mauvais de ces cryptogames.

M. Barlot fait savoir, notamment, qu'une goutte d'acide sulfurique déposée sur les feuillets ou l'épiderme des amanites mortelles donne une coloration violette. D'autres teintes variant du brun verdâtre au brun léger sont obtenues avec diverses amanites. Une solution de potasse donne avec l'amanite panthérine une coloration jaune orangé. Les amanites *muscaria*, *cesarea* ne donnent pas lieu à une réaction colorée. Des fragments d'amanite mortelle, traités avec une goutte de sang frais et du ferrocyanure de potassium, donnent une coloration noire, que l'on n'observe pas chez les amanites comestibles.



POMPE A MERCURE, A REMONTAGE AUTOMATIQUE DU MERCURE, FAISANT LE VIDE DANS DES TUBES SPÉCIAUX (A GAUCHE)

A droite, dans une caisse carrée, est la bobine d'induction produisant l'étincelle dans les deux tubes de Geissler (que l'on voit en haut, à l'extrémité des fils conducteurs) qui indiquent le degré de vide dans les tubes, destinés à la fabrication des bouteilles thermos.

LES DERNIERS PERFECTIONNEMENTS DES MACHINES A FAIRE LE VIDE

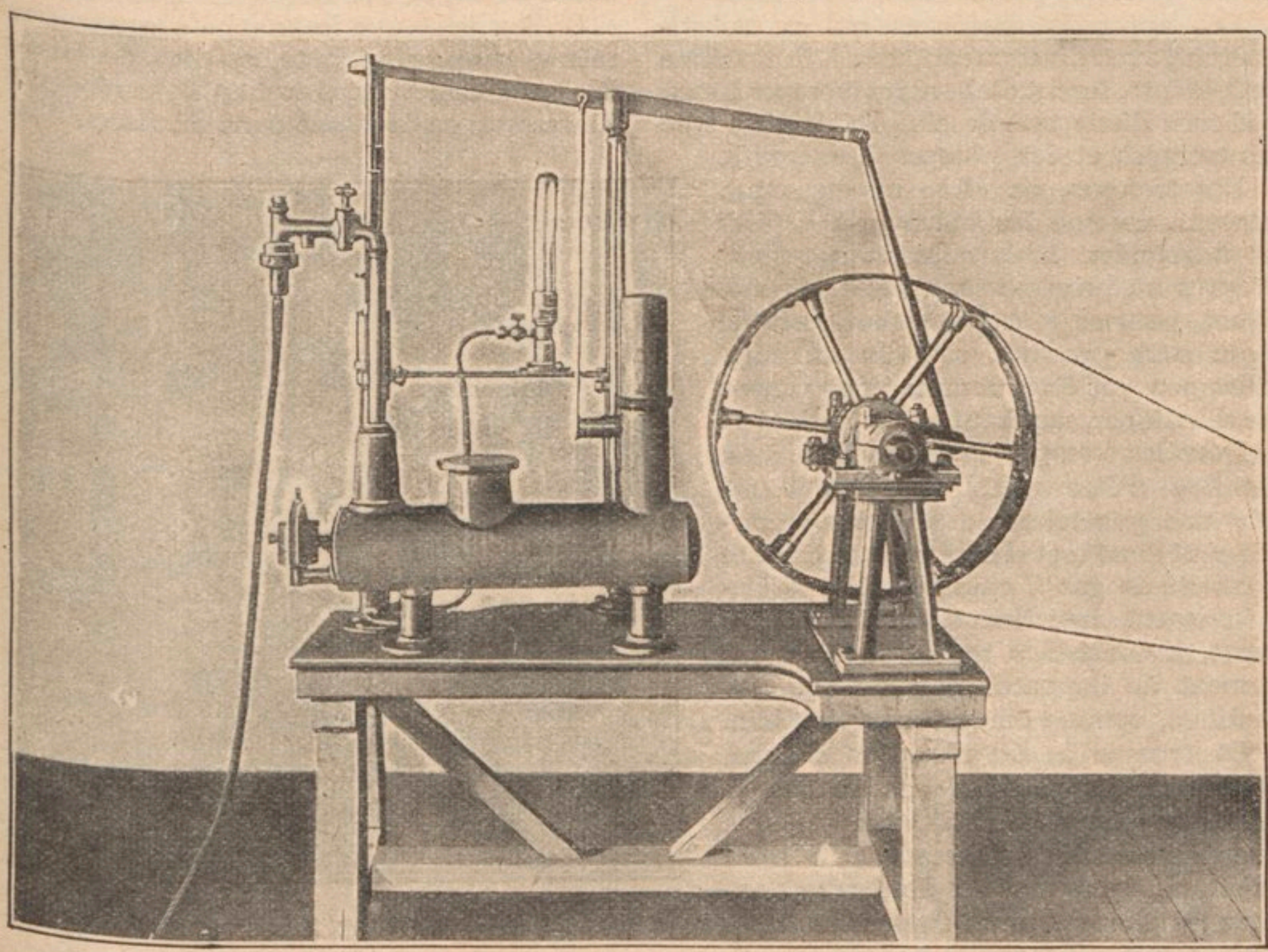
Par Charles MONTGIRAUD

L'INDUSTRIE fait, à l'époque actuelle, un emploi de plus en plus fréquent du vide, soit pour les distillations, soit pour la fabrication des lampes électriques à incandescence, des tubes lumineux, des ampoules à rayons X, etc. Il en est de même dans les laboratoires scientifiques, où nombreuses sont les opérations et les recherches que l'on a à effectuer en l'absence totale de l'air, telles que les délicates préparations de chimie sous pression réduite, les expériences sur les gaz raréfiés et ultra-raréfiés, etc...

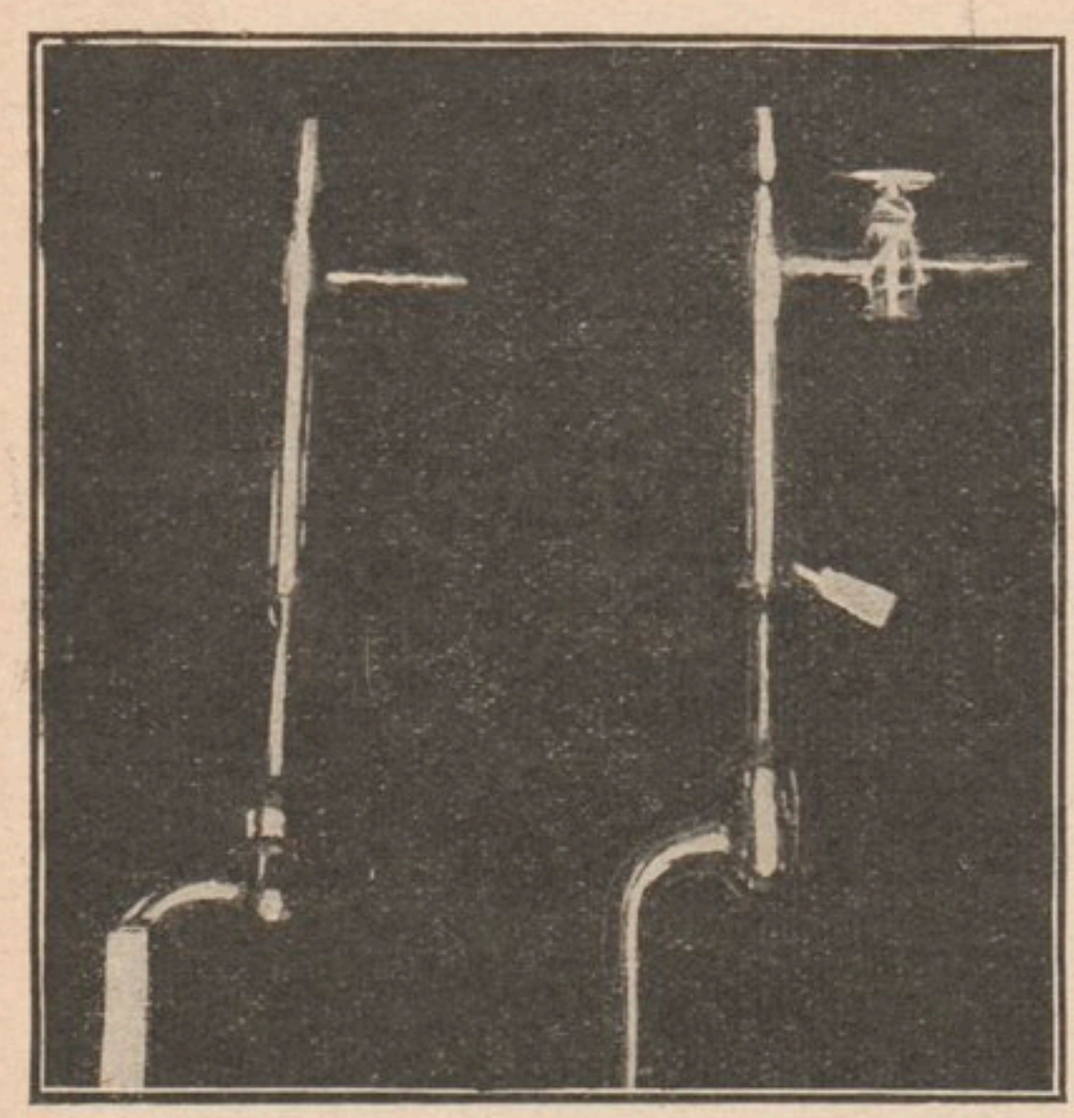
Les machines pour produire ce vide dans les meilleures conditions sont donc devenues de première nécessité, et il se trouve que, précisément, divers inventeurs les ont récemment améliorées de notable façon, à tel point — on peut le dire avec fierté — qu'elles sont arrivées presque à la perfection.

Jusqu'à ces derniers temps, en effet, on ne disposait que de l'antique machine pneumatique inventée par Otto de Guericke, en 1650, dont le piston mobile, dans un cylindre simple ou double, enlève, à chaque manœuvre, une fraction constante de la masse de gaz contenue dans le récipient à vider. L'appareil primitif ne pouvait faire qu'un vide imparfait, avec un pompage assez pénible quand il s'effectuait à la main, d'autant plus qu'il devait durer assez longtemps, même pour ne vider qu'un très petit récipient.

Cette machine est, néanmoins, encore fréquemment employée, ainsi que celles qui en dérivent (pompes de Gay-Lussac, de Carré,



MACHINE PNEUMATIQUE DE CARRÉ, A CYLINDRE ET PISTON A BALANCIER



TROMPES A EAU, EN VERRE, POUR LABORATOIRES, CONSTRUITES PAR M. NEVEU

A gauche : système Wurtz ; à droite : le même avec robinet latéral sur le tube du récipient à vider.

etc.), mais on lui a fait subir, depuis l'époque de son invention, des perfectionnements de détail qui l'ont grandement améliorée.

Les appareils modernes qui se substituèrent, avec divers avantages, à la machine précédente, furent d'abord les trompes à eau, qui sont d'une grande simplicité, ainsi que les trompes et les pompes à mercure.

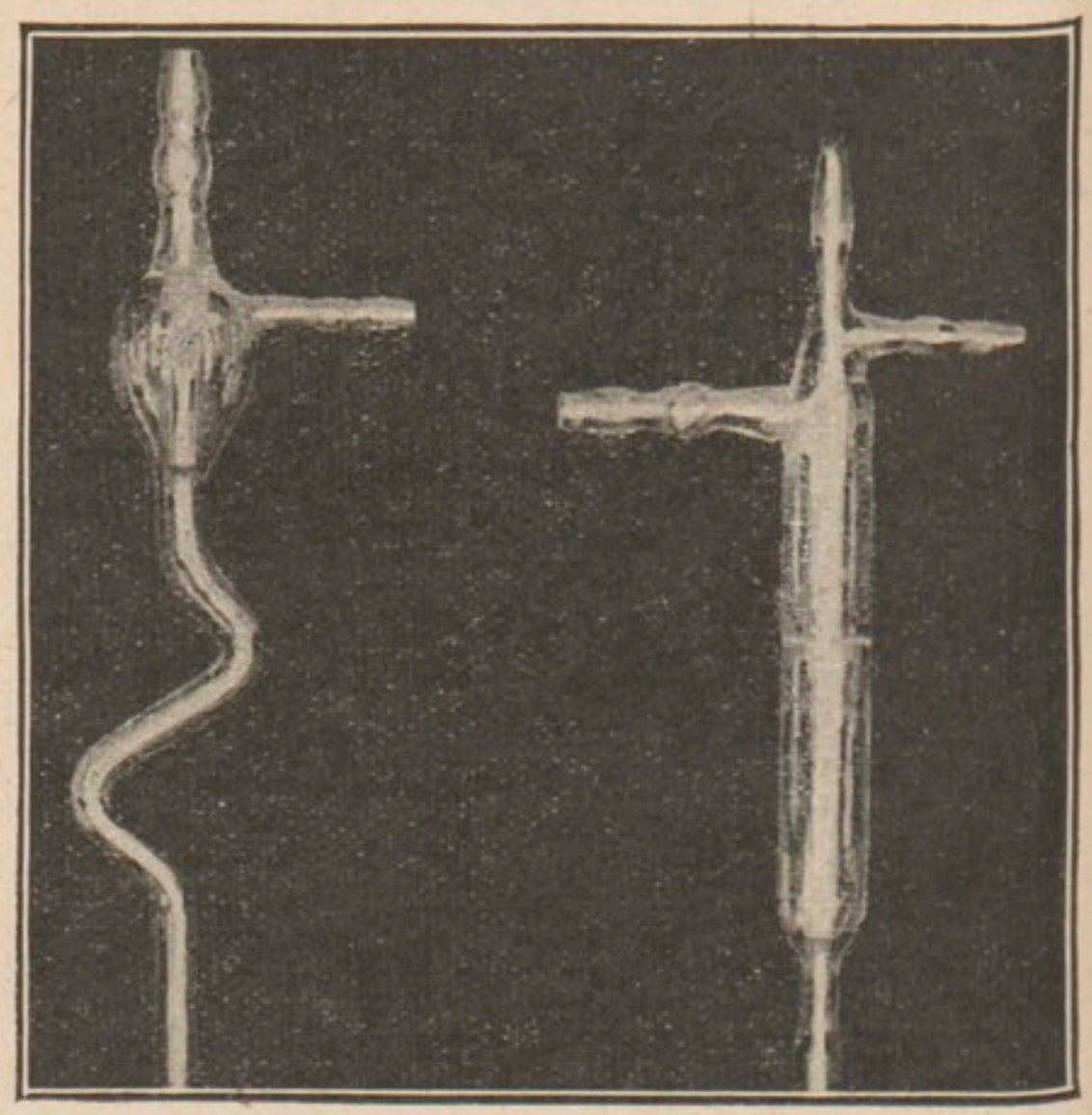
Les trompes, en verre ou en métal, servent, comme les pompes, à aspirer et à refouler, mais elles fonctionnent d'après un principe tout autre, en utilisant, pour ce fonctionnement, soit de l'eau sous pression, soit du mercure Elles peuvent être, comme nous venons de l'indiquer, aspirantes et foulantes.

Dans les trompes à mercure, le piston, au lieu d'être métallique, est formé par une gouttelette de mercure emprisonnant dans un tube de verre une petite quantité de gaz à expulser. Un perfectionnement intéressant, réalisé récemment, a consisté à rendre le fonctionnement de l'appareil continu et automatique, comme on le verra plus loin.

La trompe à eau n'est, en somme, qu'un jet d'eau dirigé vers le bas et entraînant dans sa chute une certaine quantité de l'air qui l'environne. Il en existe plusieurs modèles dont nous donnons les photographies dans cette page, mais, comme ils sont tous basés sur le même principe, il nous suffira d'en décrire un seul, pour les expliquer tous.

De l'eau arrive, sous pression d'une dizaine de mètres au moins, par un ajutage *A* qui va en se rétrécissant et présente une ouverture qui est généralement, dans les petits modèles en verre pour les laboratoires, d'environ un millimètre de diamètre ; le jet d'eau qui en sort pénètre dans un tube *B* disposé en face, qui va en s'élargissant, et il entraîne avec lui une plus ou moins grande quantité de l'air contenu dans la chambre close où les deux tubes d'arrivée et de sortie viennent aboutir. Cet air passe par le petit espace qui existe entre les deux tubes, car l'ajutage du premier ne touche pas l'orifice du second, mais il en est très rapproché. La raréfaction ou le vide partiel se produit donc ainsi autour du jet, dans la chambre, et si l'on met celle-ci, par la tubulure *C*, en relation, au moyen d'un tube en caoutchouc épais ou en tout autre matière appropriée, avec le récipient où l'on veut faire le vide, on obtient assez rapidement, sans main-d'œuvre ni moteur, une raréfaction de l'air telle que la pression n'est plus que de 12 à 15 millimètres de mercure avec une chute d'eau d'une dizaine de mètres, et moins encore si la chute d'eau est plus élevée ou la pression plus forte. L'eau, mêlée à l'air, sort en *D*. (Figure à la page 94).

Si l'on veut que la trompe à eau soit en même temps soufflante, au lieu de laisser l'eau, mêlée d'air, qui sort en *D*, se répandre librement, on la reçoit dans un flacon *F*, à



TROMPES EN VERRE DU MÊME CONSTRUCTEUR

A gauche : modèle construit et très employé aux États-Unis ; à droite : système de Finkener.

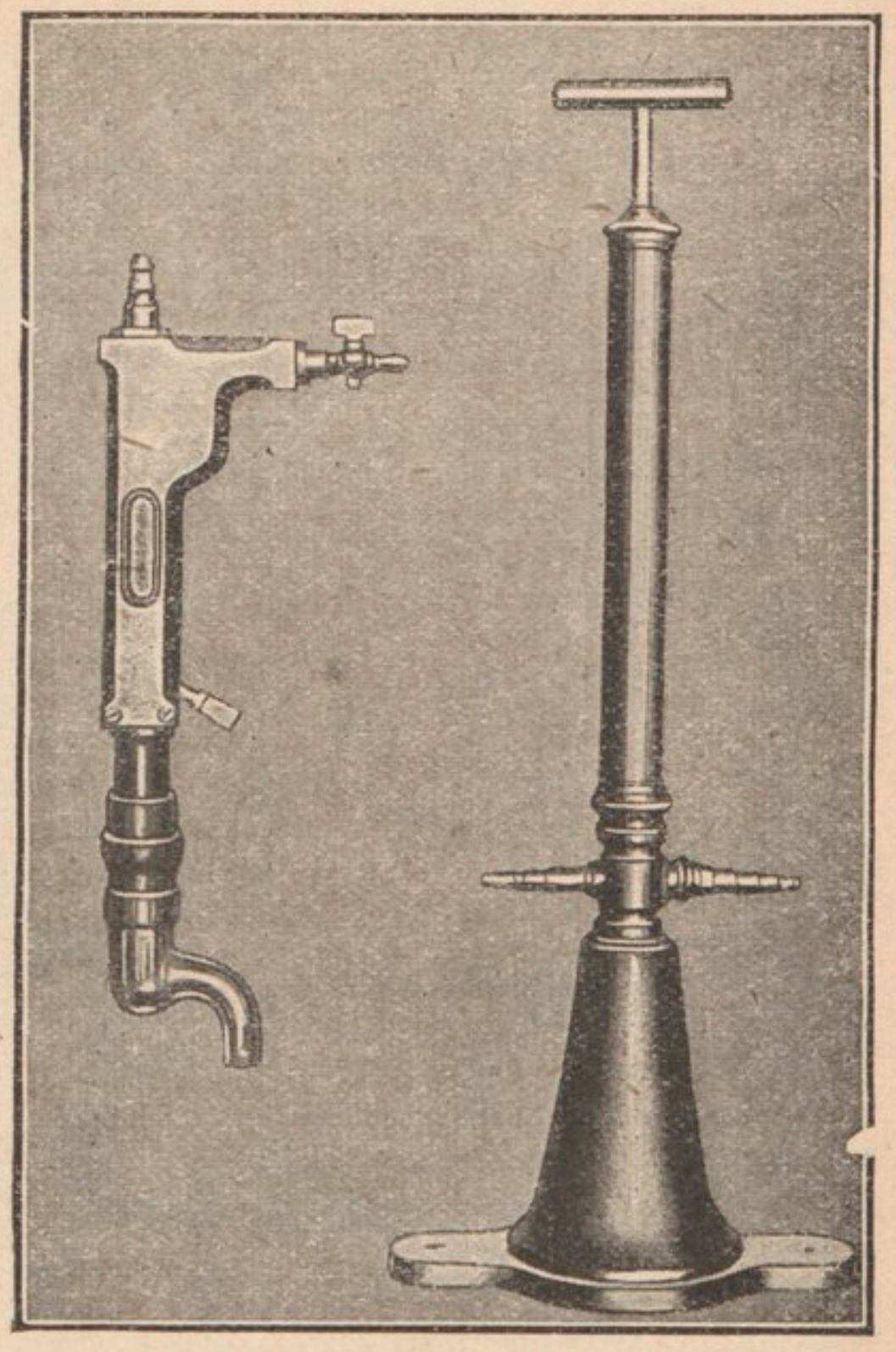
trois tubulures, dans lequel l'air aspiré se sépare de l'eau et sort en *E* par un tube muni d'un robinet ; l'eau s'échappe par le tube *T* ; grâce à cette heureuse disposition, l'air du flacon *F* est sous une pression représentée sur la figure par la colonne du liquide.

Pour que l'appareil marche longtemps, il faut régler convenablement l'ouverture du robinet *E*, de telle façon qu'il ne sorte pas plus d'air qu'il n'en rentre dans le même temps. On s'aperçoit que le robinet est bien réglé quand le niveau de l'eau dans le flacon ne varie pas d'une façon très sensible.

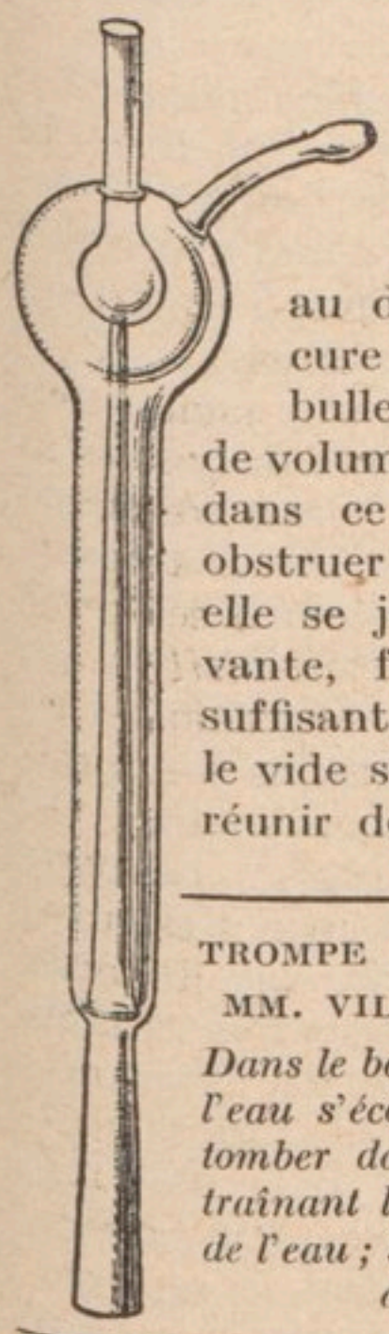
Dans l'industrie, on emploie un modèle de plus grande dimension, réprésenté en coupe par la figure suivante de la même page.

Les trompes à mercure fonctionnent autrement et font un vide plus parfait, mais l'opération est très longue ; aussi commence-t-on souvent avec une machine pneumatique quelconque et n'emploie-t-on la trompe à mercure que lorsque la pression n'est plus que de quelques millimètres ; on peut arriver à n'avoir plus qu'une pression de quelques millionièmes de millimètre de mercure.

Le principe de l'appareil est celui-ci : on fait tomber goutte à goutte du mercure dans un tube capillaire ; chaque goutte qui tombe est séparée de la précédente par une petite bulle d'air qu'elle chasse devant elle, de sorte que l'air est peu à peu expulsé de l'endroit clos d'où le mercure tombe goutte à goutte ; il suffit de mettre cet espace clos en communication avec le récipient dans lequel on veut faire le vide ; au début, chaque bulle de gaz vient sortir au dehors sur la cuve à mercure *B* ; mais bientôt, chaque bulle, en descendant, diminue de volume, car sa pression augmente dans ce parcours, pour ne plus obstruer complètement le tube ; elle se joint alors à la bulle suivante, formant ainsi un volume suffisant pour sortir. A mesure que le vide se fait, les bulles doivent se réunir de plus en plus nombreuses avant de pouvoir sortir. La figure page 95 montre en *A* le réservoir contenant le mercure, lequel se rend, par un tube en caoutchouc, à un robinet à trois voies *R*, et, de là, en *H* dans un espace où le vide a été fait et où les traces d'air que peut entraîner le mercure se dégagent ; de là le mercure se rend en *T* où il tombe goutte à goutte. Quand il n'y a plus de mercure en *A*, on abaisse ce réservoir jusqu'au bas de l'appareil (position 1 indiquée en pointillé), et, tournant autrement le robinet *R*, on peut faire écouler une partie du mercure de *B* dans le réservoir *A* situé alors en contre-bas ; quand on a repris ainsi assez de mercure, on remet *R* dans sa position primitive, ainsi que *A*. Au début, quand un vide préalable n'a pas été fait avec une autre machine, le réservoir *A* doit être mis en haut (position 2 en pointillé) pour que le mercure puisse couler en *T*. On adapte en *E* le ou les récipients dans lesquels on veut faire le vide. En *U* est un manomètre qui indique le degré du



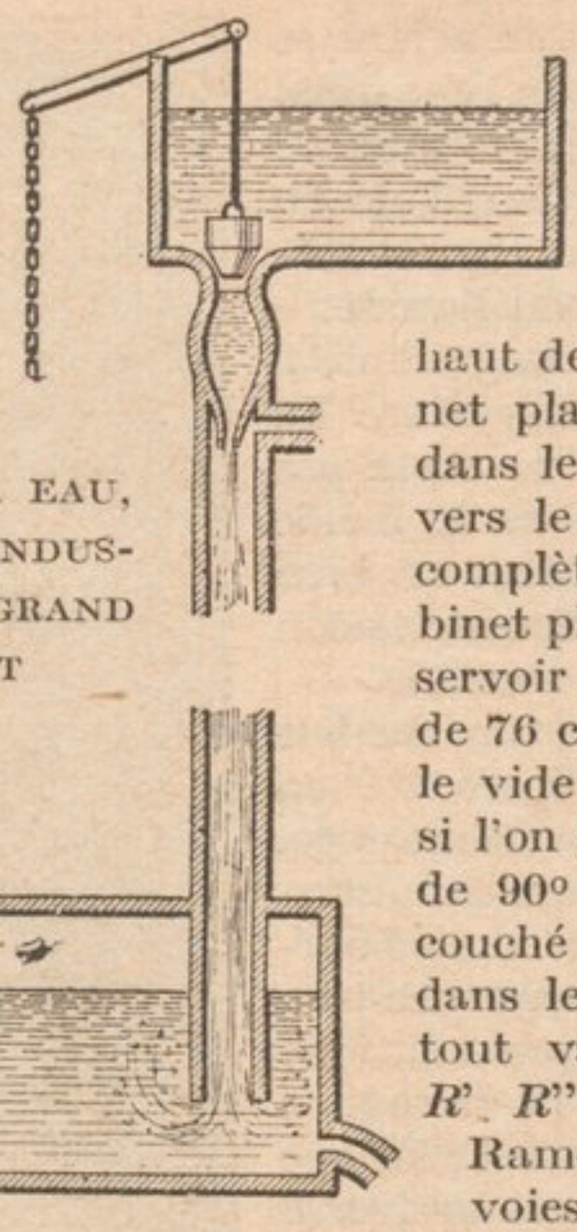
A GAUCHE : TROMPE A EAU EN VERRE DANS UNE MONTURE MÉTALLIQUE ; A DROITE : MACHINE PNEUMATIQUE DE GAY-LUSSAC, A UN SEUL CYLINDRE ET PISTON A MAIN



TROMPE A EAU, EN VERRE, DE MM. VILLIERS ET THURNEYSSEN

Dans le bas, se trouve l'ajutage par où l'eau s'écoule du tube supérieur pour tomber dans le tube inférieur en entraînant l'air ; en haut, tube d'arrivée de l'eau ; sur le côté, tube se raccordant au récipient à vider.

vide. Il existe des modèles simples, dits à une seule *chute* (un seul tube par lequel tombe goutte à goutte le mercure), d'autres à plusieurs chutes, et d'autres encore, plus compliqués, dans lesquels le mercure est remonté automatiquement de *B* en *A* au moyen d'une trompe à eau, comme dans l'appareil suivant. Le fonctionnement peut alors se faire sans aucune surveillance.



TROMPE A EAU, MODÈLE INDUSTRIEL, A GRAND DÉBIT

La pompe à mercure, dont la première fut construite par Alvergnat, et dont il existe aujourd'hui de nombreux modèles plus ou moins perfectionnés, utilise le vide barométrique et permet d'obtenir un vide plus parfait que la machine à cylindres et à pistons ou que la trompe à eau, mais elle fonctionne plus lentement et son maniement est plus délicat. Elle se compose, en principe (figure 1, page 95) d'un tube barométrique renflé, à sa partie supérieure *B*, dont la capacité est de 300 à 500 centimètres cubes, et relié inférieurement par un tube de caoutchouc épais à un ballon *R* servant de réservoir à mercure. Ce dernier repose sur un chariot mobile qui peut se déplacer verticalement à l'aide de chaînes et de roues dentées que commande la manivelle *M*; un taquet *T* permet d'immobiliser le chariot dans une position quelconque. Un contrepoids, logé dans le corps de l'appareil, équilibre en partie le poids de *R*.

Le ballon *B* se trouve surmonté d'un robinet à trois voies qui communique à gauche avec un vase *D* contenant du mercure, et, par la partie supérieure, avec l'appareil qu'il s'agit de vider par l'intermédiaire d'un vase *H* contenant une matière desséchante (car l'air doit être bien sec), et de deux tubes à robinet *R'* et *R''*, ce qui permet de faire le vide dans deux appareils à la fois. Il peut évidemment y en avoir un plus grand nombre. En *m* se trouve un manomètre.

Pour la manœuvre, on met le robinet à trois voies en communication avec le vase *H*, on monte le réservoir *R* en haut de sa course, on ouvre un robinet placé sous ce vase; l'air contenu dans le ballon sort bulle à bulle à travers le mercure de *D*. Quand il est complètement expulsé, on ferme le robinet placé sous *H* et on descend le réservoir *R*. Comme il se trouve à plus de 76 centimètres du bas du ballon *A*, le vide barométrique se produit, et si l'on tourne le robinet à trois voies de 90° (ses trois voies figurent un T couché horizontalement) l'air contenu dans le restant de l'appareil et dans tout vase relié à l'un des robinets *R'*, *R''* pénétrera en partie dans *B*.

Ramenant alors le robinet à trois voies dans sa position première (*T*), on remonte *R* et l'on ouvre *D*: le gaz aspiré dans *B* est alors refoulé à l'extérieur ou recueilli dans une éprouvette à mercure que l'on peut placer en *D* si l'on a intérêt à le mesurer ou à l'analyser. C'est là un grand avantage que présente cet appareil, très bien compris et bien construit. On recommence la même opération jusqu'à ce que la pression soit très petite.

Vers la fin, le réservoir *R* doit être remonté très lentement parce que, le vide étant de plus en plus grand, il y a de moins en moins d'air en *B*, et le mercure venant frapper brusquement le haut dudit réservoir (comme l'eau dans le « marteau d'eau ») peut le briser.

Cet appareil est, comme on le voit, une sorte de pompe à piston malléable, le mercure étant capable de s'appliquer exactement sur le fond du vase où il se meut en supprimant *l'espace nuisible*, qui existe toujours plus ou moins sous les pistons des pompes ordinaires ; le vide n'est pas parfait, mais il est très petit, car il reste toujours en *e*, dans l'une des trois voies (détail (1) de la planche page 95) une bulle d'air que le mercure ne peut chasser.

On obvie à cet inconvénient et on améliore encore le vide en remplaçant le robinet

TROMPE A EAU ASPIRANTE ET FOULANTE

A, *ajutage du tube supérieur amenant l'eau ;* B, *ouverture du tube inférieur ;* C, *tube se raccordant au récipient à vider ;* D, *sortie de l'eau mêlée d'air ;* F, *flacon à trois tubulures ;* E, *sortie de l'air aspiré ;* T, *tube d'échappement de l'eau.*

à trois voies par un robinet tel que celui dont on voit, sur les figures 1' et 2' de la même planche, les deux positions principales : le canal unique de ce robinet, au lieu d'occuper un diamètre du cercle de section, est dirigé suivant le côté du triangle équilatéral compris dans la section ; les trois canalisations qu'il doit mettre en rapport sont soudées sur le boisseau du robinet à 120° l'une de l'autre de sorte qu'en mettant ce robinet dans la position figure 1', on expulse l'air dans le vase *D*, et en le mettant dans la position fig. 2' (rotation à 120°), on le met en communication avec le récipient à vider.

On a modifié aussi cet appareil (fig. II de la même planche), en disposant d'une façon fixe le réservoir plus bas que *B*, le soudant au tube barométrique, ce qui supprime le caoutchouc et ses inconvénients, et l'on fait

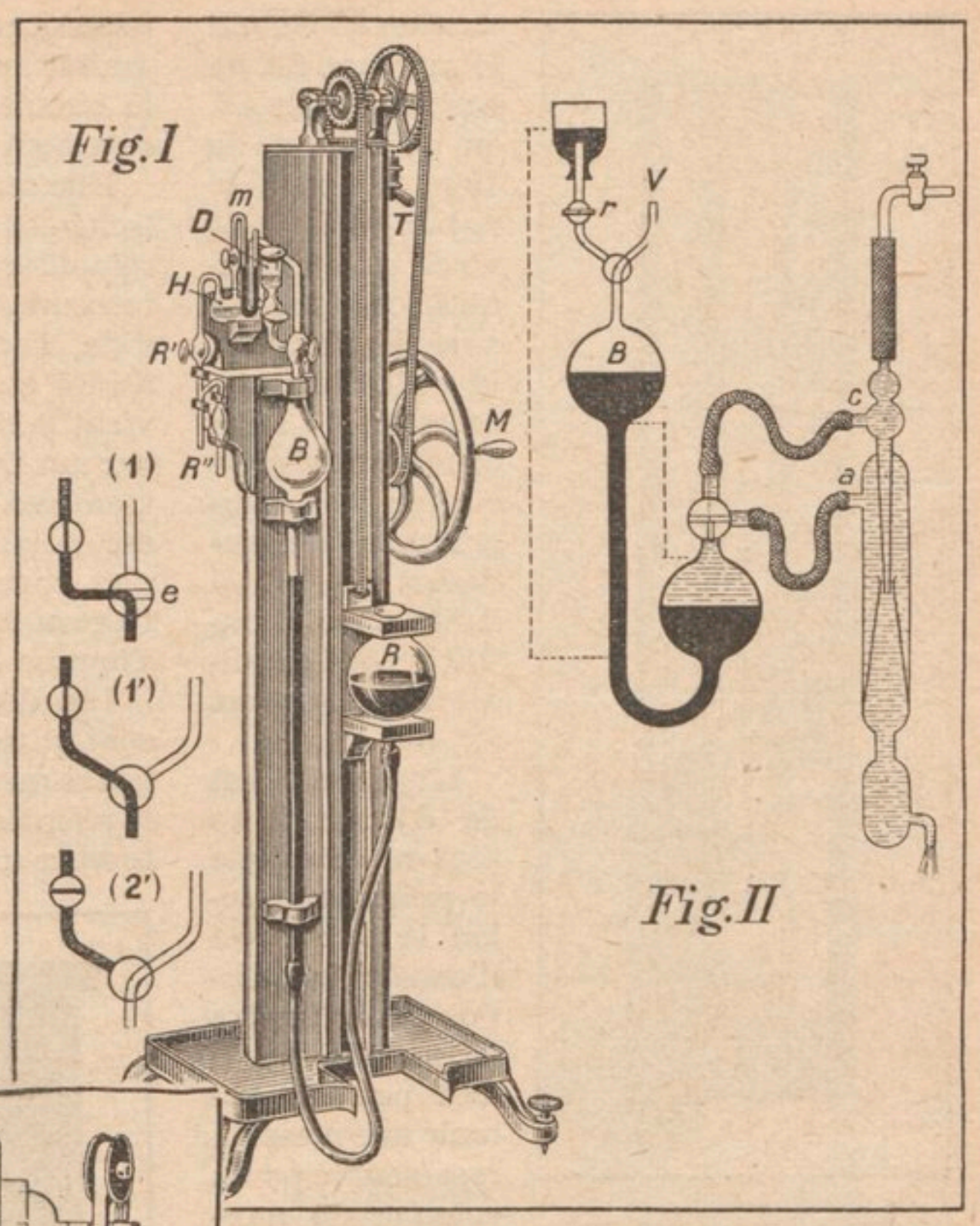


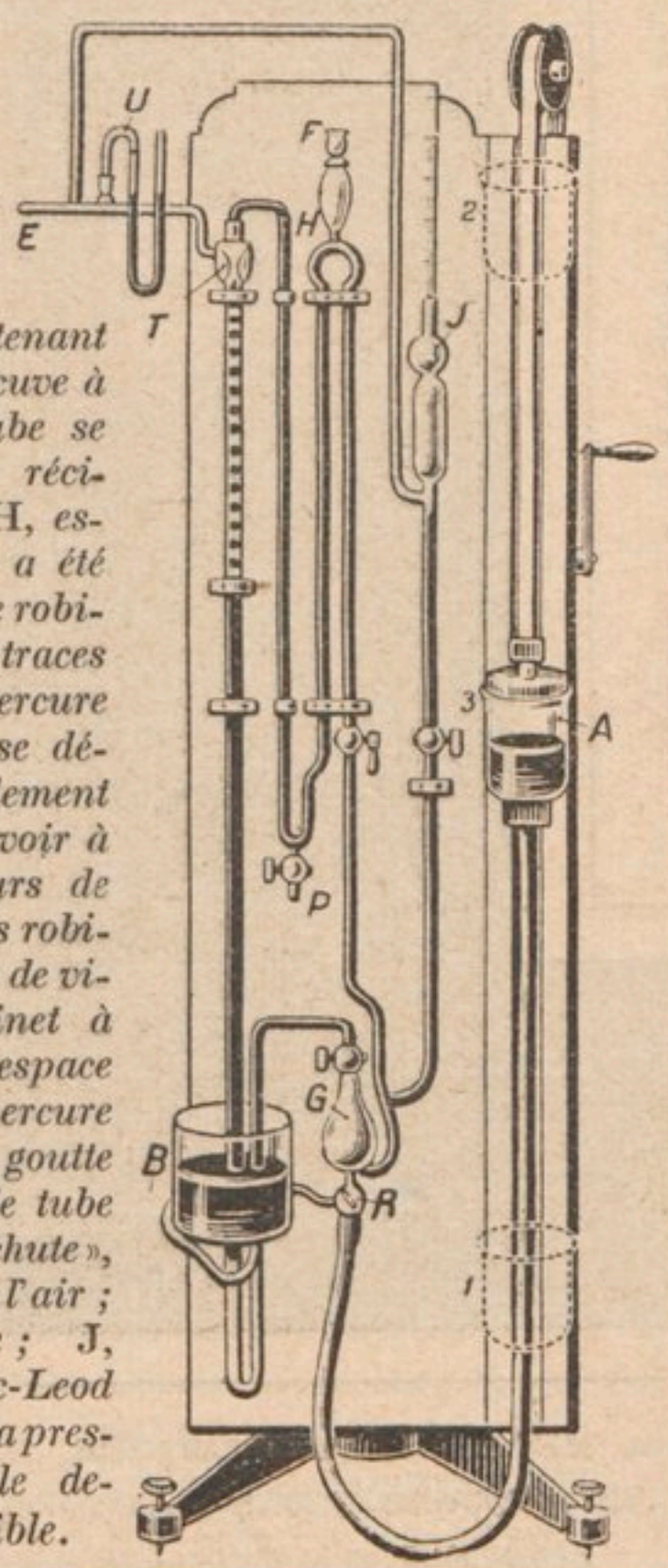
FIG. I. — POMPE PNEUMATIQUE DU SYSTÈME A MERCURE

B, *tube barométrique ;* R, *ballon-réservoir à mercure ;* M, *manivelle ;* T, *taquet ;* D, *petit vase contenant du mercure ;* H, *vase renfermant une matière desséchante spéciale ;* R' R'', *robinets ;* m, *manomètre.*

FIG. II. — MODIFICATION DE L'APPAREIL

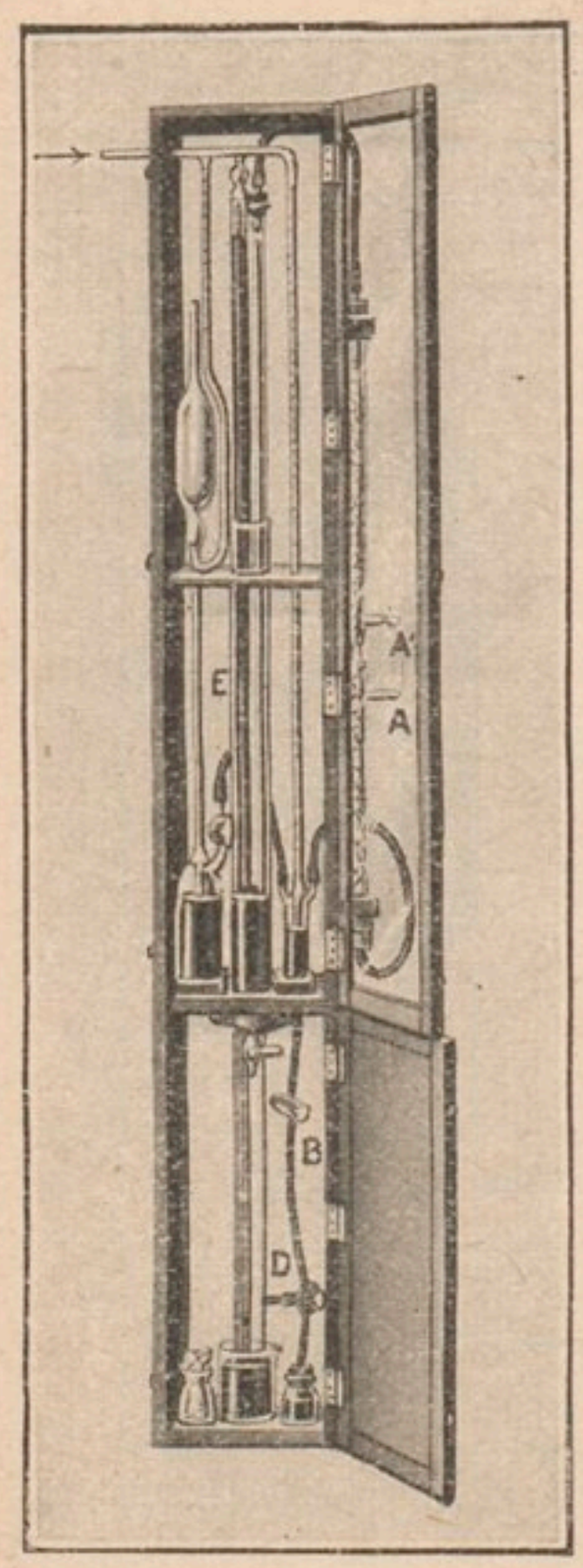
B, *tube barométrique ;* c, *tubulure fournissant l'eau comprimée ;* a, *tubulure aspirant l'eau ;* V *et* r, *branches du robinet à trois voies, la première par laquelle se fait le vide, la seconde servant à l'expulsion du gaz au dehors —* (1) *détail du robinet à trois voies ;* (1') *et* (2'), *deux positions du robinet à trois voies ;* e, *espace nuisible dans le robinet à trois voies.*

TROMPE A MERCURE A UNE SEULE CHUTE



A, *réservoir contenant le mercure ;* B, *cuve à mercure ;* E, *tube se raccordant au récipient à vider ;* H, *espace ou le vide a été fait, fermé par le robinet* F *et où les traces d'air que le mercure peut entraîner se dégagent ;* G, *renflement servant de réservoir à mercure au cours de la manœuvre des robinets ;* P, *robinet de vidange ;* R, *robinet à trois voies ;* T, *espace où se rend le mercure avant de tomber goutte à goutte dans le tube capillaire, ou « chute », en entraînant l'air ;* U, *manomètre ;* J, *jauge de Mac-Leod pour apprécier la pression quand elle devient très faible.*

monter ou descendre le mercure dans ce tube en mettant le réservoir en communication, par un robinet à trois voies, avec une trompe à eau spéciale permettant d'aspirer et de refouler l'eau. Cette trompe a deux tubulures, l'une, *c*, qui fournit de l'air comprimé, l'autre *a*, qui aspire l'eau. En tournant le robinet à trois voies, comme sur la figure (*T*), l'aspiration fonctionne seule, et le mercure descendant, le vide se fait aussitôt dans la cana-



POMPE A MERCURE SIMPLIÉE DE BERLEMONT ET JOUARD

A *et* A', *robinets communiquant avec la trompe à eau et avec un tube-dessécheur;* B, *pince;* E, *tube barométrique;* D, *robinet.*

lisation V. Quand le mercure est en bas du ballon B, on tourne r de 120°, on met le robinet à trois voies en communication directe avec V; aussitôt, le refoulement fonctionne seul et chasse le mercure en B en comprimant l'air au-dessus de lui; il suffit alors d'ouvrir r pour expulser totalement cet air au dehors.

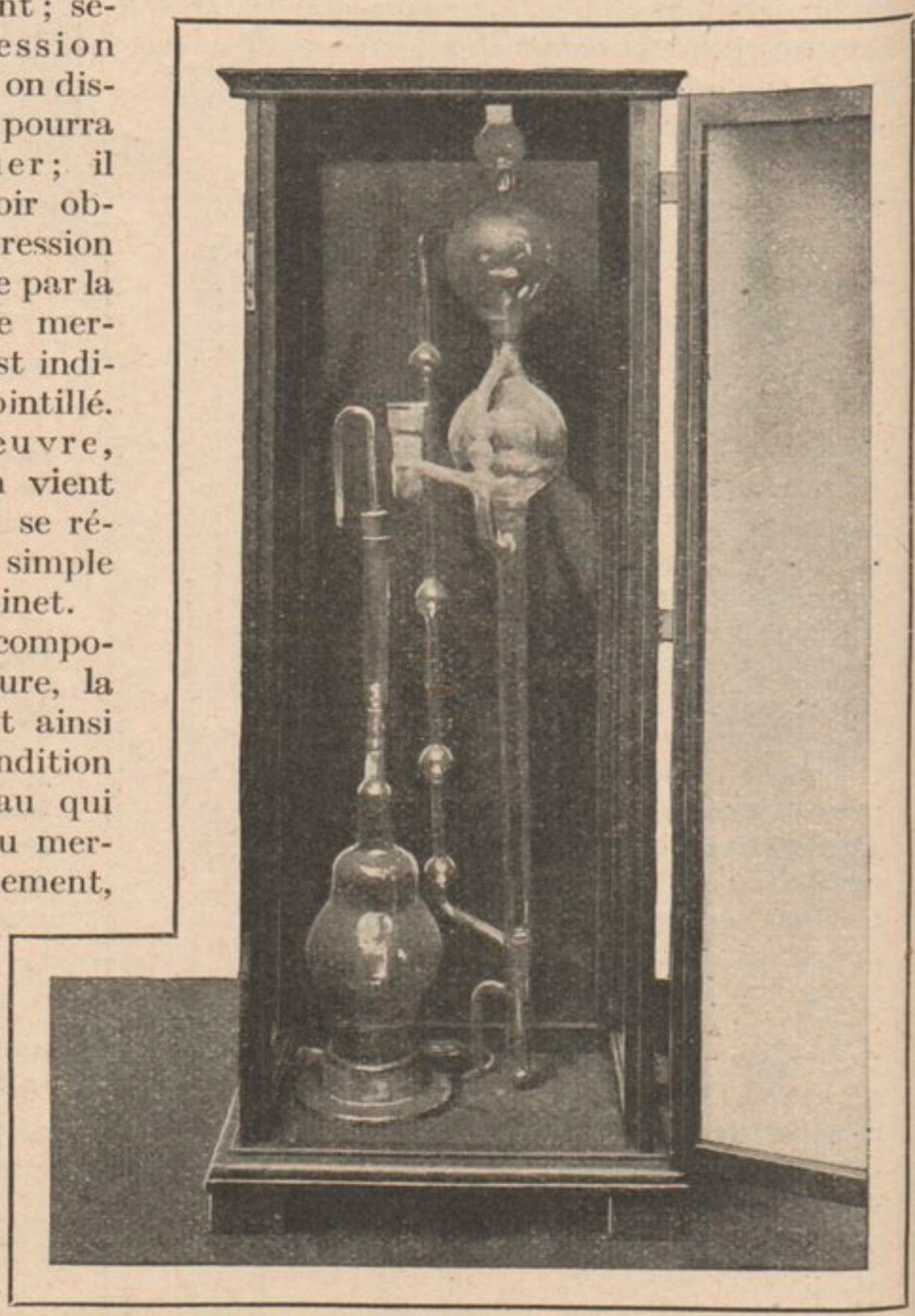
L'appareil est de dimensions plus réduites que le précédent; selon la pression d'eau dont on dispose, on pourra le modifier; il faut pouvoir obtenir une pression représentée par la colonne de mercure qui est indiquée en pointillé. La manœuvre, comme on vient de le voir, se réduit à un simple jeu de robinet.

Ne se composant que de tubes droits sans soudure, la trompe ou la pompe à mercure peut ainsi marcher sans surveillance, à la condition d'être accouplée à une trompe à eau qui actionne le remontage automatique du mercure. Elle n'exige, pour son fonctionnement, que 5 à 6 kilos de mercure, ce qui permet, étant donné son faible volume, de la disposer tout entière dans une boîte vitrée peu encombrante, où elle se conserve toujours propre et le mercure bien sec. Enfin, le vide peut se conserver indéfiniment dans les appareils qui y sont accouplés, aucune rentrée d'air n'étant possible, quoi qu'il arrive.

La pompe de P. Klein, permet également d'obtenir des vides élevés d'une façon automatique par l'emploi d'une trompe à eau, et elle ne nécessite aucun robinet, caoutchouc ou rodage graissé tant sur le trajet du mercure que sur le circuit des gaz que l'on raréfie. Le mercure peut donc s'y conserver toujours intact.

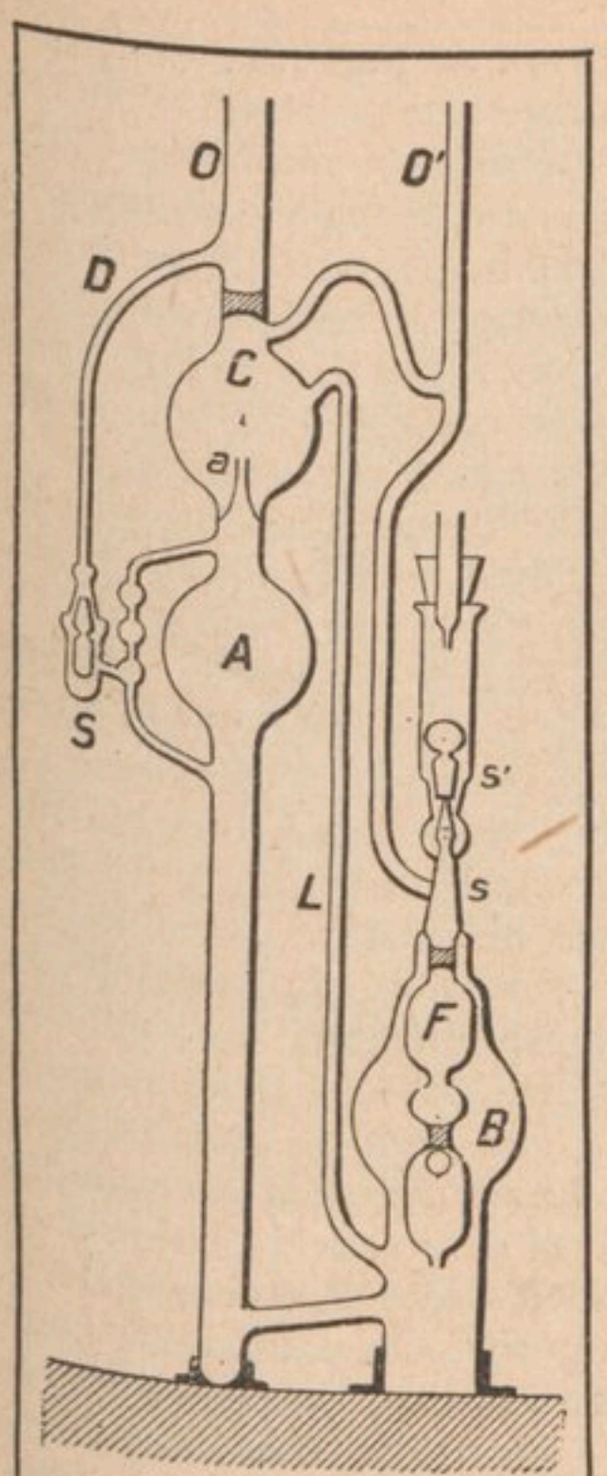
Elle se compose de deux récipients A et B (schéma page 97) reliés par un tube, lesquels se remplissent et se vident alternativement de mercure. Chaque fois que le récipient A se vide, l'air ou le gaz de l'objet à vider y est aspiré et il en est chassé quand le mercure vient le remplir de nouveau; il se rend alors, par un tube, dans une boule C reliée à la trompe à eau. L'orifice supérieur dudit tube est noyé pendant le fonctionnement sous une couche de mercure qui laisse passer l'air ou le gaz vers la trompe à eau mais qui s'oppose à son retour dans un sens opposé.

Les déplacements alternatifs du mercure sont provoqués par le jeu d'un flotteur F qui se meut, de façon relativement libre, dans le récipient B et qui soulève ou laisse retomber une soupape de verre non graissée S'.



POMPE A MERCURE AUTOMATIQUE, DE P. KLEIN, EN VERRE, PHOTOGRAPHIÉE DANS LA CAGE QUI LA RENFERME

(Voir le schéma de la page suivante.)



COUPE SCHÉMATIQUE DE LA POMPE A MERCURE DE KLEIN

A *et* B, *récipients reliés par un tube, se remplissant et se vidant alternativement de mercure ;* C, *boule reliée à la trompe à eau ;* F, *flotteur ;* O, *tube reliant l'appareil au récipient à vider ;* O', *tube reliant l'appareil à la trompe à eau ;* D, *branchement du tube* O *pour l'amenée d'air ;* S, *chambre au bas du tube* D ; a, *orifice supérieur d'un tube noyé sous une couche de mercure pendant le fonctionnement ;* L, *jauge montrant le degré de vide ;* s', *soupape sur le tube conique* s.

L'air atmosphérique qui pénètre dans le récipient *B* chaque fois que la soupape *s'* se soulève est débarrassé de ses poussières et de son humidité par son passage dans une petite éprouvette desséchante (à ponce sulfurique mouillée d'acide) placée dans la cage vitrée où l'appareil se trouve renfermé.

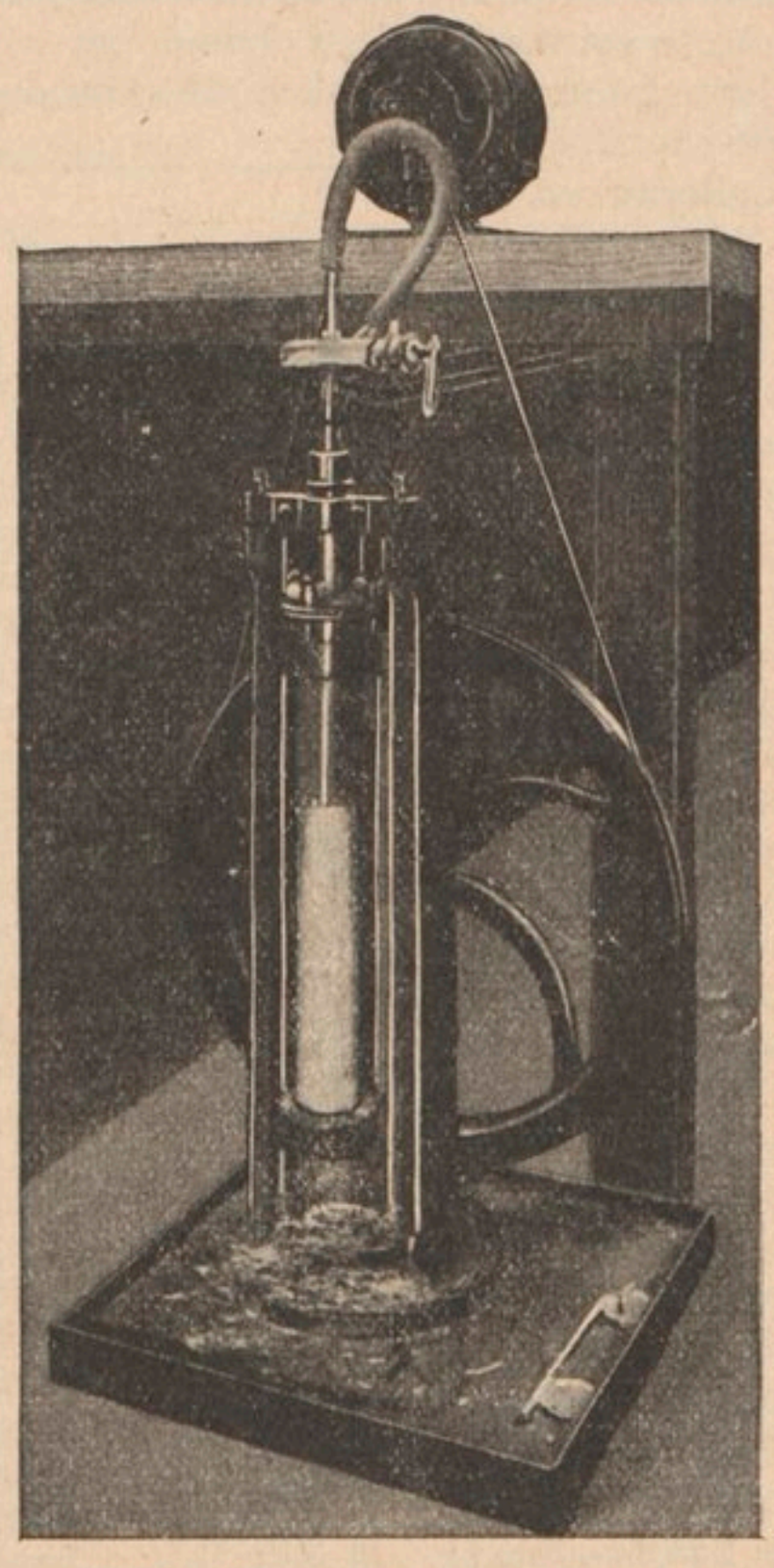
Une autre éprouvette desséchante, posée sur le côté de l'appareil, empêche la vapeur d'eau de la trompe à eau de refluer jusqu'à lui.

La pompe de M. Moulin, d'une construction toute différente des précédentes, permet d'obtenir le *vide de Crookes en partant de la pression atmosphérique* sans l'emploi d'une pompe auxiliaire ou d'une trompe à eau. Elle se caractérise par la simplicité de sa construction et de son fonctionnement ; elle ne nécessite aucun réglage délicat et l'on peut la démonter, la nettoyer et la remonter en quelques instants. Même construite en verre, elle ne présente aucune fragilité et peut être conduite par un ouvrier d'usine aussi bien que par un technicien, sans crainte d'accident. Enfin, tout liquide lubrifiant a été supprimé. Elle constitue donc un perfectionnement notable sur les précédentes (voir la photographie au bas de la colonne et les schémas de la page suivante).

En principe, elle comprend un piston sans frottement et sans garniture, dont l'étanchéité aux gaz est assurée par le mercure qui, en raison de sa viscosité particulière, ne s'écoule que lentement entre ce piston et le cylindre par rapport à la vitesse de fonctionnement de la pompe, laquelle est de l'ordre de 60 à 100 coups de piston par minute.

Le piston est constitué par une sorte de cloche *C*, traversée par un tube *t* formant tige de piston qui est relié au récipient à vider. Ce tube est fixe, et on communique au cylindre *A* (qui est monté sur une glissière) un mouvement vertical alternatif, soit à la main, à l'aide d'une manivelle, soit à l'aide d'un petit moteur électrique.

La cloche *C* n'est pas liée rigidement au tube *t*, et elle peut se déplacer entre un épaulement *E* et une butée *B*, de manière à former soupape de refoulement. Dans le tube *t* se trouve une bille *b* formant clapet de retenue

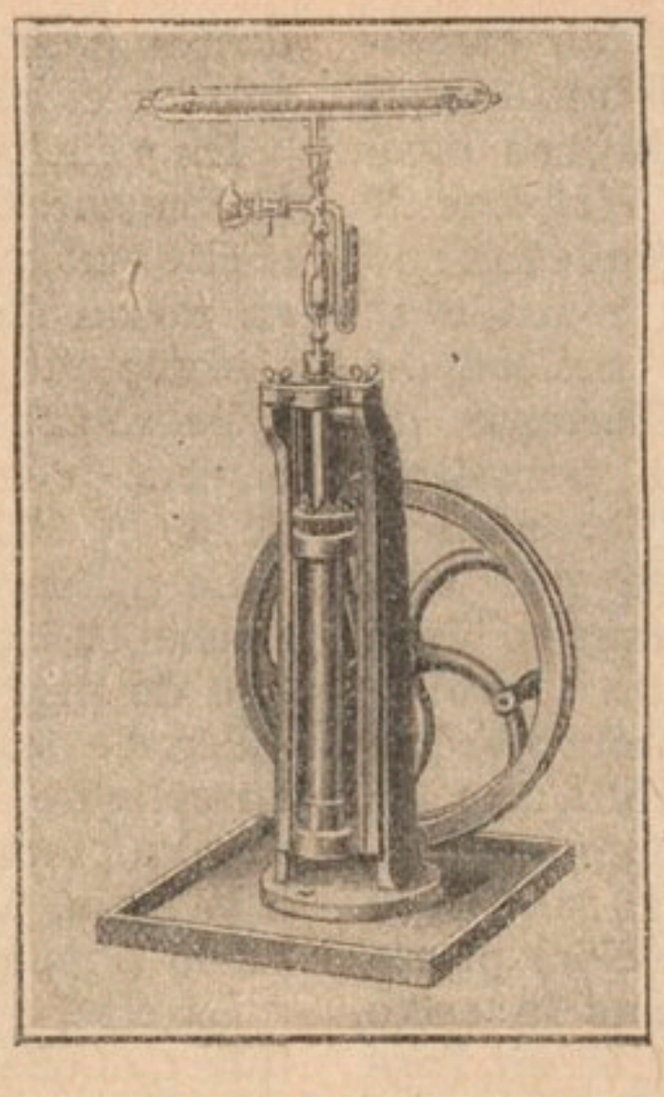


POMPE A MERCURE DE M. MOULIN, ACTIONNÉE PAR UNE DYNAMO

pour empêcher le mercure de monter. La bille et l'épaulement sont recouverts de caoutchouc ayant été soumis à un traitement spécial.

L'appareil système Moulin contient du mercure jusqu'au niveau *i p*, le tube étant en haut de sa course.

Quand le cylindre *A* descend, il entraîne d'abord la cloche *C*, qui vient s'appuyer sur l'épaulement *E*, puis, l'écoulement du mercure étant assez lent autour de cette cloche, ce dernier descend à l'intérieur en faisant le vide au-dessus de lui, et, à la fin de la course, il arrive au-dessous des ouvertures *d*, et la cloche se remplit de gaz provenant, par le tube *t*, du récipient à vider. Pendant la course ascendante suivante, le gaz se trouve comprimé par le mercure, puis, la cloche se soulevant, il est chassé, par le tube *F*, devant le mercure qui s'était écoulé entre la cloche *C* et le cylindre et qui vient combler l'espace nuisible.



POMPE A MERCURE DE M. MOULIN, SURMONTÉE D'UN TUBE DE GEISSLER

Le gaz et le mercure ainsi évacués sortent par les ouvertures *P*. Une petite cloche *i* empêche le mercure d'être projeté à l'extérieur et le fait retomber dans le tube *H*, muni d'ouvertures *h* où il se sépare des bulles d'air entraînées.

Les chocs qui se produisent à chaque tour ne sont pas dangereux. La prise de vide est constituée par une pièce de verre munie d'un récipient à anhydride phosphorique rodé formant robinet de rentrée d'air, et d'un petit manomètre. Cette pièce est reliée à la pompe par un rodage à joint de mercure; on peut la relier aux appareils à vider par un rodage, par un masticage très soigné ou mieux par une soudure.

Si l'on veut profiter de la rapidité de la pompe, il importe essentiellement de la relier aux appareils par de gros tubes (de l'ordre de 1 centimètre de diamètre au moins) et aussi courts que possible. Autrement, au-dessous de quelques millimètres de pression, la rapidité du fonctionnement ne dépend que de la vitesse d'écoulement du gaz dans la canalisation.

Le mouvement du cylindre *A* est commandé à l'aide d'un volant dont la jante, large de 3 centimètres, est munie d'une gorge. On peut ainsi, pour la commande par moteur, employer à volonté une courroie ronde, une courroie plate ou un galet de friction. Une manivelle permet d'assurer le fonctionnement à la main.

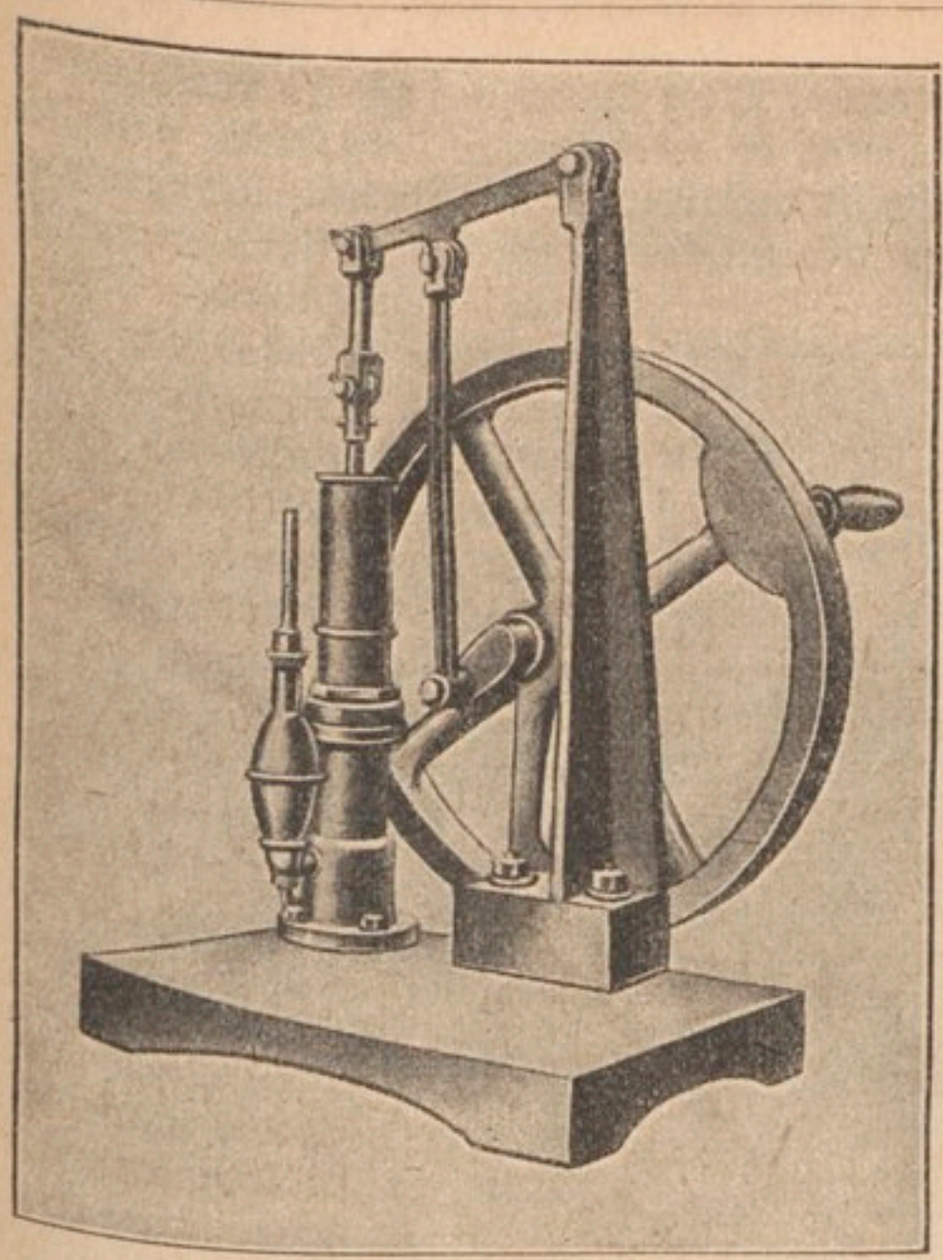
Le poids du cylindre est tel qu'il compense en partie l'action de la pression atmosphérique, laquelle tend à le soulever, et la puissance nécessaire est très petite : un moteur de un dixième de cheval est amplement suffisant ; il suffit, au besoin, de lancer le volant à l'aide de la manivelle quand on commence le vide.

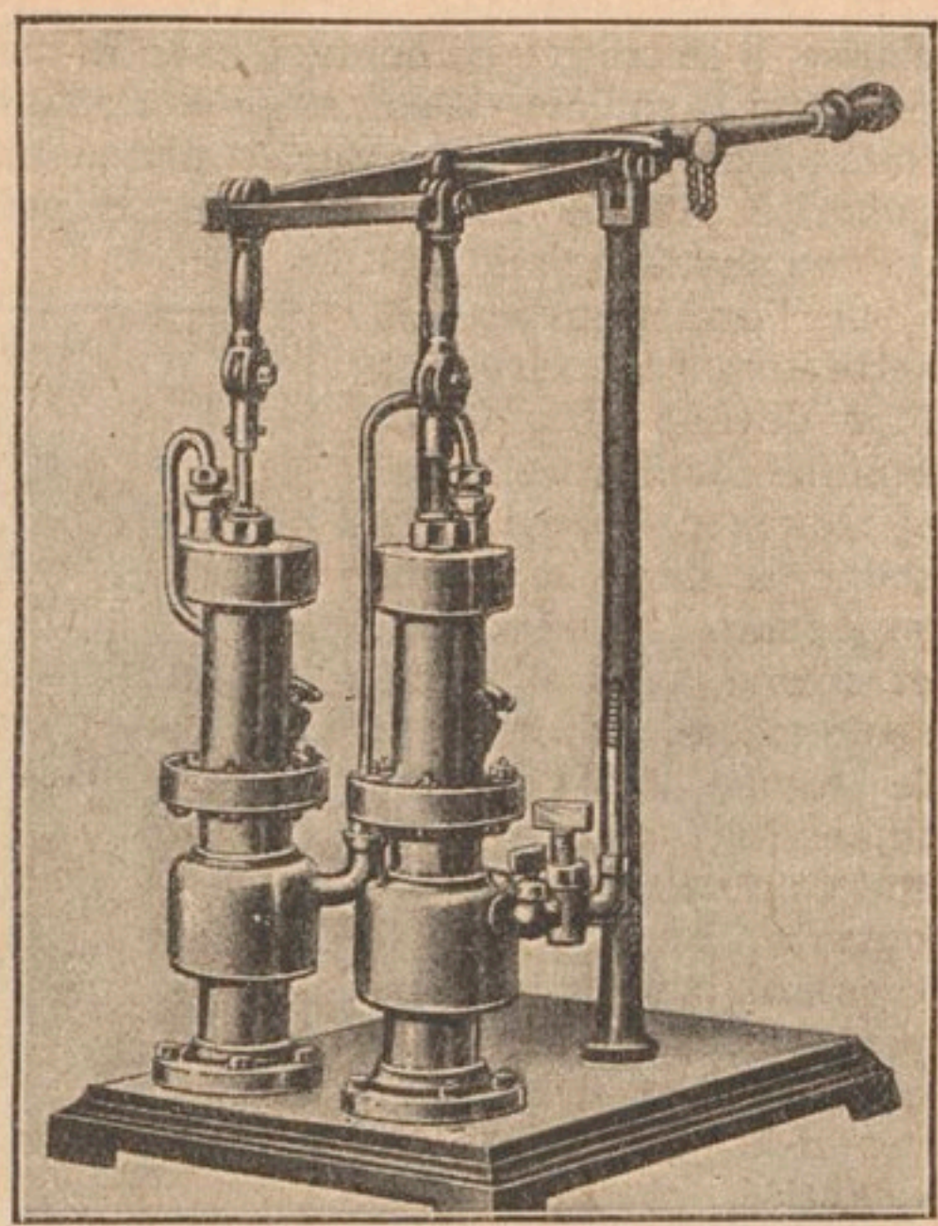
Avec la pom-

APPAREIL MOULIN VU EN COUPE

(A gauche, le piston est en bas de sa course ; à droite, il est en haut.)

C, *cloche formant piston ;* t, *tube traversant la cloche ;* E, *épaulement ;* B, *butée ;* b, *bille formant clapet ;* A, *cylindre ;* d, *ouverture par laquelle la cloche se remplit de gaz provenant du récipient à vider ;* F, *tube par lequel ledit gaz est ensuite chassé ;* i, *petite cloche ;* H, *tube muni d'ouvertures* h *où le mercure se sépare des bulles d'air qu'il peut avoir entraînées ;* P, *ouvertures dans le tube* F *par lesquelles sont évacués les gaz et le mercure ;* K, *traverse supérieure ;* L, *écrou ;* M, *plaque se soulevant pour l'introduction du mercure ;* m, n, *niveau du mercure, le tube étant en bas de sa course (fig. de gauche) et en haut de sa course (fig. de droite).*



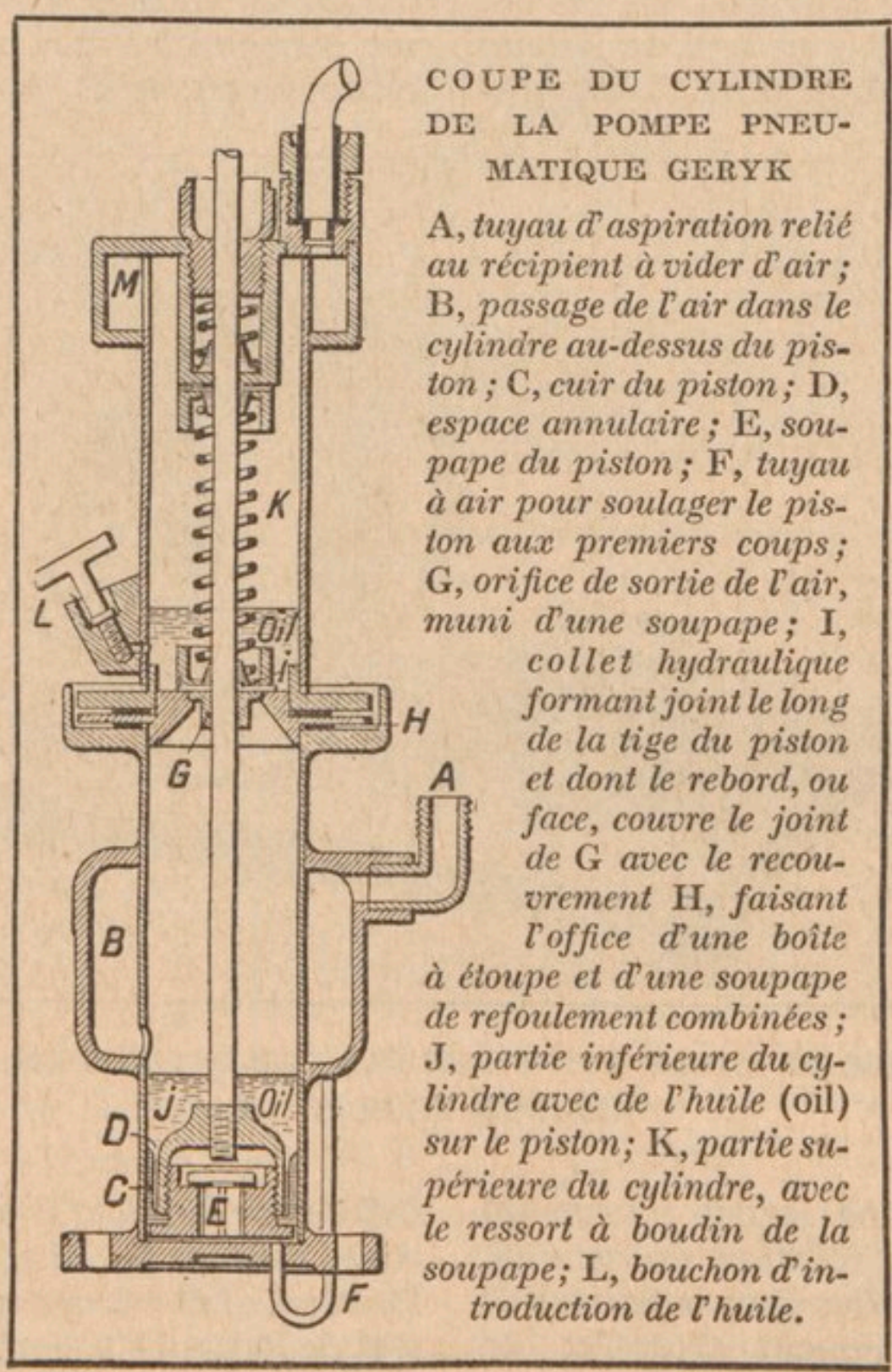


POMPES PNEUMATIQUES SYSTÈME GERYK, A UN ET A DEUX CYLINDRES

pe de laboratoire en verre, on peut vider un récipient d'un litre jusqu'à un centième de millimètre en quelques minutes.

En Angleterre, on utilise beaucoup la pompe pneumatique Geryk, à un seul ou à deux cylindres, qui fut, en son temps, une des plus parfaites. Elle se compose essentiellement d'un cylindre et d'un piston d'une forme particulière (figure ci-contre). Quand celui-ci est au bas de sa course, il y a communication entre le tuyau d'aspiration *A* relié au récipient à vider et le passage *B* de l'air dans le cylindre au-dessus du piston. A mesure que s'élève ce dernier, l'ouverture *B* se trouve fermée, et la colonne d'air est forcément amenée à la soupape de sortie *G*. Il est impossible que cet air repasse de l'autre côté du piston à cause de l'huile qui le recouvre. Le piston continuant à monter et la pression augmentant, le cuir du piston, qui passe aisément dans le cylindre et qui est appliqué aux parois par la pression de l'huile dans l'espace annulaire *D*, est repoussé plus fortement contre lesdites parois et maintient toute l'huile au-dessus du piston. Quand celui-ci redescend, l'huile qui passe entre le cuir et les parois au-dessous du piston traverse immédiatement la soupape *E*, disposée de telle sorte que l'huile passera de nouveau au-dessus du piston quand celui-ci sera redescendu.

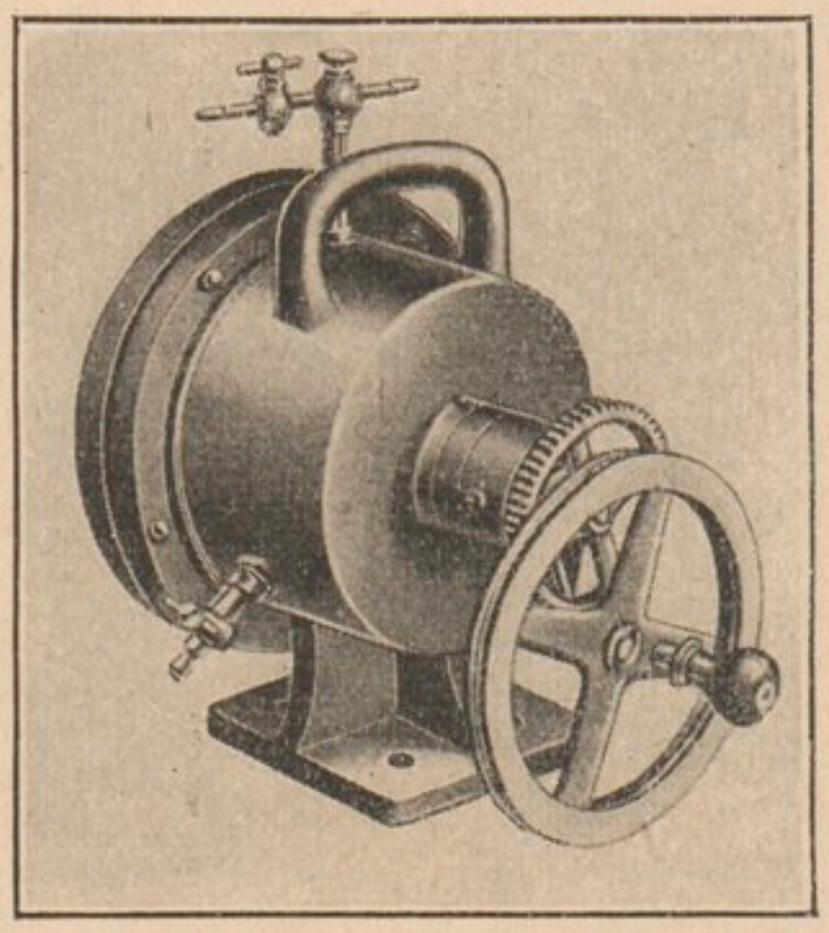
Quand le piston est au bout de sa



COUPE DU CYLINDRE DE LA POMPE PNEUMATIQUE GERYK

A, *tuyau d'aspiration relié au récipient à vider d'air ;* B, *passage de l'air dans le cylindre au-dessus du piston ;* C, *cuir du piston ;* D, *espace annulaire ;* E, *soupape du piston ;* F, *tuyau à air pour soulager le piston aux premiers coups ;* G, *orifice de sortie de l'air, muni d'une soupape ;* I, *collet hydraulique formant joint le long de la tige du piston et dont le rebord, ou face, couvre le joint de* G *avec le recouvrement* H, *faisant l'office d'une boîte à étoupe et d'une soupape de refoulement combinées ;* J, *partie inférieure du cylindre avec de l'huile* (oil) *sur le piston ;* K, *partie supérieure du cylindre, avec le ressort à boudin de la soupape ;* L, *bouchon d'introduction de l'huile.*

course, il se trouve en contact avec la soupape *G* et la soulève de son siège en donnant libre sortie à l'air. Il y a sur le piston une quantité d'huile assez considérable pour qu'une partie puisse traverser l'orifice qui fermait cette soupape *G*, chassant l'air devant elle. Cette huile se réunit à celle qui se trouve au-dessus de la soupape, dans la partie supérieure *K* du cylindre et forme avec elle une seule masse, de sorte que le retour de l'air est impossible, quoique la soupape soit pleinement ouverte. La soupape *G* reposant sur le piston ne peut se fermer tant que celui-ci n'est pas redescendu d'une certaine quantité, si bien que l'huile qui a franchi l'orifice peut, en même quantité, faire retour dans la partie inférieure du cylindre, d'où elle sera chassée de nouveau, derrière l'air expulsé, à l'ascension suivante du piston.

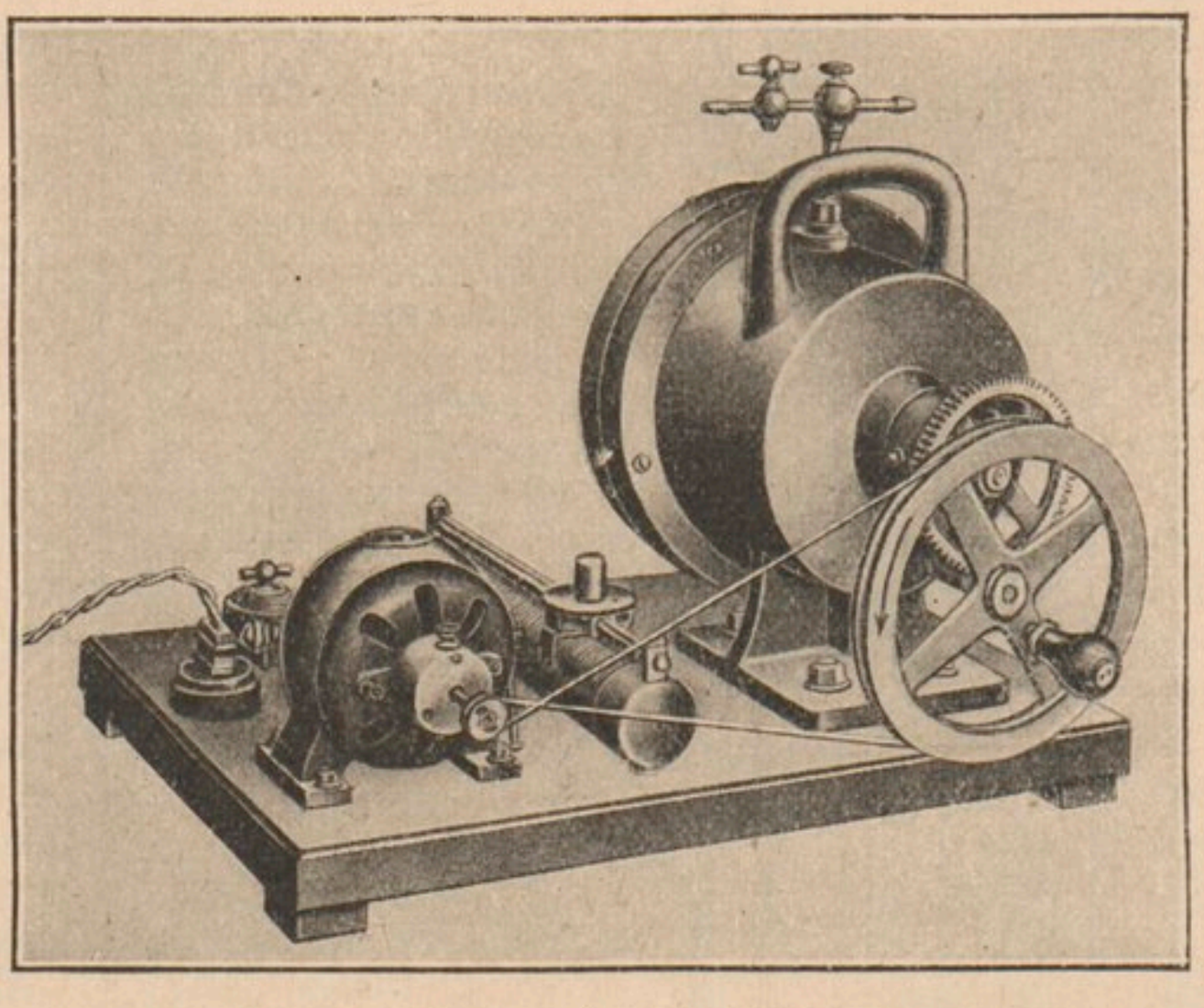


POMPE DE GAEDE SE MANŒUVRANT A LA MAIN

La pompe Geryk est à un seul ou à deux cylindres. Avec un seul cylindre. il est possible d'obtenir facilement le vide à un quart de millimètre; il en est de même avec deux cylindres quand la pompe fonctionne en parallèle, c'est-à-dire avec les deux cylindres travaillant ensemble à l'épuisement direct.

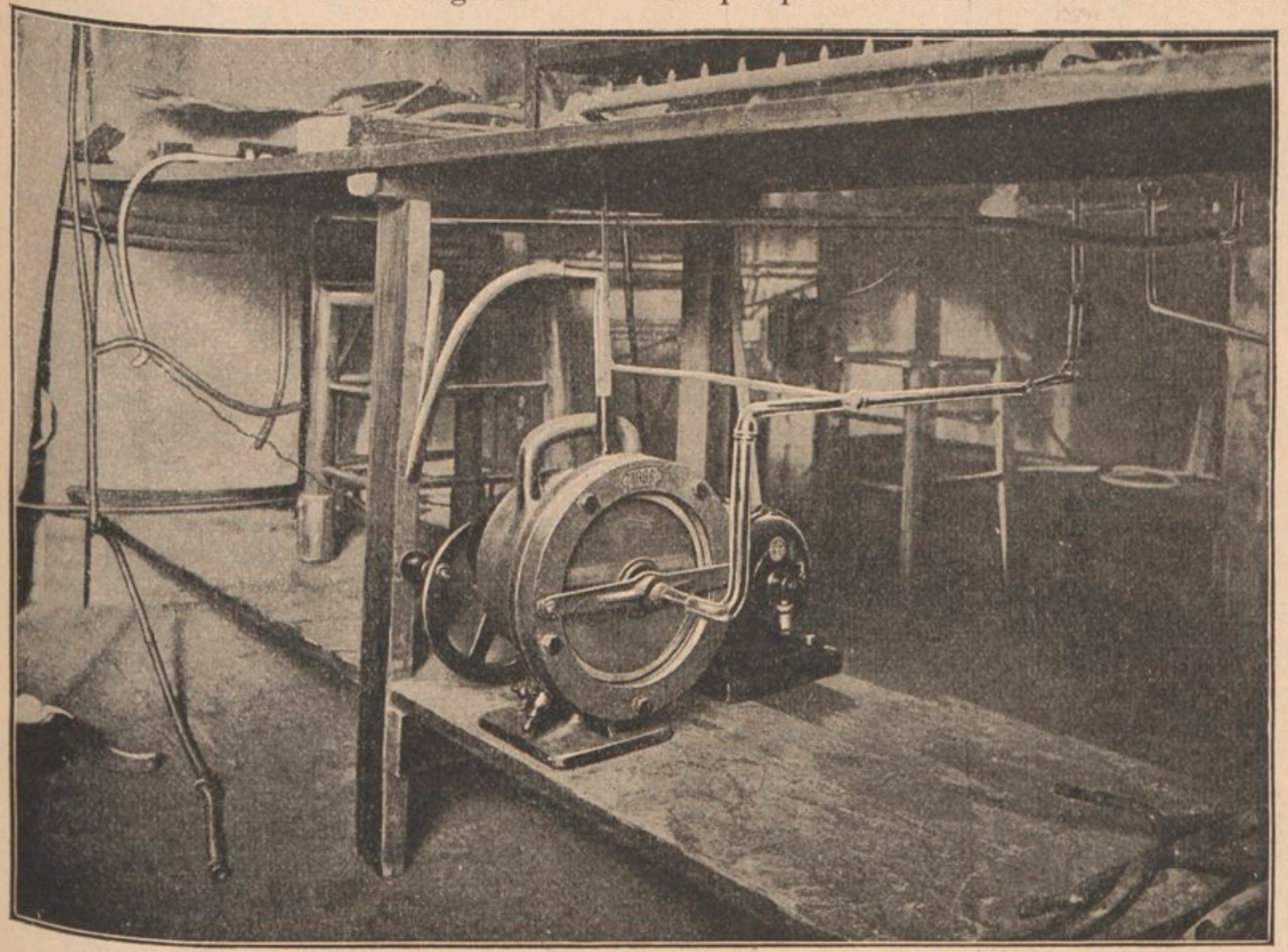
Plus puissante encore est la pompe rotative à mercure de Gaede, qui se compose d'un récipient en fonte à demi rempli de mercure dans lequel tourne un tambour. Pendant la rotation de celui-ci, les chambres en lesquelles il se subdivise se remplissent alternativement d'air et de mercure. Elles aspirent l'air du récipient à vider et le refoulent à l'extérieur dans la suite du mouvement de rotation. Le système présente une certaine analogie avec un compteur à gaz, mais, dans ce dernier, c'est le gaz qui produit le mouvement de rotation tandis que, dans la pompe de Gaede, c'est une force venant de l'extérieur qui le provoque et déplace le gaz.

Les figures de cette page représentent la pompe vue de l'extérieur; la page 101 la montre photographiée du côté opposé et en état de fonctionnement. La figure 1 de la planche page 102 est une coupe verticale dans le sens de la longueur de l'axe, la figure 2 est une coupe verticale dans le sens du diamètre. *G* est l'enveloppe en fonte avec la poignée G^1, et un large pied G^2. Le devant de l'enveloppe est fermé par une épaisse plaque de verre *B* vissée au moyen de cinq vis hexagonales par l'intermédiaire de la couronne en fer *P*. A travers l'ouverture à peu près centrale de la plaque, passe un tube en *U*, *R*, qui met en communication l'espace antérieur *V* du tambour *T* avec le récipient que l'on raccorde en *R*. On remplit la pompe de mercure jusqu'à la ligne *q*. L'axe *A* pénètre dans l'enveloppe à travers un presse-étoupe à mercure et supporte le tambour *T*, vissé sur lui. A l'extrémité extérieure de l'axe *A* est montée une grande roue dentée *D* mise en mouvement par l'intermédiaire d'une autre roue plus petite *d* et de la poulie à gorge *J* : *r* est un tuyau



POMPE DE GAEDE ACTIONNÉE PAR UNE PETITE DYNAMO FIXÉE SUR LE SUPPORT

d'acier vissé dans l'enveloppe et portant les ajutages s^1 et s^2 et le robinet en acier *h*. L'étanchéité entre la glace *B* et le récipient *G* est assurée par deux anneaux concentriques en caoutchouc *b* dont on remplit l'intervalle de mercure par l'ouverture *u*. De même, l'espace qui se trouve entre les deux anneaux en caoutchouc *b'* forme pour le mercure un vide que l'on remplit par l'ouverture *u* et qui assure l'étanchéité de la traversée du tube *R* à travers la glace.



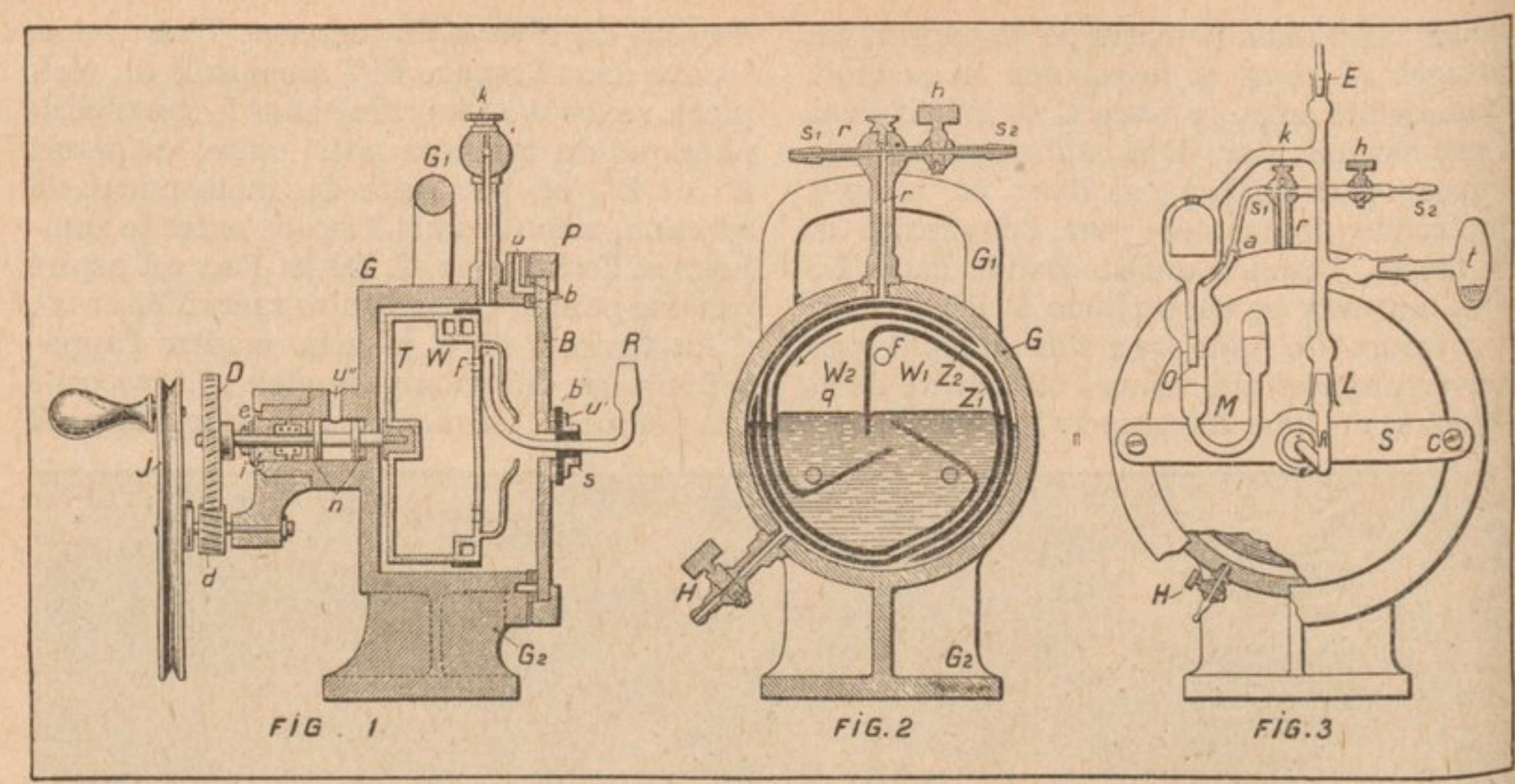
POMPE DE GAEDE AVEC SON TUYAUTAGE, PRÊTE A FONCTIONNER

Si l'on tourne le tambour, l'espace *W* de la chambre correspondante (fig. 1 de la planche) s'agrandit et l'air se trouve aspiré de la chambre antérieure *V* par l'ouverture *f* de la cloison, et du récipient par le tube *R*.

Comment fonctionne la pompe, c'est ce que montre la figure 2, dans laquelle les canaux qui courent autour du tambour sont représentés, non pas en spirale et près l'un de l'autre comme en réalité, mais comme des canaux périphériques sans fin, pour qu'ils puissent se trouver dans le plan du dessin. Lorsque le tambour tourne dans le sens de la flèche, l'espace W^1 se remplit par l'ouverture *f* de l'air du récipient. Le mouvement de rotation continuant, la chambre W^1 vient en chambre W^2, et l'ouverture *f* arrive au-dessous du niveau du mercure. L'air qui se trouve dans l'espace W^2, ainsi isolé du récipient, se trouve comprimé dans le canal périphérique du tambour situé entre les parois Z^1 et Z^2, et, par suite du mouvement de rotation, refoulé dans l'espace entre le tambour et l'enveloppe *G*. De là, l'air est aspiré par une pompe préparatoire raccordée en s^2.

La figure 3 de la planche montre l'appareil en verre de la pompe modèle *A I* raccordé à la pompe. Il est monté sur le tube d'acier *R* au moyen du raccord *L*. En *E* se raccorde le récipient muni d'un raccord normal. Il comporte un manomètre *M* et une ampoule desséchante *t* à anhydride phosphorique. Le manomètre sert en même temps de soupape automatique, car le mercure y monte assez haut pour en fermer l'ouverture *O* et, par suite, supprimer la communication entre le vide primaire et le récipient, et ceci seulement lorsqu'un vide primaire suffisant se trouve atteint. Dans ce but, on réunit le raccord à s^2 par un morceau de tube à vide.

Cette pompe possède de sérieuses qualités et elle est très répandue. Elle peut faire un vide très élevé (0.00001 de mercure) et fonctionne très rapidement comparativement aux appareils antérieurement construits.

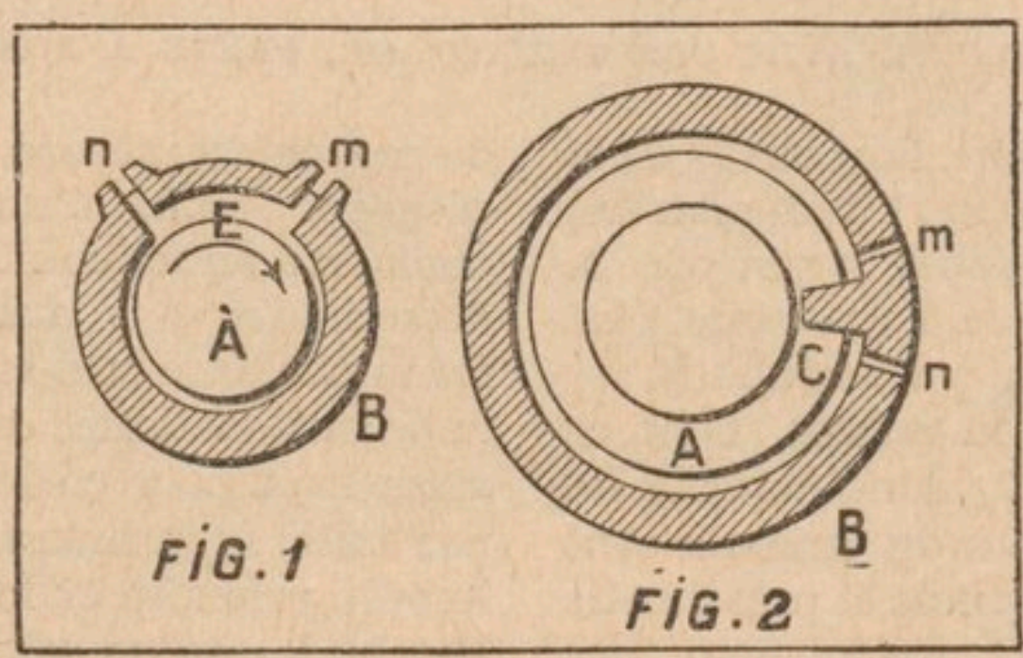


SCHÉMAS, SOUS DIFFÉRENTS ASPECTS, DE LA POMPE DE GAEDE

Figure 1 : coupe verticale dans le sens de la longueur de l'axe. — Figure 2 : coupe verticale dans le sens du diamètre: G, *enveloppe en fonte;* G_1, *poignée;* G_2, *pied;* B, *plaque de verre ;* P, *couronne en fer;* R, *tube en U;* V, *espace antérieur du tambour* T; A, *axe;* D, *grande roue dentée;* d, *petite roue dentée;* J, *poulie à gorge;* r, *tuyau d'acier;* s_1 *et* s_2, *ajutages en communication avec la pompe préparatoire et avec son raccord (fig. 3);* h, *robinet;* b *et* b', *anneaux en caoutchouc ;* u *et* u', *ouvertures pour remplir de mercure l'espace entre les anneaux de caoutchouc ;* W W_1 W_2, *chambres dans le tambour ;* f, *ouverture de la cloison;* Z_1 Z_2, *parois des chambres;* q, *niveau du mercure. — Figure 3 (elle montre l'appareil raccordé à la pompe préparatoire)* R, *tube d'acier;* L, *raccord avec la pompe ;* E, *raccord avec le récipient à vider ;* M, *manomètre ;* t, *ampoule desséchante;* O, *ouverture de communication entre le vide primaire et le récipient;* S, *traverse soutenant le raccord ;* c, *vis ;* a, *bout du tube raccordant l'appareil à la pompe;* H, *robinet de vidange;* k, *robinet à pointeau.*

Elle fait le vide à 0.00001 en dix-sept minutes dans un récipient de 6 litres, en partant de la pression de 10 millimètres de mercure. Son fonctionnement nécessite un vide préalable d'au moins quelques millimètres de mercure.

Postérieurement, l'inventeur perfectionna son système, et, dans une pompe dite moléculaire, il arriva à une pression si faible qu'elle est impossible à mesurer exactement et plus petite que le millionième de millimètre de mercure. Elle est constituée en principe d'un cylindre *A* (fig. ci-contre) tournant autour de son axe, dans une enveloppe *B* où est pratiqué, en *E*, un dégagement entre deux ouvertures *n* et *m*. En faisant tourner rapidement le cylindre *A*, on constate entre *m* et *n* une différence de pression proportionnelle à la vitesse de rotation et proportionnelle aussi à la viscosité du gaz.



AUTRE SYSTÈME DE POMPE DE GAEDE, DITE A VIDE MOLÉCULAIRE

Fig. 1, premier modèle ; fig. 2, second modèle. A, *cylindre intérieur rotatif ;* B, *cylindre extérieur fixe ;* C, *ressaut;* E, *élargissement de l'espace entre les deux cylindres;* m, n, *ouvertures en communication avec la pompe préparatoire et le récipient à vider.*

En pratique, la section droite du cylindre extérieur *B* présente intérieurement un ressaut qui vient presque toucher le cylindre tournant. Le gaz, entraîné par le mouvement du cylindre, tend à s'accumuler sur une des faces du ressaut et à se raréfier sur l'autre. Près de la première face, la paroi extérieure du cylindre est percée d'une ouverture qui la met en communication avec la pompe préparatoire, laquelle abaisse la pression à quelques millimètres, et, près de l'au-

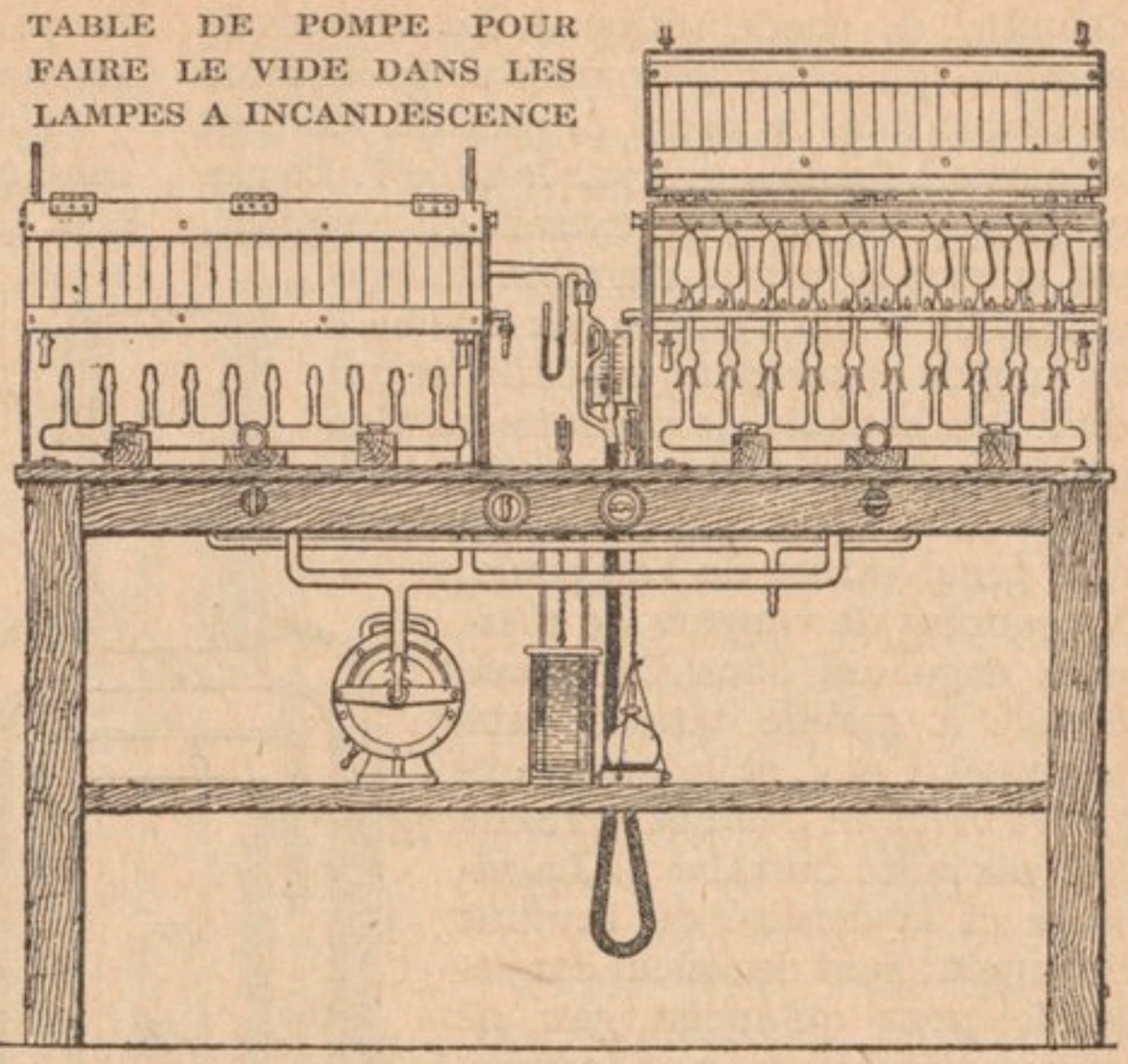
tre face du ressaut, une autre ouverture communique directement avec le récipient qu'on veut vider.

La vitesse de rotation est considérable : elle varie, suivant les cas, de 8.000 à 12.000 tours par minute.

Le débit de cette pompe est d'abord remarquable : il atteint 1.300 centimètres cubes à la seconde, mais cette valeur diminue avec une rapidité extrême, dès que la pression devient inférieure à 0,001 millimètre de mercure. On peut donc dire que, si elle a pratiquement résolu le problème du vide quant à la limite de raréfaction, elle l'a laissé encore à résoudre quant à la valeur du débit.

Pour augmenter cette quantité, un nouveau type de pompe utilisant un jet de vapeur de mercure a été inventé assez récemment et décrit par le docteur Irving Langmuir.

TABLE DE POMPE POUR FAIRE LE VIDE DANS LES LAMPES A INCANDESCENCE



Sa rapidité, sa simplicité, la sûreté de son fonctionnement se sont montrées tout à fait remarquables. Aux basses pressions, le débit atteint 3.700 centimètres cubes à la seconde.

POMPE A VAPEUR DE MERCURE THOMSON-HOUSTON

1, *tube inférieur, relié à l'ampoule* 3; 2, *tube s'emboîtant dans le précédent;* 4, *branchement communiquant avec le récipient à vider;* 5, *chambre de condensation;* 6, *gorge;* 7, *tube de retour du mercure condensé dans la chambre* 5; 8, *communication avec la pompe auxiliaire enlevant de l'appareil le gaz extrait du récipient à vider par la vapeur de mercure;* 9, *élargissement du tube* 2; 10, *chemise;* 11 *et* 12, *arrivée et départ du liquide refroidisseur dans la chemise* 10; 13, *trop-plein;* 14, *tube de retour du mercure condensé sur la paroi du tube* 2; 15, *siphon pour réaliser rapidement les très grands vides.*

Contrairement aux appareils précédents, il augmente rapidement quand la pression diminue en restant constant aux plus basses pressions que l'on a pu atteindre.

Ce débit, si élevé en comparaison de celui de la pompe Gaede et l'extrême simplicité de sa construction font de cette pompe un instrument précieux pour les recherches de laboratoire et pour l'industrie

Elle a fait l'objet d'une demande de brevet d'invention aux Etats-Unis, et, en France, par la Compagnie pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston.

En principe, elle comprend un courant de vapeur de mercure, à très grande vitesse, qui circule dans un tube entre un générateur et une chambre de condensation. Sur une partie du circuit suivi par ladite vapeur, une communication est établie avec le récipient à vider. L'air, le gaz ou la vapeur que l'on désire extraire de celui-ci est entraîné comme il l'est dans la trompe à eau, car, au fond, le principe est le même dans les deux systèmes.

L'appareil est constitué par deux tubes *1* et *2*, avec, à la partie inférieure, une ampoule *3*, qui contient du mercure. En échauffant celui-ci, on produit le courant de vapeur nécessaire. Le degré de température de mercure peut être réalisé, par exemple, en plongeant l'ampoule dans un bain d'huile avec une résistance électrique de chauffage dont le courant est réglable.

Le tube *2* entoure le tube *1* à sa partie supérieure et communique à travers le branchement *4* avec le récipient à vider.

Au sommet du premier tube est une

chambre de condensation *5*. La vapeur de mercure qui se condense dans cette chambre se réunit dans la gorge *6*, près du fond, et retourne à l'ampoule *3* par le tube *7*. Le gaz ou la vapeur, que l'on extrait du récipient, est entraîné dans la chambre de condensation et on l'enlève par le tube *8* au moyen d'une pompe auxiliaire qui doit être capable de produire un vide plus grand que celui qui correspond à la pression de la vapeur de mercure à la température de l'ampoule. Le courant de vapeurs de mercure engendré dans l'ampoule circule à grande vitesse dans les tubes *1* et *2*, et le gaz à extraire vient en contact avec elle à l'extrémité du tube *1*. La vitesse et la densité du courant de vapeur sont de valeur convenable pour qu'aucun gaz ne puisse circuler en sens inverse. Une partie du courant de vapeur frappe la paroi du tube *2* et s'y condense ; si on laissait ce tube se réchauffer, une partie du mercure qui s'y dépose s'évaporerait et circulerait vers le tube *4* en s'opposant plus ou moins au passage des gaz à extraire.

Pour éviter cet effet, le tube *2* est maintenu froid par un système quelconque de refroidissement, par exemple une circulation de liquide dans la chemise *10* qui l'entoure ; on empêche ainsi la réévaporation du mercure. L'élargissement *9* du tube *2* a pour but de faire qu'un courant de gaz, qui vient au contact du courant de vapeur de mercure, ait tendance à être dirigé vers le haut. Le liquide refroidisseur arrive par le conduit *11* et s'en va par le conduit *12* dont la position peut être facilement réglée pour faire varier la hauteur du liquide dans la chemise.

Le tuyau *13* constitue un trop plein.

On peut employer l'eau ou tel autre liquide et même un simple courant d'air frais pour assurer un bon refroidissement.

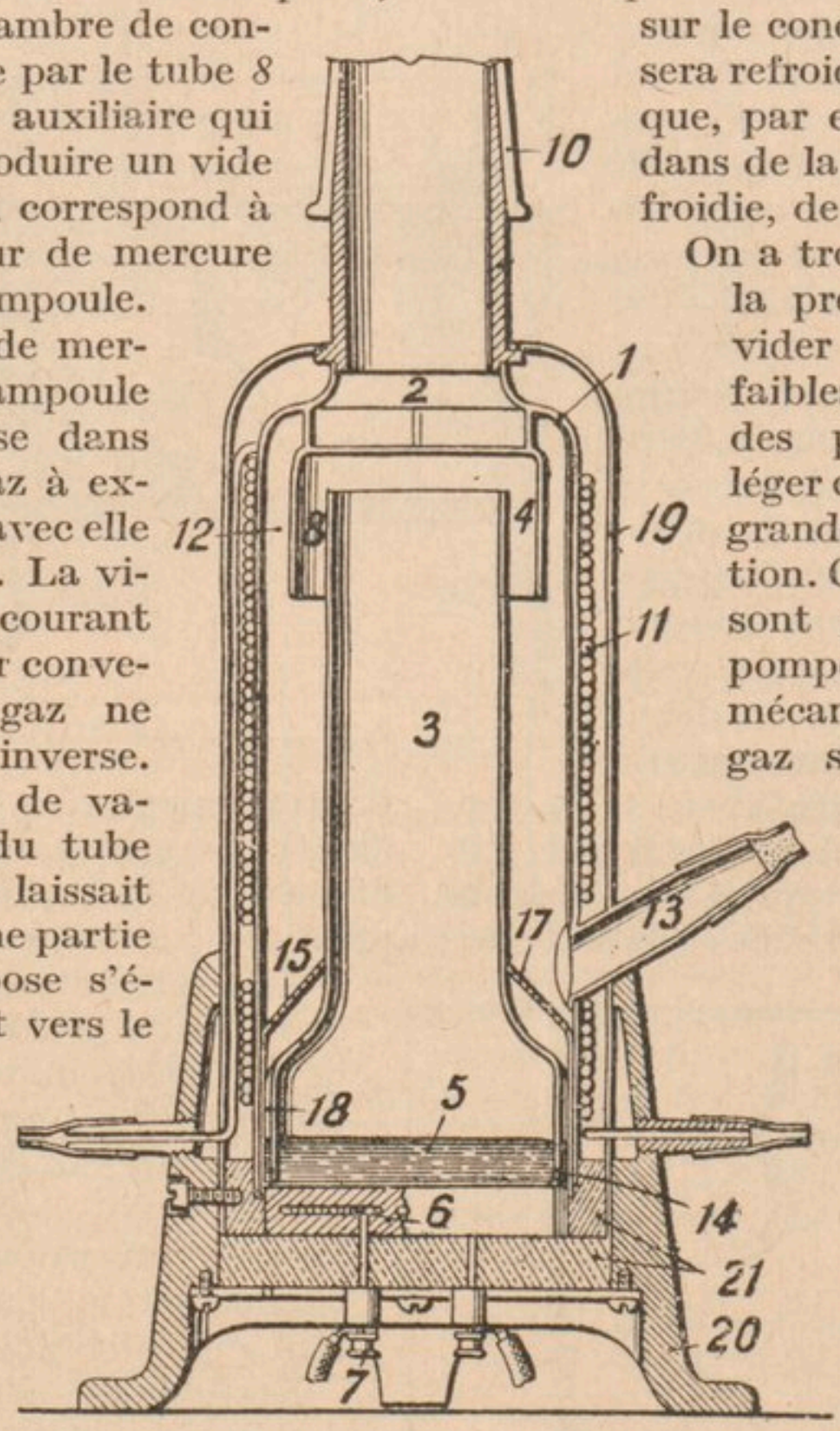
La vapeur de mercure, qui se condense sur la paroi du tube *2*, pendant l'opération, retourne à l'ampoule *3* par le tube *14*.

Si on désire obtenir un vide plus grand que celui qui correspond à la vapeur de mercure à la température ambiante, on peut placer sur le conduit *4* un siphon *15* qui sera refroidi d'une manière quelconque, par exemple en le plongeant dans de la glace, de la saumure refroidie, de l'air liquide, etc...

On a trouvé par expérience que la pression d'un récipient à vider diminue plus vite aux faibles pressions qu'aux grandes pressions, et que, plus léger est le gaz à extraire, plus grande est la vitesse d'extraction. Ces deux caractéristiques sont contraires à celles des pompes à vide, à mouvement mécanique, dans lesquelles les gaz sont extraits avec la même vitesse, quelle que soit leur densité.

On remarquera qu'une partie du mercure condensé retombant et étant recueilli dans une gorge entourant la conduite centrale chauffée, en un point compris entre la jonction des deux passages et le récipient à vider, il est possible qu'un peu de ce mercure se réévapore et s'écoule vers le récipient à vider, faisant ainsi obstacle au gaz à extraire. Une nouvelle forme donnée à l'appareil et faisant l'objet d'une addition au brevet principal, évite cet inconvénient.

Il comprend alors un récipient en métal *1*, cintré au sommet pour former une gorge *2*. A l'intérieur est un tube ou conduit *3* qui s'élargit dans le bas de manière à épouser étroitement la paroi intérieure du récipient. Un chapeau cylindrique *4* est suspendu à la bouche du récipient, se trouvant ainsi au sommet du tube ou gorge *2*. Du mercure *5* est dans le bas du récipient et une résistance électrique de chauffage *6*, munie des bornes *7*,



AUTRE MODÈLE DE POMPE A VAPEUR DE MERCURE, SYSTÈME THOMSON-HOUSTON

1, *récipient ;* 2, *gorge ;* 3, *tube élargi dans le bas ;* 4, *chapeau ;* 5, *mercure ;* 6, *résistance électrique de chauffage ;* 7, *bornes ;* 8, *espace annulaire ;* 10, *orifice du récipient à vider ;* 11, *serpentin ;* 12, *conduit annulaire autour du chapeau ;* 13, *tube relié à la pompe auxiliaire ;* 14, *ouverture pour le retour dans la masse du mercure condensé ;* 15, *chicanage ;* 16, *orifice supérieur du tube 3 à son étranglement ;* 17, *ouvertures dans le chicanage pour l'écoulement, par les cannelures* 18, *du mercure condensé dans le chicanage ;* 19, *enveloppe ;* 20, *base ;* 21, *calorifuge.*

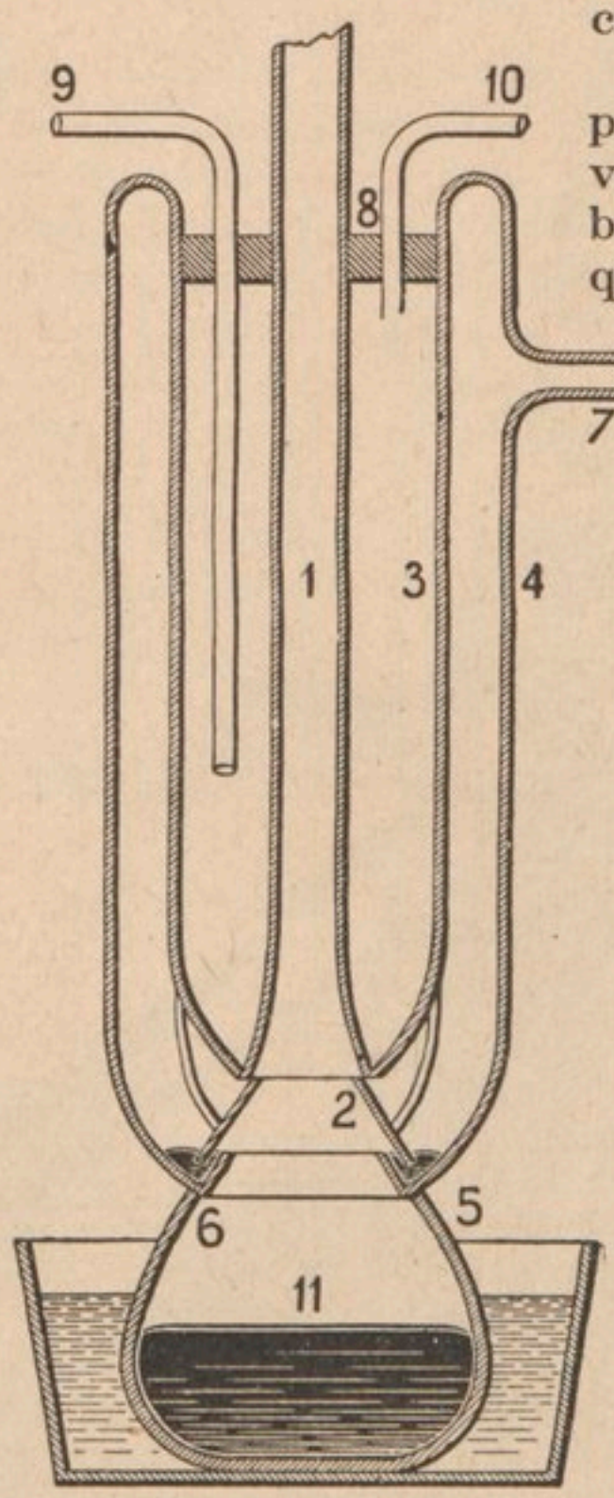
peut être utilisée pour le vaporiser. Le courant de vapeur de mercure, lancé vers le haut du tube *3*, est renvoyé vers le bas par le chapeau *4*, à travers l'espace annulaire *8*, compris entre le tube et le chapeau. Une pièce, fixée par un joint étanche au collet *2*, fait communiquer l'appareil avec l'orifice *10* du récipient à vider.

Quand la vapeur du mercure débouche de l'espace annulaire *8* dans la chambre de condensation, également annulaire, entourant le tube *3*, elle tend à s'échapper vers l'extérieur et à frapper la paroi du récipient, laquelle peut être refroidie au moyen d'une circulation d'eau dans le serpentin *11*. Le gaz, ou la vapeur, provenant du récipient *10*, passera par le conduit annulaire *12*, qui entoure le chapeau, viendra en contact avec le courant de vapeur de mercure à l'extrémité inférieure de ce conduit, et sera chassé vers le bas de la chambre de condensation, d'où il pourra être extrait à l'aide d'une pompe reliée au tube *13*. La vapeur de mercure frappera la paroi refroidie du récipient *1*, se condensera et ne pourra ainsi s'écouler vers le récipient à vider. Tout le mercure condensé tombera au fond du récipient *1*, et retournera, par les ouvertures *14*, pratiquées dans le bas du tube *3*, à la masse principale de mercure.

Un chicanage *15*, en bon contact avec la paroi du récipient *1*, mais en contact imparfait avec le tube *3*, est disposé, comme l'indique la figure, de manière à empêcher le mercure qui tombe de frapper la surface (relativement chaude) du tube et de s'évaporer de nouveau. Ce chicanage se maintiendra relativement froid, en raison de son bon contact avec la paroi du récipient. Les ouvertures *17*, pratiquées dans son pourtour, permettent au mercure de s'écouler, par la cannelure *18*, vers les ouvertures *14* et de retourner ainsi à la masse principale de mercure.

Tout l'appareil peut être enfermé dans une enveloppe *19* et reposer sur une base métallique *20*, dont les parties chauffées peuvent être séparées par une matière calorifuge *21*.

Enfin, M. Pilon, dans un brevet d'invention pris récemment, décrit une simplification de l'appareil en utilisant comme chambre de condensation le tube de refroidissement des gaz aspirés et en ramenant vers la chaudière le mercure condensé par simple circulation à contre-courant.



POMPE A VAPEUR DE MERCURE DE M. PILON

1, *tube central;* 2, *entonnoir renversé;* 3, *tube concentrique;* 4, *gros tube extérieur;* 5, *ampoule;* 6, *gouttière;* 7, *tube de communication avec le récipient à vider;* 8, *bouchon perforé;* 9 *et* 10, *tubes d'entrée et de sortie du liquide refroidisseur;* 11, *mercure dans l'ampoule.*

Un tube central *1* porte à sa partie inférieure l'entonnoir renversé *2*, supporté par trois petits bras de verre; un tube concentrique *3* forme une chambre de refroidissement autour de ce tube central auquel il est soudé à la partie inférieure. L'extérieur de l'appareil est constitué par un gros tube *4* se raccordant à l'ampoule *5*. Une gouttière *6* est ménagée au sommet de l'ampoule. Le tube *3* est introduit dans le tube *4* de telle sorte que l'entonnoir pénètre dans la gouttière et on les soude l'un à l'autre à leur partie supérieure. Un bouchon *8*, portant deux tubes d'entrée et de sortie *9*, et *10*, ferme le sommet de l'espace annulaire entre les tubes *1* et *3*.

Le mercure *11*, placé dans l'ampoule, est chauffé par un bain d'huile pour fournir le courant de vapeur de mercure nécessaire. Le mercure qui se condense dans le tube *1* retombe en gouttelettes sur l'entonnoir *2* et remplit la gouttière *6*, d'où il retombe finalement dans l'ampoule.

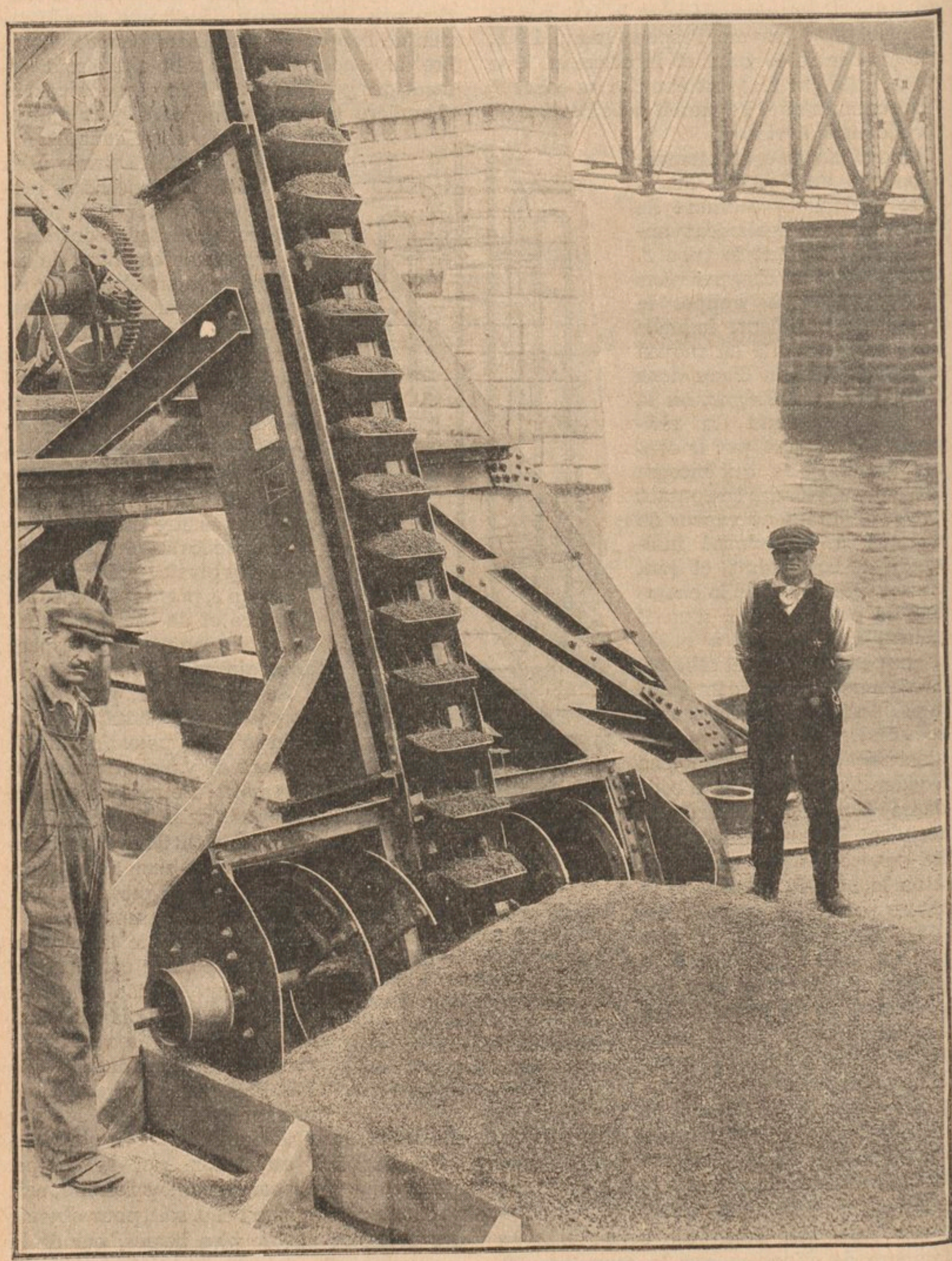
On raccorde le tube *7* au récipient à vider et le tube *1* à la pompe à vide primaire. Quand ces raccords sont établis, le courant de vapeur de mercure circulant dans le tube *1* et l'entonnoir entraîne avec une grande rapidité les gaz du récipient à vider, et ceux-ci sont ensuite expulsés au dehors par la pompe.

Le tube *1* est constamment refroidi, soit par un liquide tel que l'eau, soit, pour obtenir des pressions encore plus basses, par de la saumure suffisamment refrigérée qui entre par le tube *9* et sort par le tube *10*.

Cet appareil est en verre pour les laboratoires, mais il peut également être construit en métal pour les usages industriels.

CH. MONTGIRAUD.

RÉCUPÉRATION DU CHARBON ENLEVÉ PAR LES EAUX



DRAGUE UTILISÉE POUR RETIRER DU LIT DES RIVIÈRES LE CHARBON QUI S'Y EST DÉPOSÉ

Lorsque ruisseaux et rivières traversant des régions charbonnières entrent en crue, une quantité considérable de poussier de charbon est emportée par les eaux et, après avoir été charriée plus ou moins loin, se dépose sur les fonds où les eaux sont tranquilles. Jusqu'à ces derniers temps, ce poussier était perdu pour tout le monde. On s'est préoccupé récemment, aux Etats-Unis, de le récupérer et on y est parvenu très facilement en utilisant des dragues analogues à celle que représente notre gravure.

L'ÉLECTRICITÉ A LA FERME

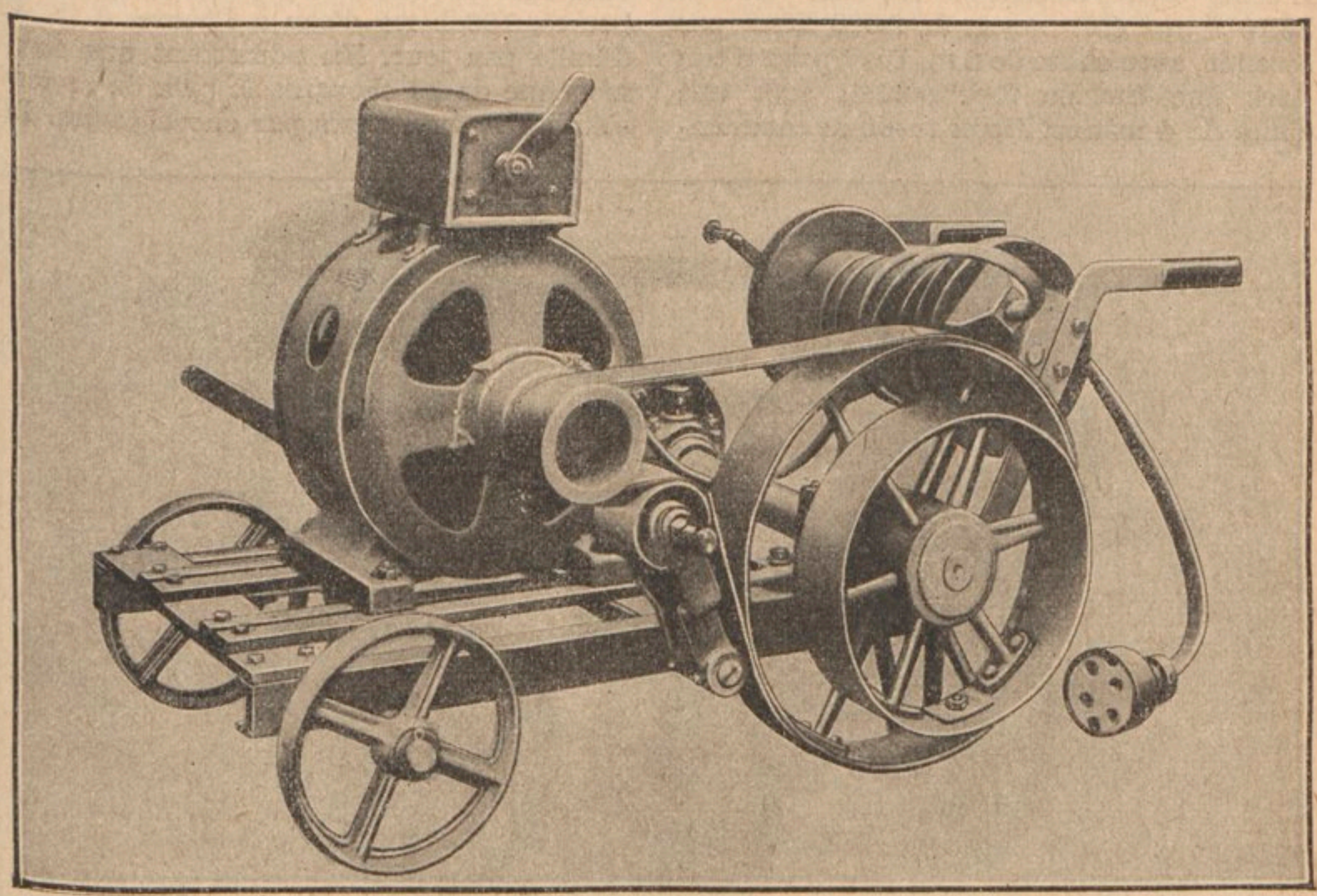
Par Constant FLORIOT

La main-d'œuvre est rare, la main-d'œuvre est chère, aussi bien à la ville qu'aux champs. Mais c'est là surtout, dans les exploitations agricoles, dans la grande comme dans la petite culture, que la crise se fait sentir avec le plus d'acuité.

Comme il ne paraît guère possible, au moins pour le moment, de remédier à cette pénurie, il importe, si l'on ne veut pas voir une plus ou moins grande partie de la terre rester sans culture, d'y suppléer au plus vite, et cela est possible en remplaçant les hommes absents par le moteur. Un seul moteur, actionnant les machines et appareils de la ferme, pourvoyant à tous les travaux pénibles, multiplie la puissance de production ; grâce à lui, un petit noyau de travailleurs, un seul parfois, peut suffire aux diverses tâches qui en exigeaient auparavant un nombre beaucoup plus grand.

Pour se le procurer, le mieux, ici encore, est de s'adresser à l'électricité, qui, grâce à sa souplesse, se prête à tous les usages ; car le moteur à vapeur, surtout dans les petites cultures, dans les fermes de faible importance, présente des inconvénients ; il exige la présence d'un ouvrier spécialiste : un conducteur-mécanicien. Il en est de même du moteur à essence. Nous ne parlons ici que des petits travaux de la ferme et non pas du travail mécanique de la terre proprement dit (labourage, moisson, etc.) dont il a été question dans des articles précédents.

Malheureusement, les avantages que présente l'emploi de l'électricité dans les exploitations agricoles, surtout en ce qui concerne



MOTEUR TRANSPORTABLE A COURANT TRIPHASÉ, MONTÉ SUR BROUETTE

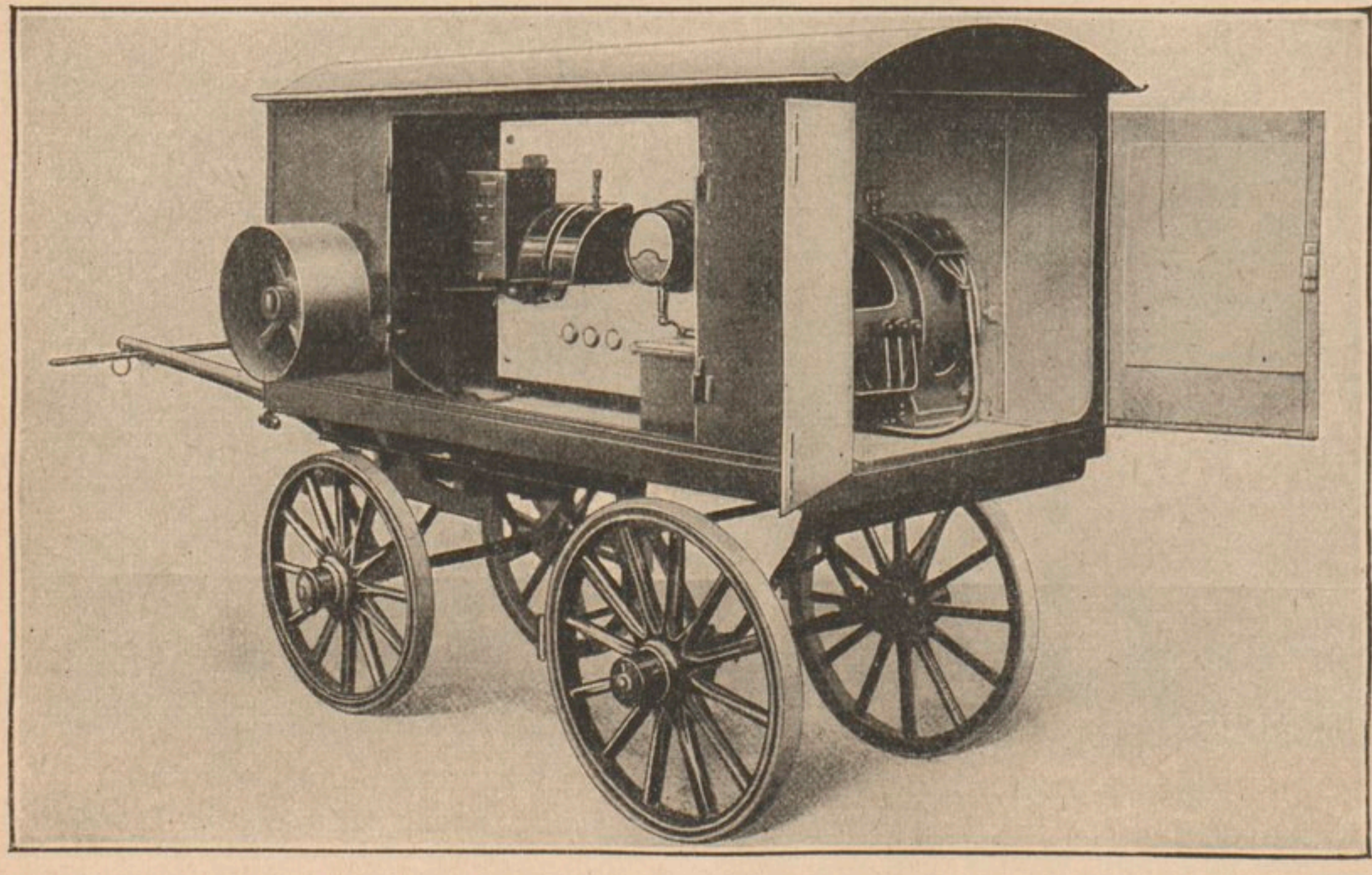
L'interrupteur ou le démarreur ainsi que les coupe-circuits sont montés directement sur le moteur. Le tambour sur lequel s'enroule le câble flexible pour la prise de courant branchée au réseau de distribution est monté sur le châssis et est pourvu d'une manivelle et d'une roue à rochet avec cliquet; le câble, de 10 mètres de longueur, a son extrémité libre munie d'un contact à fiches servant à la jonction. Ce moteur, relativement léger, est construit pour petites puissances.

la réduction de la main-d'œuvre, sont encore trop méconnus. Chaque cultivateur devrait savoir qu'avec le moteur électrique on peut effectuer rapidement et sans fatigue musculaire de nombreux travaux que l'ouvrier agricole ne peut exécuter qu'avec lenteur et péniblement, par exemple le concassage et le broyage des grains, le pressurage des pommes et du raisin, l'élévation de l'eau, l'écrémage, etc., mais encore ces moteurs permettent d'organiser mécaniquement la manutention à l'intérieur de la ferme, de manière que toutes les opérations peuvent se faire avec un personnel très réduit, n'ayant à développer aucun effort physique, telles que le transport des grains et fourrages, du bois et des racines, la mise en silos ou en greniers, la distribution des aliments au bétail, etc., toutes ces opérations s'effectuant, pour ainsi dire, automatiquement, au moyen de transporteurs actionnés par l'électricité.

Un exemple très remarquable d'installation, rendant les plus signalés services aux agriculteurs sur une assez grande étendue de territoire, est donné par la station rurale d'électricité d'Agnicourt-et-Séchelles (Aisne). L'usine hydro-électrique installée sur la Serre a un débit moyen de 2.000 litres par seconde, avec chute de 3 m. 10 et prise d'eau dans une turbine fonctionnant sous une chute de 4 mètres. Deux turbines commandent chacune une dynamo de 45 kilowatts, produisant un courant triphasé à la tension de 520 volts. La force motrice économique ainsi obtenue est distribuée aux abonnés à raison de 30 à 35 centimes le kilowatt.

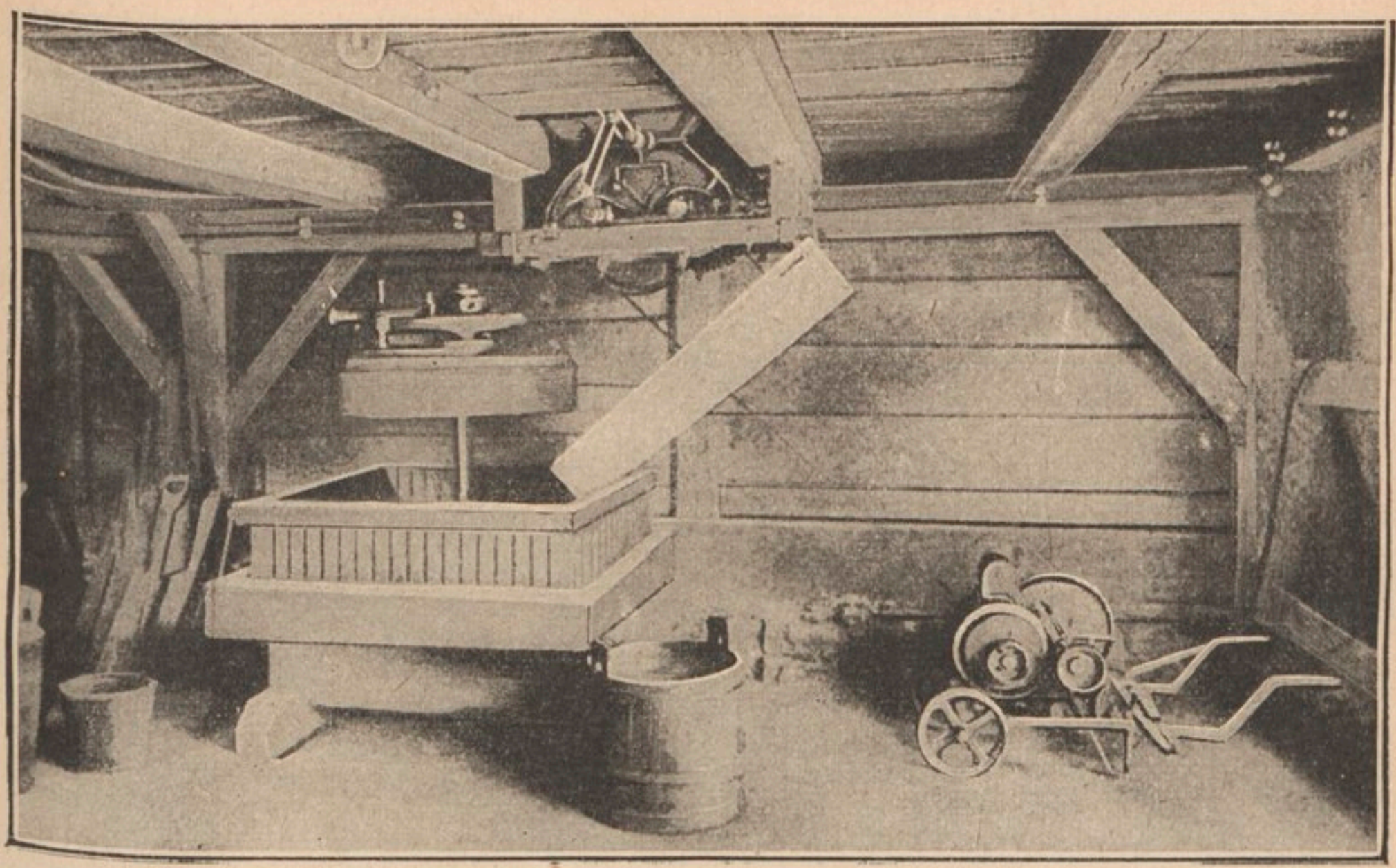
Dans un autre exemple, à Cagny (Calvados), l'emploi de l'énergie électrique apparaît bien plus économique que celui de la locomobile. C'est ainsi que le battage des céréales, au moyen d'un groupe électrogène (moteur et dynamo) revient à 1 fr. 75 les cent gerbes tandis qu'il coûtait 4 fr. 60 en employant la machine à vapeur (locomobile en location), soit une économie totale de 1.148 francs en faveur du premier système, pour une récolte de 40.000 gerbes.

Car là où il n'existe pas de secteur et où les chutes d'eau utilisables manquent, l'agriculteur peut produire lui-même son électricité au moyen d'un groupe électrogène, mais ceci n'est applicable pratiquement que dans les cultures sur une assez grande échelle, et le petit cultivateur n'y trouverait pas son compte. Ainsi, dans l'installation réalisée à la ferme d'Alger (Marne), le moteur est du type à gaz pauvre, de 16 chevaux, consommant 72 kilos d'anthracite par dix heures, 100 litres d'eau à l'heure, 0 fr. 50 d'huile par jour. En admettant une force moyenne de 10 chevaux, le prix de revient s'établit à 5 centimes par cheval-heure. La



MOTEUR TRANSPORTABLE POUR GRANDES PUISSANCES, MONTÉ SUR CHARIOT

Le câble de prise de courant, fixé sur un tambour, peut avoir jusqu'à 100 mètres de longueur.



PRESSOIR A FRUITS ACTIONNÉ PAR UN PETIT MOTEUR ÉLECTRIQUE
Monté sur brouette très légère, ce moteur est muni d'un réducteur de vitesse à engrenages.

dynamo-génératrice, commandée directement par le moteur a une capacité de 75 ampères, pouvant absorber une force de 12 chevaux environ à 1.500 tours. La batterie d'accumulateurs est de 60 éléments avec une capacité de 130 ampères ; elle peut être branchée directement sur les trois moteurs commandant un broyeur de tourteaux, un coupe-racine, un hache-paille, un aplatisseur de grains, un moulin, un tarare, un trieur, une batteuse et des pompes.

Le travail produit par les machines se chiffre comme suit : coupe-racines, vitesse 150 tours, débit 3.600 kilos de betteraves à l'heure ; hache-paille, 150 tours, 436 kilos de paille de blé et de sainfoin sec ; moulin, 430 tours, 86 kilos de seigle ; aplatisseur, 220 tours, 300 kilos d'avoine ; brise-tourteaux, 110 tours, 400 kilos de tourteaux de soja ; tarare-trieur avec 5 ampères, soit 600 watts, 10 hectolitres de blé ; batteuse, 900 tours, 6 quintaux de blé à l'heure ; enfin, les pompes actionnées électriquement peuvent débiter 3.000 litres d'eau à l'heure.

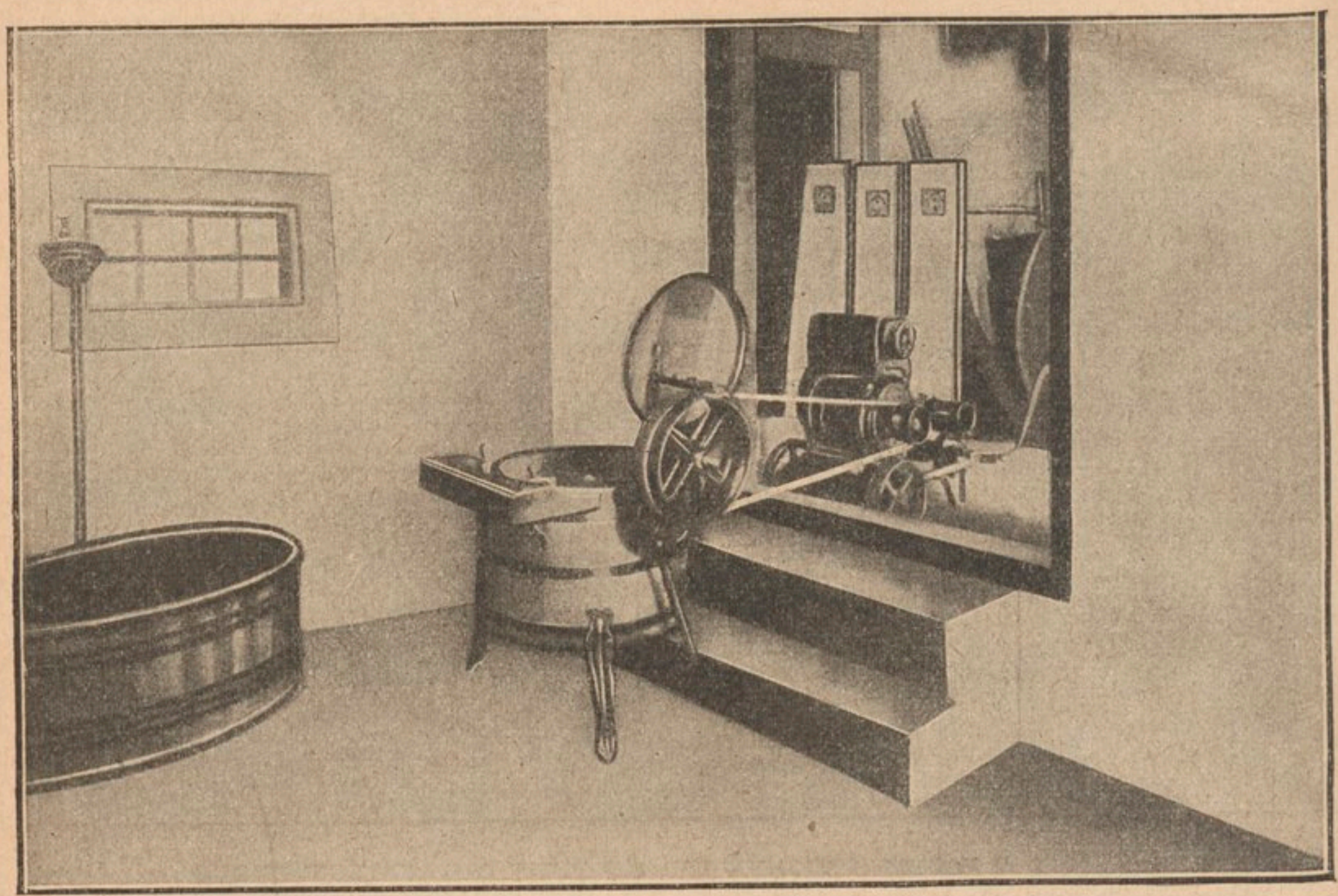
Le compte peut s'établir ainsi : en totalisant la consommation du moteur (à raison de 243 jours de marche à 4 fr. 09), la main-d'œuvre, l'amortissement, les réparations, l'intérêt du capital engagé, on arrive à une production de 9.270 kilowatts-heure pour 3.913 francs, soit 0 fr. 42 le kilowatt-heure.

D'après ces données, le prix du travail de chaque machine est déterminé par les chiffres suivants : battage des céréales 0 fr. 42 par quintal ; tarare-trieur, 0 fr. 025 par hectolitre ; pompes avec élévation de 32 mètres, 0 fr. 257 par mètre cube ; coupe-racines, 0 fr. 203 par 1.000 kilos de betteraves ; hache-paille, 1 fr. 04 par 1.000 kilos de paille et foin ; moulin, 0 fr. 99 par 100 kilos de grain moulu demi-fin ; aplatisseurs, 0 fr. 215 par 100 kilos d'avoine ; broyeur, 0 fr. 063 par 100 kilos de tourteaux.

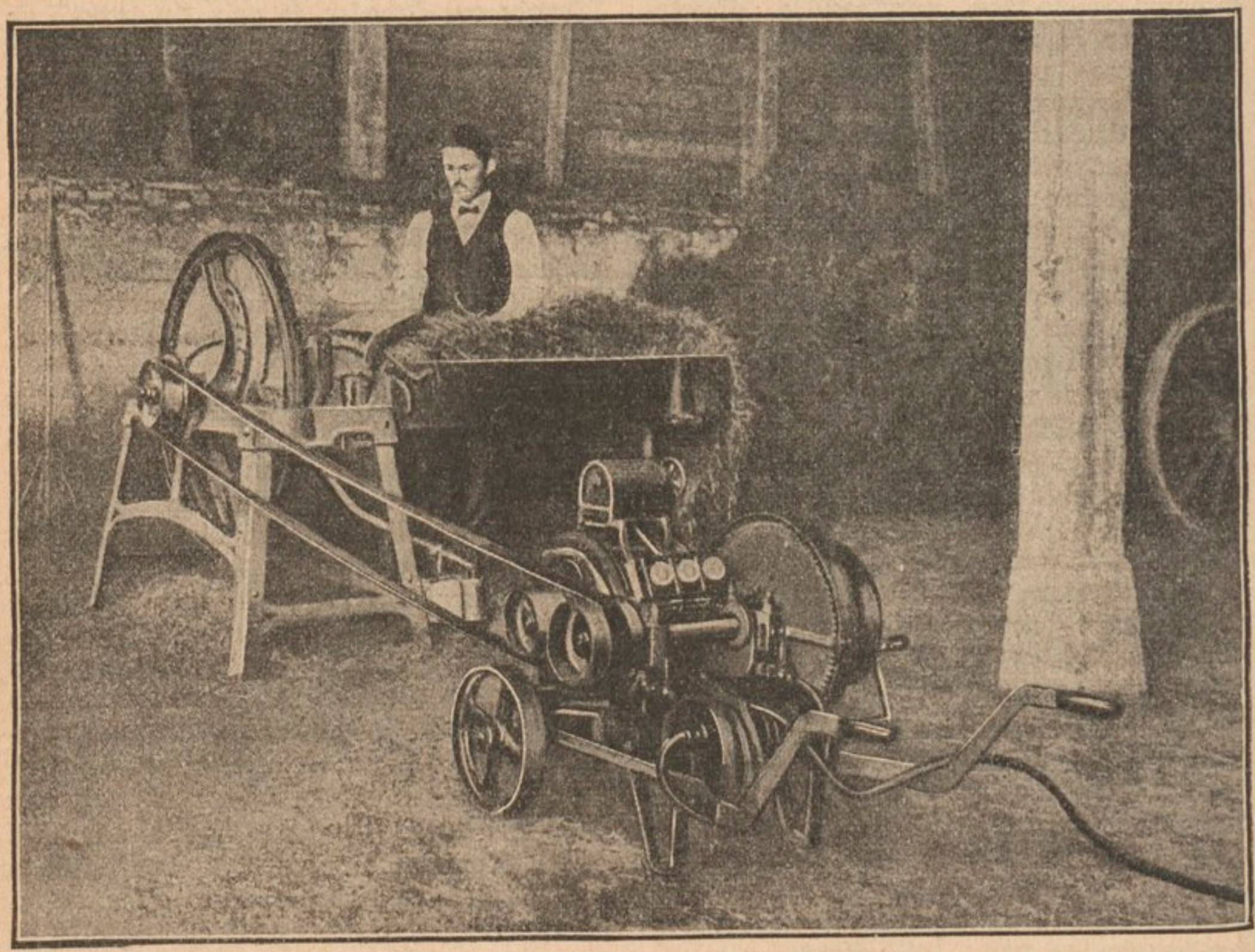
Le moteur électrique agricole offre, sur les autres machines, divers avantages, tels qu'un emploi très varié, une mise en marche fort simple et instantanée, une absence à peu près complète de surveillance, un coût minimum et un entretien à peu près nul.

Les fournisseurs d'électricité (centrales électriques, sociétés, etc.) amènent, en général, les conduites jusqu'à l'habitation du client. L'installation intérieure (y compris les « entrées ») jusqu'aux moteurs et appareils accessoires, sont à la charge de celui-ci.

Les « entrées » comprennent les traversées des murs (ordinairement des pipes d'entrée) et les coupe-circuits d'entrée. Ces derniers servent à protéger les conduites contre les courts-circuits. Les coupe-circuits munis de poignées, appelés aussi coupe-circuits déclenchables, offrent un grand avantage en ce



COMMANDE D'UNE LESSIVEUSE PAR MOTEUR ÉLECTRIQUE MONTÉ SUR BROUETTE



LE MÊME PETIT MOTEUR TRANSPORTABLE PEUT FAIRE FONCTIONNER LE HACHE-PAILLE

sens qu'ils permettent de pouvoir changer facilement les fusibles sans aucun risque de se faire électrocuter au cours de ce travail.

Dans toutes les installations dont la tension de service est de plus de 150 volts, tous les moteurs et les appareils doivent être « mis à la terre » afin que, dans le cas où une partie qui, normalement, ne doit pas être sous courant comme, par exemple, la carcasse du moteur, vienne à recevoir du courant, ce dernier soit conduit à la terre, et, par cela même, rendu complètement inoffensif dans le cas d'un contact accidentel.

La conduite à la terre se compose d'un fil de cuivre nu galvanisé, de 6 millimètres de diamètre, en connexion avec une conduite d'eau ou avec une plaque de cuivre d'au moins un demi-mètre carré de surface enfoncée convenablement dans le sol.

L'agriculteur désireux de faire l'acquisition d'un moteur électrique pour son exploitation, devra se poser les questions suivantes :

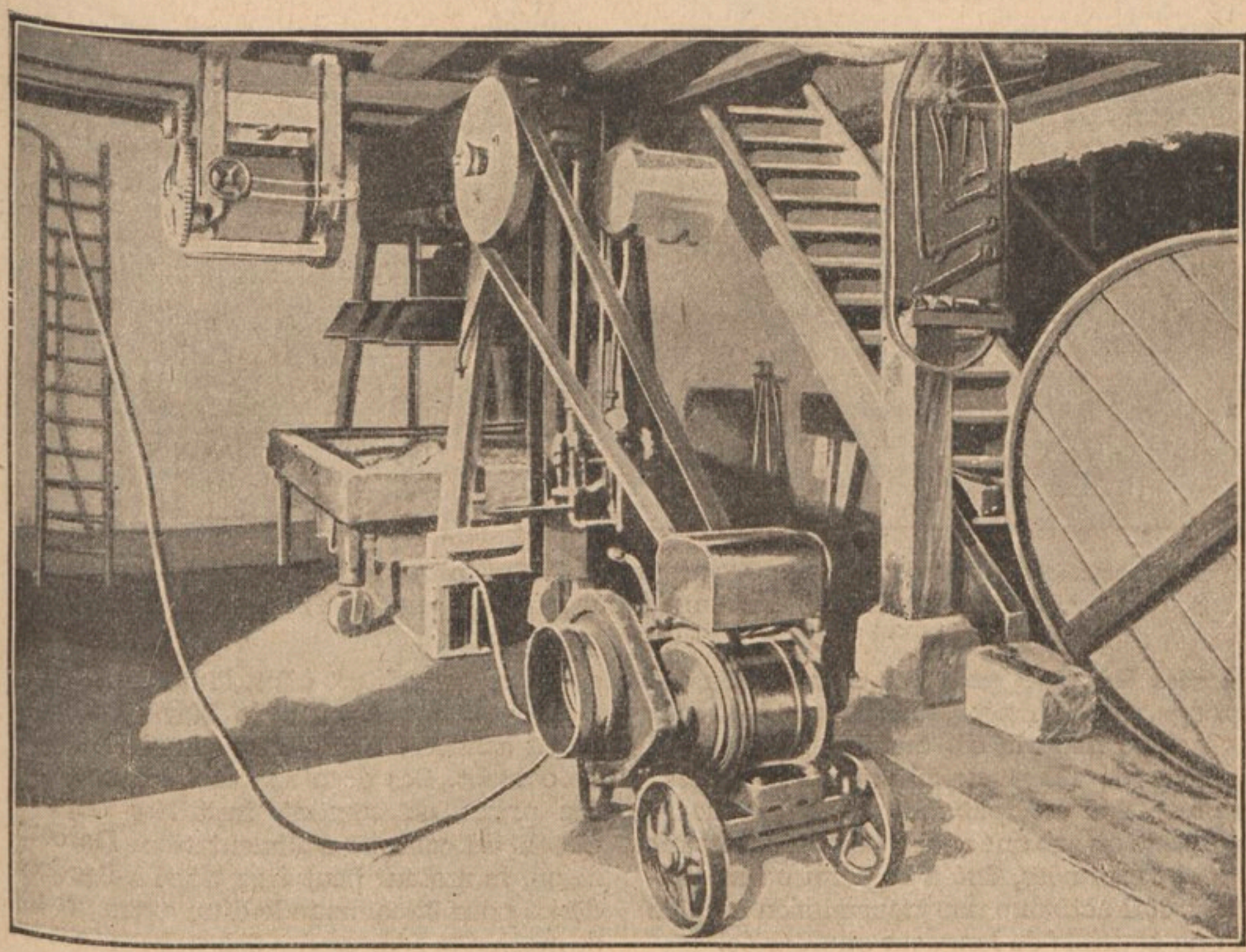
Est-ce que l'utilisation d'un service électrique est pécuniairement avantageuse ?

Est-ce que les différentes machines pourront être montées de telle sorte que les frais d'installation ne soient pas trop élevés ?

Quel moteur sera le mieux approprié aux conditions exigées par le service en vue ?

La première de ces questions sera traitée plus loin. Quant aux deux autres, voici ce que l'on en peut dire en quelques mots :

Le système du moteur dépend du courant sur lequel il doit être branché. Ainsi, pour les réseaux à courant alternatif, on emploiera des moteurs à courant alternatif, pour les réseaux à courant continu, des moteurs à courant continu. Dans tous les cas, les moteurs devront être bobinés pour la même tension que celle du réseau, et, en outre, dans les exploitations à courant alternatif, également pour le même nombre de périodes que celui du réseau d'alimentation.

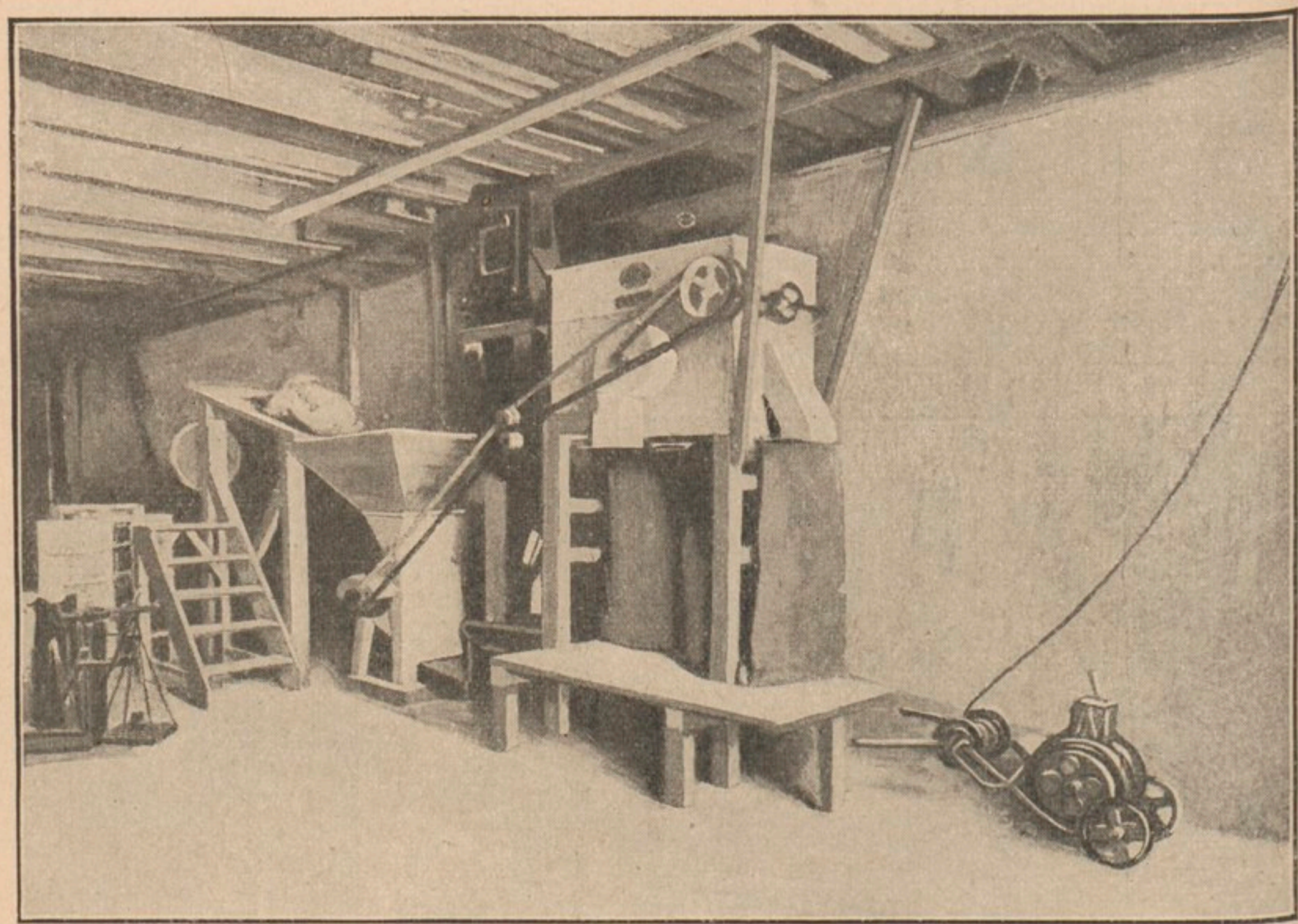


IL FAIT AUSSI MARCHER LE BROYEUR A FRUITS ET LE PRESSOIR DE LA FERME

Les tensions usitées pour le courant électrique continu sont 110, 120, 220 et 440 volts, et, pour le courant alternatif, 250, 350 et 500 volts. Le nombre de périodes est, en général, de 50 ou de 40 par seconde.

Les machines agricoles peuvent, d'habitude, être disposées d'après les trois variantes suivantes, qui sont très rationnelles :

Variante 1. — Toutes les machines sont



AUTRE COMMANDE D'UN BROYEUR A FRUITS A L'AIDE D'UN PETIT MOTEUR ÉLECTRIQUE TRANSPORTABLE (MONTÉ SUR BROUETTE) DE FAIBLE PUISSANCE

placées les unes près des autres, dans la grange, sous le hangar, sous l'avant-toit, etc.; la pompe à purin est aussi à proximité.

Pour de telles exploitations, le moteur à poste fixe est tout indiqué. Il est monté sur socle ou sur une console ou bien, suivant les circonstances, fixé à la paroi ou au plafond, et il actionne une transmission à l'aide d'une courroie de longueur appropriée.

Cette transmission actionne à son tour les différentes machines agricoles, comme batteuse, hache-paille, broyeurs à fruits, fraiseuses, meules, pompes à purin, lessiveuses, etc. Ordinairement, les batteuses et les hache-paille sont montés sur le fenil, tandis que les autres machines sont installées sur l'aire de la grange et les broyeurs à fruits sur un socle spécial à l'écart des autres machines.

Variante 2. — Une partie des machines seulement peuvent être placées à proximité les unes des autres, les autres machines étant montées isolément en d'autres endroits. Pour ce cas, on trouve les solutions suivantes :

Installation d'un moteur fixe, commande par transmission pour le premier groupe de machines. Le moteur est alors disposé de telle sorte qu'il puisse être placé dans un autre endroit. A cet effet, l'interrupteur est monté directement sur le bâti du moteur et est connecté à un câble muni de fiches de contact. Ces dernières se branchent sur des prises de courant installées dans le circuit du courant d'alimentation. De cette façon, le moteur peut être placé à l'endroit désiré pour la commande d'un autre groupe de machines. L'usage des fiches de contact est particulièrement avantageux dans ces sortes d'installations; on n'a d'abord besoin que d'un seul interrupteur et, ensuite, il n'est nullement nécessaire de défaire et de refaire des connexions sur la ligne du courant du service.

Si le moteur doit actionner individuellement et directement des machines à grandes vitesses, on peut, suivant les nécessités particulières, se passer de transmission.

En tout cas, il est avantageux, afin d'éviter de trop fréquents transports du moteur (spécialement du moteur demi-fixe) que les machines employées le plus couramment soient, si possible, réunies en un groupe. Par exemple, un groupe se composera du hache-paille, de la pompe à purin et de la meule; un autre, du broyeur à fruits, d'une fraiseuse, etc. En automne, le moteur, qui

servira à presser le fruit ou le raisin, en hiver à fraiser le bois, sera placé dans un lieu approprié à ces travaux et y sera laissé pendant tout le temps que dureront ces derniers.

Il est aussi possible que toutes les machines puissent être commandées par un moteur à l'aide d'une transmission et qu'une seule machine, ou deux, devant être plus fréquemment employées, soient montées dans un autre local plus éloigné. Dans ce cas, il serait de beaucoup préférable que ces machines isolées aient leur propre moteur fixe.

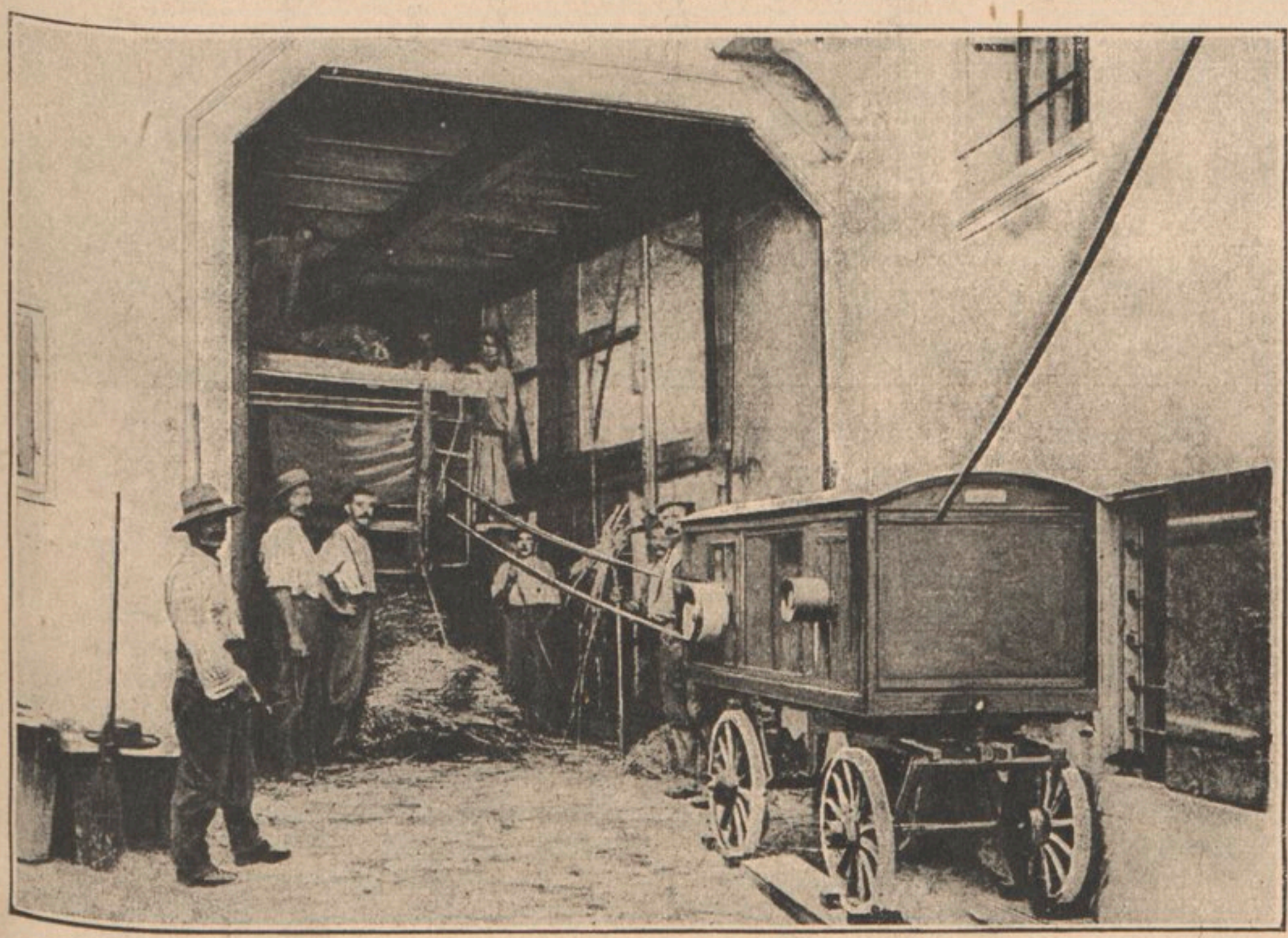
Si les différentes machines sont passablement éloignées les unes des autres, alors on donnera le plus souvent la préférence aux moteurs transportables sur chariot, bien que le prix de ces derniers soit plus élevé que celui des moteurs transportables ordinaires, comme on le verra un peu plus loin.

Variante 3. — Les machines sont éloignées les unes des autres et isolément montées dans des locaux différents, par exemple le hache-paille dans la grange, les lessiveuses dans la chambre à lessive ou buanderie, le broyeur à fruits dans un local spécial, la pompe à purin à proximité de l'étable, etc. Ou bien, les machines sont montées dans un seul local, mais dans une telle disposition, que l'emploi d'une transmission donnerait lieu à des complications beaucoup trop coûteuses et ferait craindre des accidents.

Là, il n'y a que le moteur transportable sur brouette qui convienne. Il est construit pour de petites puissances (jusqu'à 5 et 10 chevaux) et monté sur brouette à deux roues d'une très grande légèreté.

Afin d'éviter l'emploi de transmissions pour la commande des machines à petite vitesse, le moteur est pourvu d'un renvoi à engrenages à l'aide duquel le nombre de tours, qui est d'environ 1.400 par minute, est alors réduit à 280 ; le « rapport de réduction » est ainsi de 1 à 5. Il possède, de plus, une poulie pour la commande directe des machines à marche rapide : batteuses, fraiseuses, etc., alors que les deux poulies calées sur le renvoi à engrenages servent à la commande des machines à petite vitesse.

La jonction du moteur à la prise de courant branchée sur le réseau de distribution se fait au moyen d'un câble qui s'enroule sur un tambour monté sur le châssis, et qui est pourvu d'une manivelle et d'une roue à rochet avec cliquet. L'extrémité libre du câble est munie d'un contact à fiches bi, tri, ou tétrapolaire pour ladite jonction.



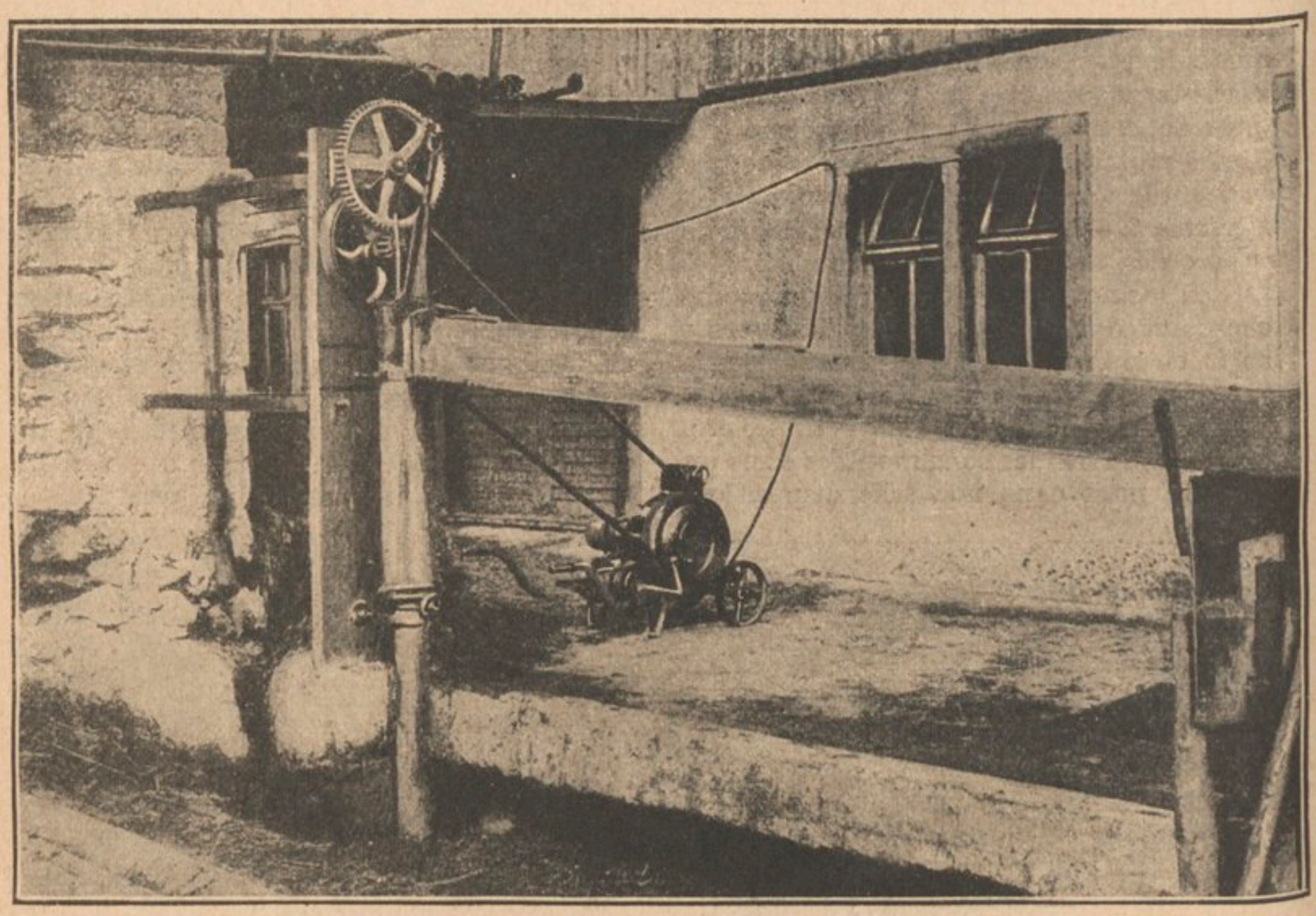
BATTEUSE COMMANDÉE PAR MOTEUR ÉLECTRIQUE DE PLUS GRANDE PUISSANCE QUE LE PRÉCÉDENT, MONTÉ SUR UNE CHARRETTE A QUATRE ROUES

Les moteurs d'une puissance supérieure, notablement plus lourds, sont montés sur une solide charrette à quatre roues. Ils sont mis à l'abri de la poussière et du temps par un revêtement en tôle démontable qui, lui-même, est pourvu d'une porte latérale permettant le graissage du moteur et le service des appareils. Ils sont exécutés pour commande par courroie avec ou sans renvoi à engrenages. Le câble, jusqu'à une longueur de 100 mètres, peut être facilement enroulé sur le tambour. Pour de plus grandes longueurs, il convient mieux de diviser le câble en deux parties qui sont enroulées chacune sur un tambour dont l'un est porté par un dispositif spécial installé sous la voiture.

Ces moteurs sont spécialement avantageux à titre commun pour le service de divers intéressés, pour des sociétés agricoles ou des sociétés de consommation, etc., car, pour un seul intéressé, il se pourrait que les frais d'acquisition fussent un peu trop élevés.

La force du moteur doit être choisie d'après la machine qui dépense le plus d'énergie. A défaut de points de repère suffisants, il vaut mieux que le moteur soit prévu plutôt trop fort que trop faible. L'énergie qu'il développe dépend de l'énergie absorbée par la machine. Si, par exemple, un moteur de 5 chevaux actionne une machine qui ne réclame que 2 chevaux, le moteur ne dépensera pas plus de courant qu'un moteur de 2 chevaux marchant à pleine charge, etc.

On aura aussi à résoudre la question de savoir si c'est un moteur à induit en court-circuit ou à induit avec bague de contact qu'il s'agit de prévoir. Le premier, grâce à l'extrême simplicité de sa construction et à ses qualités électriques, convient aux commandes les plus variées. Comme il ne possède que très peu de parties soumises à l'usure, il est, dans le service spécial qu'il assure, d'une bonne durabilité et d'une grande sûreté, et son entretien est des plus simples.



POMPE A PURIN ACTIONNÉE PAR UN PETIT MOTEUR ÉLECTRIQUE

Le moteur appartient au type transportable et il est également monté sur brouette très légère.

Mais il faut noter que les grands moteurs de cette sorte occasionnent des à-coups dans le réseau d'alimentation lors d'un démarrage à pleine tension normale. C'est pour cela qu'en général les centrales électriques ont des prescriptions précises sur la grandeur admissible de ces moteurs, et sur les conditions auxquelles ils sont soumis pour être branchés sur le réseau d'alimentation.

Toutes les machines agricoles qui, jusqu'à

ce jour, ont été commandées à bras ou par un manège, par des moteurs à benzine, à pétrole, à vapeur ou à eau, peuvent, sans difficulté, être actionnées par des moteurs électriques, partout où un réseau de distribution à proximité en offre la possibilité.

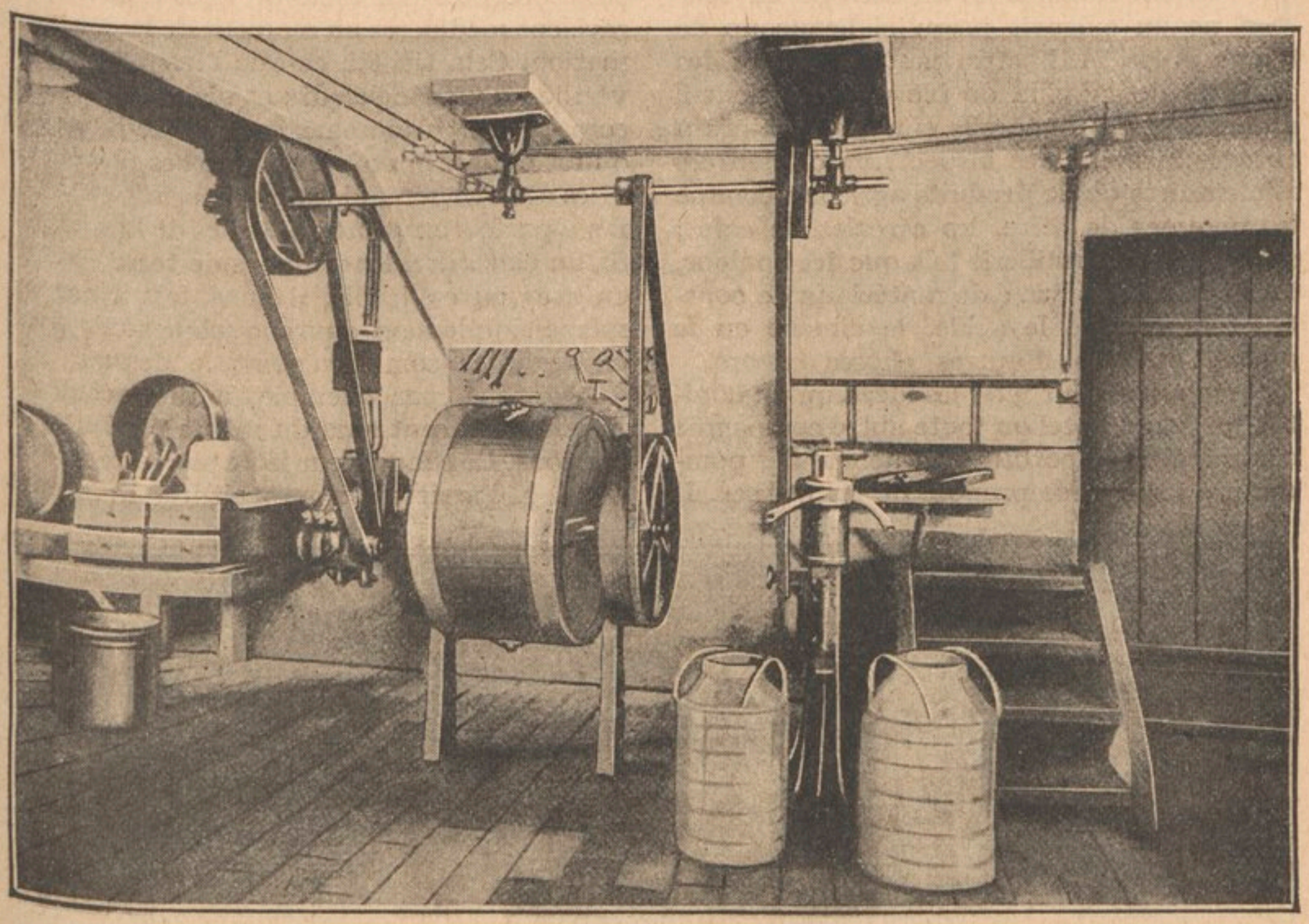
L'énergie électrique est livrée par diverses centrales, soit au compteur, soit à un tarif fixe (à forfait) par année et par cheval. Dans la plupart des cas, principalement dans les grandes installations, la vente de l'énergie au compteur est plus favorable, tant pour l'abonné que pour la centrale électrique.

Voici quelques prix, exprimés en centimes et par hectowatt, du courant électrique alimentant des moteurs ne travaillant que pendant la journée (le tarif du travail pendant la nuit est souvent notablement réduit).

Pour un moteur de 2 chevaux :
200 heures, à forfait, 8,4 ; au compteur, 3,1;
400 heures, à forfait, 4,2 ; au compteur, 2;
600 heures, à forfait, 2,8 ; au compteur, 1,7;
Pour un moteur de 6 chevaux :
200 heures, à forfait, 7,5 ; au compteur, 3,5;
400 heures, à forfait, 3,8 ; au compteur, 2,1;
600 heures, à forfait, 2,5 ; au compteur, 1,6.

D'après ces données, il est facile de déterminer le rapport qui existe entre le prix de l'énergie électrique et la puissance consommée. Si l'hectowatt-heure coûte 2 centimes (dans les pays où l'électricité est fournie par les chutes d'eau) l'énergie coûtera 40 centimes pour moudre 100 kilos d'orge et 25 centimes pour écraser 100 kilos d'avoine. A ce prix, il faut ajouter les frais d'entretien et l'amortissement du capital d'installation.

Les prix des moteurs dépendent naturellement de la puissance pour laquelle ils sont construits. Les moteurs à courant alternatif, à induit en court-circuit, de 1 à 10 chevaux, coûtent, y compris les accessoires et le tableau de commande, de 300 à 4.000 francs ; les mêmes, à induit avec bague de contact, de 6,6 à 10 chevaux, de 1.000 à 1.200 francs. Les moteurs à courant continu sont d'environ 30 % plus chers que les précédents.



MOTEUR ÉLECTRIQUE A POSTE FIXE DANS LA FROMAGERIE D'UNE FERME
Il actionne divers appareils au moyen d'arbres de transmission et de poulies de renvoi.

En Suisse, principalement au cours de ces dernières années, le nombre des moteurs électriques employés dans l'agriculture s'est considérablement accru. Les excellents résultats obtenus par leur usage, secondés par des conférences dans différents cercles et sociétés agricoles, les ont mis de plus en plus en faveur.

C. FLORIOT.

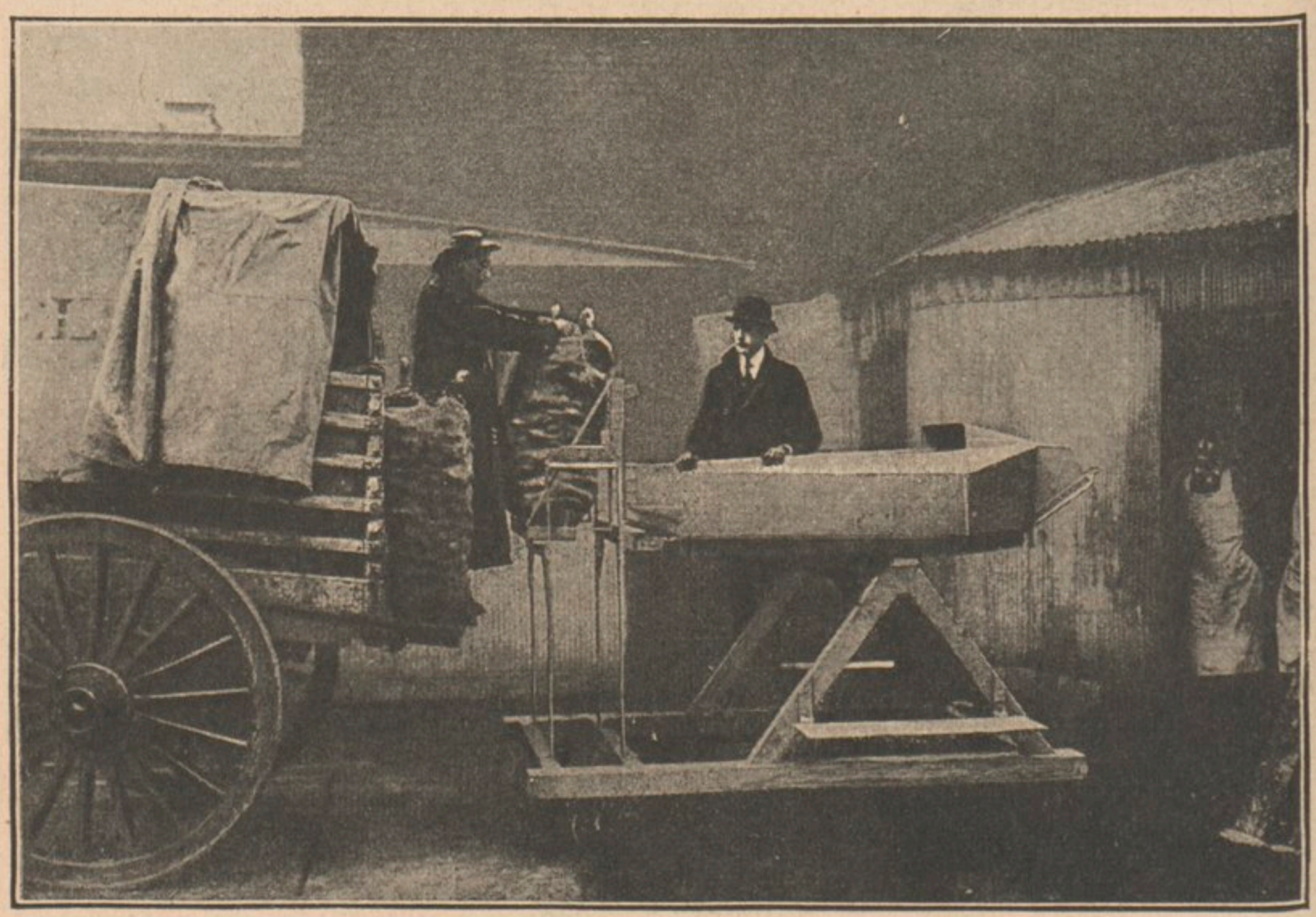
UN APPAREIL POUR L'EXAMEN RAPIDE DES MARCHANDISES LIVRÉES

Par Claude SIRONT

La vérification des substances solides et objets transportés en sacs ou en tonneaux exigeait jusqu'ici beaucoup de temps. Aussi M. Foster, chef du bureau des contrats de la ville de New-York, vient-il d'imaginer des appareils simples destinés à abréger la tâche des inspecteurs de denrées alimentaires ou de produits agricoles comme les pommes de terre, les céréales, le café ; d'objets de quincaillerie tels que les boulons, les clous ou les vis ; de matériaux de construction comme le sable, le ciment ou le plâtre, et bien d'autres choses encore.

Supposons, pour fixer les idées, qu'un hôpital, un grand hôtel ou toute autre compagnie commerciale importante ait acheté des pommes de terre et se propose de les utiliser. Il leur arrive alors assez souvent que les tubercules acceptés par leurs services d'achats se révèlent médiocres au moment de la consommation. Cela tient à ce que l'inspecteur n'a vérifié qu'un sac sur dix et n'a pu se rendre compte que très imparfaitement de la valeur du lot entier. Si on a déchargé ces marchandises d'un wagon qui les transportait en vrac, il n'a parfois examiné que celles de la surface. Si, au contraire, les pommes de terre étaient en sacs ou en barils, il en a fait vider ou même simplement ouvrir quelques-uns pour en regarder sommairement le dessus.

Assistons, par exemple, à une scène de livraison de cent sacs du même produit par camions. Le conducteur jette par terre un sac placé à l'arrière de sa voiture, il le met



LE DÉCHARGEUR FOSTER DISPOSÉ POUR RECEVOIR UN SAC DE POMMES DE TERRE

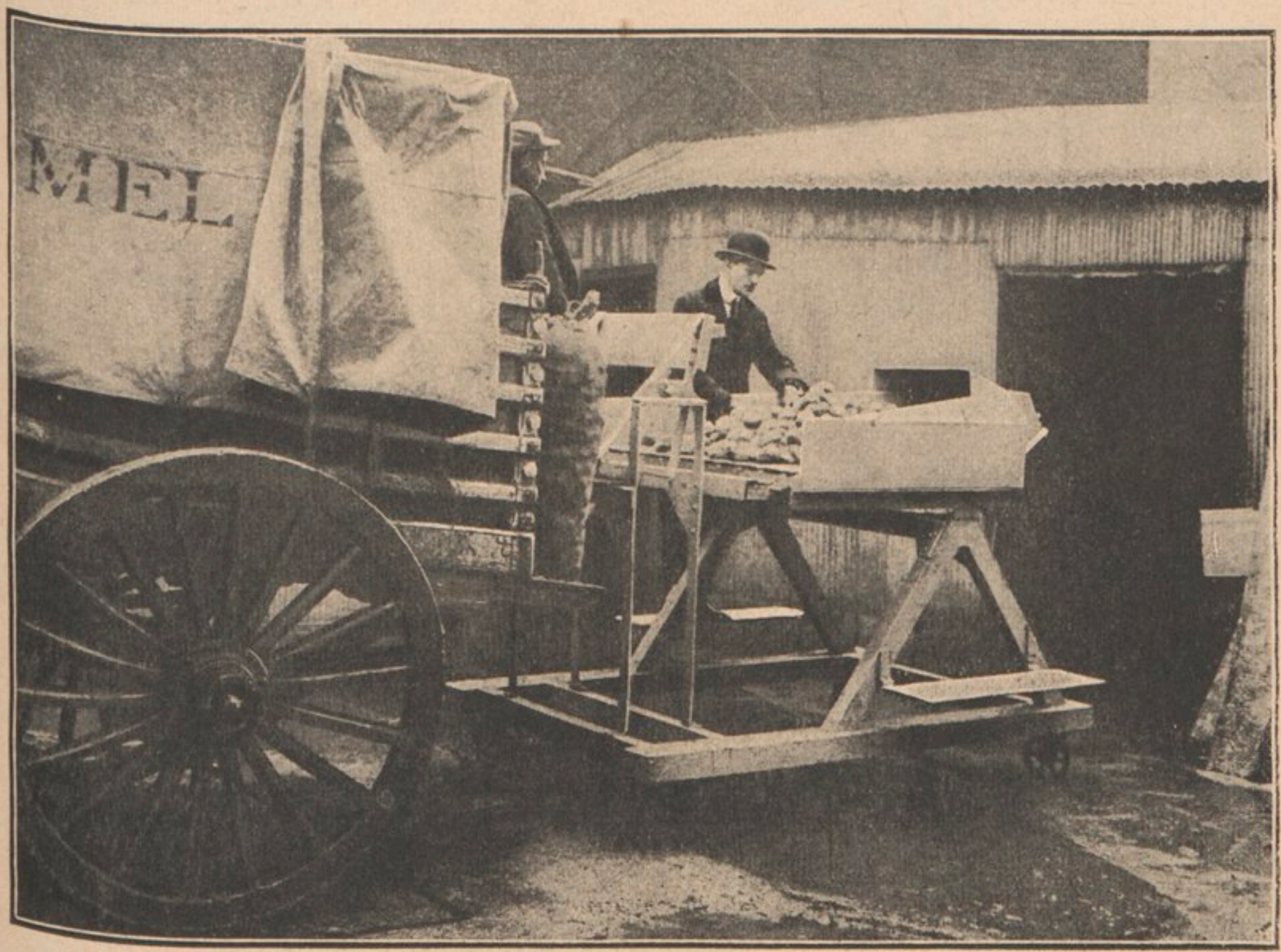
L'appareil a été amené à l'arrière de la voiture et le conducteur de celle-ci, après avoir mis son sac sur la petite plate-forme « ad hoc », se prépare à verser ses tubercules dans la caisse d'inspection.

debout, coupe la ficelle qui le noue et vide les pommes de terre, qui se renversent sur le sol d'une cour plus ou moins propre. Ce travail est, en outre, assez pénible. Un sac de pommes de terre pèse de 80 à 100 kilos. Comme, d'autre part, chacun d'eux est très serré contre son voisin on peut difficilement prendre un sac soit au milieu, soit même dans une place au hasard d'un bout à l'autre du camion. Ce fait d'ordre pratique autorise les vendeurs peu scrupuleux à placer leurs pommes de terre de bonne qualité vers les bords du véhicule en dissimulant les médiocres aux endroits très difficilement accessibles.

Grâce au dispositif, que représentent nos photographies, M. Foster réduit considérablement le temps et le travail nécessaires pour l'accomplissement des opérations d'inspection. On peut examiner rapidement, de cette manière, l'ensemble d'une livraison.

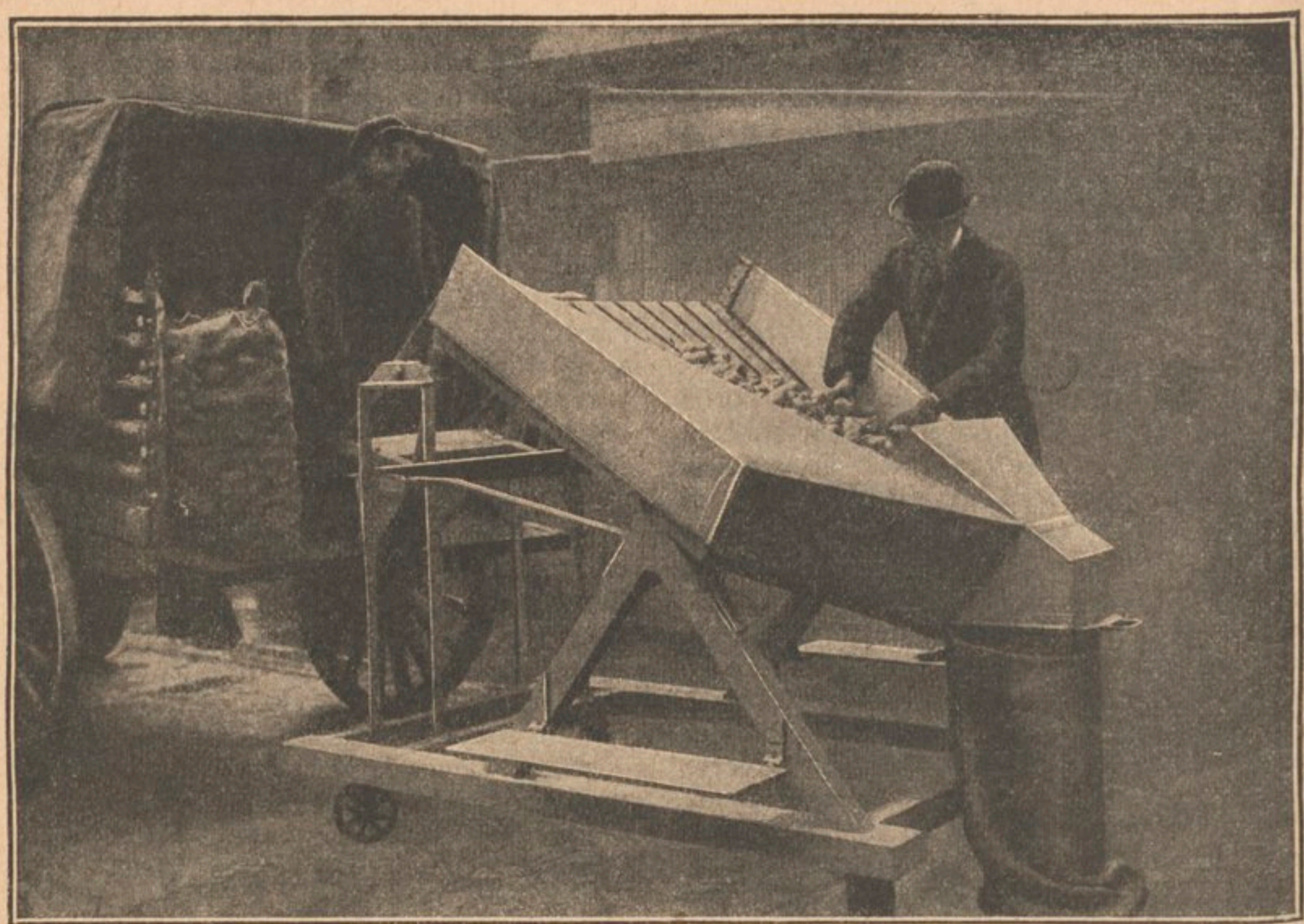
Ce déchargeur se compose d'une caisse à claire-voie montée sur un chariot roulant et pouvant basculer autour d'un axe ; ouverte d'un côté, ladite caisse va en se rétrécissant vers son autre extrémité où se trouve une sorte d'entonnoir facilitant l'écoulement de la marchandise. Des barres verticales fixées sur le bâti de l'appareil soutiennent une petite plateforme destinée à maintenir le sac en position convenable pendant le déchargement. Quand on veut procéder à l'examen d'un lot de pommes de terre transporté par camion, le conducteur roule la machine jusqu'à l'arrière de sa voiture puis il met un sac sur la petite plate-forme, coupe la ficelle et, par une légère poussée, renverse son contenu sur le plancher de la caisse. Alors l'inspecteur, qui se tient sur une marche repliable disposée sur le côté du déchargeur, palpe à loisir les pommes de terre étalées devant lui. Puis une fois sa décision prise, il retire une cheville, fait basculer le plateau et les tubercules glissent jusqu'à une trémie qui obture le couloir d'écoulement. En soulevant cette porte de fermeture, on peut remettre à nouveau les pommes de terre dans leur sac d'origine, maintenu ouvert et suspendu à la trémie au moyen de quelques crochets en fer.

Afin d'élever le déchargeur à la hauteur voulue, variable selon les cas, les montants qui le supportent comprennent deux sections s'emboîtant l'une dans l'autre et leur ajuste-



L'INSPECTEUR EXAMINE LES POMMES DE TERRE VERSÉES SUR L'APPAREIL

Il peut, en étalant rapidement les tubercules sur le plancher à claire-voie de la caisse d'inspection, se rendre compte en quelques minutes de la qualité et de la valeur des produits soumis à son examen.



L'EXAMEN TERMINÉ, LES TUBERCULES SONT REMIS DANS LEUR SAC

Le plateau bascule, et les pommes de terre peuvent glisser jusqu'à une trémie qu'obture le couloir d'écoulement. En soulevant la trappe de fermeture, l'inspecteur les ensache à nouveau.

ment s'effectue à l'aide de chevilles. De cette façon, le déchargeur se rencontre de niveau avec le plancher de n'importe quel camion ou wagon de transport et le travail de manutention des sacs se trouve allégé.

D'autre part, le plancher du plateau, parfaitement équilibré pour rendre les manœuvres plus aisées, se compose d'ardoises effilées et arrondies pour faciliter le glissement et on a laissé un espace entre chacune d'elles pour permettre à la terre ou autres saletés de tomber au cours de l'inspection. On fait varier la distance séparant chaque barreau d'ardoise selon la nature des produits à examiner, ce qui opère, en outre, un triage vérificateur : les légumes, fruits ou autres produits de taille trop petite passant au travers des interstices laissés vides. Pour les céréales, le maïs ou la farine, on remplace ces derniers par un plancher solide et, avec ce système, on vérifie encore aisément le contenu d'un sac entier au lieu d'en regarder quelques petites poignées.

D'après ce qui précède, on se rendra compte des services que ce nouvel appareil peut rendre dans de nombreux cas. Grâce à lui, l'acheteur obtiendra une connaissance beaucoup plus parfaite de ses livraisons, la main-d'œuvre sera plus réduite et on découvrira facilement la malhonnêteté des vendeurs pratiquant le *topping*, comme disent les Américains. Sous cette dénomination, que nous traduirons en français par le mot *faitage*, on désigne, de l'autre côté de l'Atlantique la mise des fournitures de bonne qualité sur le sommet d'un camion ou d'une voiture et la dissimulation de celles de qualité inférieure en dessous. Inutile d'ajouter que, malheureusement, notre pays connaît, hélas ! ce genre de fraude, si notre langue ignore le mot. Le déchargeur Foster permettra de dévoiler également un autre truc commercial dit du « tuyau de poêle » consistant à mettre un cylindre dans le milieu d'une barrique et à disposer autour de lui les légumes, denrées ou objets, de façon si serrée qu'ils conservent leur position quand on les retire. On place alors des planches à chaque extrémité du couloir ainsi réalisé, juste assez loin des fonds du tonneau pour l'insertion ultérieure de quelques couches de produits destinés à dissimuler le vide aux yeux du trop confiant acheteur.

C. Siront.

LES BESTIOLES AILÉES QUI SE REPAISSENT DU SANG DES HOMMES ET DES ANIMAUX

Par C. PIERRE

MEMBRE DE LA SOCIÉTÉ ENTOMOLOGIQUE DE FRANCE

Au mois de septembre 1917, un journal du soir annonçait que Paris était envahi par des moustiques de taille gigantesque. On en voyait circuler sur les boulevards, rue du Faubourg-Montmartre, jusque dans les sous-sols du Croissant, où ces insectes, attirés par les globes électriques des imprimeries, venaient se faire prendre. On fit et on imprima les suppositions les plus extravagantes !... Le ruisseau souterrain de la Grange-Batelière fut accusé de servir de berceau et de repaire à cette nuée de moustiques géants ! On en montrait dans certaines salles de rédaction !...

Or, ces insectes n'étaient pas des «moustiques», mais de simples *Tipules* inoffensives nées dans les squares négligés ou dans la poussière entassée dans les gouttières mal entretenues. Aucun entomologiste ne parla, et le silence se fit vite autour de l'apparition inusitée de ces insectes aux longues pattes, à l'air menaçant. Ce fait m'en rappelle un autre.

Un soir, dans un hôtel, à la lisière de la forêt de Fontainebleau, on prenait le thé au salon. C'était au mois de juin. Soudain, par la fenêtre ouverte, se précipite un diptère énorme qui vient s'abattre sur le parquet où on l'écrase. Grande émotion !... puis cette réflexion faite tout haut par une jeune fille : « Ah ! si celui-là nous avait piqués !... » C'était encore un faux moustique : la grande *Tipule*, à ailes maculées, absolument inoffensive.

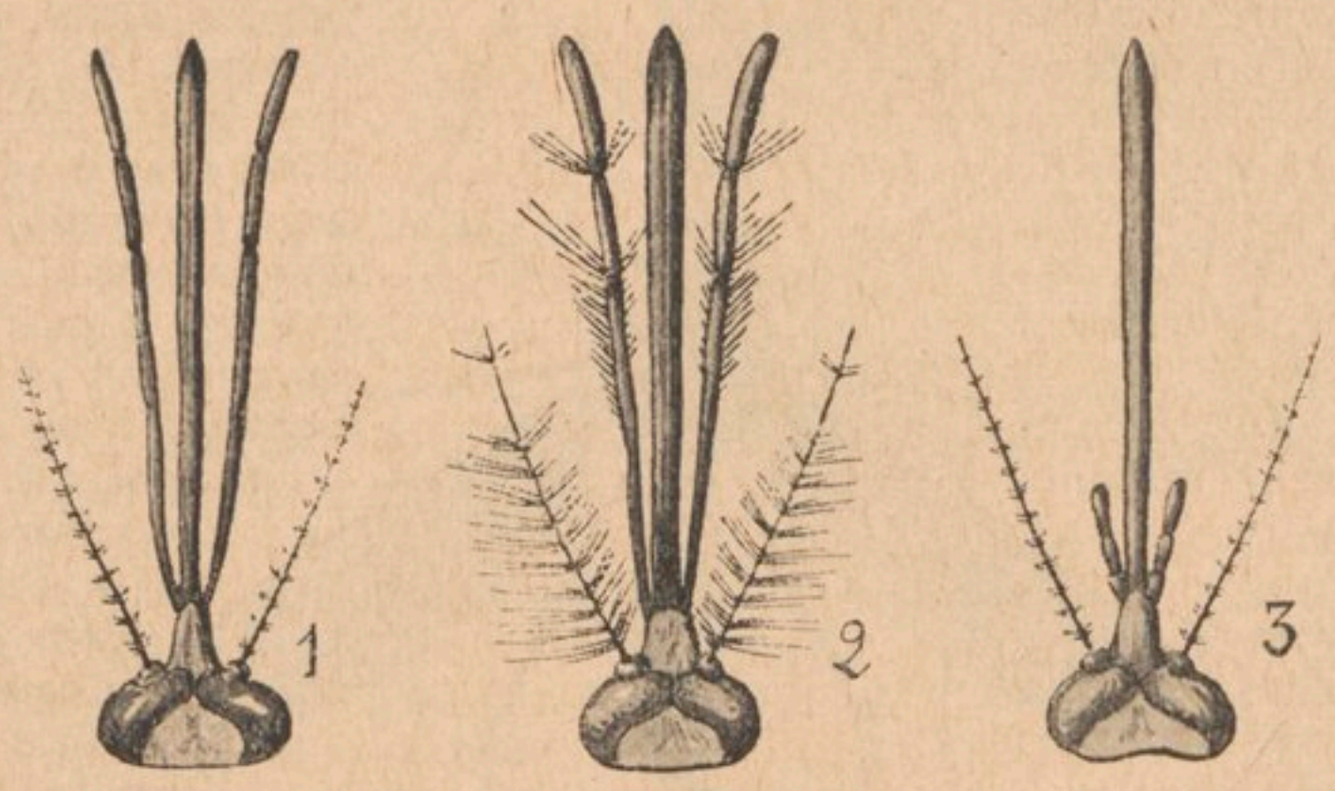


PLANCHE 1. — TÊTES DE MOUSTIQUES TRÈS GROSSIES
1, *tête d'Anophèle femelle ;* 2, *tête d'Anophèle mâle ;* 3, *tête de Culex femelle.*

Les véritables moustiques

Les vrais moustiques de chez nous, ceux qui piquent pour tout de bon, sont tous de petite taille, de 12 à 14 millimètres au plus. Les uns se précipitent sur nous pendant le jour, les autres attendent la nuit pour se gorger de notre sang et nous faire de douloureuses piqûres qui peuvent devenir très dangereuses.

Nos moustiques sont de deux sortes : les *Anophèles* et les *Culex*. Les premiers, vraiment dangereux, peuvent inoculer le microbe de la fièvre paludéenne. Ils sont malheureusement trop communs en France, surtout dans les régions marécageuses ou boisées. Quant aux *Culex*, ils transmettent rarement le paludisme, mais peuvent inoculer la filariose et des germes particulièrement infectieux qui provoquent des abcès, des phlegmons, etc.

Dans ces deux genres d'insectes, la femelle seule a des mœurs sanguinaires, surtout au moment qui précède la ponte. Les mâles vivent sur les fleurs et se nourrissent de substances sucrées. Il est facile de distinguer les mâles des femelles. Les premiers ont des antennes plumeuses, tandis que celles de ces dernières sont à peu près dépourvues de

poils (Fig. 1 et 3 de la planche 1, page 119).

De plus, il est facile de reconnaître une femelle d'*Anophèle* d'une femelle de *Culex* La première a les antennes longues, de la grandeur de la trompe, tandis qu'elles sont très courtes chez la seconde (fig. 3, pl. 1). Cette trompe se compose d'une gaine formée de deux pièces assez molles, une supérieure et une inférieure, renfermant des soies dures servant à percer l'épiderme (fig. 2). Pour cela, l'insecte s'attaque non seulement aux parties nues, mais aussi à celles recouvertes par les vêtements, sachant profiter des endroits les plus commodes, où le tissu est le moins épais, découvrant les plus petits interstices, pour introduire délicatement sa trompe et se gaver de sang frais.

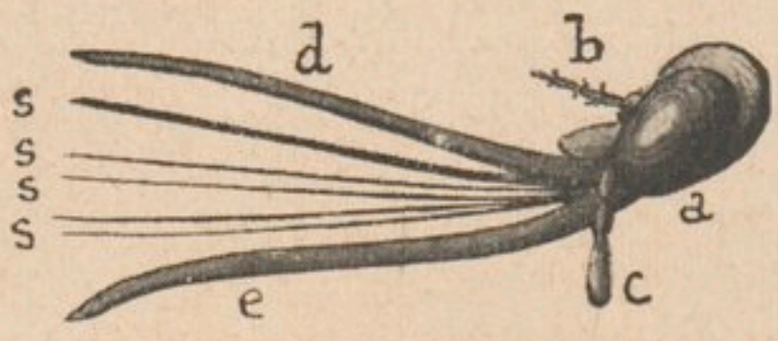


FIG. 2. — TÊTE DE MOUSTIQUE FORTEMENT GROSSIE

Les deux lèvres de la trompe, d *et* e, *ont été écartées pour montrer les soies du suçoir* s ; a, *œil;* b, *antenne;* c, *palpe.*

Il y a en France trois espèces d'*Anophèles*, dont le plus commun est l'*Anophèle* à ailes mouchetées (fig. 3). Par contre, il y a près de seize espèces de *Culex* diurnes ou nocturnes, qui sont beaucoup plus rares dans les montagnes.

Suivons maintenant l'évolution complète des moustiques.

Les accouplements ont lieu en l'air, au crépuscule. Les femelles viennent pondre sur l'eau, aux premières heures du jour. Les œufs d'*Anophèles* sont distribués isolément (fig. 4), tandis que ceux de *Culex* sont agglutinés pour former de petits radeaux (fig. 7). Ces derniers sont coniques, et l'ensemble d'une ponte a vaguement l'aspect d'un paquet de cartouches.

Au bout de deux jours, les larves sortent des œufs et s'enfoncent dans l'eau, où elles subissent plusieurs mues successives, se nourrissant d'algues microscopiques, d'infusoires et de petits crustacés. Elles sont très actives, sans cesse en mouvement, venant respirer à la surface de l'eau. Pour cela, les *Anophèles* ont une ouverture ménagée vers l'extrémité de l'abdomen (fig. 5-1) tandis que les *Culex* ont un siphon respiratoire bien caractéristique (fig. 6-1).

L'état larvaire dure de sept à neuf jours ; l'insecte se transforme alors en nymphe. Cette dernière ne prend aucune nourriture et se contente de s'agiter dans l'eau, venant respirer à la surface au moyen de deux siphons situés sur la partie supérieure du thorax (fig. 5 et 6) La durée de cet état secondaire varie de quatorze à dix-sept jours.

FIG. 3

ANOPHÈLE A AILES MOUCHETÉES

C'est ce dangereux insecte qui s'introduit dans les appartements.

Au moment de l'éclosion, la nymphe monte à la surface de l'eau. L'enveloppe se fendille, et l'insecte, par des poussées dorsales, sort peu à peu ses pattes, ses ailes et son abdomen (fig. 8). Il reste quelques instants immobile, attendant que le contact de l'air sèche et durcisse ses téguments, défroisse ses ailes, puis il prend son vol, à moins qu'un coup de vent ne le jette brusquement sur l'eau où il périt.

Le cycle de l'évolution complète d'un *Culex* est de trente à trente-deux jours. Celui des *Anophèles* de quarante à cinquante-deux jours. Quinze jours après l'éclosion, les femelles sont prêtes à pondre chacune de 200 à 350 œufs, parfois davantage.

D'avril à septembre, il y a de quatre à six générations, ce qui donnerait un chiffre fantastique de moustiques, si la nature ne leur avait opposé de nombreux ennemis qui détruisent les œufs, les larves et les nymphes. Ces excellents auxiliaires sont les poissons, les crapauds, les grenouilles, les larves de libellules et de coléoptères aquatiques Les oiseaux, les chauves-souris se chargent de diminuer

dans de très grandes porportions le nombre des insectes parvenus à l'état parfait.

Néanmoins, il en reste encore assez pour nous incommoder et nous faire courir le danger des maladies dont ils transportent les germes. Faisons-leur donc une guerre acharnée en aidant nos auxiliaires naturels. Pour cela, surveillons les abords immédiats de nos habitations. Pas de mares, de flaques d'eau croupissante : comblons ces nids à moustiques, renouvelons souvent l'eau des bassins et des tonneaux d'arrosage dans les jardins. Si nous découvrons un endroit où pullulent les larves et nymphes de *Culex* ou d'*Anophèles*, répandons doucement à la surface de l'eau une mince couche de pétrole. Tous ces insectes malfaisants mourront asphyxiés, dans un très bref délai, car ils ne pourront plus aspirer l'air qui leur est nécessaire.

En agissant ainsi, nous nous protégerons et nous rendrons service à tous.

Voici maintenant comment les moustiques transmettent le paludisme. En piquant un individu atteint de la fièvre paludéenne, l'insecte absorbe le sang du malade. Dans ce sang existent les microbes, cause de la maladie. Ces derniers se reproduisent dans le corps de l'*Anophèle*. Au bout de quinze jours, après plusieurs transformations, ils viennent se loger dans les canaux excréteurs des glandes salivaires. A ce moment, le moustique peut transmettre le paludisme à l'individu sain qu'il pique, car il lui inocule avec sûreté les microbes qu'il a recueillis en suçant le sang d'un contaminé.

Dans les pays méridionaux ou tropicaux, on se protège des moustiques de différentes façons : moustiquaires, treillis métalliques serrés, placés aux fenêtres des habitations. Ces moyens préservatifs, assez efficaces, ne sont pas toujours suffisants. Il faut se rappeler qu'autrefois, ils étaient totalement négligés. D'ailleurs, on attribuait le paludisme à la chaleur excessive, à l'humidité, aux miasmes qui se dégagent des marais. Sous le nom de malaria, il régnait en maître dans la campagne romaine, quand le professeur Grassi vint y faire des expériences concluantes. Il choisit, dans la même localité, des habitations à peu près semblables, et fit adapter aux ouvertures de plusieurs d'entre elles des treillis métalliques serrés. Le résultat ne se fit pas attendre. Les habitants des maisons protégées furent indemnes, tandis que ceux des habitations ouvertes aux moustiques furent bientôt atteints de paludisme. (Voir à ce propos l'article publié dans le N° 1 de *La Science et La Vie* — Avril 1913 —

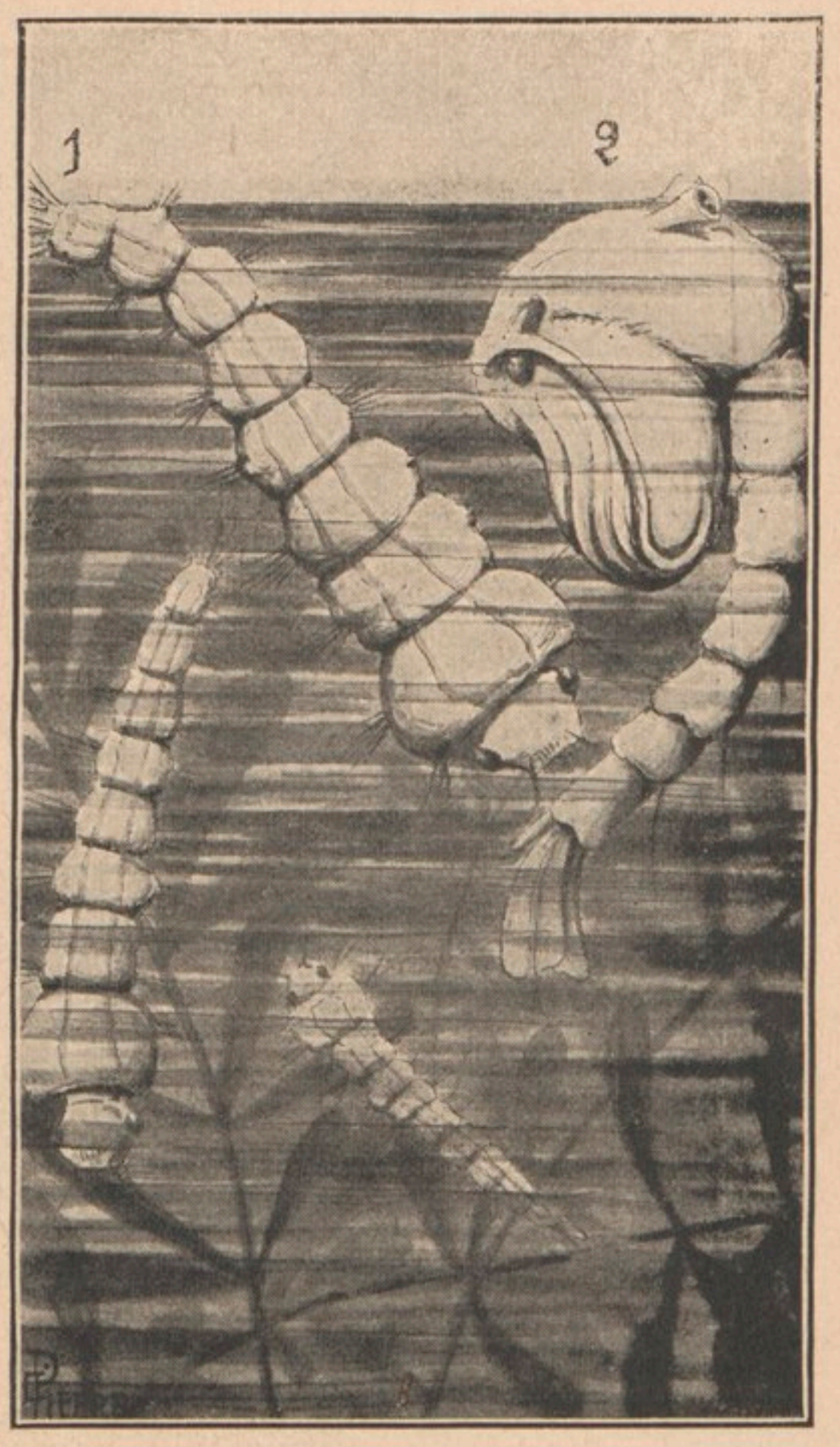


FIG. 5. — LARVES ET NYMPHE D'ANOPHÈLE

Elles vivent dans les eaux limpides. 1, *larve venant respirer à la surface de l'eau par son extrémité inférieure;* 2, *nymphe venant aspirer l'air par ses siphons thoraciques.*

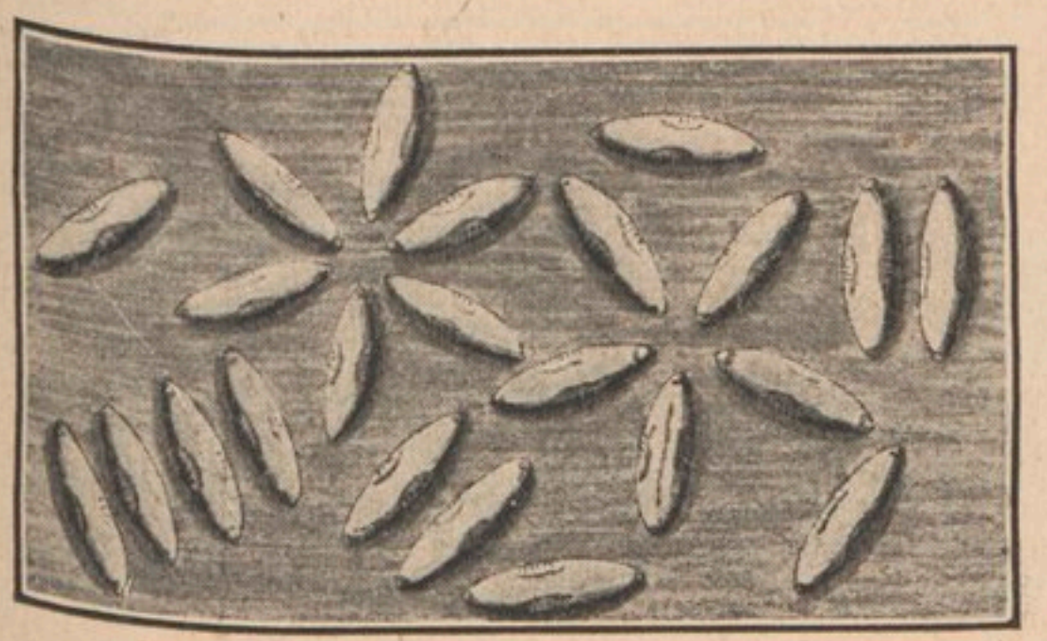


FIG. 4 — ŒUFS D'ANOPHÈLE

Ils sont déposés isolément sur l'eau, formant quelquefois des alignements réguliers ou des figures géométriques extrêmement curieuses.

FIG. 6. — LARVES ET NYMPHE DE CULEX
1, *larve présentant à l'air son siphon postérieur pour respirer;* 2, *nymphe présentant, au contraire, ses siphons thoraciques à l'air libre.*

sous le titre : *Les petits agents de la mort).*

Près du canal de Suez, à Ismaïlia, où, sur 8.000 habitants, il y avait près de 3.000 paludéens, on combattit le mal d'une autre façon. On ne laissa d'eaux stagnantes nulle part, et là où il y avait des mares qu'on ne pouvait épuiser ou combler, on répandit à la surface liquide une mince couche de pétrole, tous les huit jours. Au bout de quelques semaines, les larves des moustiques ayant été détruites, on ne constata plus aucun cas de paludisme. On a assaini, de la même façon, plusieurs localités d'Algérie particulièrement malsaines.

Dans nos colonies, on procède de la même façon, et, d'ici peu, on pourra, sans crainte, habiter certaines localités où la terrible fièvre jaune faisait chaque année de nombreuses victimes. Une dernière et curieuse remarque : les moustiques affectionnent les couleurs sombres. Si on étale sur une table un morceau de drap noir, dans un appartement où se trouvent de ces insectes, les bestioles viennent bientôt se poser dessus. Il est alors facile de les tuer en les écrasant avec une serviette.

Les Phlébotomes. — En dehors des moustiques que nous considérons comme les plus dangereux et les plus nombreux des diptères piqueurs, nous devons signaler les *Phlébotomes.* Ce sont de tous petits insectes de trois millimètres au plus, qui s'introduisent dans les maisons, plus spécialement dans les contrées méridionales. On en a cependant capturé à Dijon. Ils sont facilement reconnaissables à leurs ailes frangées, disposées en toit. Pendant le jour, ils s'immobilisent contre les murs, et se mettent en mouvement pendant la nuit. C'est le moment qu'ils choisissent de préférence pour piquer et sucer le sang (fig. 9).

Les Simulies. — Ces insectes sont aussi de toute petite taille, de deux à trois millimètres, mais beaucoup plus nombreux que les précédents. On les trouve partout, surtout dans les bois et les endroits humides, émigrant parfois sur les hauteurs, se dissimulant dans les herbes, les buissons. Ils s'attaquent à l'homme et aux animaux, en plein jour, faisant de douloureuses piqûres qui amènent souvent de dangereuses inflammations. On compte en France cinq ou six espèces de *Simulies,* dont trois sont très communes (fig. 10).

La vie de ces insectes est curieuse à étudier. Les larves, de forme bizarre, vivent dans les ruisseaux où, tantôt elles circulent, tantôt se fixent par leur partie inférieure sur des pierres ou des racines. Au moyen des organes rotatoires placés sur la tête, elles attirent les corpuscules servant à les alimenter. Plus tard, quand elles se transforment en nymphes, elles tendent, dans l'eau, des fils

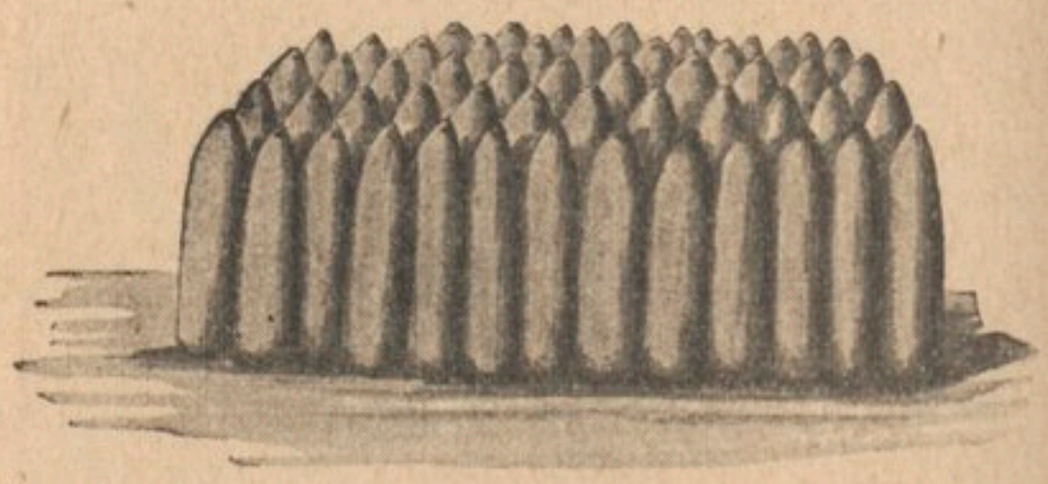


FIG. 7. — ŒUFS DE CULEX
Ils sont agglutinés très fortement ensemble et forment de petits radeaux surnageant pendant quelques heures à la surface de l'eau. Certains de ces radeaux réunissent jusqu'à 200 œufs.

comme ceux des araignées. Elles viennent respirer à la surface de l'eau, au moyen de nombreux tubes respiratoires placés vers la tête (fig. 11). Quand le moment de l'éclosion est arrivé, la nymphe se fendille, et la *Simulie* sort, enveloppée d'une bulle d'air qui monte, la transportant sur l'eau d'où elle prend aussitôt son essor.

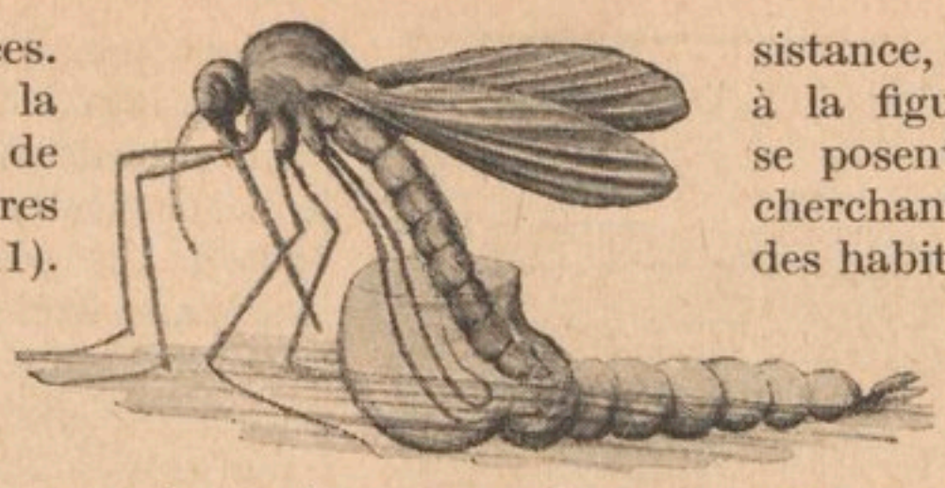


FIG. 8. — ÉCLOSION D'UN MOUSTIQUE
L'insecte, presque complètement sorti de la gaine de la nymphe, va bientôt prendre son vol.

Outre les inflammations plus ou moins dangereuses, produites par les piqûres de *Simulies*, on accuse ces insectes de transmettre la lèpre et certaines filarioses, mais le Dr Brumpt a démontré, dans son traité de *Parasitologie*, qu'ils ne peuvent inoculer ni le paludisme ni la maladie du sommeil.

Les Tabanides. — Nous voici arrivés aux géants du groupe des piqueurs. Vous avez tous vu des taons planer dans les allées boisées, ou au-dessus des pâturages. Ce sont les mâles qui guettent le passage des femelles. Ces dernières sont à la poursuite des gens ou des bêtes, car seules, elles ont des mœurs sanguinaires, surtout au moment de la ponte. Elles percent en peu de temps les peaux les plus épaisses, celles des bovidés, des chevaux, et aspirent avidement le sang de ces animaux. Les mâles se contentent du suc des fleurs.

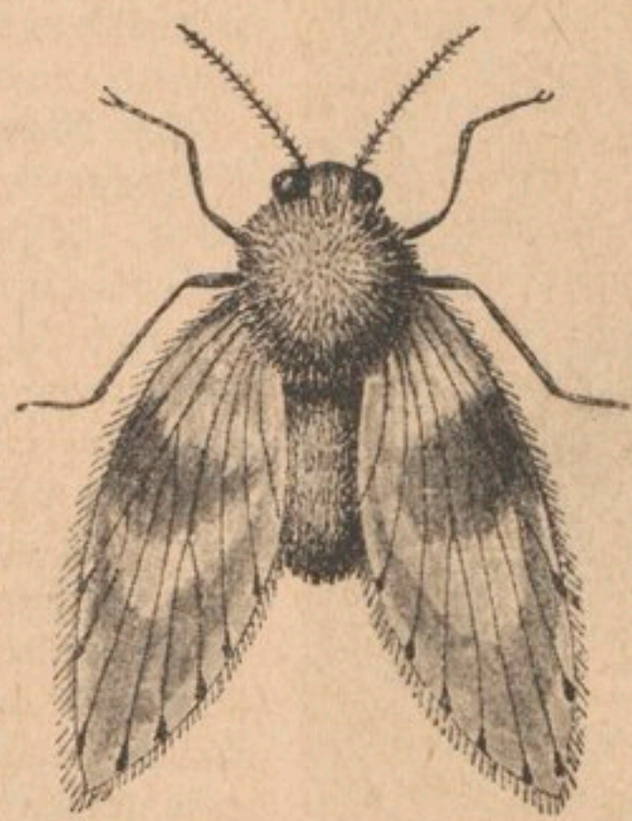


FIG. 9. — PHLÉBOTOME
Mouche duveteuse de 3 mm. de long, particulièrement importune dans le Midi.

Le nombre des *Tabanides* est considérable.

Il y a d'abord les *Taons* proprement dits, de grosseur assez variable. Les plus grands peuvent atteindre vingt-cinq millimètres. Ce sont de beaux insectes à la livrée sévère, où le noir et le brun dominent. Chez quelques-uns, on trouve du roux, du jaune, du ferrugineux, même du blanc. Ils s'attaquent surtout aux animaux, et on les rencontre principalement dans les contrées boisées (fig. 12 et 13).

D'autres, plus petits, plus nombreux, sont les *Hœmatopotes*, aux ailes tachetées de blanc. Ceux-là sont vraiment féroces. Non contents de tourmenter les bœufs et les chevaux, ils essayent, avec persistance, de piquer l'homme à la figure et aux mains. Ils se posent sur les vêtements, cherchant les parties minces des habits pour faire pénétrer leur trompe jusqu'à la peau qu'ils entament alors rageusement (fig. 14).

FIG. 10. — SIMULIE
Ces insectes attaquent indifféremment l'homme et les animaux.

Il y a aussi les *Chrysops*, heureusement plus rares, spécialement cantonnés dans les bois humides. Ce sont de jolis insectes blancs, noirs et gris, aux ailes ornées de taches sombres, avec des yeux pourpres tachetés de vert émeraude. Malgré leur charmant aspect, ce sont des buveurs de sang féroces qui s'attaquent avec furie aussi bien à l'homme qu'aux animaux (fig. 15).

Les piqûres de *Tabanides* deviennent parfois dangereuses, car ces insectes peuvent transporter avec eux des germes infectieux récoltés sur des animaux contaminés. Dans les contrées tropicales, ils sont les agents transmetteurs d'épidémies graves qui anéantissent des troupeaux entiers.

Quand on étudie de près ces curieux insectes, on est surpris de voir qu'ils ont ce qu'on peut appeler des « habitudes motivées ». Je me permettrai de vous raconter ce qui m'arriva en 1916 et 1917, à propos de la capture d'une espèce de *Taon* considérée alors comme fort rare. Il en existait tout au plus sept ou huit exemplaires dans les collections du monde entier : c'était le *Tabanus exclusus*, de Pandellé.

Chassant dans les montagnes du Lyonnais, à la fin de juillet, je me trouvais sur le mont Verdun, à 600 mètres d'altitude, à la sortie d'un chemin forestier débouchant sur un pâturage. Il était dix heures du matin. Mon attention fut bientôt attirée par de petits *Taons* volant et planant à 0 m. 80 du sol. J'en capturai quelques-uns que je communiquai à mon ami, le Dr Villeneuve, de Rambouillet. Il reconnut vite le *Taon* rarissime et m'invita à en récolter davantage

FIG. 11. — LARVES ET NYMPHE DE SIMULIES

Les larves sont fixées sur un caillou, au fond de l'eau, par leur partie postérieure. La nymphe est remontée à la surface où elle étale ses tubes respiratoires pour absorber l'air qui lui est nécessaire.

l'année suivante, doutant même du succès de la chasse. En 1918, je retournai en Lyonnais, à la même époque, et au même endroit. Cette fois, je capturai plus de cent exemplaires du précieux insecte. Je pus ainsi en donner au Muséum de Paris qui n'en possédait pas. Je profitai de l'occasion pour étudier minutieusement les mœurs de ce petit animal qui, par le fait, est nombreux et commun aux endroits où il se localise.

Je me demandais pourquoi ce *Taon* se trouvait toujours à la sortie de ce chemin forestier entre dix heures et midi. Après cette heure, il disparaissait. Mieux que cela, je ne capturais que des mâles, qui ne m'attaquaient pas. J'eus vite fait de trouver des explications à tout cela. Restant à mon poste d'observation pendant une matinée, je pus constater que, vers midi, un troupeau, venant du pâturage, s'engageait chaque jour dans le chemin sous bois, pour regagner une ferme située plus loin. Or, bœufs, vaches et veaux rapportaient sur eux les femelles du *Taon*. Les mâles se précipitaient sur elles, et les accouplements se produisaient. J'ai pu prendre ainsi des couples sur les buissons et sur moi-même. Après le passage du troupeau, on ne pouvait plus trouver aucun de ces insectes.

Les *Taons* mâles, surtout, avaient donc une « habitude motivée » : ils savaient que le troupeau transportant les femelles passait à heure fixe à cet endroit, car vous auriez vainement cherché l'animal à cinquante mètres plus haut ou plus bas.

Les Stomoxes. — Cette petite mouche, d'aspect terne et inoffensif, pullule chez nous jusque dans les étables, harcelant les animaux. L'homme lui-même n'est pas exempt de ses piqûres. On l'accuse, peut-être avec raison, d'inoculer la maladie appelée « charbon ». Comme tous les diptères piqueurs, en général, les *Stomoxes* sont dangereux. On a vu des accidents très graves se produire à la suite de leurs piqûres : inflammations, phlegmons, abcès, furonculose, etc... Ils peuvent aussi contaminer les animaux en leur transmettant certaines maladies épidémiques qui sévissent surtout chez les bovidés (fig. 16 et 17).

Les larves de *Stomoxes* vivent dans le fumier de cheval et dans la terre en contact avec le crottin. Pour empêcher le développement de cet insecte, il suffit d'enlever le fumier tous les huit jours, en raclant la terre humide qui se trouve dessous, car l'œuf met de dix à quinze jours pour éclore, suivant la température.

Ces insectes existent aussi très nombreux dans les contrées tropicales où la larve

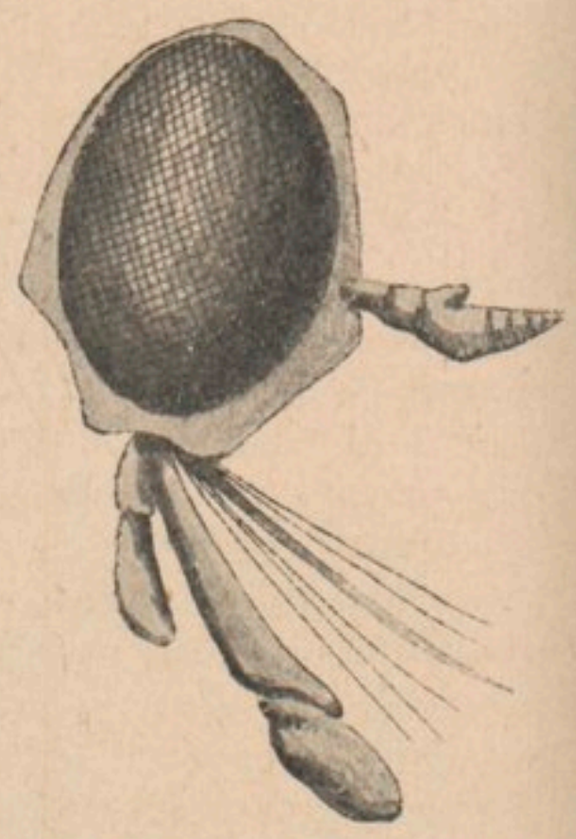
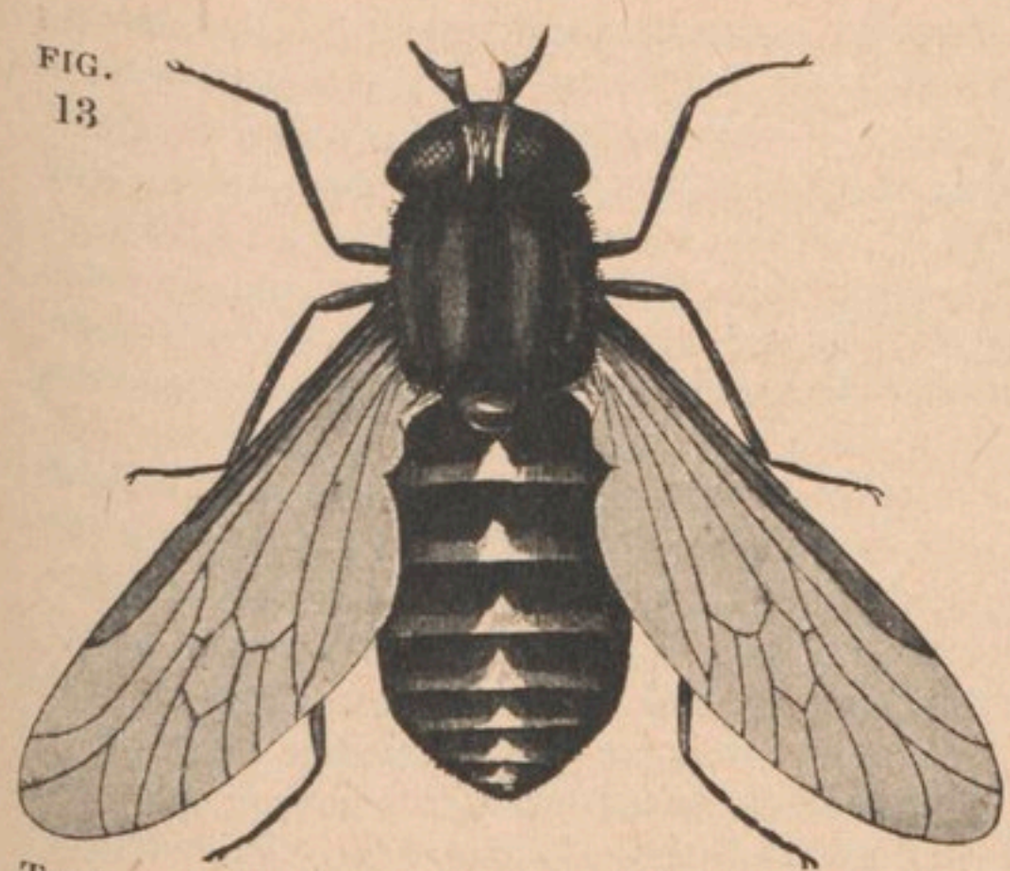


FIG. 12. — TÊTE DE TAON GROSSIE VUE DE PROFIL

Cette figure montre la forme bizarre des antennes, puis les fines soies du suçoir et enfin les palpes, situées en dessous.

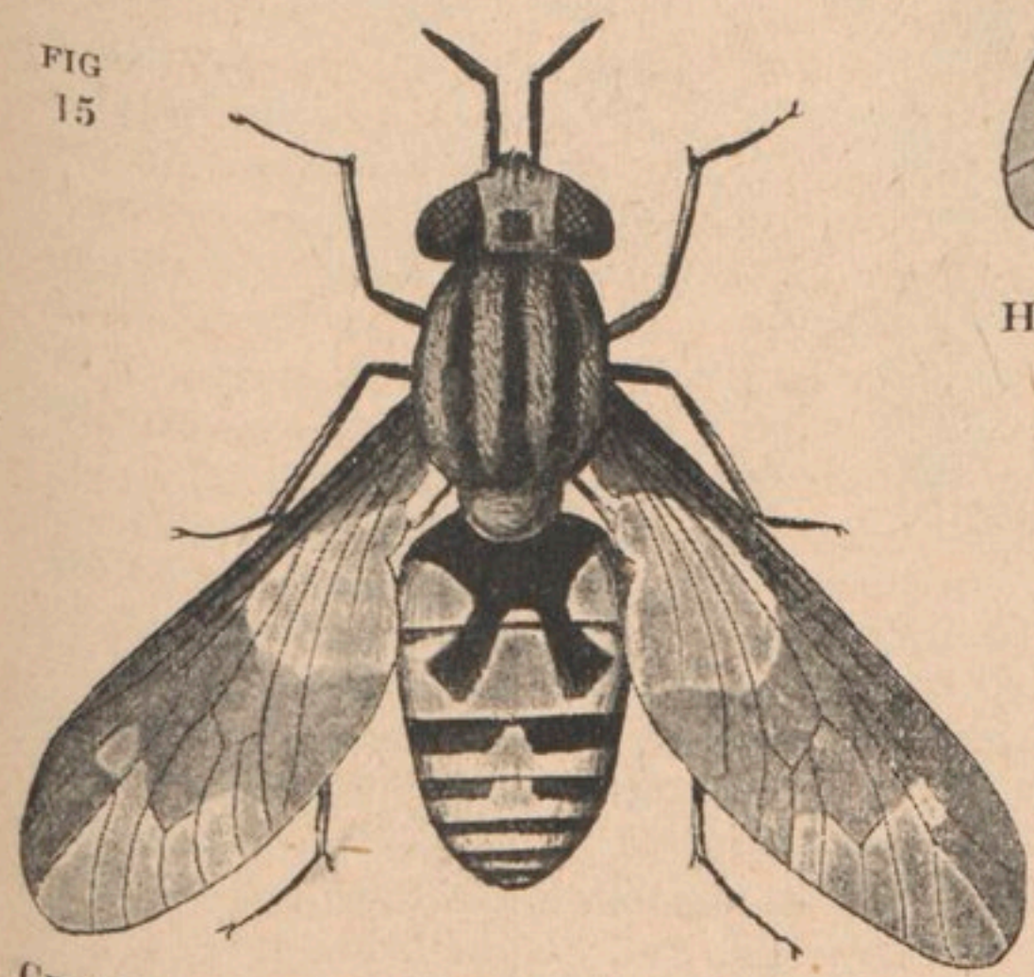
FIG. 13



TAON. — *C'est le plus beau représentant des espèces qui harcèlent sans relâche les troupeaux.*

n'a besoin que du sable humide pour se développer. Là, ils inoculent certaines maladies très curieuses. Dans le Venezuela

FIG 15



CHRYSOPS. — *On l'appelle aussi taon bigarré. Quoique plus petit, il ne le cède en rien à ses congénères pour la hardiesse et la férocité des attaques.*

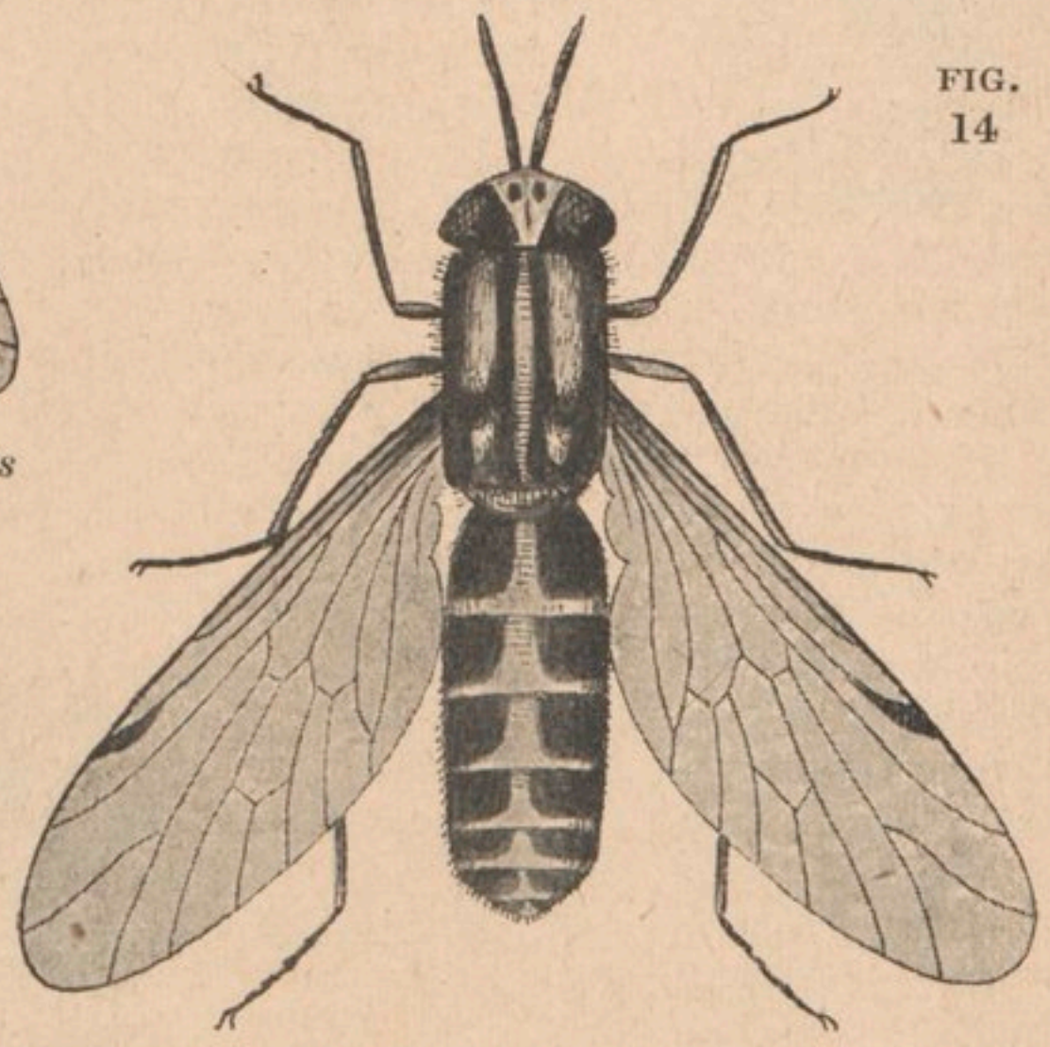
ils transmettent aux chiens, singes, renards, chevaux, mulets et surtout aux bovidés : la « derrengadera ». Les animaux maigrissent, deviennent anémiques, se meuvent difficilement, puis survient, quelquefois, la paralysie des membres postérieurs, et enfin, la mort. Cette singulière épidémie sévit aussi avec intensité au Brésil, au Paraguay et dans la République Argentine.

Au Soudan, il transmet la « souma », qui fait de très nombreuses victimes parmi les bovidés, les chevaux et les ânes.

A Java, dans l'Inde et l'Annam, c'est la « surra ». Enfin, il est démontré qu'en Europe, les *Stomoxes* inoculent à certains animaux, aux bœufs, par exemple, une espèce de filariose.

Les Glossines. — Ces insectes n'habitent heureusement que le continent africain. Les mâles piquent aussi bien que les femelles, avec la même frénésie. Ils sont les véhicules

FIG. 14



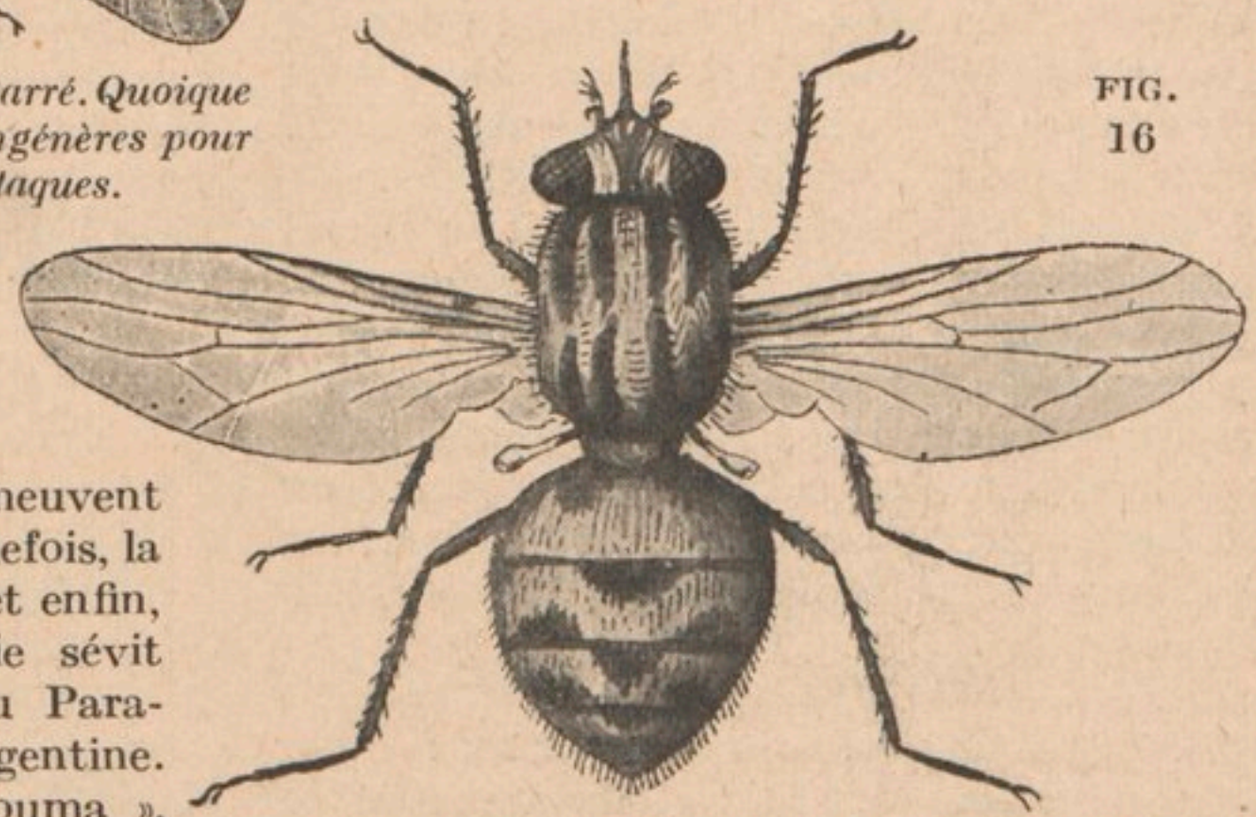
HŒMATOPOTE. — *Connu sous le nom de petit taon gris, il pique indistinctement bêtes et gens.*

de différents germes infectieux, et, par leurs piqûres, inoculent différentes maladies redoutables, presque toujours suivies de mort.

Aux hommes, ils transmettent la « maladie du sommeil », dont on ne réchappe guère.

Connues sous le nom de « *Tsé-Tsé* » dans le Centre et l'Ouest Africain, les *Glossines* sont les ennemies de toute la série animale, surtout des bœufs, chevaux, ruminants de

FIG. 16



STOMOXE TRÈS GROSSI. — *Cette mouche n'a que 5 mm. de long, mais elle est très sanguinaire.*

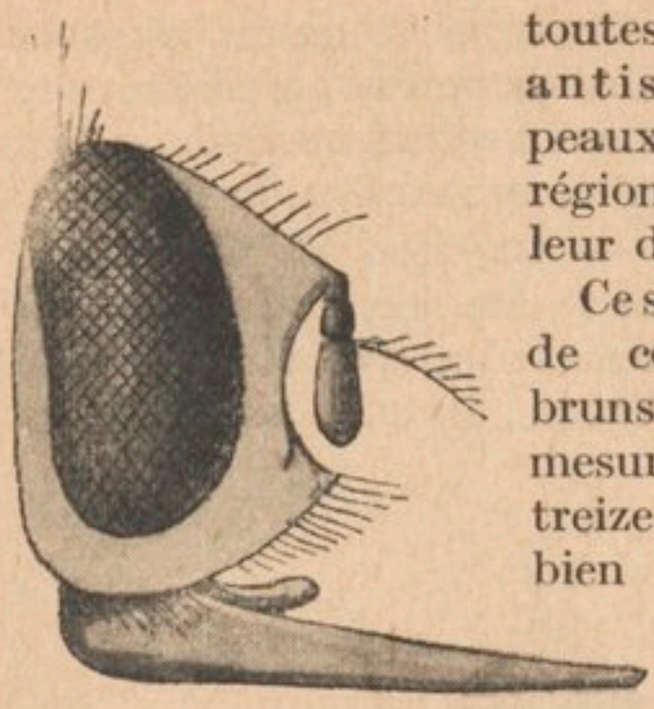


FIG. 17. — TÊTE DE STOMOXE VUE DE PROFIL, TRÈS GROSSIE
Ce dessin montre le suçoir robuste et acéré qui fait de si douloureuses piqûres.

toutes catégories, anéantissant les troupeaux dans certaines régions favorables à leur développement.

Ce sont des diptères de couleur sombre, bruns ou noirâtres, mesurant de six à treize millimètres, très bien organisés pour piquer (fig. 18 et 19). Les microbes des maladies qu'ils transportent se développent et évoluent dans la trompe même de ces mouches dangereuses et redoutées.

Elles sont vivipares. L'œuf se développe dans l'utérus, où la larve vit des sucs de deux glandes situées dans cette partie de l'insecte. Au bout de quatre ou cinq jours, lorsqu'elle est suffisamment gavée, elle sort et cherche un endroit propice pour se transformer en pupe, puis passer ensuite à l'état parfait.

Il y a environ quatorze espèces de *Glossines* qui, toutes, sont les véhicules très actifs des germes des maladies suivantes, spéciales aux contrées tropicales :

La « maladie du sommeil » qui ne se dévoile qu'au moment où le microbe atteint le liquide céphalo-rachidien. Il y a alors hypnose, cachexie, etc., suivies souvent de mort.

La « nagana » ou le mal « tsé-tsé ».

La « souma », maladie du bœuf, du cheval et de quelques espèces de petits ruminants.

La « baleri » des chevaux et des chiens.

Quand les *Glossines* ont piqué un animal contaminé, elles ne deviennent infectantes qu'après une incubation qui varie de six à vingt jours, parfois davantage, suivant la température et le milieu d'adaptation

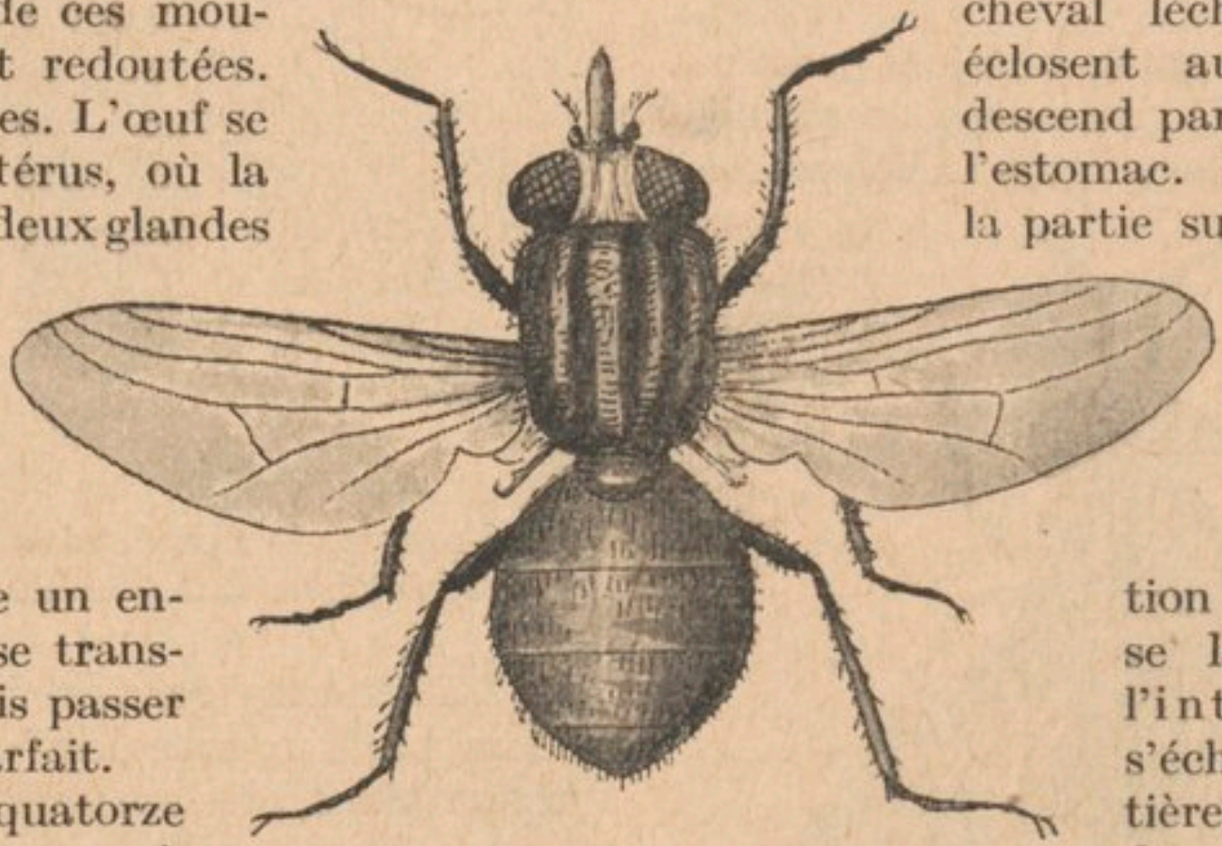


FIG. 18. — GLOSSINE. — *Cet insecte, grossi par le dessin, n'a que 9 à 12 mm. de long ; c'est un véritable fléau dans les pays du centre et de l'ouest africains.*

Les parasites des animaux

Ces parasites sont de deux sortes :

Les *Œstres*, dont la vie larvaire se passe dans l'intérieur du corps des animaux.

Les *Pupipares*, dont la vie larvaire se passe hors du corps des animaux. Seul, l'insecte parfait vit sur eux, se nourrissant surtout des sucs particuliers produits par la peau.

Les Œstrides. — Les *Œstres* sont nombreux, on les trouve sous toutes les latitudes. Presque tous les ruminants nourrissent des parasites spéciaux à leur espèce. En France, nous en avons plusieurs, malheureuseemnt trop communs dans certaines régions.

L'*Œstre* du mouton, par exemple, accompagne les troupeaux (fig. 20). La femelle pond dans les narines de ces animaux. Les œufs éclosent, la larve vit pendant quelque temps dans les sinus frontaux, se nourrit de mucus, puis se laisse tomber au dehors, au moment de se transformer en nymphe.

D'autres sont les parasites du cerf, du renne, etc... L'*Œstre* du cheval (fig. 21) pond sur les poils des jambes de sa victime. Le cheval lèche les œufs, qui éclosent aussitôt. La larve descend par l'œsophage dans l'estomac. Elle s'y fixe dans la partie supérieure, où on la trouve parfois en grande quantité, formant de véritables grappes. Au moment de la transformation en nymphe, elle se laisse glisser dans l'intestin, d'où elle s'échappe avec les matières digérées. Bientôt des mouches soyeuses naissent, s'envolant des tas de crottins, pour commencer aussitôt une autre génération.

Le plus nuisible des *Œstres* est celui des bovidés (fig. 20). Pendant longtemps, on a cru que les larves sorties de l'œuf perçaient elles-mêmes la peau des animaux extérieurement, pour vivre dans les tumeurs sous-cutanées qu'elles pro-

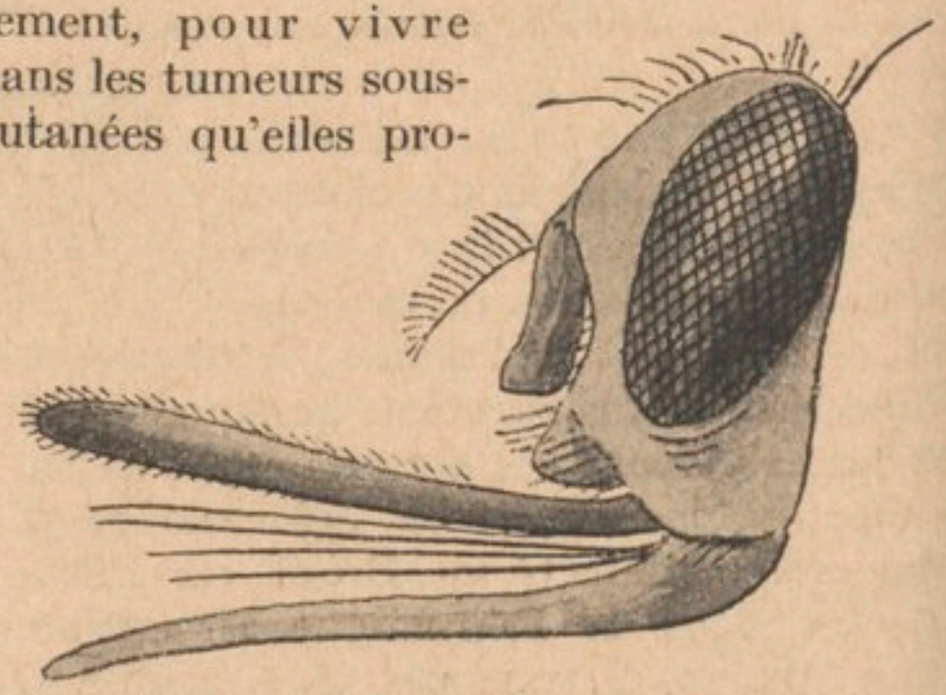


FIG. 19. — TÊTE DE GLOSSINE, GROSSIE
La trompe inocule de redoutables maladies.

duisaient. D'autres, qui n'ont jamais vu d'*Œstres*, leur prêtaient de solides tarières capables de percer les cuirs les plus épais, afin de déposer leur ponte !... Toutes ces légendes ont pris fin. Grâce aux intéressants travaux du professeur C. Vaney, de la Faculté des Sciences de Lyon, nous connaissons le cycle évolutif de l'*Œstre* du bœuf.

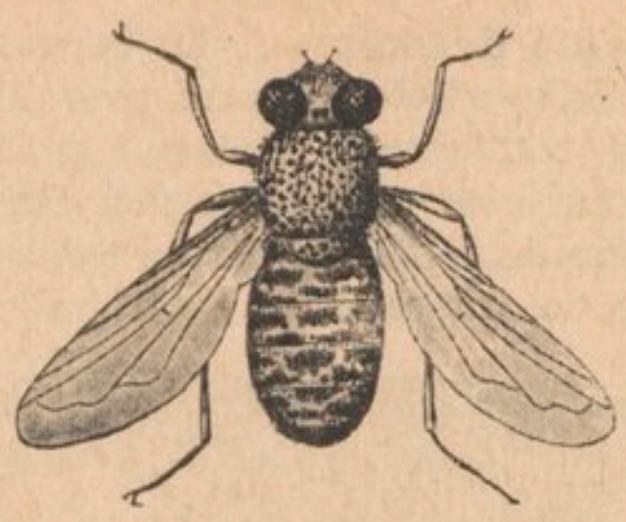


FIG. 20. — ŒSTRE DU MOUTON
Petite mouche grise, soyeuse, malheureusement trop commune dans les campagnes.

Comme celui du cheval, il pond ordinairement sur les pattes des animaux. Ceux-ci, en se léchant, introduisent l'insecte dans leur corps. Les larves, au lieu de descendre dans l'estomac, s'arrêtent dans l'œsophage qu'elles percent, et passent la première partie de leur existence entre les tissus interne et externe de cet organe. Plus tard, les larves sortent de l'œsophage, remontent vers la partie lombaire, se frayant un passage à travers les muscles, en contournant la colonne vertébrale. Arrivées sous la peau, elles forment des tumeurs grosses comme des noix, les percent, mettant à l'ouverture leur partie postérieure, pour respirer plus facilement. Au moment de se transformer en nymphes, elles sortent de leurs tumeurs, et se laissent tomber à terre où elles s'enfoncent, pour passer ensuite à l'état d'insecte parfait.

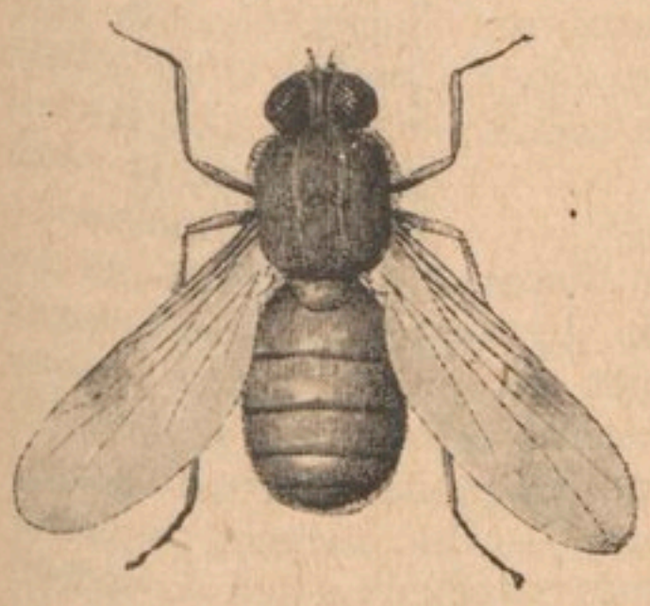


FIG. 21. — ŒSTRE DU CHEVAL
Les larves de cette bestiole peuvent altérer la santé des chevaux lorsqu'elles sont en trop grand nombre dans leur estomac.

Le schéma du professeur Vaney (fig. 23) indique clairement le chemin parcouru par les larves redoutables, appelées « varrons » par les éleveurs, les bouchers et les tanneurs.

La peau des animaux « varronnés » est percée de trous souvent nombreux (fig. 24). On en a compté plus de vingt sur le même sujet. Les peaux « varronnées » perdent beaucoup de leur valeur, et la présence des *Œstres* dans une région cause un véritable préjudice aux éleveurs. L'insecte s'attaque d'ailleurs aux jeunes bêtes, de préférence aux génisses et bouvillons âgés de un à deux ans. On n'a pas encore trouvé de moyen efficace pour le combattre et l'anéantir.

L'*Œstre* du bœuf est considéré comme un insecte plutôt rare par les entomologistes. On ne le trouve qu'en petite quantité, et il n'a qu'une génération par an. A peine peut-on recueillir quelques individus en juillet et août, au moment de la ponte, quand ils voltigent autour des troupeaux aux champs. Cependant on a signalé parfois de véritables essaims d'*Œstres* dans quelques pâturages fréquentés journellement par des bovidés.

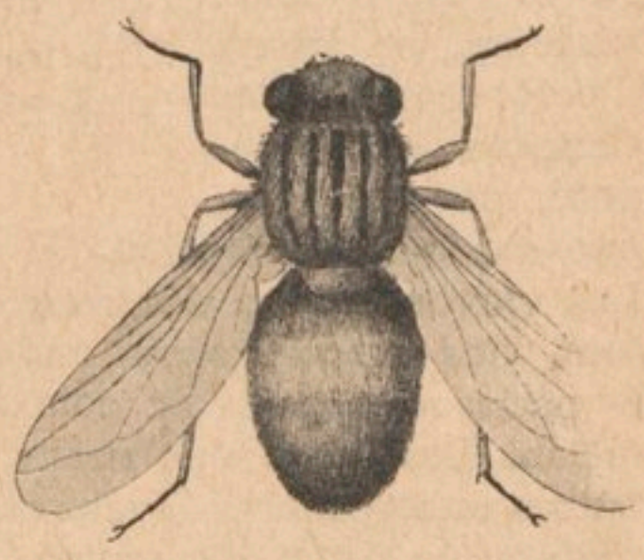


FIG. 22. — ŒSTRE DU BŒUF
C'est le plus terrible des Œstres ; il altère profondément la santé des jeunes animaux et détériore gravement les peaux.

On parle de ces insectes depuis Pline, qui attribue des effets terrifiants à la présence des *Œstres* parmi les bestiaux. Actuellement ceux-ci n'ont pas l'air d'être troublés par leurs ennemis. Il est très supposable que Pline a confondu les *Œstres* avec les *Taons* et les

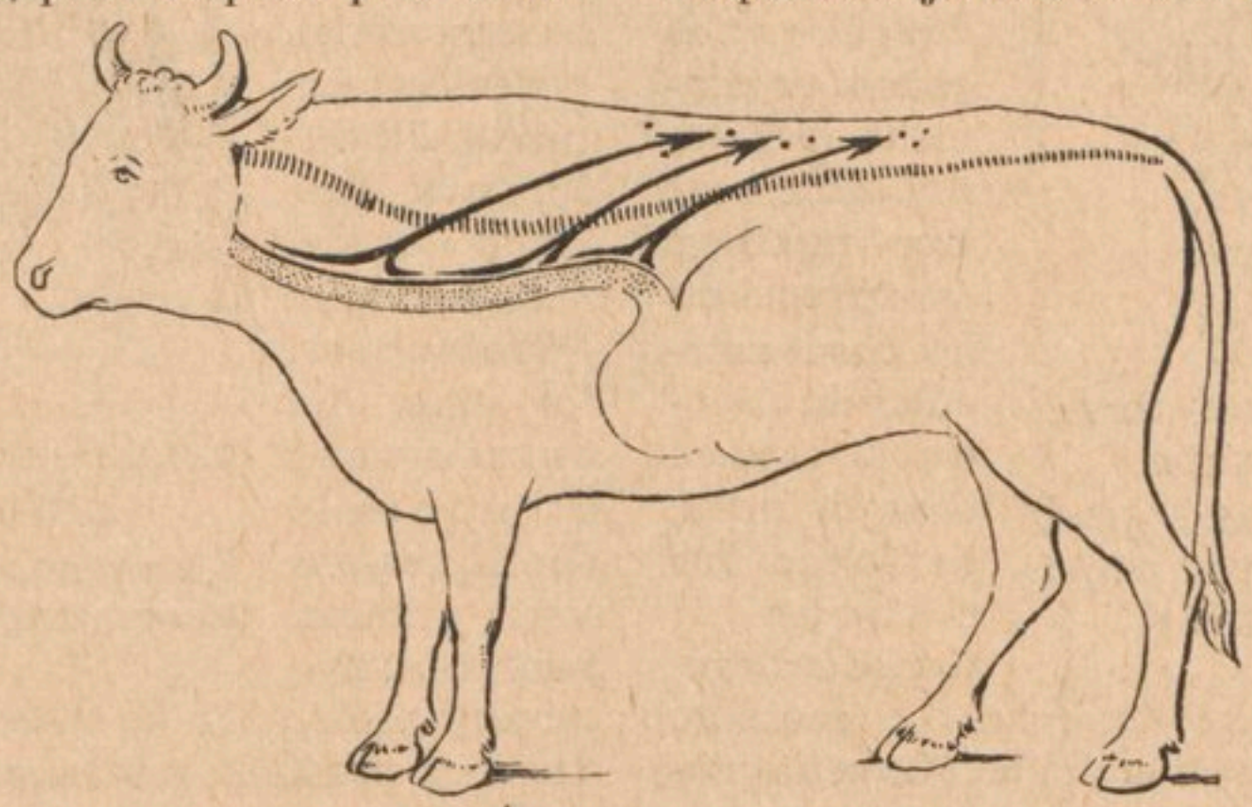


FIG. 23. — SCHÉMA DU PROFESSEUR VANEY
La direction des larves venant de l'œsophage est indiquée par les lignes qui se terminent par des flèches.

Hippobosques, qui ont la spécialité d'irriter facilement les animaux et même de les affoler. D'ailleurs, le vulgaire confond totalement tous ces insectes, et c'est pour cela que leurs habitudes sont si peu connues.

Je ne reviendrai pas sur la marche de la larve à travers le corps des bovidés, ni sur son cycle évolutif bien défini par le professeur Vaney. Cependant, j'ajouterai quelques mots pour convaincre ceux qui croient encore à la pénétration directe des larves sous la peau. On trouve de ces larves dans leurs tumeurs, en hiver, d'octobre à février. Certains ont supposé, par ce fait, une seconde génération. Il n'en est rien. Les varrons qu'on découvre à cette saison sont des retardataires restés inclus sous la peau, sans pouvoir continuer leur évolution. Les uns sont petits, ratatinés, les autres, encore moins développés, sont presque réduits à l'état de momie. Ce sont des varrons dégénérés qui n'arrivent jamais à l'état de nymphe et encore moins à celui d'insecte parfait. On peut attribuer ce retard à différentes causes, notamment à l'emprisonnement trop prolongé du varron dans les tissus musculaires. Lorsqu'il arrive sous la peau, la force lui manque, il tombe en dégénérescence, puis se dessèche. Le moindre retard dans la migration des larves peut produire les mêmes effets. Aucun de ces retardataires n'arrive à compléter son évolution.

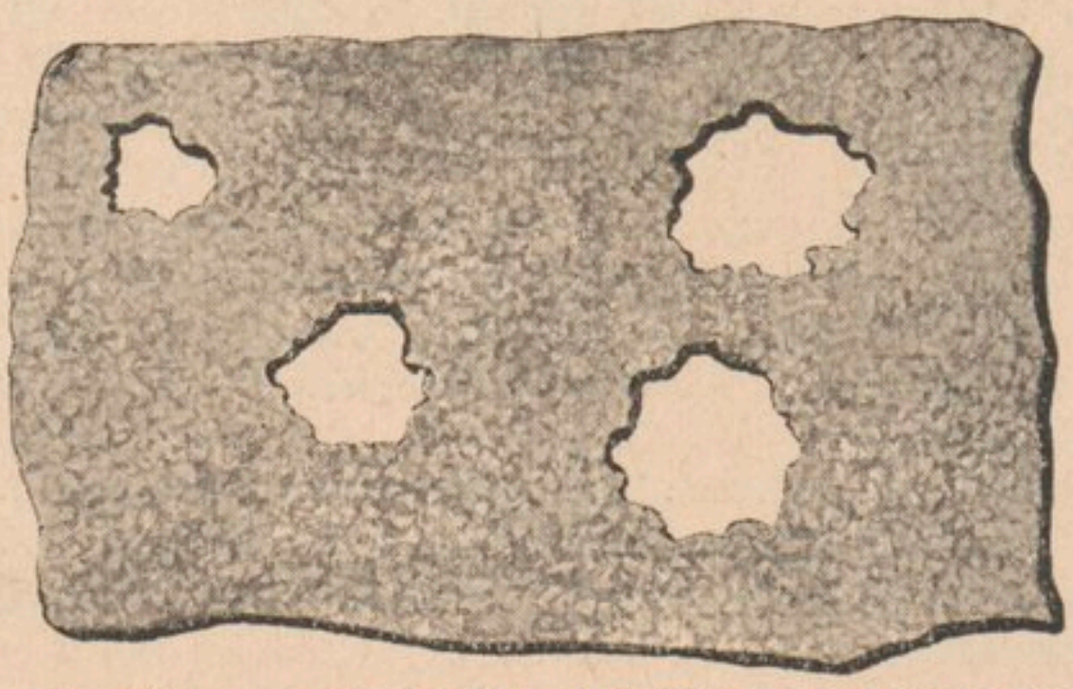


FIG. 24. — FRAGMENT DE PEAU VARRONNÉE

Les trous sont produits par les larves de l'Œstre; c'est par ces trous que les larves respirent et sortent pour se transformer en nymphes.

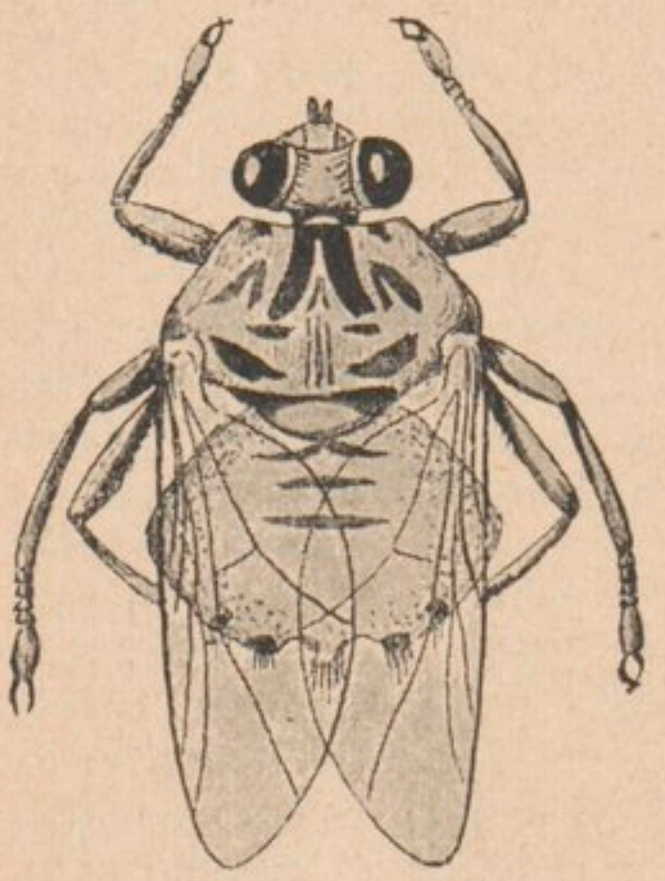


FIG. 25. - MOUCHE DU CHEVAL OU HIPPOBOSQUE

Elle vit sur les chevaux qu'elle agace sans trêve et rend parfois absolument furieux.

Une expérience concluante a été faite par le Dr Strose. En mars, il a retiré de jeunes varrons de l'œsophage et les a placés sous la peau. Là, ils se sont desséchés et n'ont pu évoluer. On a remarqué également que les larves tombées hâtivement de leurs tumeurs avant juillet, n'arrivent pas à l'état de nymphe. Malgré tous ces « ratés », les *Œstres* restent encore suffisamment nombreux pour causer des préjudices considérables.

En général, les parasites pondent de la mi-juillet à la fin d'août sur les animaux qui paissent dans les pâturages. Ceux-là seulement sont contaminés. Les autres, qui vivent à l'étable, sont indemnes. Comme l'*Œstre* disparaît complètement au commencement de septembre, les jeunes bêtes qu'on met au pré à cette époque seulement, de même celles nées plus tard, n'offrent aucune trace de varrons.

Les Pupipares. — Ces curieux parasites sont ainsi nommés parce qu'au lieu de pondre des larves ou des œufs, comme la plupart des diptères, les femelles pondent des pupes d'où sortent, au bout de peu de jours, les insectes parfaits.

Ces derniers vivent sur différents animaux. Les uns ont des ailes développées, les ailes des autres sont atrophiées. Quelques-uns sont aptères. Leur bouche est organisée pour la succion, et ils vivent des sucs produits par la peau des animaux qu'ils fréquentent. Ils sont presque tous de couleur brune, noirâtre ou jaunâtre.

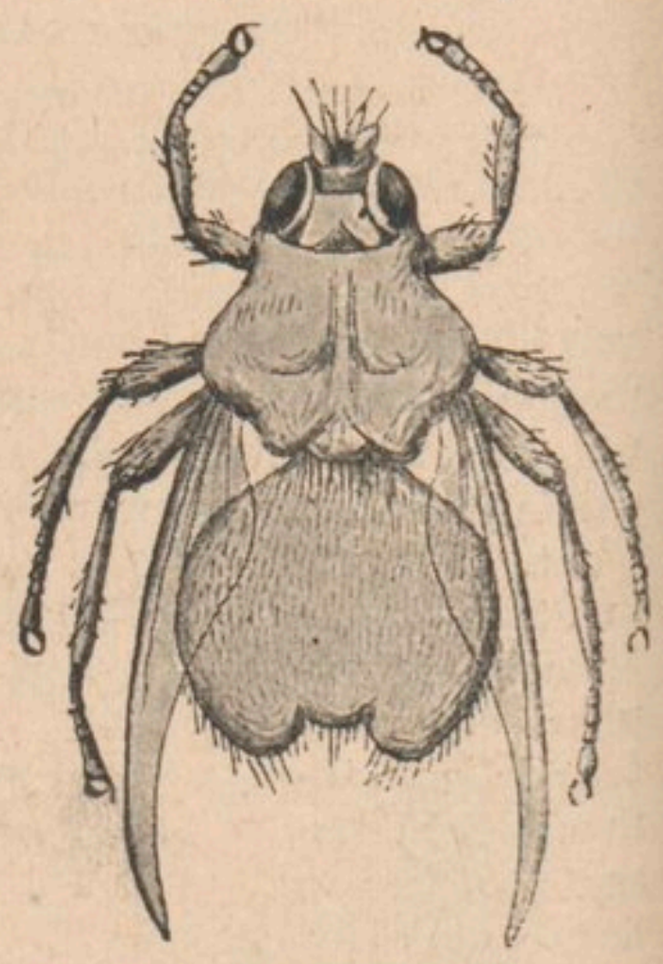


FIG. 26. — MOUCHE SPÉCIALE A L'HIRONDELLE

Vit surtout aux dépens des jeunes oiseaux avec lesquels elle habite.

Nous allons passer rapidement en revue

les principaux d'entre eux, surtout ceux qui habitent ordinairement la France.

Voici la mouche du cheval (fig. 25), jaune, plate, aux longues ailes, assez répugnante. Le chameau a, lui aussi, son parasite.

Ce diptère aux ailes pointues (fig. 26) est la mouche de l'hirondelle. Elle grouille dans certains nids et s'attache aux oiseaux, à l'aide de ses griffes puissantes. Une autre espèce vit sur le martinet.

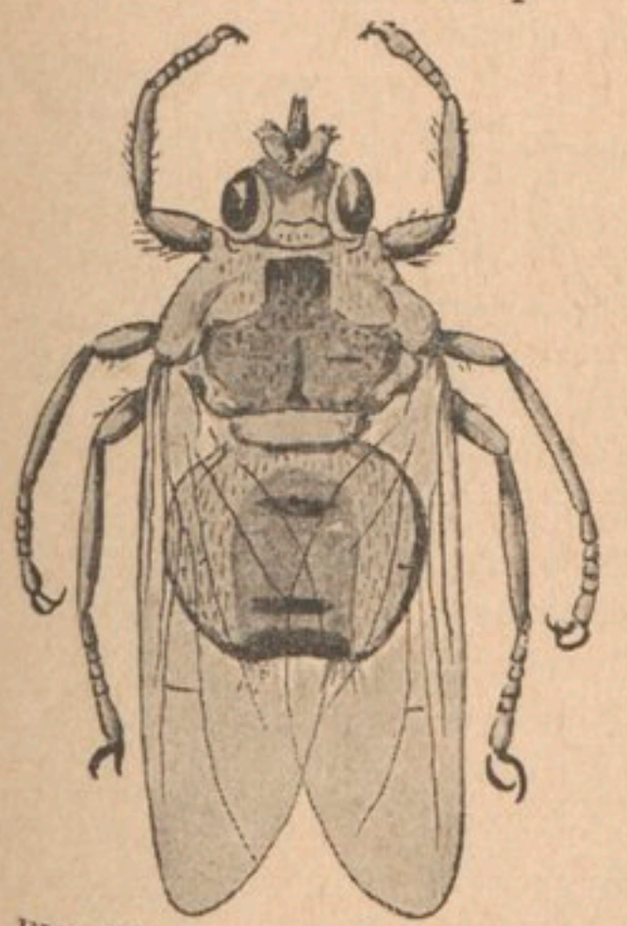


FIG. 27. - MOUCHE DU PIGEON
On la trouve surtout dans les pigeonniers mal tenus.

Celle-là est la mouche du pigeon (fig. 27). Elle s'attache aux jeunes pigeonneaux, en Algérie, surtout, et vit à leurs dépens, les épuisant par des succions répétées et les conduisant à la mort.

Voyons, maintenant, quelques autres types de *Pupipares*, tout aussi malfaisants.

Cet insecte aux ailes réduites à des moignons est le pou du cerf (fig. 28), tandis que le pou du mouton (fig. 29) ne possède pas même de rudiments d'ailes, et vit grassement dans l'épaisseur des toisons.

Quantité d'autres animaux ont leurs parasites ailés ou aptères. Nous en trouvons sur la chauve-souris. L'abeille a le sien, microscopique, qui vit dans les poils soyeux où s'égarent les grains de pollen.

Que dire encore de ces curieux animaux dont quelques-uns sont peu connus ? Ceux, notamment, vivant sur les oiseaux, sont difficiles à capturer, car ils lâchent leur victime si celle-ci vient à être tuée brusquement, par un coup de fusil, par exemple. Mais il reste encore beaucoup à apprendre sur le rôle néfaste que jouent les *Pupipares* dans la transmission de certaines maladies peu guérissables, surtout dans les contrées chaudes ou tropicales.

On les soupçonne notamment de propager la « souma » et la « baleri », dont j'ai parlé en rapportant les méfaits des *Glossines*, et ces soupçons paraissent justifiés.

Il n'est pas jusqu'au pou de l'abeille qui est devenu suspect. On le croit capable de transporter avec lui les germes d'une maladie bactérienne appelée « la loque », qui dévaste les ruchers.

Toutes les recherches faites jusqu'à présent ont abouti surtout à de simples présomptions. Il serait utile de pousser plus loin ces études encore bien incomplètes. En tout cas, les *Pupipares* doivent être considérés comme nuisibles. Voyez le cheval attaqué par un de ces insectes : il agite la queue, piaffe, donne des coups de pied, essaie de chasser l'importun avec la tête. Souvent, il s'affole et s'emporte dans une course folle et dangereuse !... Les cerfs et les moutons, par contre, n'ont pas l'air de s'apercevoir de la présence de leurs hôtes, qui sont souvent en très grand nombre.

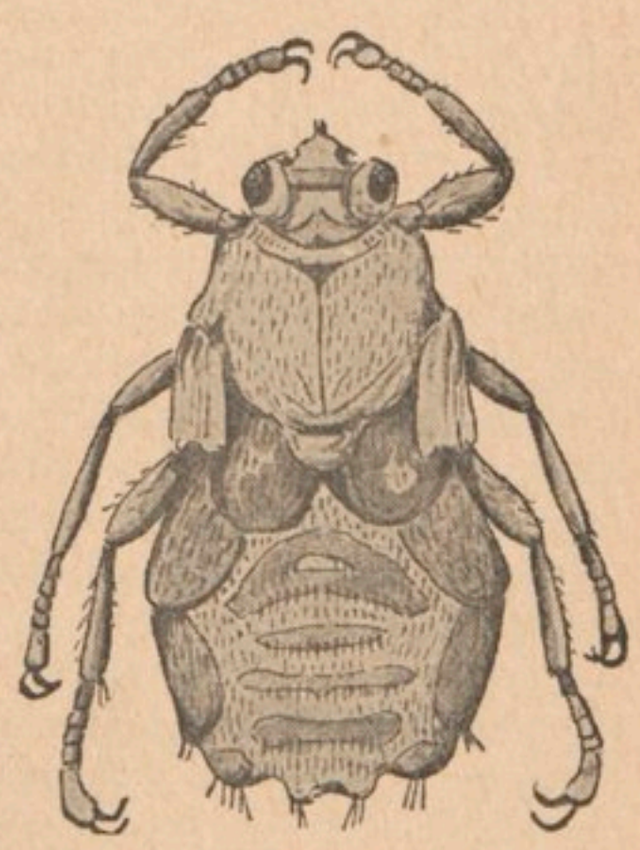


FIG. 28. — POU DU CERF
Très commun en France, dans les contrées giboyeuses.

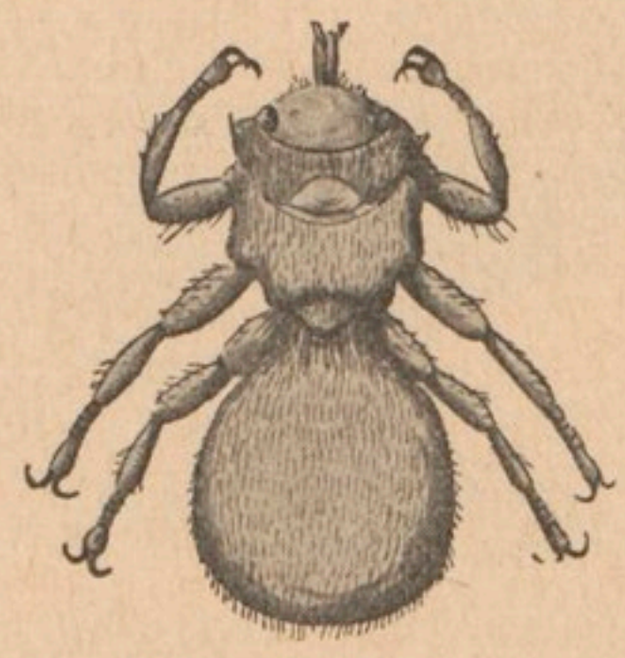


FIG. 29. — POU DU MOUTON
Vit surtout sur cet animal, dans la toison duquel il pullule.

Avant de terminer, il me reste à renseigner le chercheur qui, trouvant mon article trop incomplet, voudra pousser plus loin l'étude des intéressants diptères dont je parle aujourd'hui. Voici quelques indications qui pourront faciliter ses recherches.

A celui qui voudra connaître les moustiques, je signalerai les intéressants travaux de Théobald, de Ficalbi, du docteur Blanchard, du docteur Villeneuve, etc...

Pour étudier les piqueurs, il faudra consulter Pandellé, Roubaud, Surcouf, Villeneuve.

Les *Œstres* ont été consciencieusement observés par le professeur Vaney, de Lyon, dont nous avons relaté plus haut quelques-uns des remarquables travaux, et les *Pupipares*, par son regretté collègue Massonnat.

C. PIERRE.

LA MESURE DES PIÈCES MÉCANIQUES AU CENTIÈME DE MILLIMÈTRE

MARQUONS encore un bon point à l'actif de l'industrie française pour un perfectionnement aux calibres (pieds à coulisse, Palmers, etc...) employés en mécanique et pour lesquels nous avons été jusqu'ici beaucoup trop tributaires de l'étranger et surtout des Américains. Ce perfectionnement revêt la forme d'un amplificateur micrométrique, véritable loupe mécanique, permettant la lecture rapide et facile du *centième* de millimètre. Cet amplificateur peut non seulement s'adapter au pied à coulisse, mais encore remplacer avantageusement, dans plusieurs cas, le Palmer et les calibres dits *fourches à tolérance*.

Muni de l'amplificateur micrométrique, le pied à coulisse permet la lecture du 1/10e, 1/50e et 1/100e de millimètre. Pour toutes mesures inférieures au millimètre, il suffit de placer la pièce à mesurer entre les becs ; l'aiguille indique aussitôt la cote sur le secteur gradué. Pour toutes mesures au-dessus du millimètre, il suffit, pour obtenir les mêmes avantages, de jauger les becs ; cependant, à défaut de jauge, la graduation du coulisseau permet de régler les becs au 1/100e pour les mesures en millimètres et au 1/50e pour les mesures en demi-millimètres et autres.

L'instrument permet de mesurer l'ovale ou la conicité d'une pièce sans qu'il soit besoin, pour la *comparer*, de monter la pièce entre pointes, sur marbre, etc...

Le déplacement de l'aiguille du micromètre est produit par le mouvement (considérablement amplifié) imprimé à un doigt à ressort par le contact de la pièce à mesurer. La pression *élastique*, peut-on dire, du doigt, assure un contact parfait et uniforme en même temps qu'elle s'oppose à la déformation des becs, déformation qui se produit à la longue dans tous les pieds à coulisse ordinaires, en raison du fait que l'on a tendance à trop appuyer le bec mobile sur la pièce, pour assurer un bon contact.

En remplaçant le bec fixe du pied à coulisse par un marbre, l'instrument permet de vérifier la planéité d'une surface, l'ovale et la conicité d'une pièce, de régler le parallélisme dans les travaux de fraisage, de rabotage, etc... Adjoint à la fourche à tolérance, l'amplificateur permet d'apprécier, au centième de millimètre, toutes différences pouvant atteindre un demi-millimètre en plus ou en moins et tient lieu, par conséquent, d'une série de dix fourches variant entre elles d'un dixième de millimètre.

Adjoint à la fourche à tolérance, l'amplificateur permet d'apprécier le 1/100e de millimètre, dans les limites du demi-millimètre en plus ou en moins.

PIED A COULISSE, MUNI DE L'AMPLIFICATEUR

MUNI D'UN MARBRE ET DE L'AMPLIFICATEUR, CE PIED A COULISSE DEVIENT MICROMÈTRE VERTICAL

TOUS LES LIQUIDES ALCOOLIQUES DOIVENT ÊTRE ANALYSÉS DE PRÈS

Par René BROCARD

En dehors de son parfum, de son *bouquet*, dit-on plutôt, un vin se distingue d'un autre vin par son degré propre d'alcool et d'acidité volatile. Il est d'autant plus important de connaître l'un et l'autre de ces deux éléments caractéristiques que la qualité du vin leur est directement proportionnelle. *En principe*, plus un vin est riche en alcool, meilleure est sa conservation ; par contre, plus sa teneur en acidité volatile est grande, moins il est propre à la consommation. Normalement, les vins nouveaux contiennent peu d'acidité volatile, mais il n'en est pas de même lorsqu'ils sont atteints de certaines maladies, comme la piqûre, la tourne, etc... La dégustation ne permet pas toujours de déceler ces altérations ; en tout cas, elle est incapable de nous renseigner sur leur gravité. Or, d'après une loi de 1907, les laboratoires de la répression des fraudes considèrent comme complètement impropre à la consommation et ne pouvant, par conséquent, être mis en vente sans encourir des pénalités légales, tout vin qui contient plus de 1 gr. 65 d'acidité volatile exprimée en acide sulfurique, soit encore 1 gr. 98 en acide acétique, et présentant nettement, à la dégustation, les caractères de la piqûre.

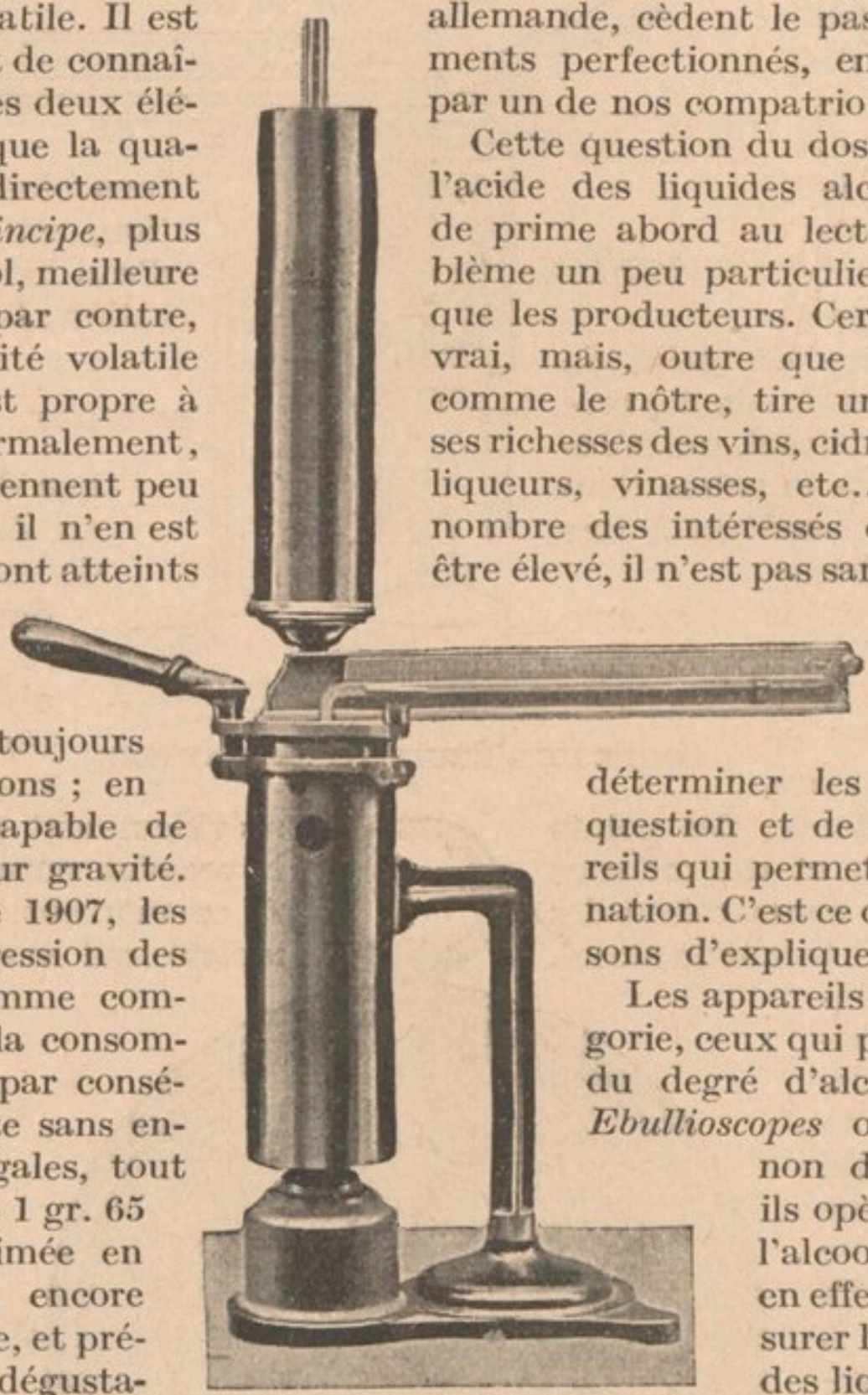
On voit donc que, dans le commerce des vins, et, en général, de tous les liquides alcooliques, il est nécessaire de doser et le degré d'alcool (surtout pour les vins vendus au degré) et l'acidité volatile de tous les échantillons. Ce dosage doit, évidemment, être précis et, autant que possible, rapide, deux qualités qui, précisément, n'ont guère caractérisé la méthode et surtout les appareils de mesure employés encore en beaucoup d'endroits. Pourtant, depuis quelque temps, ces appareils, dont beaucoup étaient d'origine allemande, cèdent le pas devant des instruments perfectionnés, entièrement imaginés par un de nos compatriotes, M. A. Contassot.

Cette question du dosage de l'alcool et de l'acide des liquides alcooliques apparaîtra de prime abord au lecteur comme un problème un peu particulier et qui n'intéresse que les producteurs. Certes, cela est un peu vrai, mais, outre que dans un pays qui, comme le nôtre, tire une grande partie de ses richesses des vins, cidres, bières, vinaigres, liqueurs, vinasses, etc... qu'il produit, le nombre des intéressés doit nécessairement être élevé, il n'est pas sans intérêt, à un point de vue purement scientifique, d'apprendre comment on s'y prend pour déterminer les deux mesures en question et de connaître les appareils qui permettent cette détermination. C'est ce que nous nous proposons d'expliquer dans cet article.

Les appareils de la première catégorie, ceux qui permettent le dosage du degré d'alcool s'appellent des *Ebullioscopes* ou *Ebulliomètres* et non des *Alcoomètres*, car ils opèrent par ébullition ; l'alcoomètre ne peut être, en effet, employé pour mesurer la richesse alcoolique des liquides comme le vin, sauf par distillation, car ces liquides contiennent, outre l'eau et l'alcool, des substances qui ont une grande influence sur la densité.

Les appareils de la deuxième catégorie se nomment des *Acidoscopes* ou *Acidimètres*.

Considérons d'abord les ébullioscopes et la manière d'opérer un dosage alcoométrique. M. Contassot a imaginé deux appareils : l'un, le plus simple, exige, comme tous ses devan-

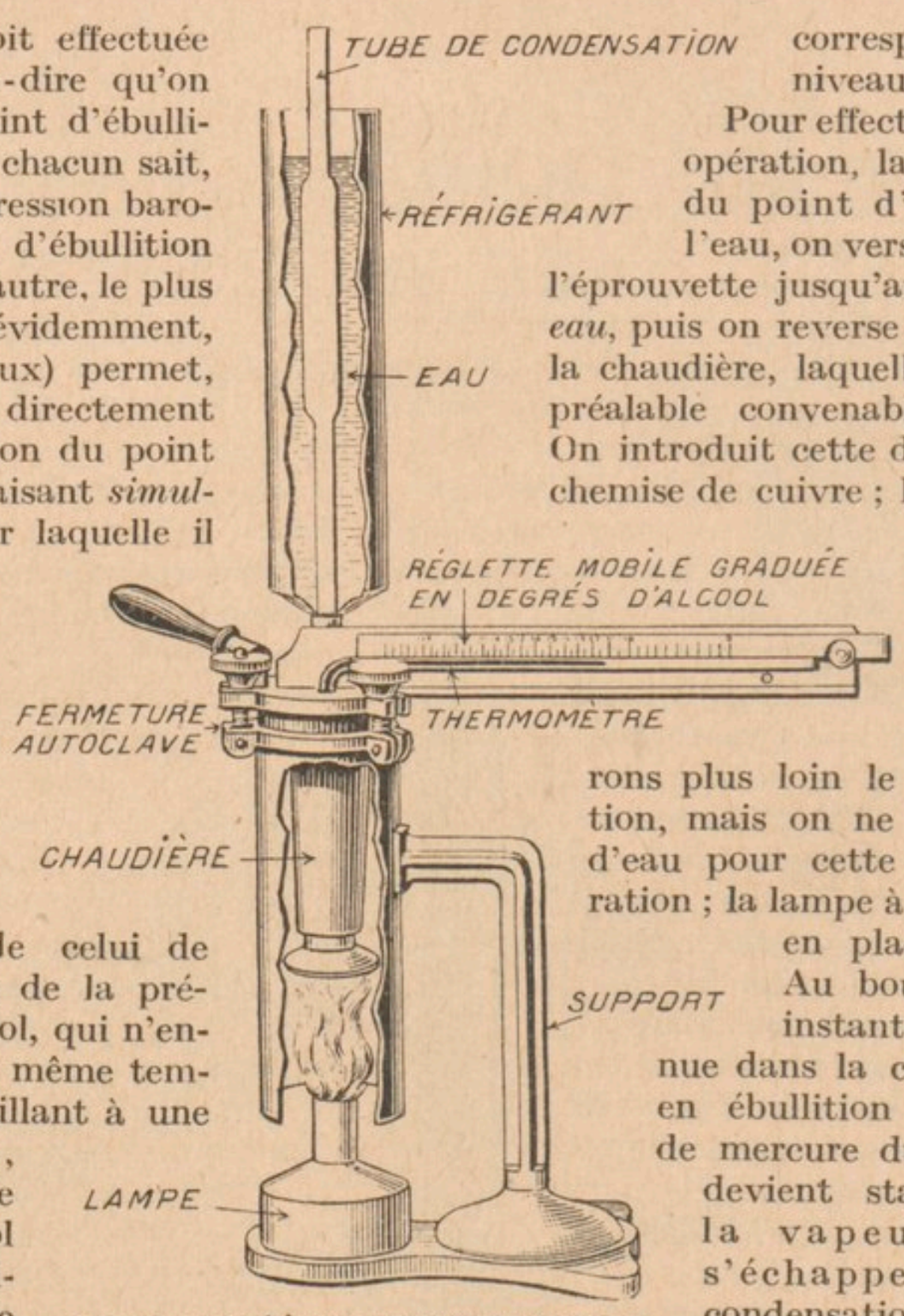


ÉBULLIOSCOPE SIMPLE

On détermine, avec cet appareil, d'abord le point d'ébullition de l'eau, puis celui du liquide alcoolique. Le degré d'alcool se déduit de ces deux indications.

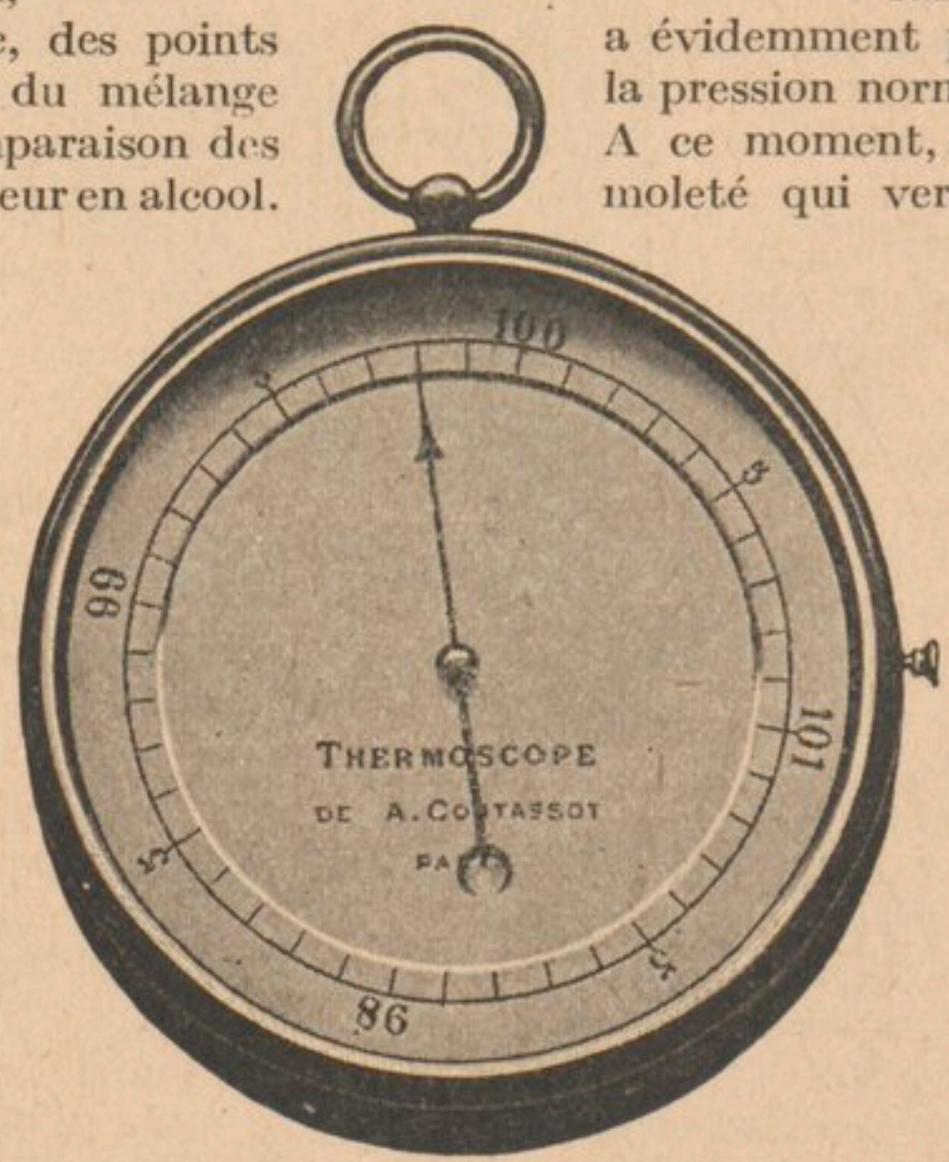
ciers, que l'opération soit effectuée en deux temps, c'est-à-dire qu'on détermine d'abord le point d'ébullition de l'eau qui, comme chacun sait, varie en fonction de la pression barométrique, puis le point d'ébullition du liquide alcoolique. L'autre, le plus perfectionné (mais c'est, évidemment, un appareil plus coûteux) permet, au contraire, d'effectuer directement le titrage, la détermination du point d'ébullition de l'eau se faisant *simultanément*. La raison pour laquelle il est, dans les deux cas, nécessaire de connaître le point d'ébullition de l'eau réside dans le principe même de la méthode qui permet le dosage. Il est évident, en effet, que le point d'ébullition du mélange alcoolique ne diffère de celui de l'eau pure qu'en raison de la présence d'un liquide, l'alcool, qui n'entre pas en ébullition à la même température. Ce liquide bouillant à une température plus basse, on conçoit que plus le mélange contient d'alcool plus son point d'ébullition s'écarte de celui de l'eau ; la détermination, successive ou simultanée, des points d'ébullition de l'eau et du mélange permet donc, par la comparaison des lectures, de calculer la teneur en alcool.

Revenons maintenant au premier appareil : il est très simplement constitué par une chaudière amovible que l'on place dans une chemise cylindrique au-dessous de laquelle on place une lampe à alcool, une réglette graduée en degrés d'alcool (de 0° à 25°), un thermomètre dont une extrémité plonge dans la chaudière et l'autre court le long de la réglette, un réfrigérant muni d'un tube de condensation, enfin, une éprouvette jaugée, marquée *eau* et *vin* au regard de deux traits correspondant à des niveaux différents.



COUPE DE L'ÉBULLIOSCOPE SIMPLE

Pour effectuer la première opération, la détermination du point d'ébullition de l'eau, on verse de l'eau dans l'éprouvette jusqu'au trait marqué *eau*, puis on reverse le liquide dans la chaudière, laquelle doit être au préalable convenablement rincée. On introduit cette dernière dans la chemise de cuivre ; la branche verticale du thermomètre plonge dans le liquide ; on fixe le réfrigérant, dont nous verrons plus loin le rôle, en position, mais on ne le remplit pas d'eau pour cette première opération ; la lampe à alcool est mise en place et allumée. Au bout de quelques instants, l'eau contenue dans la chaudière entre en ébullition et la colonne de mercure du thermomètre devient stationnaire, car la vapeur produite s'échappe du tube de condensation du réfrigérant (cet échappement libre a évidemment pour effet de maintenir la pression normale dans la chaudière). A ce moment, on desserre un bouton moleté qui verrouille normalement la réglette graduée en degrés d'alcool et on déplace cette réglette de manière à amener son zéro en face du point où s'est arrêtée la colonne de mercure du thermomètre. L'appareil est alors réglé pour la seconde opération, celle du titrage du mélange alcoolique. Pour effectuer ce titrage, on retire la lampe, la branche thermométrique, la chaudière et le réfrigérant. Ensuite, on rince convenablement la chaudière et l'éprouvette avec le liquide à expérimenter ; on remplit cette

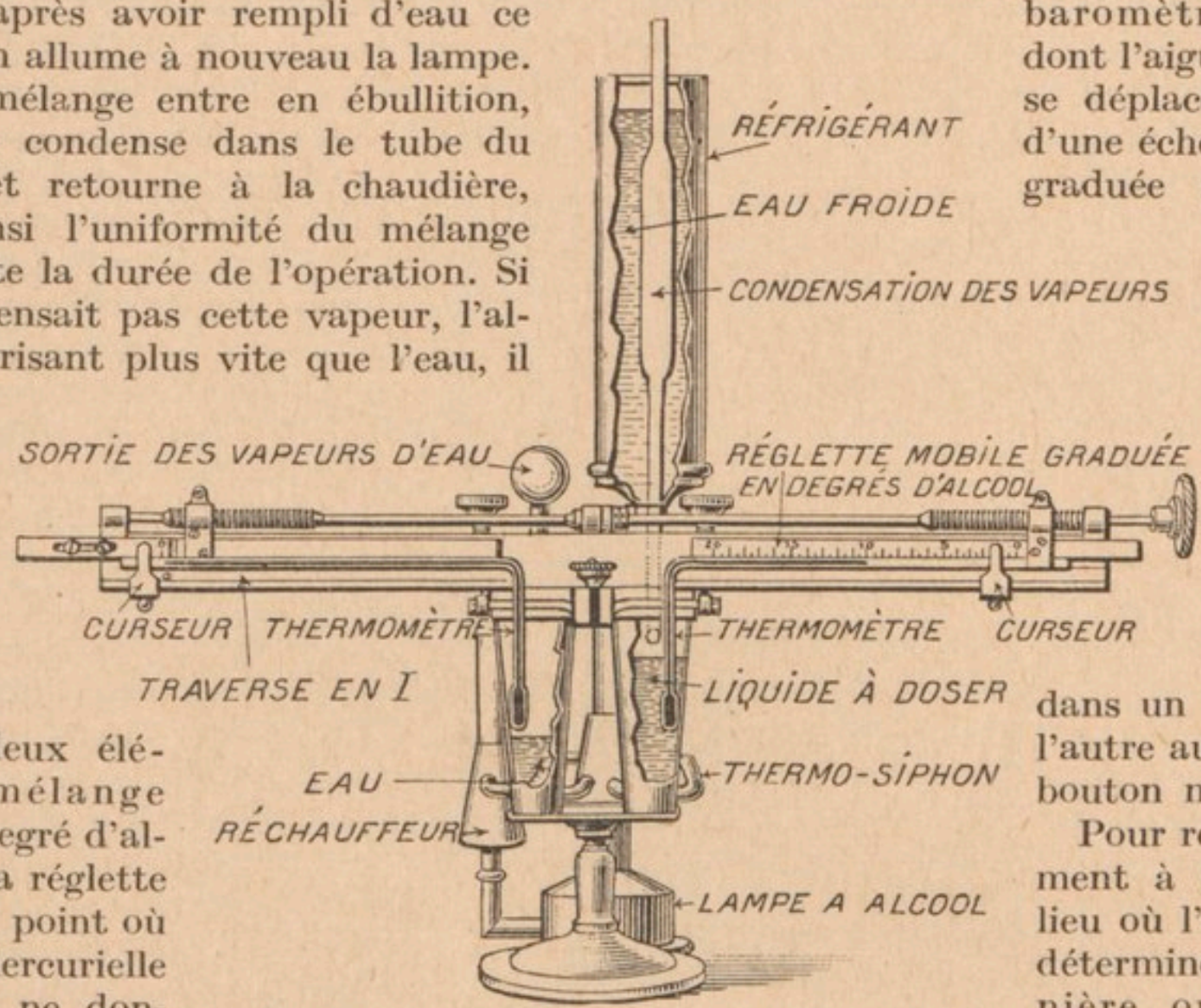


CET INSTRUMENT INDIQUE LES VARIATIONS DU POINT D'ÉBULLITION DE L'EAU, EN FONCTION DES VARIATIONS DE LA PRESSION ATMOSPHÉRIQUE

dernière jusqu'au trait marqué *vin ;* on verse le liquide dans la chaudière ; on met en place la branche thermométrique ainsi que le réfrigérant, après avoir rempli d'eau ce dernier, et on allume à nouveau la lampe. Lorsque le mélange entre en ébullition, la vapeur se condense dans le tube du réfrigérant et retourne à la chaudière, assurant ainsi l'uniformité du mélange pendant toute la durée de l'opération. Si l'on ne condensait pas cette vapeur, l'alcool se vaporisant plus vite que l'eau, il s'échapperait au dehors plus de vapeur d'alcool que de vapeur d'eau et la proportionnalité des deux éléments du mélange variant, le degré d'alcool lu sur la réglette au regard du point où la colonne mercurielle s'immobilise, ne donnerait pas l'indication exacte de la richesse alcoolique du liquide. D'ailleurs, comme il est bon d'observer la colonne de mercure pendant environ une minute pour être certain de la lecture, on constaterait que cette colonne ne cesserait pas de se déplacer.

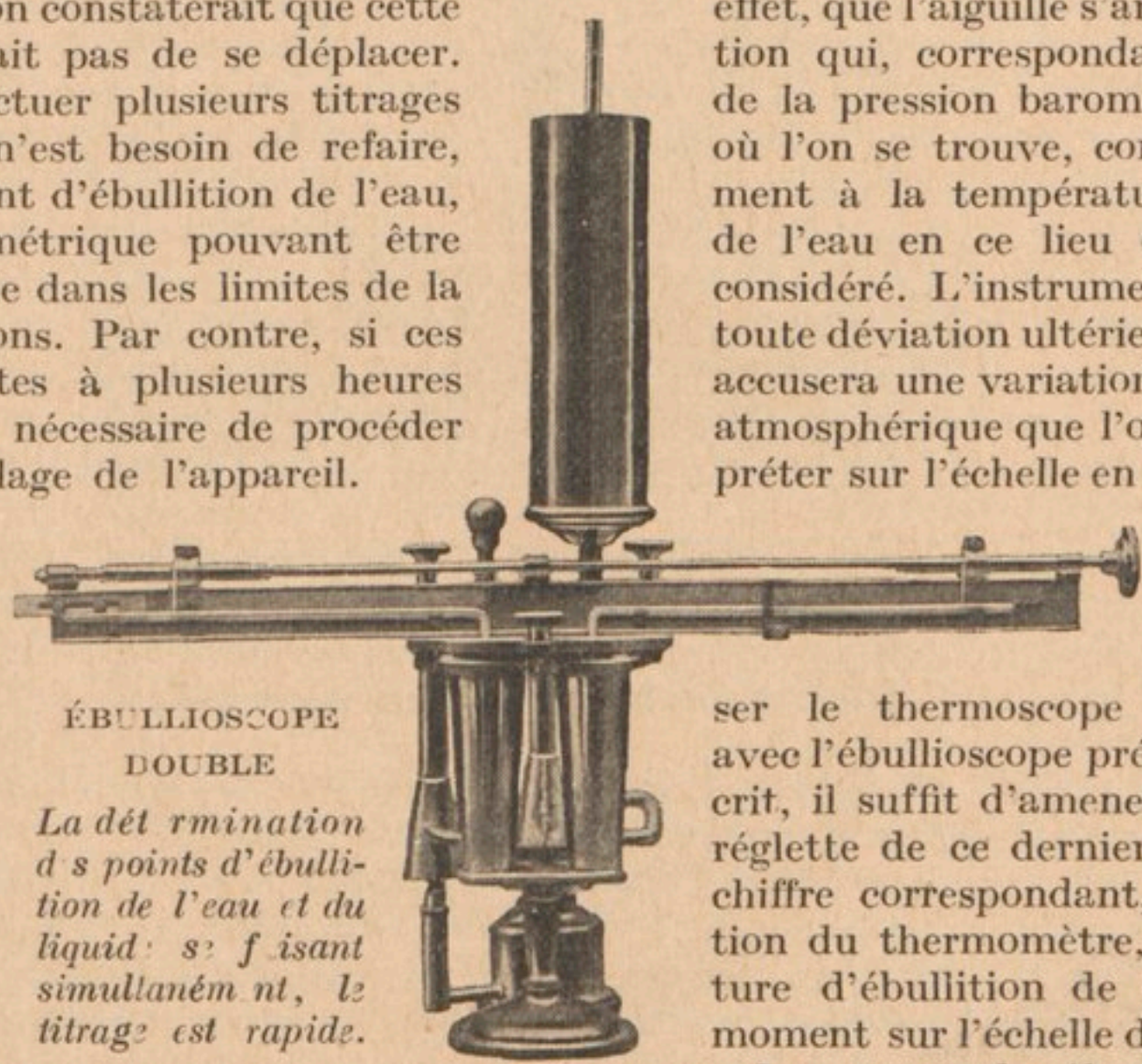
Si l'on a à effectuer plusieurs titrages successifs, point n'est besoin de refaire, chaque fois, le point d'ébullition de l'eau, la pression barométrique pouvant être supposée invariable dans les limites de la durée des opérations. Par contre, si ces dernières sont faites à plusieurs heures d'intervalle, il est nécessaire de procéder à un nouveau réglage de l'appareil.

Avant de passer à la description du second ébullioscope de M. Contassot, appareil dans lequel, comme nous l'avons déjà dit, les deux points d'ébullition sont obtenus simultanément, nous signalerons un instrument extrêmement ingénieux, dû au même auteur et indiquant à tout moment, sans opération préalable, sauf celle nécessaire au réglage initial, le point d'ébullition de l'eau à une altitude donnée. Cet instrument, dénommé *Thermoscope*, n'est autre qu'un bon baromètre à cadran dont l'aiguille ou index se déplace au regard d'une échelle circulaire graduée non pas en millimètres de pression mais en dixièmes de degrés centigrades. Cette échelle est, elle-même, mobile ; on la fait tourner dans un sens ou dans l'autre au moyen d'un bouton moleté.



COUPE DE L'ÉBULLIOSCOPE DOUBLE

Pour régler l'instrument à l'altitude du lieu où l'on opère, on détermine, de la manière ordinaire, le point d'ébullition de l'eau et on déplace l'échelle graduée de manière à faire coïncider le chiffre obtenu avec le point d'arrêt de l'aiguille du baromètre. On conçoit, en effet, que l'aiguille s'arrête à une position qui, correspondant à la valeur de la pression barométrique du lieu où l'on se trouve, correspond également à la température d'ébullition de l'eau en ce lieu et au moment considéré. L'instrument étant réglé, toute déviation ultérieure de l'aiguille accusera une variation de la pression atmosphérique que l'on pourra interpréter sur l'échelle en degrés ou fractions de degré centigrade.



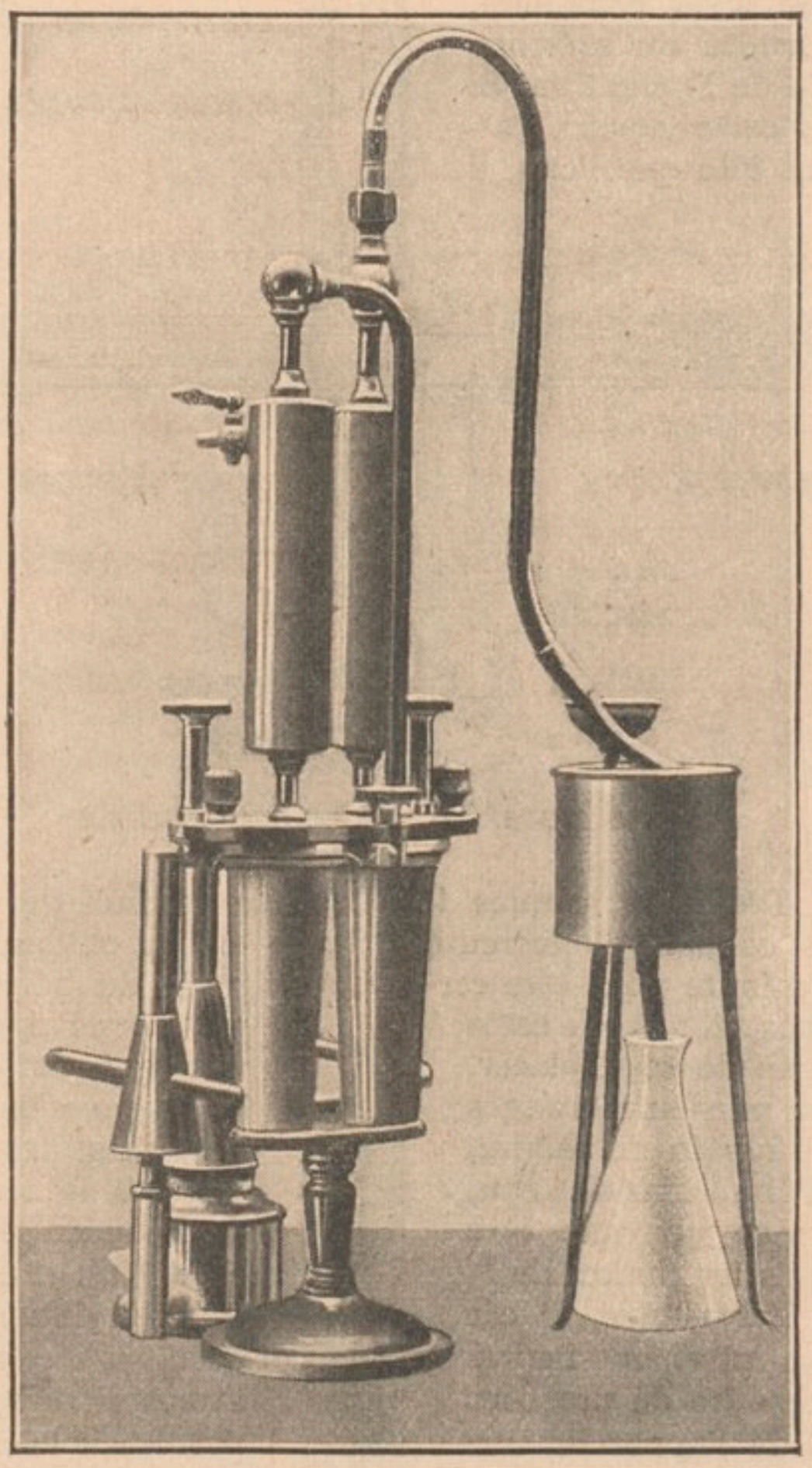
ÉBULLIOSCOPE DOUBLE

La détermination des points d'ébullition de l'eau et du liquide se faisant simultanément, le titrage est rapide.

Pour utiliser le thermoscope conjointement avec l'ébullioscope précédemment décrit, il suffit d'amener le zéro de la réglette de ce dernier au regard du chiffre correspondant, sur la graduation du thermomètre, à la température d'ébullition de l'eau lue à ce moment sur l'échelle du thermoscope.

Le second ébullioscope de M. Contassot combine, sous une forme simplifiée, deux appareils du premier type. Il comporte, en effet, deux chaudières jume-

lées mises en communication, à leur partie inférieure, par un thermo-siphon que réchauffe la lampe, deux thermomètres et deux réglettes, dont l'une est graduée en demi-degrés d'alcool, de 0 à 25; l'autre porte simplement l'indication du zéro correspondant au point d'ébullition de l'eau. Les deux réglettes sont fixées à une longue traverse en I sur laquelle peuvent se déplacer deux curseurs, un pour chaque réglette, qui facilitent les lectures. Un seul bouton moleté permet, au moyen d'une tige parallèle à la traverse en I et portant deux filetages contrariés, de rapprocher ou d'écarter à volonté les réglettes. L'appareil comporte une seule lampe à trois becs et un seul réfrigérant ; en plus de l'ébullioscope précédemment décrit, il possède un réchauffeur de vapeur d'eau qui maintient cette dernière à une température uniforme pendant sa circulation et une boule qui évacue la vapeur en retenant les gouttelettes d'eau pouvant se former par condensation dans la tuyauterie. Deux éprouvettes jaugées, une pour l'eau, l'autre pour le mélange à titrer et une pipette servant à faire les coupages, sont également jointes à l'appareil.



ACIDOSCOPE SERVANT AU DOSAGE DE L'ACIDITÉ VOLATILE DU LIQUIDE

L'appareil procède par distillation ; la liqueur acide est recueillie dans la fiole visible à droite.

Pour utiliser celui-ci, on emplit l'éprouvette marquée *eau* jusqu'au niveau indiqué par un trait ; on en verse le contenu dans la chaudière de gauche ; on opère de même, au moyen de l'éprouvette marquée *vin*, dont le contenu va dans la chaudière de droite. Lorsque l'eau et le liquide à expérimenter entrent en ébullition, on observe la marche de la colonne de mercure du thermomètre, qui plonge dans l'eau ; lorsque cette colonne est stationnaire, on amène, au moyen du bouton moleté le zéro de la réglette de gauche en face du point d'arrêt du mercure ; on lit ensuite sur la réglette de droite le degré d'alcool, lequel est indiqué par le point d'arrêt de la colonne de mercure du thermomètre qui plonge dans le mélange, en prenant soin d'observer la fixité du mercure pendant une minute environ. La détermination de la richesse alcoolique du liquide traité ne demande, avec cet appareil, pas plus de quatre minutes.

Les vins ordinaires se titrent, en général, tels qu'ils sont, mais tous les vins légèrement liquoreux ou sucrés, les vins en moûts, le cidre doux, les liqueurs, spiritueux et bières doivent être plus ou moins coupés, mais, bien entendu, dans une proportion connue, de façon à diminuer la teneur en sucre qui aurait une certaine influence sur l'ébullition du liquide. On multiplie, en fin d'opération, le chiffre obtenu par le coefficient de coupage pour obtenir le titrage réel du mélange initial.

L'acidoscope utilisé pour déterminer la teneur du liquide en acidité volatile est d'une construction qui rappelle celle du double ébullioscope. Comme ce dernier, il possède deux chaudières avec thermo-siphon réchauffé ; ces chaudières sont surmontées d'un dispositif d'extraction consistant en deux cylindres verticaux qui sont, l'un relié à la chaudière dans laquelle on place le liquide à expérimenter, et l'autre, raccordé à un col de cygne aboutissant à un réservoir de condensation sous lequel est placée une fiole conique graduée qui recueille le produit

de la distillation. Ici encore, l'opération s'effectue en deux temps : extraction d'abord et ensuite dosage de l'acidité.

Pour opérer l'extraction, on mesure exactement, avec la pipette, dix centimètres cubes du vin à essayer ; on les verse dans un ballon jaugé et on complète à cinquante centimètres cubes avec de l'eau aussi pure que possible ; on verse alors le tout dans la chaudière marquée *vin* (celle de droite sur la figure), puis on rince le ballon avec un peu d'eau, et on ajoute cette eau au liquide contenu dans la chaudière en question. Ensuite, on remplit le même ballon de cinquante centimètres cubes d'eau que l'on verse dans la chaudière marquée *eau ;* on met en place le dispositif d'extraction, le col de cygne et la fiole graduée, puis on allume la lampe. Lorsque la vapeur d'eau commence à s'échapper du robinet fixé à la partie supérieure d'un des cylindres du dispositif d'extraction (celui qui surmonte la chaudière à eau) on le ferme et on éteint le bec du réchauffeur, c'est-à-dire le bec qui chauffe le thermo-siphon. La distillation commence à partir de ce moment. En effet, la vapeur d'eau ne pouvant plus s'échapper par le robinet, pénètre du cylindre d'extraction gauche, dans la chaudière de droite, se charge d'acidité, s'élève dans le cylindre de droite et va se condenser dans le réfrigérant. L'eau de ce dernier est renouvelée plusieurs fois de manière à permettre une condensation rapide des vapeurs. Lorsqu'on a recueilli jusqu'au trait circulaire de la fiole le produit de la distillation, on arrête celle-ci en éteignant la lampe. La première opération est alors terminée.

La seconde, le dosage, s'effectue de la manière suivante : le liquide à doser, c'est-à-dire le liquide qui vient d'être recueilli dans la fiole, est coloré, par exemple, au moyen de teinture de tournesol. On y verse ensuite peu à peu une solution alcaline (à base de soude) contenant par litre un poids connu de base (liqueur normale, demi-normale, etc.) Tant que tout l'acide contenu dans le liquide n'est pas saturé, et, par conséquent, neutralisé par l'alcali, le liquide demeure rouge : cette coloration étant celle prise par le tournesol en présence de l'acide. Lorsque la saturation se produit, l'addition de la plus petite quantité de base fait virer le tournesol au bleu. On voit donc que, pour obtenir le changement de coloration, il faut verser une certaine quantité de liqueur alcaline ; on mesure cette quantité, on en calcule le poids duquel on déduit celui de l'alcali et, par suite, celui de l'acide, puisque la neutralisation de ce dernier a exigé un poids égal d'alcali. Au lieu de liqueur de tournesol, on peut employer, comme indicateur, d'autres réactifs, telle que la teinture de phénolphtaléine, qui donne une magnifique coloration violette.

La partie délicate de l'opération réside dans l'addition des quelques gouttes supplémentaires de liqueur alcaline nécessaires, au moment où l'on approche de la saturation, pour produire le changement de coloration du liquide. Si, en effet, on verse trop vite ou trop à la fois, on risque de mettre plus d'alcali qu'il n'en faut pour neutraliser l'acide et, par conséquent, d'effectuer un dosage inexact. Afin de faciliter l'opération, de la mettre à la portée d'un opérateur même inexpérimenté, tout en éliminant toute possibilité d'erreur dans le dosage, M. Contassot a imaginé, pour verser la solution alcaline, une burette munie d'un dispositif d'écoulement très ingénieux.

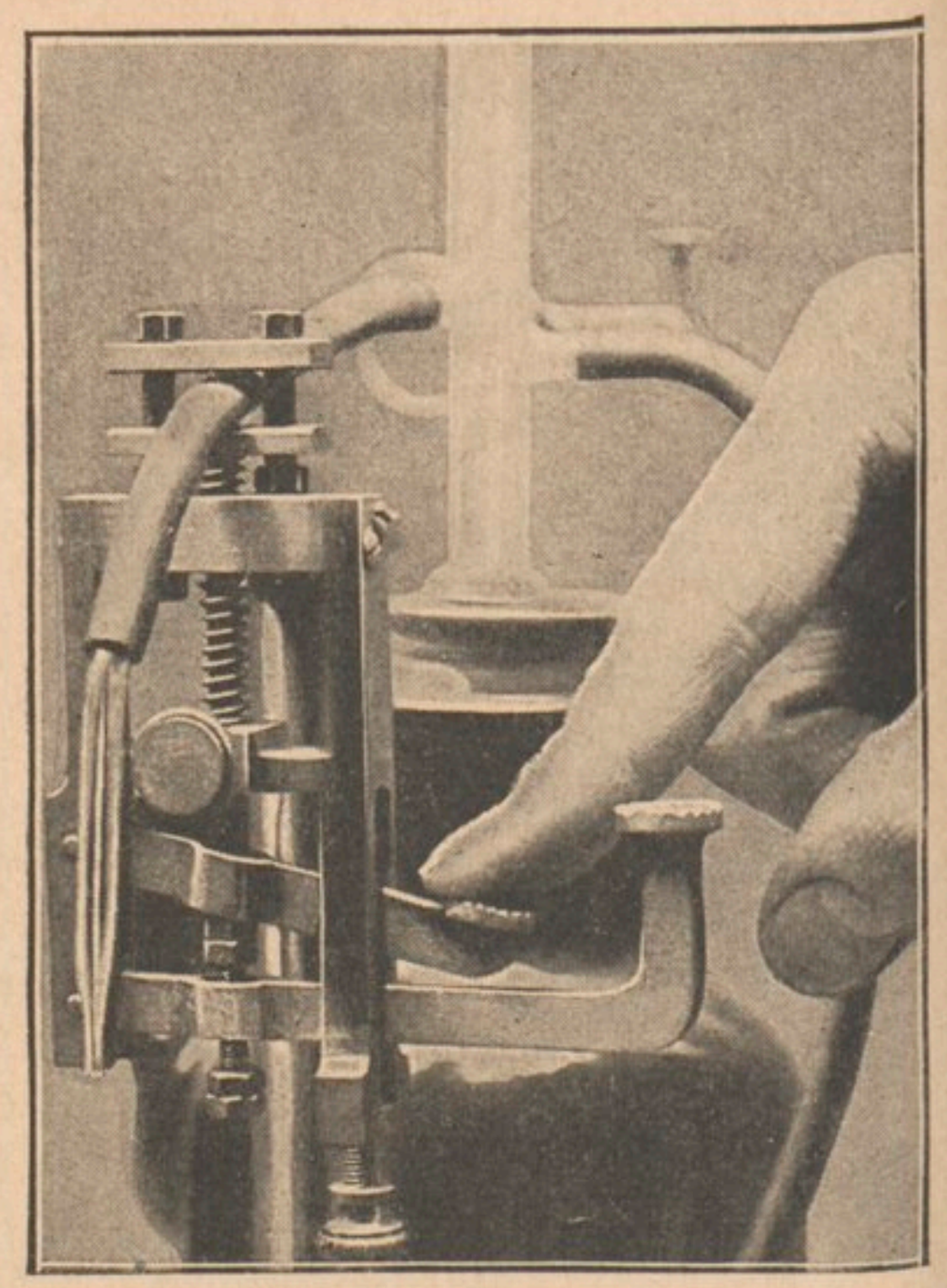
Cet instrument se compose d'un flacon à deux orifices, l'un pour le remplissage du flacon, l'autre pour le raccordement avec la burette proprement dite. Ce dernier orifice est fermé par un bouchon en caoutchouc que traverse un tube de verre, vertical, formant le corps de la burette ; ce tube est gradué en mesures de capacité ; il renferme, en lui-même, un autre tube de verre qui descend jusqu'au fond du flacon et forme siphon à sa partie supérieure. Le tube extérieur est fermé à la naissance d'un tube de vidange, qui est muni d'une pince et d'une poire en caoutchouc au moyen de laquelle on peut envoyer de l'air sous pression sur la liqueur titrée et forcer cette dernière à s'élever dans le tube intérieur ou tube central. Un dispositif muni de deux touches, permet, en étranglant plus ou moins le tronçon de caoutchouc

BURETTE UTILISÉE POUR DOSER L'ACIDITÉ VOLATILE EXTRAITE DU LIQUIDE

L'opération consiste à verser lentement, au moyen de la burette, de la liqueur alcaline dans le liquide acide recueilli, jusqu'à neutralisation de cet acide.

du tube d'écoulement, de contrôler cet écoulement et d'obtenir à volonté, soit un jet continu, soit des gouttes séparées.

L'instrument fonctionne comme suit : quand on presse sur la poire en caoutchouc, le liquide s'élève dans le tube intérieur et, se déversant par le haut dans le tube extérieur gradué, ne tarde pas à remplir complètement ce dernier ; si, à ce moment, on cesse d'agir sur la poire, la liqueur qui se trouve au-dessus du zéro de la graduation se siphonne et redescend dans le flacon par le tube central. On dispose maintenant d'une colonne de liqueur alcaline de capacité rigoureusement définie et dont on pourra à tout moment mesurer et contrôler l'écoulement. Au début de l'addition de cette liqueur au liquide dont on veut doser l'acidité, il y a intérêt, pour aller plus vite, à ne pas étrangler le tronçon du tube d'écoulement (appelé *pissette* en termes de métier). A cet effet, on appuiera sur la touche la plus courte du dispositif de contrôle (gravure du haut de la page), ce qui provoquera l'écartement des pinces de serrage ; comme, cependant, ceci aura pour effet de remplir d'abord le tube de la pissette, et, par conséquent, d'abaisser le niveau du liquide dans le tube extérieur, on pressera alors sur la poire pour faire remonter la liqueur jusqu'au zéro de

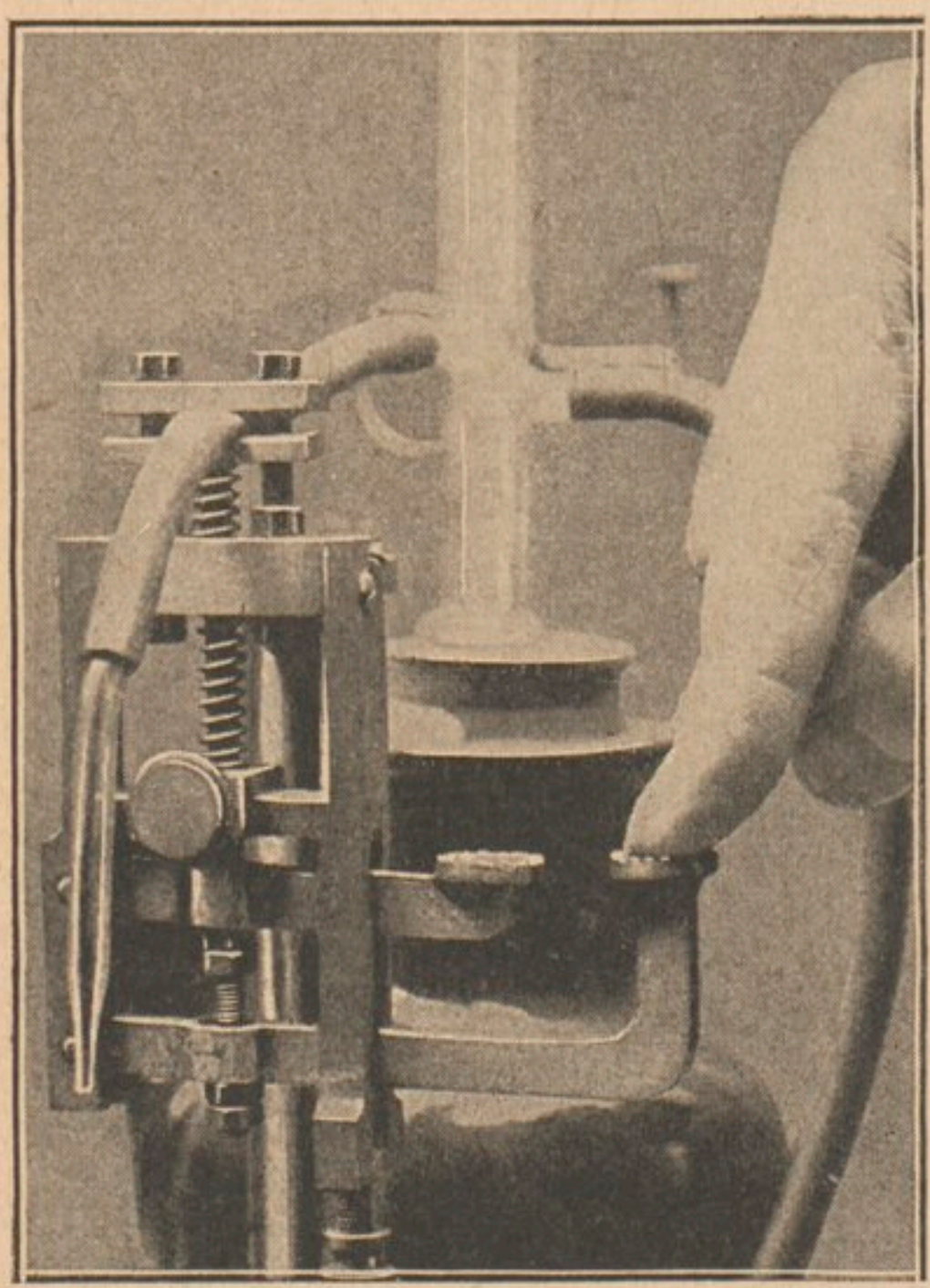


EN ABAISSANT LA PETITE TOUCHE, ON OBTIENT UN ÉCOULEMENT CONTINU

la graduation. Quand on aura laissé écouler une certaine quantité de solution alcaline, on cessera de déprimer la touche courte et on appuiera sur l'autre touche (gravure du bas de la page) ; ceci aura pour résultat de rapprocher les pinces, lesquelles, en étranglant la pissette, obligeront cette dernière à fonctionner en compte-gouttes. Ce n'est donc que par l'addition d'une seule goutte de liqueur que l'on obtiendra, à un moment donné, le changement de couleur qui révélera la saturation complète et la neutralisation de l'acide. On voit que ce dispositif ingénieux de contrôle de l'écoulement permet, sans précaution ni habileté spéciales, d'effectuer des dosages rigoureusement précis.

Ainsi, par une série d'appareils très simples, scientifiquement conçus et d'un usage commode, notre compatriote, M. Contassot, a grandement perfectionné et mis à la portée de tout le monde un procédé de titrage et de dosage extrêmement précis, qui, en raison de l'étendue de ses applications, gagnait, précisément, à passer du domaine du laboratoire dans celui de la pratique courante. Ceci n'empêche point que ces appareils, qui ont été adoptés par de nombreux viticulteurs, brasseurs, etc., soient en usage dans de nombreux laboratoires officiels français et étrangers.

RENÉ BROCARD.



EN DÉPRIMANT L'AUTRE TOUCHE, L'ÉCOULEMENT NE SE FAIT QUE GOUTTE A GOUTTE

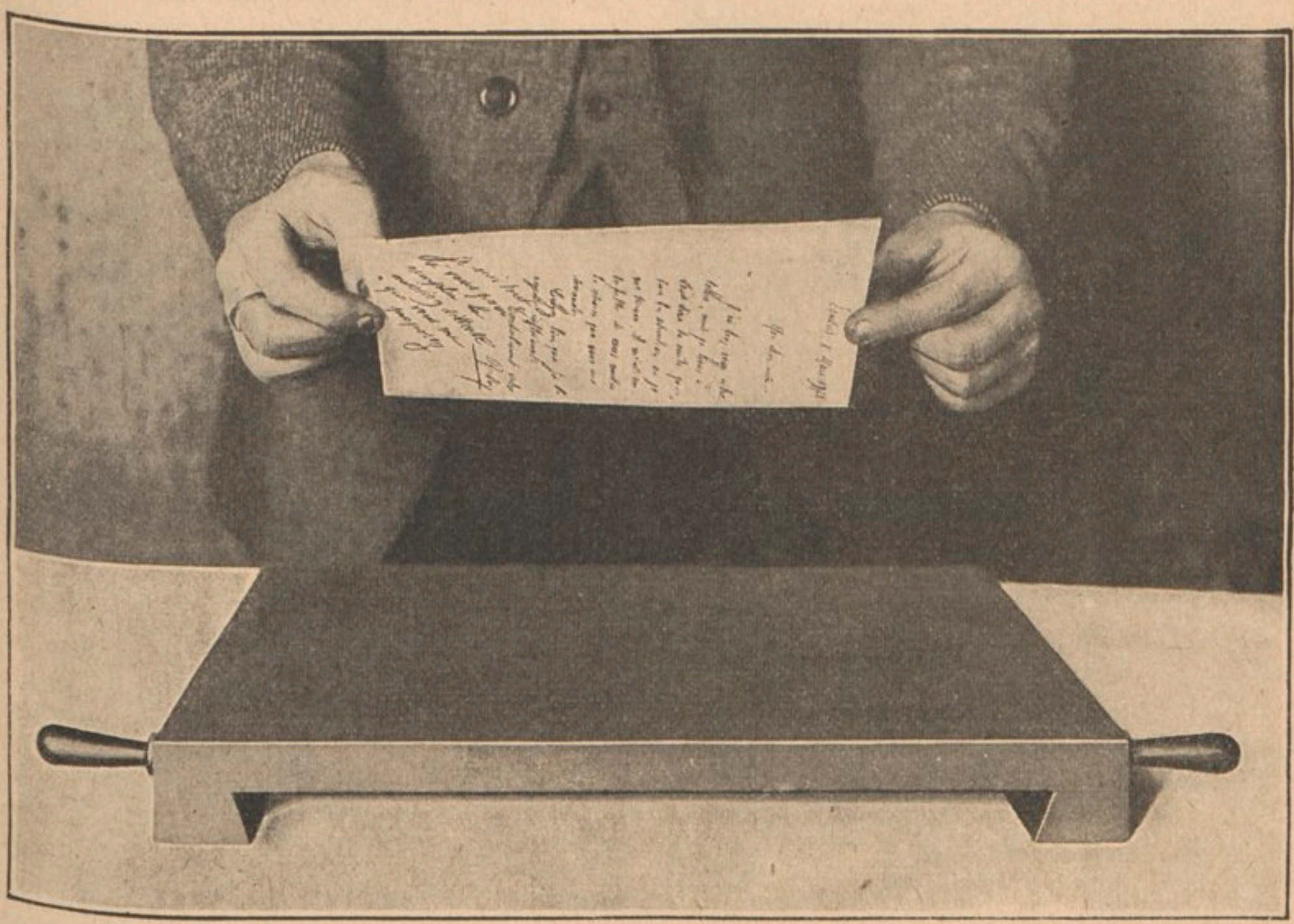
LES ENCRES DITES SYMPATHIQUES POUR LA CORRESPONDANCE SECRÈTE

Par Henri GODIN

Depuis qu'il existe une écriture cursive et des moyens de transmettre sa pensée sous une forme fixe et durable, deux préoccupations contraires ont retenu l'attention et accaparé les recherches de la science. D'abord le désir de multiplier les moyens de communiquer, de rendre ces moyens toujours plus rapides et plus parfaits. A cet égard, la télégraphie et la téléphonie sans fil sont arrivées à de prodigieux résultats, et l'on entrevoit, si l'on en juge par certaines expériences récentes, l'avènement de procédés nouveaux plus stupéfiants encore par leur puissance et leur simplicité.

Puis, à mesure que se développaient les moyens de correspondre par écrit, on chercha les procédés les plus propres à permettre la dissimulation ou la disparition, à volonté, de certains écrits, — *scripta manent*, — si des intérêts supérieurs ou un besoin absolu du secret entre deux correspondants l'exige.

Les encres sympathiques, utilisées depuis des siècles, dans tous les pays du monde, n'ont été, pendant longtemps, que des compositions plus ou moins traditionnelles, à base de sucs de plantes, vendues par des spécialistes qui tenaient à la fois de l'écrivain public, de l'alchimiste et de l'apothicaire.



RÉVÉLATION D'UNE ÉCRITURE INVISIBLE (A GAUCHE ET EN TRAVERS DE LA FEUILLE) EN APPROCHANT LA FEUILLE DE PAPIER D'UNE PLAQUE DE MÉTAL TRÈS FORTEMENT CHAUFFÉE

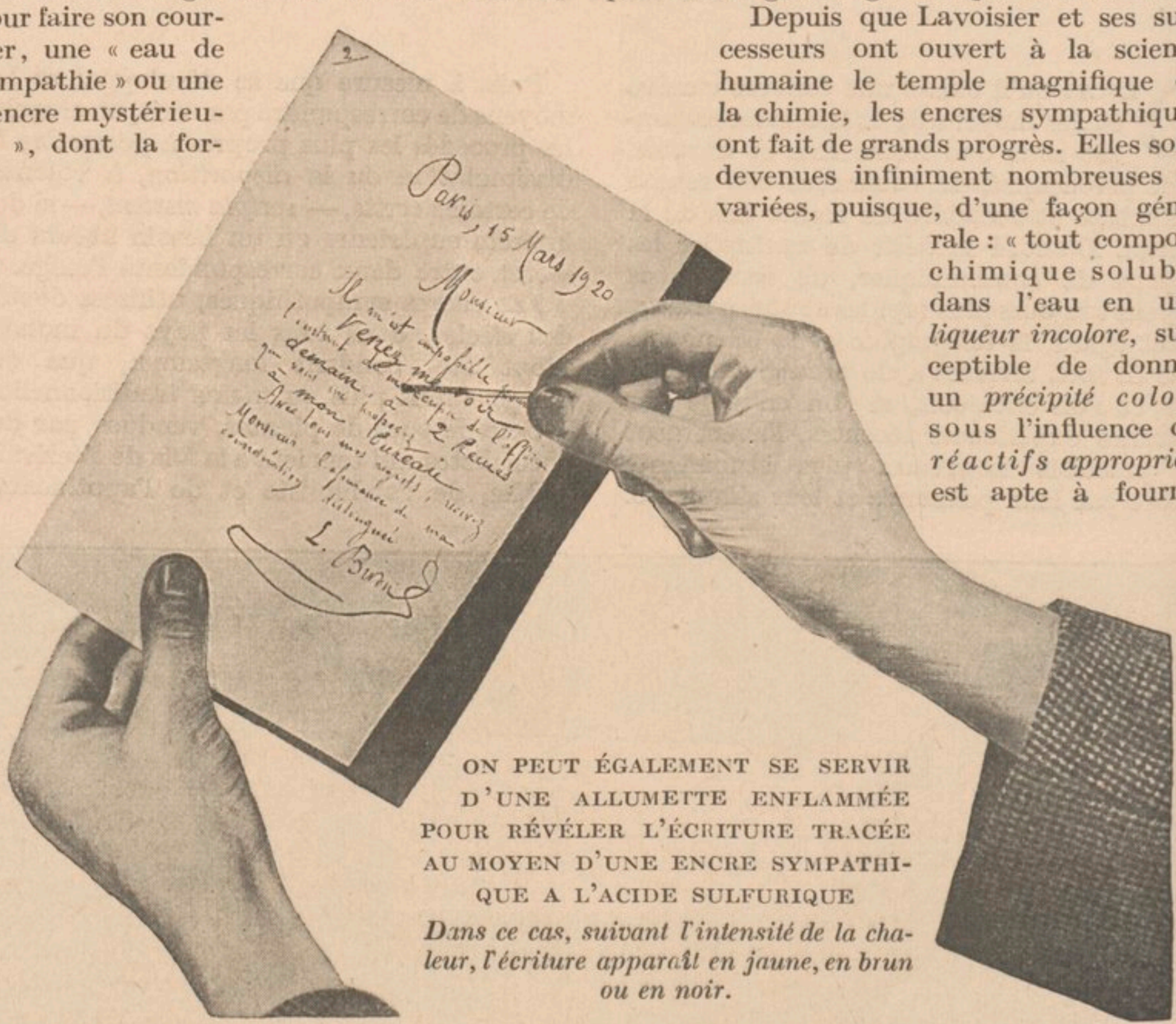
On opère ainsi quand des sucs végétaux incolores, tels que le jus d'oignon, le jus de navet, le jus de citron, ou encore l'acide sulfurique dilué dans une certaine quantité d'eau, ont été employés pour tracer les lignes constituant la correspondance secrète.

Dès le moyen âge, on parle fréquemment, dans les cours italiennes où la civilisation et les intrigues brillaient de compagnie, des *encres magiques*, invisibles à volonté, que des savants un peu sorciers préparent pour les princes et princesses, pour les ambassadeurs, les cardinaux, les condottieri et même pour les papes. Du XIVe au XVIIe siècle, c'est une mode, singulière en vérité, d'avoir, pour faire son courrier, une « eau de sympathie » ou une « encre mystérieuse », dont la formule et le procédé de révélation ne doivent être connus que des deux correspondants.

Ambition excessive, d'ailleurs, car, bien souvent, l'encre secrète était à base d'un extrait végétal acide, et il suffisait tantôt de mouiller le papier, tantôt de le chauffer, pour faire paraître très nettement l'écriture, qui restait, dès lors, visible pour toujours.

Il y avait, en outre, des traditions, et, pour ainsi dire, des rites dans l'échange des correspondances secrètes. On écrivait à « l'encre magique » entre les lignes d'une lettre à écriture visible, et dont le style et les propos paraissaient infiniment dénués d'intérêt pour les curieux. Souvent aussi l'écriture mystérieuse courait sur les marges d'un livre, manuscrit ou imprimé, sautant par bonds imprévus d'une page à l'autre, avec des retours et des brouillages préparés d'avance et nécessitant l'emploi d'une clé ou d'une grille transmises à part. On a fortement perfectionné, depuis un siècle, les systèmes de correspondance secrète, et nous aurions un volume à écrire sur les procédés récents, et surtout ceux qui furent employés pendant la grande guerre qui vient de finir.

Depuis que Lavoisier et ses successeurs ont ouvert à la science humaine le temple magnifique de la chimie, les encres sympathiques ont fait de grands progrès. Elles sont devenues infiniment nombreuses et variées, puisque, d'une façon générale : « tout composé chimique soluble dans l'eau en une *liqueur incolore*, susceptible de donner un *précipité coloré* sous l'influence de *réactifs appropriés*, est apte à fournir une excellente encre sympathique. »



ON PEUT ÉGALEMENT SE SERVIR D'UNE ALLUMETTE ENFLAMMÉE POUR RÉVÉLER L'ÉCRITURE TRACÉE AU MOYEN D'UNE ENCRE SYMPATHIQUE A L'ACIDE SULFURIQUE

Dans ce cas, suivant l'intensité de la chaleur, l'écriture apparaît en jaune, en brun ou en noir.

Par la série considérable des composés chimiques possédant les propriétés requises pour l'écriture secrète, on peut établir deux espèces différentes d'encres sympathiques :

1° Celles qui, après révélation par réaction chimique, restent apparentes sur le papier et sont absolument *indélébiles* ;

2° Celles qui, après l'emploi du révélateur qui en permet la lecture, *redeviennent progressivement invisibles*, et peuvent *être révélées à nouveau* un très grand nombre de fois.

A la tête des encres sympathiques de la première catégorie, il faut placer celles que nous fournit la nature elle-même. L'oignon, qui fait si souvent pleurer la cuisinière qui l'épluche et le découpe, contient un précieux

encrier, puisqu'il fournit une encre invisible. C'est souvent avec une plume trempée dans du jus d'oignon que s'échangent les aveux du « pays » à la « payse », ainsi préservés l'un et l'autre des curiosités indiscrètes, ou des remontrances paternelles. Le navet et le citron donnent également des sucs incolores et invisibles. Le procédé de révélation consiste, pour toutes ces encres végétales, à approcher le papier d'une plaque de métal très fortement chauffée. Les caractères apparaissent en brun. Si le papier, trop approché, se carbonise, l'écriture n'est pas perdue, car elle se détache alors merveilleusement en blanc sur fond noir.

Parmi les encres sympathiques à base chimique, l'acide sulfurique est généralement le plus employé. La formule courante est celle-ci :

Acide sulfurique 66° Beaumé (huile de vitriol ordinaire) .... 5 cmc
Eau ..... 95 cmc

Le révélateur consiste en une plaque chaude, comme pour les encres à sucs végétaux. On peut aussi passer rapidement la flamme d'une allumette ou d'un briquet sur le papier. L'écriture se présente en jaune, en brun, ou en noir, suivant l'intensité de la chaleur (Voir la figure de la page précédente).

Une recommandation importante à faire, avant d'employer l'une ou l'autre des encres sympathiques d'origine chimique, c'est de ne faire usage que de plumes neuves, ou, si l'on n'en a pas sous la main, d'éviter surtout les plumes rouillées. Avec ces dernières on est sûr de manquer son but et d'écrire des secrets qui se révéleront tout seuls, grâce à certaines réactions, après quelques heures d'invisibilité plus ou moins réelle.

Par un procédé inspiré de la photographie, on peut employer la série des sels d'argent, et en particulier le nitrate d'argent en solution, pour confectionner des encres qui se colorent sous l'influence de la lumière.

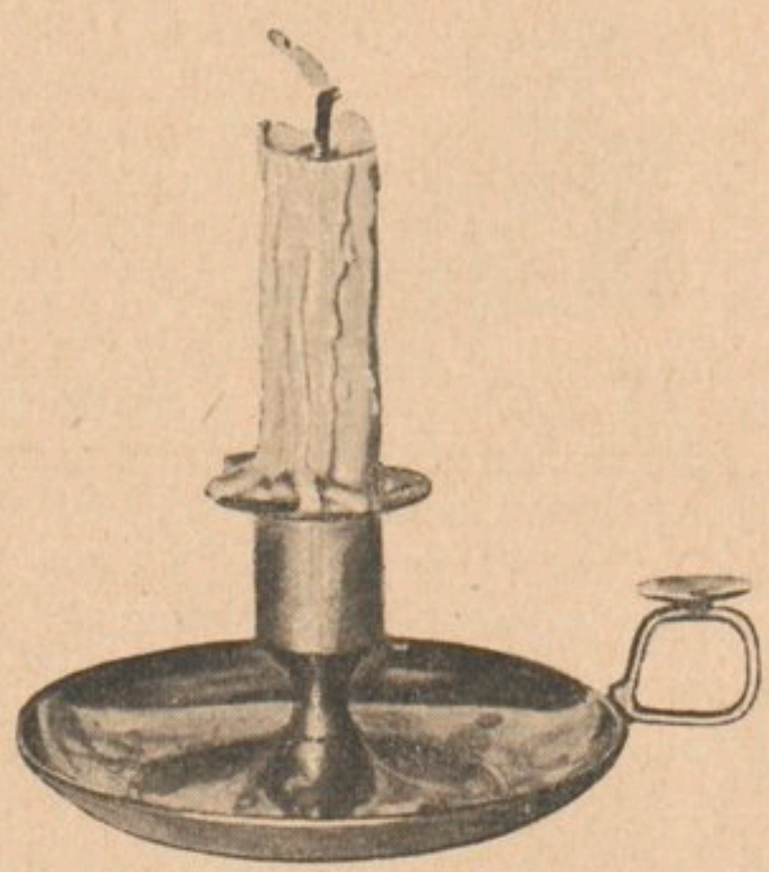
L'ENCRE SYMPATHIQUE AU CHLORURE DE COBALT SE RÉVÈLE QUAND ON PASSE LE PAPIER AU-DESSUS D'UNE LAMPE ALLUMÉE

POUR LES ENCRES AU NITRATE DE BISMUTH OU A L'ACÉTATE DE PLOMB

Le révélateur le plus employé est une solution de sulfure de sodium dans laquelle on trempe le papier.

L'inconvénient des encres de cette origine est de nécessiter l'emploi d'enveloppes complètement inactiniques, c'est-à-dire inaccessibles à la lumière et aux radiations lumineuses. Faute de cette précaution, le message secret parviendrait aussi lisible qu'une lettre

Les encres sympathiques les plus intéressantes, celles qui gardent le mieux leur secret, sont évidemment celles qui, après une première révélation, disparaissent de nouveau d'elles-mêmes, et peuvent cependant reparaître par la suite un très grand nombre



de fois, suivant les besoins de la lecture.

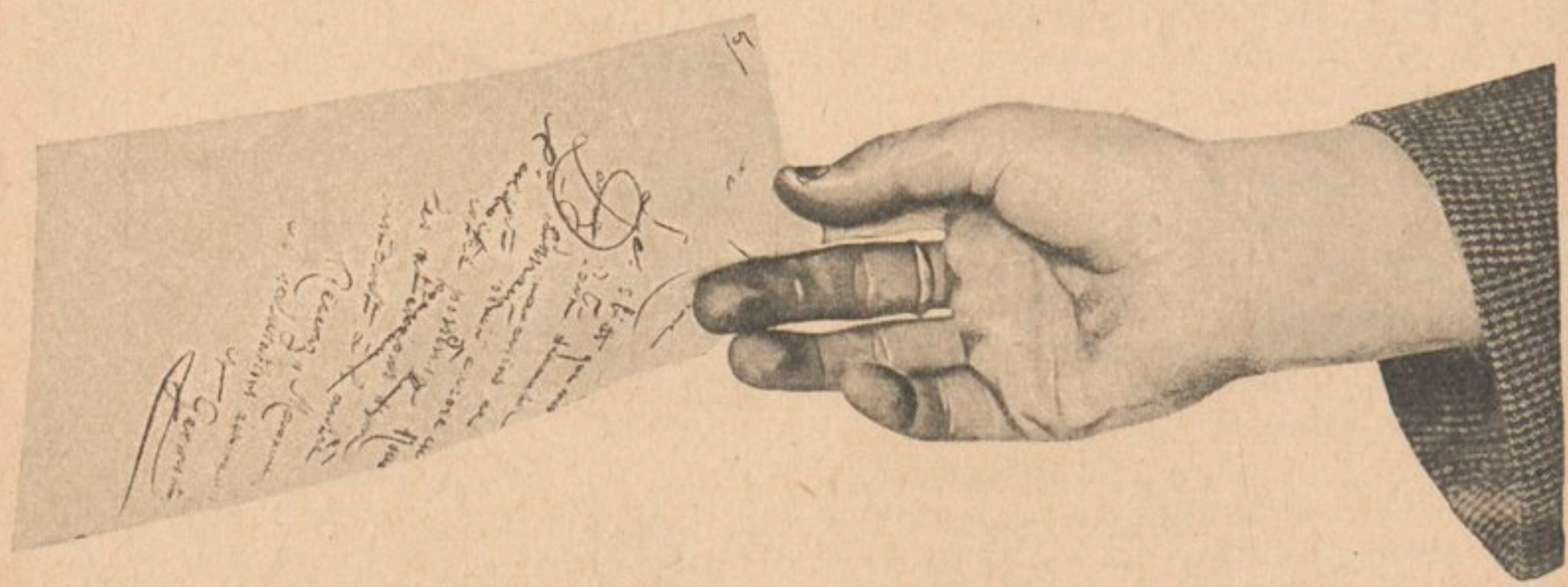
Les compositions les plus employées dans cette catégorie sont celles à base de chlorure de cobalt. La découverte de cette encre magique n'est pas nouvelle. Frédéric II, roi de Prusse, qui avait toujours une foule d'intrigues en cours, d'un bout à l'autre de l'Europe, et se servait couramment de tous les procédés secrets de correspondance, écrivait déjà avec des solutions de cobalt. Voici la préparation, qui se fait en deux étapes :

1°	Chlorure de cobalt.....	100 grammes.
	Eau distillée.....	900 —
2°	Chlorure de sodium (sel ordinaire).....	200 grammes.
	Eau distillée.....	800 —

Ces deux solutions sont filtrées séparément, puis mélangées. Le liquide obtenu est légèrement rougeâtre, mais, quand il est sec, il donne une écriture absolument invisible.

La révélation s'obtient par application à la chaleur. L'écrit apparaît alors en bleu pur, net et vigoureux. L'écriture s'efface progressivement et redevient totalement invisible par hydratation au contact de l'air.

On peut obtenir toute une gamme de colorations dans l'emploi des encres sympathiques à base de cobalt. Par exemple, si on



AUTRE PROCÉDÉ DE RÉVÉLATION POUR L'ENCRE SYMPATHIQUE FORMÉE D'UN MÉLANGE DE 5 CENTIMÈTRES CUBES D'ACIDE SULFURIQUE ET DE 95 CENTIMÈTRES CUBES D'EAU

Il suffit de faire chauffer légèrement le papier à la flamme d'une bougie.

ajoute à la solution de chlorure de cobalt quelques grammes de chlorure de fer, l'écriture apparaît, après révélation, avec une belle couleur verte. On peut, d'ailleurs, employer le nitrate ou l'acétate de cobalt, avec les mêmes résultats que le chlorure.

Les sels de nickel donnent une encre sympathique analogue, dont les caractères, également révélés par la chaleur empruntée à une source quelconque, apparaissent verts.

Dans un ordre de révélation un peu plus compliqué, puisqu'il exige des agents chimiques d'un emploi parfois désagréable, nous allons citer quelques autres préparations.

Les caractères tracés avec des solutions de nitrates de bismuth ou d'acétate de plomb deviennent noirs sous l'action du gaz sulfhydrique (hydrogène sulfuré) ou par immersion dans une solution de sulfure de sodium. L'inconvénient de ces formules réside dans la nécessité d'employer des révélateurs dégageant des odeurs fortes, et plus ou moins offensantes pour l'odorat, dangereuses même.

Le sulfate de fer donne une encre magique qui se révèle en bleu, sous l'action du ferro-

cyanure de potassium, ou en noir avec la noix de galle. On peut intervertir la formule en employant des solutions de ferro-cyanure et de noix de galle pour l'encre, et le sulfate de fer comme révélateur.

Enfin, les solutions de sulfate de cuivre étendues fournissent d'excellentes encres sympathiques, d'un emploi facile, qui se révèlent, sous l'influence des vapeurs ammoniacales, en une magnifique écriture bleu de ciel.

En somme, la préparation des encres sympathiques est, en général, très simple, et à la portée de tous. Quant aux produits chimiques qui entrent dans leur composition et dans celle des agents révélateurs les plus usités, on les trouve à volonté dans le commerce, et la plupart sont peu coûteux.

Nous donnerons, pour terminer, les trois formules les plus simples d'encre sympathique, avec le révélateur approprié pour chacune.

POUR FAIRE APPARAITRE L'ENCRE INVISIBLE AUX SELS DE CUIVRE

On n'a qu'à soumettre le papier à des vapeurs d'ammoniaque à 10 0/0.

1° *Encre à acide sulfurique :*

Vitriol ordinaire.... 5 cmc
Eau..... 95 -

Révélateur :

Passer et repasser très lentement l'écriture sur une plaque chaude ou sous la flamme d'une bougie.

2° *Encre à acétate de plomb :*

Acétate de plomb..... 10 grammes
Eau..... 90 —

Révélateur :

Sulfure de sodium..... 10 grammes
Eau..... 90 —

Mouiller légèrement l'écriture avec le révélateur.

3° *Encre aux sels de cuivre :*

Sulfate de cuivre. 10 grammes
(Vitriol bleu ordinaire)
Eau..... 90 —

Révélateur : Ammoniaque à 10 %. Passer l'écriture lentement au-dessus du flacon débouché (Figure ci-contre).

Voilà pour les amateurs de correspondances inviolables plus qu'il n'en faut pour répondre à tous les besoins actuels. Peut-être trouvera-t-on un jour quelque chose de plus parfait.

HENRI GODIN.

PAIERONS-NOUS UN JOUR LE GAZ EN PROPORTION DE SA VALEUR CALORIFIQUE ?

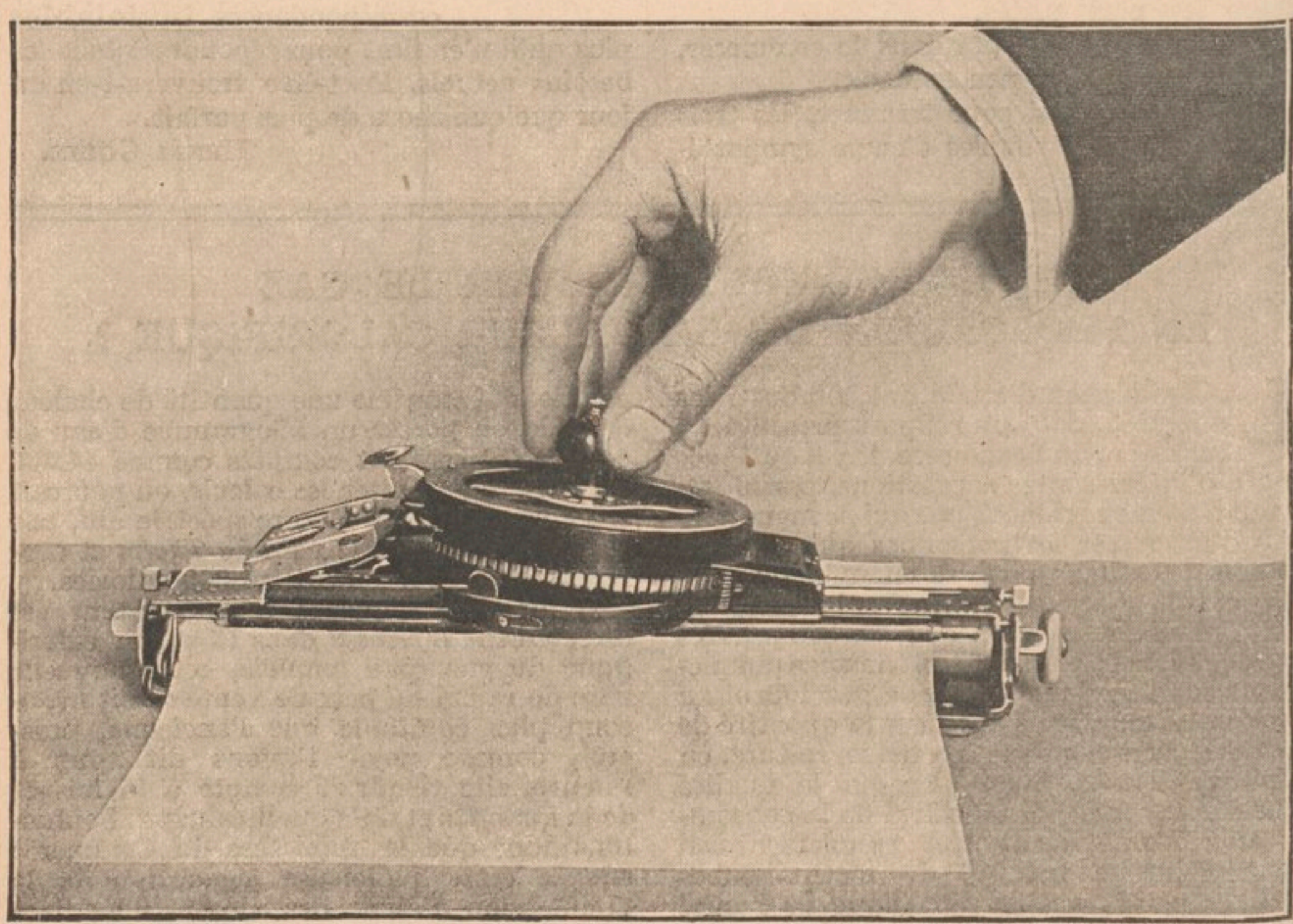
La Commission d'étude des combustibles a exposé, dans un rapport présenté au ministère du Commerce, il y a quelques mois, d'intéressantes suggestions, parmi lesquelles nous en relevons une qui ne manquera pas d'intéresser les personnes qui utilisent le gaz d'éclairage pour se chauffer ou faire leur cuisine. Cette suggestion est la suivante : la Commission propose que les compagnies productrices basent leur tarif non pas uniquement sur le volume exact de gaz fourni au consommateur, mais aussi sur la quantité de calories correspondant à cette fourniture, en d'autres termes, aussi bien sur la qualité que sur la quantité. Le calcul de la consommation s'obtiendrait très simplement en multipliant le nombre de mètres cubes débités par la valeur calorifique de l'unité de volume, c'est-à-dire par mètre cube. Ainsi, 10 mètres cubes d'un gaz fournissant 4.450 calories à l'unité (il s'agit de la grande calorie, qui exprime une quantité de chaleur capable de porter un kilogramme d'eau de 0° à 1° C.) seraient comptés comme 44.500 unités. Pour faciliter les calculs, on pourrait créer une unité de mesure spéciale qui, par exemple, recevrait le nom de *Therm* et correspondrait exactement à 1.000 calories.

Etant donné que le consommateur est directement intéressé dans la valeur calorifique du gaz qu'il emploie, cette nouvelle base de calcul du prix de vente serait beaucoup plus équitable que l'ancienne, puisque, comme nous l'avons dit tout à l'heure, elle tiendrait compte à la fois et de la quantité et de la qualité du gaz. Souhaitons donc que le ministère du Commerce adopte cette judicieuse suggestion de la Commission d'étude des combustibles. Nos amis les Anglais en seront enchantés, car, nous allions omettre de le dire, ceci s'est passé en Angleterre et non en France...

MACHINE A ÉCRIRE DE POCHE

Les prix excessifs des machines à écrire, prix qui ont plus que triplé depuis 1914, concourent actuellement à assurer le succès d'une petite machine française que ses dimensions très réduites et sa simplicité permettent de fabriquer à bon compte. Certes, il ne s'agit pas d'une rivale aux grandes et lourdes machines de bureau, mais simplement d'un appareil qui permet d'écrire lisiblement, proprement et à peu près aussi vite qu'à la main, tout en étant léger, maniable et d'un très faible encombrement. Il en existe même un modèle de poche que l'on peut utiliser sans appui, et, par conséquent, n'importe où : debout, en marchant, en voiture, en wagon, en auto même, sinon, bientôt, en avion.

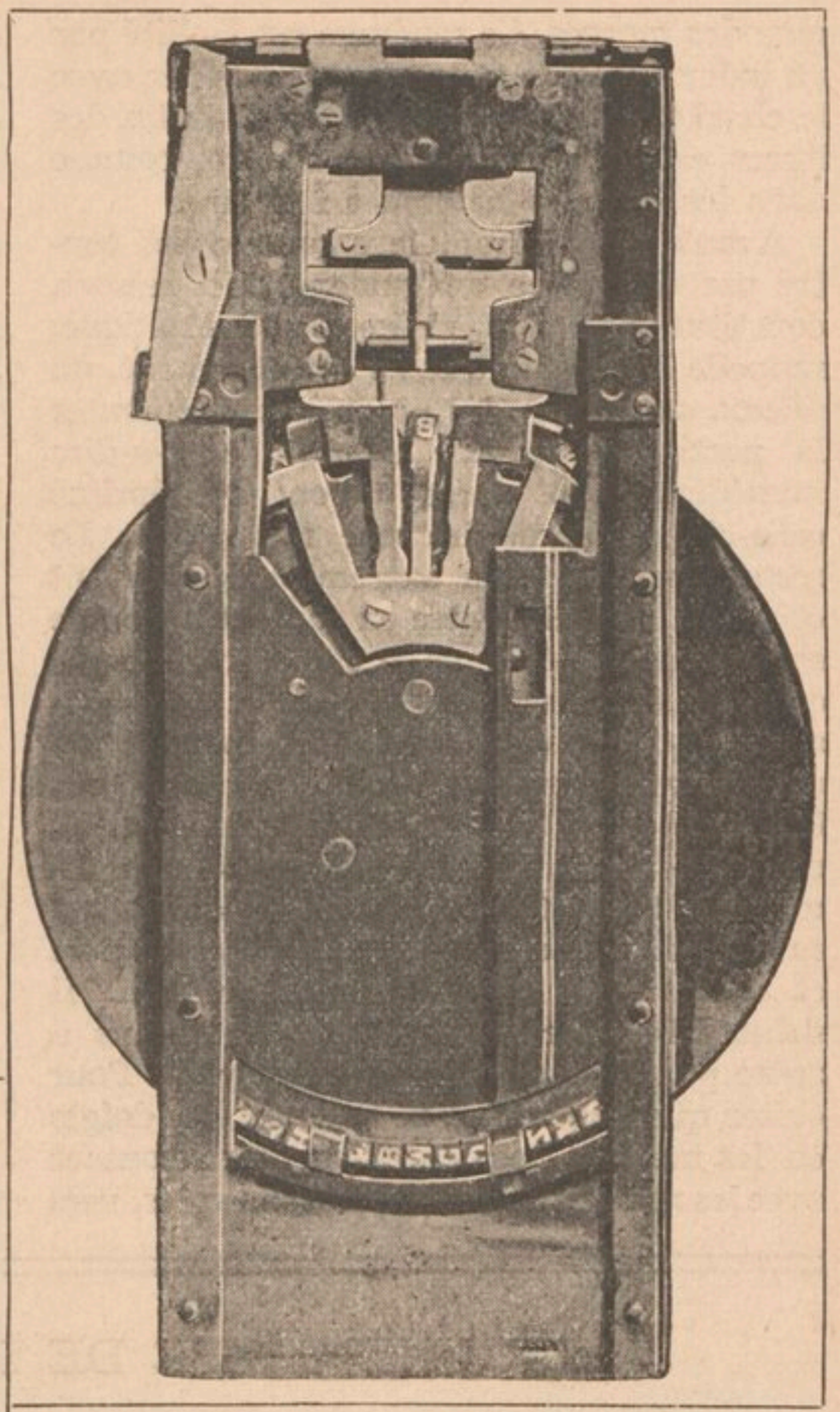
Son mécanisme et le principe de son fonctionnement sont, comme on va le voir, très ingénieux. Les caractères sont libres et logés verticalement dans les cellules d'une cage circulaire portée par le chariot et surmontée d'un disque portant, gravées sur un arc aussi réduit que possible, les indications des lettres, chiffres et signes de ponctuation ordinairement groupés sur un clavier. Sur ce disque, on déplace à volonté un double index. Si l'on amène la pointe la plus effilée au regard de l'arc gravé, on produira l'impression des lettres (minuscules) chiffres et signes de ponctuation ; si c'est l'autre extrémité de l'index que l'on déplace devant cet arc, c'est une majuscule qui s'inscrira. Il ne suffit pas, cependant, de présenter l'un des deux index en face d'un caractère pour déterminer l'impression sur le papier ; en faisant cela, en effet, on ne fait que « sélectionner » ledit caractère, l'amener, en d'autres termes, en position d'impression au-dessus d'une petite fenêtre percée sous le chariot ; il faut donc, sitôt après qu'on a choisi le caractère, peser sur le bouton de manœuvre de l'index, ce qui a pour résultat de déprimer la partie mobile du chariot, de pousser le



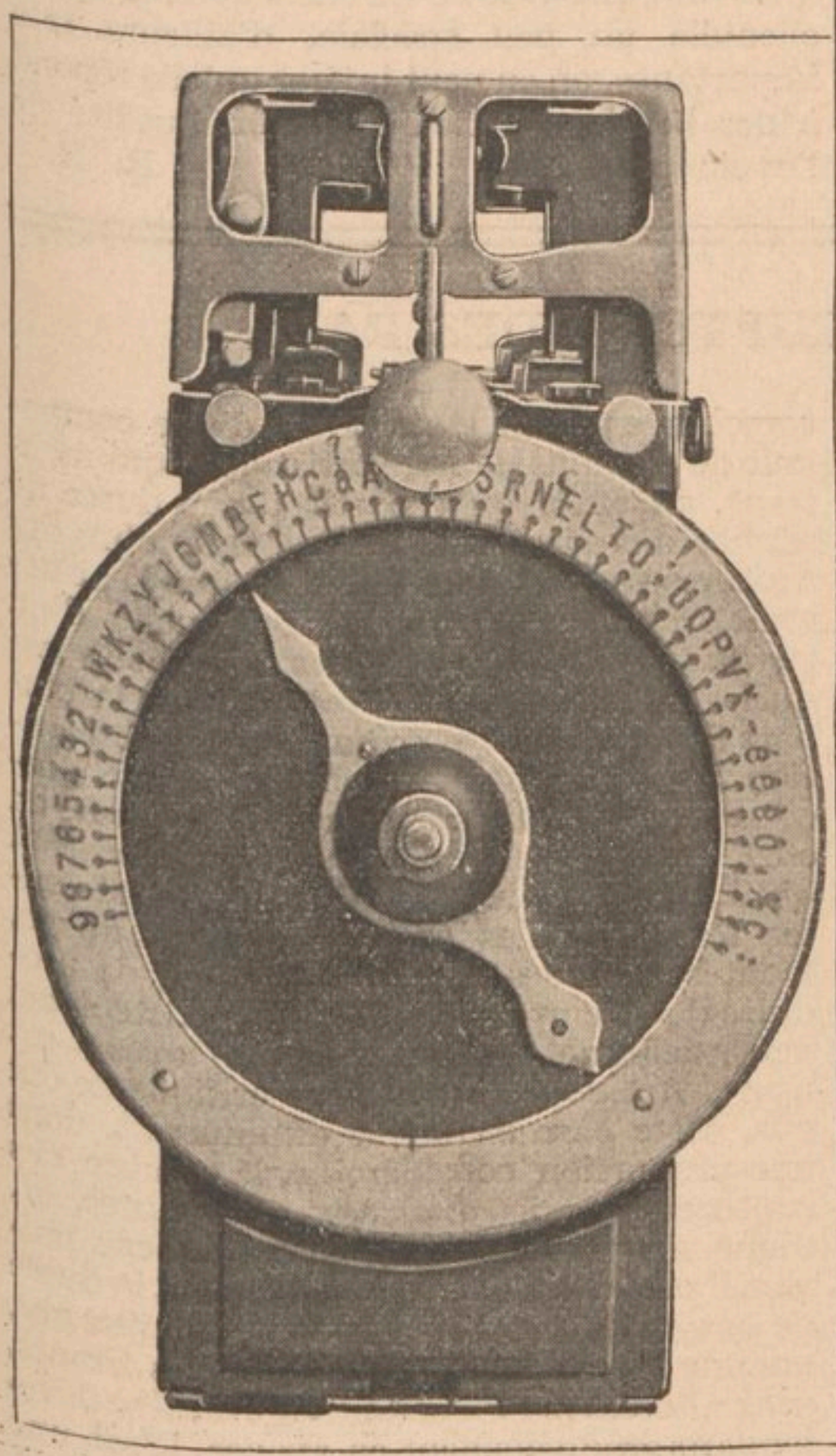
APRÈS QU'ON A AMENÉ UN CARACTÈRE EN POSITION CONVENABLE, AU MOYEN DU BOUTON, IL SUFFIT DE DÉPRIMER CE DERNIER POUR PRODUIRE L'IMPRESSION

caractère au dehors de la fenêtre et de le mettre en contact avec le papier. A vrai dire, les deux manœuvres : sélection et frappe sont, bien que strictement successives, pratiquement simultanées. C'est pour cette raison, et aussi parce que les lettres sont, sur le cadran, aussi rapprochées que possible et *groupées dans leur ordre de fréquence*, que l'écriture de cette machine sans clavier est relativement rapide.

En remontant, la partie mobile du chariot provoque, automatiquement, l'avancement de ce dernier de l'épaisseur d'une espace, comme la dépression d'une touche, dans la machine à clavier, suffit à assurer l'espacement convenable des caractères imprimés. Le chariot se déplace au-dessus du papier, lequel est saisi entre deux rouleaux ; l'un est fixe, l'autre est mobile ; en imprimant à ce dernier, au moyen d'une molette, un mouvement partiel de rotation, on assure la progression de la feuille dans la machine, et, par conséquent, la séparation des lignes. Un mécanisme à rochet limite la rotation du rouleau mobile à l'intervalle



VUE EN DESSOUS DU CHARIOT



VUE DU MÉCANISME SÉLECTEUR

d'un cran correspondant à un interligne. Pour doubler, tripler, etc., l'interligne, il suffit donc d'imprimer deux, trois, etc... mouvements partiels de rotation à la molette.

En sortant des rouleaux, le papier passe au-dessus d'une réglette métallique garnie de cuir ; cette réglette remplit l'office du cylindre en caoutchouc des machines à clavier ; c'est contre elle, par conséquent, que s'exerce la frappe des caractères. Les rouleaux et la réglette sont recouverts d'une plaque munie d'une rainure ou fenêtre découvrant le papier et qui, en même temps qu'elle permet l'impression, rend l'écriture visible. Les arêtes extérieures de la plaque sont bordées d'évidements régulièrement espacés qui servent à l'entraînement du chariot, ou mieux, à l'espacement des lettres ; ces deux lignes d'évidements jouent le même rôle que les crémaillères des machines à clavier. L'une des arêtes intérieures de ladite plaque, ou, si l'on préfère, de la fenêtre, est graduée de manière à permettre le repé-

rage des marges. Ce repérage est facilité par un index peint en rouge, qui se déplace avec le chariot. Sur le modèle de luxe, la fin des lignes est indiquée par un timbre, comme dans les grandes machines à écrire.

Avant l'impression, le caractère est centré par une pièce de guidage. Un ressort, constitué par une petite lame élastique, rappelle le caractère dans son logement, ou mieux, sa cellule, dès qu'on laisse remonter la partie mobile du chariot, c'est-à-dire immédiatement après qu'on a déprimé celle-ci pour produire une impression. Le ressort agit par son extrémité, légèrement épanouie, laquelle entre en contact avec une encoche ménagée dans le caractère, lorsque celui-ci est poussé vers le papier. Ce dispositif, extrêmement ingénieux, permet de n'avoir qu'un ressort de rappel pour tous les caractères. Ces derniers passent, dans les mouvements de rotation qui leur sont imprimés par le bouton de manœuvre des index, sur deux rouleaux encreurs disposés de part et d'autre de la fenêtre d'impression. Il suffit d'imbiber ces rouleaux de temps à autre pour assurer un encrage parfait. Pour éviter que l'opérateur ne se souille les doigts en les mettant accidentellement en contact avec les rouleaux, ceux-ci sont masqués, vers l'extérieur, par une petite plaque coulissante.

La force de frappe étant proportionnelle à la vigueur avec laquelle est produite la dépression de la partie mobile du chariot et dépendant, par conséquent, de l'opérateur, on peut effectuer des copies au carbone et même la perforation du papier *stencil*. De même, les rouleaux encreurs peuvent être imbibés d'une encre copiante si on le désire. Lorsqu'elle est destinée à être employée dans un bureau, cette machine se fixe à un support plat qui lui donne une parfaite stabilité.

Dans l'ensemble, ce petit appareil permet, à la vitesse près, d'effectuer tout ce que l'on peut obtenir de la machine à clavier ; son travail est aussi propre, aussi net et aussi régulier. Elle met réellement l'écriture mécanique à la portée de tout le monde car, outre son bon marché, elle n'exige qu'un apprentissage de quelques minutes. Certes, là où la vitesse intervient et peut-être aussi un peu la précision, quand, enfin, la question de prix ne se pose pas, cette machine à cadran ne saurait rivaliser avec la grande machine à clavier, mais, de ce qu'elle s'adresse à une clientèle un peu spéciale, d'ailleurs très importante, on en peut inférer qu'elle répond à des besoins particuliers, d'où l'utilité de l'avoir produite. R. B.

SUR UNE CAUSE DE RUPTURE DES RAILS

Dans une intéressante note présentée à l'Académie des Sciences, MM. Georges Charpy et Jean Durand confirment une remarque déjà faite par plusieurs observateurs, à savoir, que l'une des causes les plus fréquentes de la rupture des rails de chemins de fer consiste dans la formation de fissures très fines qui se produisent au bout d'un certain temps sur la surface de roulement. Ce phénomène, n'est pas particulier aux rails de chemins de fer ; on peut, paraît-il, l'observer dans un grand nombre de cas présentant ce caractère commun que l'acier y est soumis, pendant la durée de service de la pièce, à un écrouissage intense limité à une couche superficielle et amenant graduellement un durcissement de cette couche. Le phénomène s'apparenterait aux ruptures par « tressaillement » constatées sur les couvertes des pâtes céramiques, à l'érosion de l'âme des canons, aux craquelures de la surface des cylindres des laminoirs, etc...

MM. Charpy et Durand ont constaté que, en ce qui concerne l'acier demi-dur, l'écrouissage nécessaire pour amener la formation des craquelures ne peut être produit instantanément et nécessite au contraire une série d'actions répétées. Cette conclusion logique est corroborée par les statistiques d'une compagnie de chemins de fer, statistiques qui montrent, en effet, qu'à partir d'une durée de service d'environ dix années, le nombre des ruptures, qui est très faible jusque-là, s'accroît rapidement. Il s'agirait donc d'un *vieillissement* progressif des rails pour lesquels dix ans représenteraient, dans la plupart des cas, un *âge critique*. Cette observation permet d'entrevoir un remède. Le durcissement produit par l'écrouissage peut, en effet, être supprimé par un recuit superficiel qu'il est possible d'appliquer sans démonter les rails ; des appareils de chauffage, montés sur roues et ayant pour but de produire des trempes superficielles, existent qui pourraient, notamment, être employés à cet usage. Appliquée avant l'âge critique de dix ans, cette *cure thermique* diminuerait, dans une proportion considérable, le nombre des ruptures de rails dues aux craquelures, et, d'une manière générale, ce traitement préventif prolongerait très sensiblement la durée de service de certaines pièces métalliques qui, comme les chaînes, les boulons, les tirants, sont altérées par un écrouissage local se développant graduellement en service. C'est une question de sécurité pour les voyageurs.

L'INDUSTRIE DE L'IODE DE LA MER

Par Clément CASCIANI

L'IODE, ce métalloïde qui se présente sous la forme de minces paillettes plus ou moins larges, dont chacun connaît les reflets gris noirâtres et l'odeur irritante peu agréable que certaines personnes ne peuvent pas supporter, est un corps simple, d'une densité relativement fort élevée de 4,95. Il se volatilise lentement à la température ordinaire et rapidement quand on le chauffe, et cette volatilité est mise à profit pour son extraction et sa purification. Il fond à 113 degrés et bout ordinairement à une température comprise entre 175 et 200 degrés en émettant de belles vapeurs violettes.

L'iode ne se rencontre pas en liberté dans la nature ; il est toujours combiné à un métal quelconque, à l'état d'iodure, ou, beaucoup plus rarement, à l'état d'iodate.

L'iode combiné à l'argent est associé au chlorure de ce métal dans les minerais du Mexique. Les phosphates naturels, ceux du Lot et du Tarn-et-Garonne notamment, renferment des traces d'iode dont la présence est manifestée par les vapeurs qui se dégagent quand on traite ces matières pulvérisées par l'acide sulfurique concentré, impressionnant le papier amidonné. Leur teneur est seulement de trois à sept dix-millièmes.

Son extraction s'opère aisément, et elle s'est poursuivie pendant assez longtemps dans les deux départements que nous avons cités plus haut ; malheureusement, la teneur est trop faible pour que l'exploitation se maintienne suffisamment rémunératrice par suite de la concurrence étrangère.

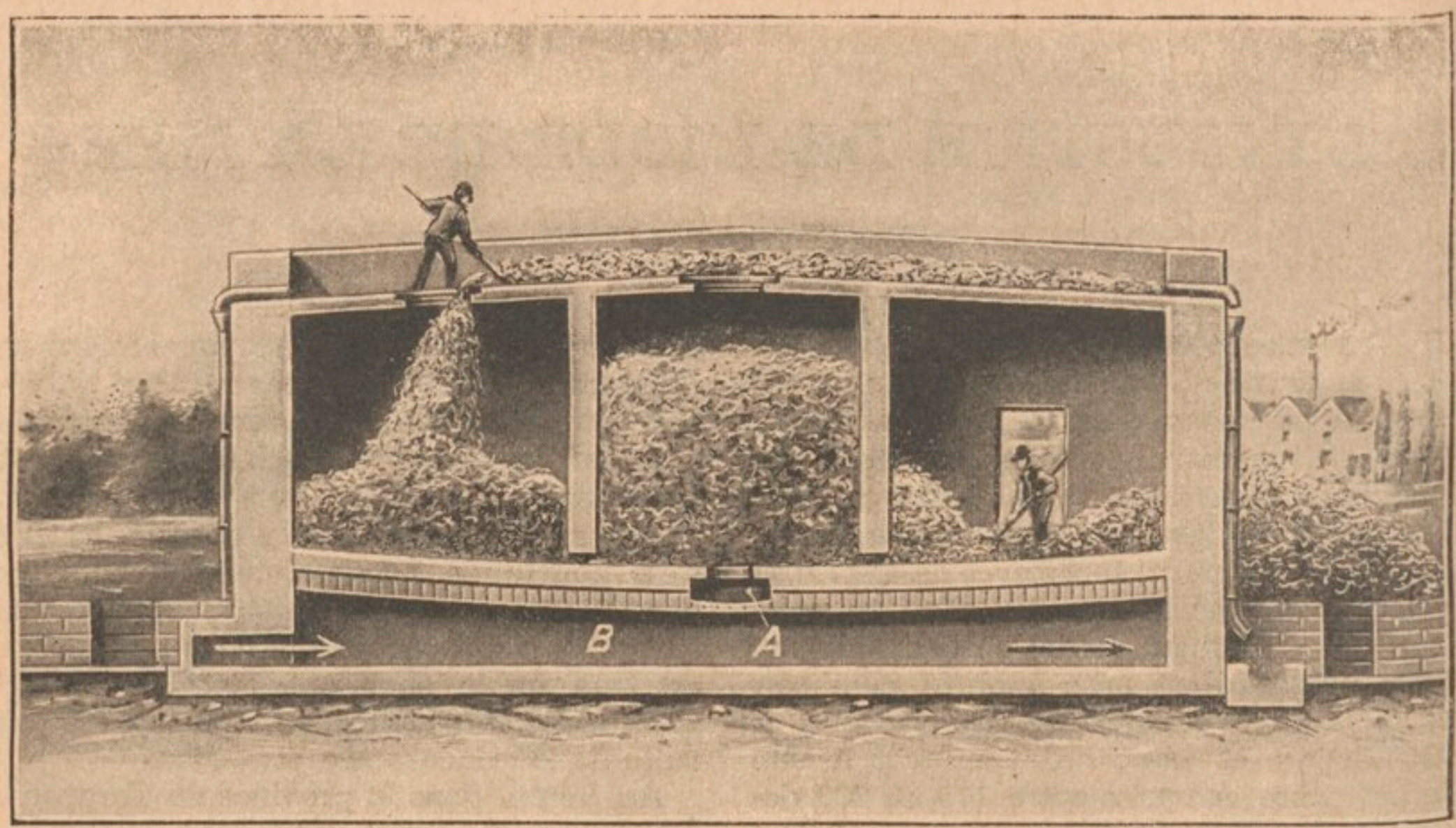
Au Pérou, dans la province de Tarapaca, les diverses méthodes employées pour retirer l'iode des eaux-mères du salpêtre peuvent se résumer essentiellement à trois :

1° Les eaux-mères sont concentrées, abandonnées à la cristallisation, et les eaux qui en résultent sont distillées soigneusement avec la quantité de bisulfite de soude correspondante à leur teneur en iode ;

2° Les eaux-mères sont décomposées par une quantité de sulfite de soude déterminée ;

LA RÉCOLTE DES GOÉMONS SUR LES COTES DE LA MANCHE, A GRUCHY, PRÈS DE CHERBOURG, D'APRÈS LE BEAU FUSAIN DE J.-F. MILLET

Ce travail est extrêmement pénible ; les goémoniers, armés d'une sorte de rateau à long manche, doivent rester de longues heures dans l'eau jusqu'aux genoux et souvent jusqu'à la ceinture.



FOUR POUR TRAITER LES GOÉMONS PAR LA FERMENTATION

On les étend d'abord sur le toit du four où ils subissent un premier séchage extrêmement sommaire, puis on les fait tomber à l'intérieur de l'appareil où ils fermentent. Les jus provenant de la fermentation sont recueillis dans de grandes citernes. — A, rigole pour l'évacuation des liquides; B, carneaux pour le passage de l'air chaud destiné à accélérer la fermentation.

l'iode retiré de l'iodate de sodium est filtré, lavé, pressé et finalement sublimé ;

3° Enfin, on ajoute aux eaux-mères du sulfite ou du bisulfite de sodium, jusqu'à ce que l'iode précipité soit transformé en acide iodhydrique ; ce dernier est décomposé par une solution de chlorure de cuivre.

L'iode obtenu par les méthodes précédentes est lavé et séché. Comme il contient toujours des impuretés, et, généralement du chlore et du brome, on le purifie par sublimation dans des appareils spéciaux.

A cet effet, on l'introduit dans des cornues en grès (fig. page 149) chauffées au bain de sable et communiquant avec des récipients à deux tubulures. La vapeur va se condenser dans ceux-ci à l'état de paillettes ; l'eau entraînée se condense et s'écoule par le faux-fond percé d'un certain nombre de trous.

Dans les laboratoires, on prépare l'iode en chauffant 20 grammes d'iodure de potassium, 10 grammes de bioxyde de manganèse et 20 grammes d'acide sulfurique étendu d'eau. L'iode va se condenser dans un ballon, dans lequel s'engage le col de la cornue.

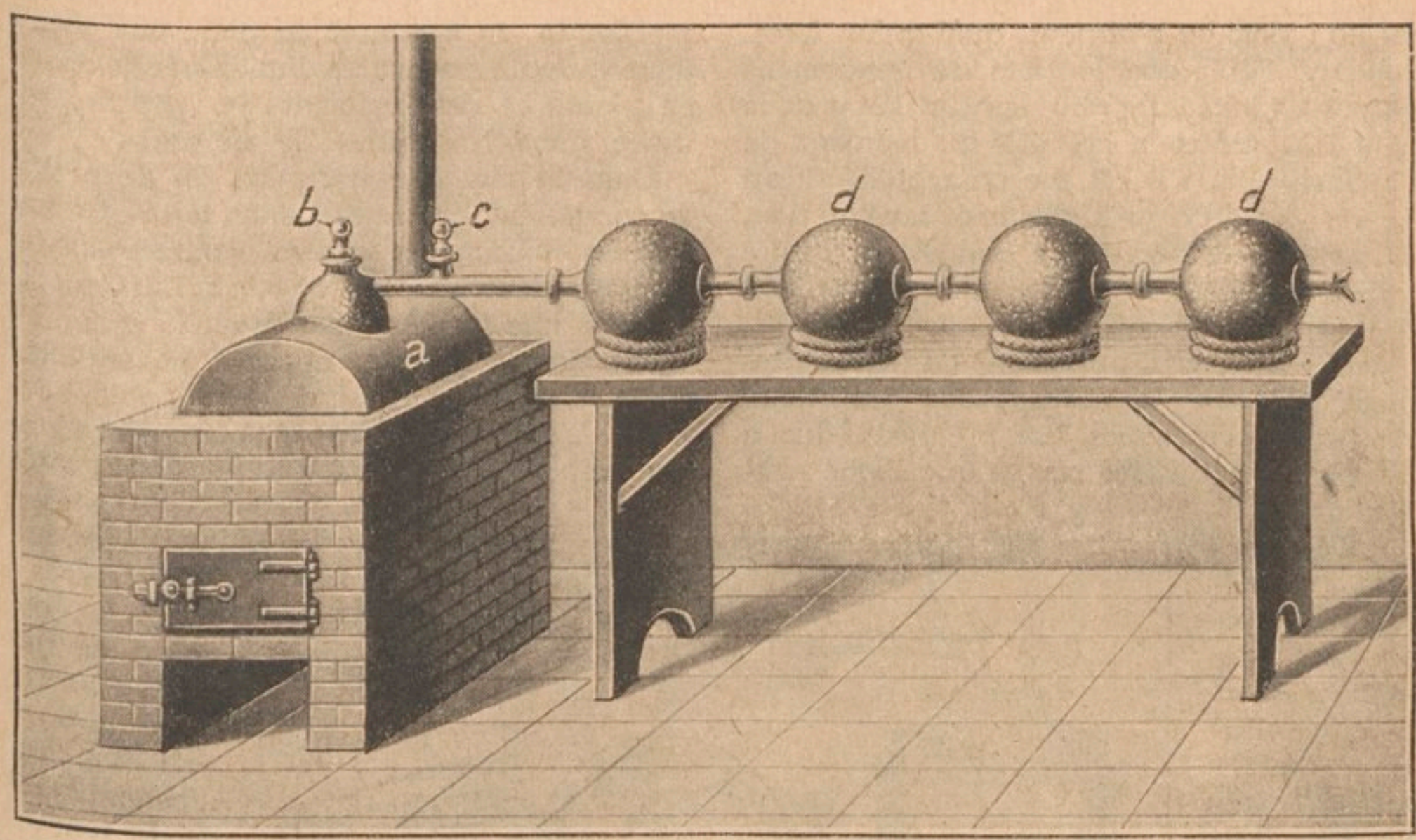
Mais nous ne nous occuperons spécialement ici que de l'iode de la mer, celui qui est extrait en abondance des cendres de varechs, appelées soudes, pêchés sur les côtes françaises de la Manche et de l'Océan Atlantique.

L'eau de la mer renferme de l'iode en quantités notables. Le professeur Armand Gautier, qui a étudié la question, a démontré qu'il s'y trouvait à l'état organique. Sa quantité ne varie guère, quelle que soit la profondeur à laquelle l'eau est puisée.

Les plantes, les éponges, les animaux, les coquillages, tout ce qui vit dans la mer contient de l'iode, les raies et les morues particulièrement ; le foie de ces dernières en renferme assez pour qu'on lui attribue les propriétés curatives de l'huile qu'on en retire.

Enfin, la plupart des sources salées renferment également des iodures solubles.

Ce ne fut que vers 1830 que l'extraction de l'iode des varechs, qui avaient été utilisés jusque là pour fournir de la soude employée comme fondant dans la fabrication du verre, fut organisée industriellement, et, pendant un certain nombre d'années, cette extraction a fourni une ressource précieuse aux populations pauvres de la Normandie et de la Bretagne. Diverses fabriques se fondèrent sur le littoral pour se livrer à cette industrie, ainsi qu'à celle de l'extraction du brome, découvert en 1826 par Balard dans les eaux-mères des marais salants de Montpellier, et qui est également contenu dans les « soudes » de varechs. Elles se groupèrent sous le nom de « Société des Usines réunies de



LA FABRICATION DE L'IODE PAR LA MÉTHODE ANGLAISE

Le liquide contenant l'iode est introduit avec de l'acide sulfurique et du bioxyde de manganèse dans la cornue en plomb a *par le goulot* b *et chauffé à 60°. L'iode se sublime sous forme de paillettes cristallines dans les récipients en poterie* d d, *placés bout à bout et reliés par un tube. Le col de la cornue est muni d'un goulot* c *pour dégager ledit col s'il venait à s'obstruer.*

Cherbourg et de Tourlaville » et elles prirent même une certaine importance quand leurs fondateurs s'adjoignirent Couturier, inventeur d'un procédé plus expéditif pour l'extraction tant de l'iode que du brome.

Voici quel était ce procédé de fabrication :

Les eaux-mères des soudes étant concentrées, on saturait leur carbonate par l'acide sulfurique, qu'on ajoutait peu à peu jusqu'à ce qu'il ne se formât plus de précipité du soufre produit par la décomposition des hyposulfites. Puis on introduisait les eaux devenues claires dans de grands récipients en grès, où l'on faisait arriver du chlore gazeux qui décomposait les iodures et produisait un précipité d'iode en flocons bruns, précipité qui était sublimé dans des cornues en grès chauffées au bain de sable. Après quoi on extrayait le brome en ajoutant d'abord du peroxyde de manganèse et de l'acide sulfurique, puis on distillait le tout. La potasse et la soude, retirées également des cendres, étaient employées en partie à fabriquer des prussiates en traitant par voie sèche un mélange formé pour moitié, de potasse, nitre, limaille de fer, charbon de bois, et pour moitié, de sang desséché ou d'une autre matière organique.

Une tonne de soudes de varechs convenablement traitée donne environ 4 kilogrammes d'iode et 400 grammes de brome.

Mais l'apparition de l'iode du Chili sur le marché européen, en 1874, changea complètement les conditions de cette industrie qui dut faire les plus grands efforts pour soutenir la concurrence étrangère et pour se maintenir debout, d'autant plus qu'elle avait déjà subi, dans les années de 1860 à 1865 une première crise par suite de la mise en exploitation des riches gisements de Stassfurt ; le prix du brome, de 60 à 100 francs le kilo, était tombé à 5 francs, et celui du chlorure de potassium, de 60 francs les 100 kilos à 20 francs.

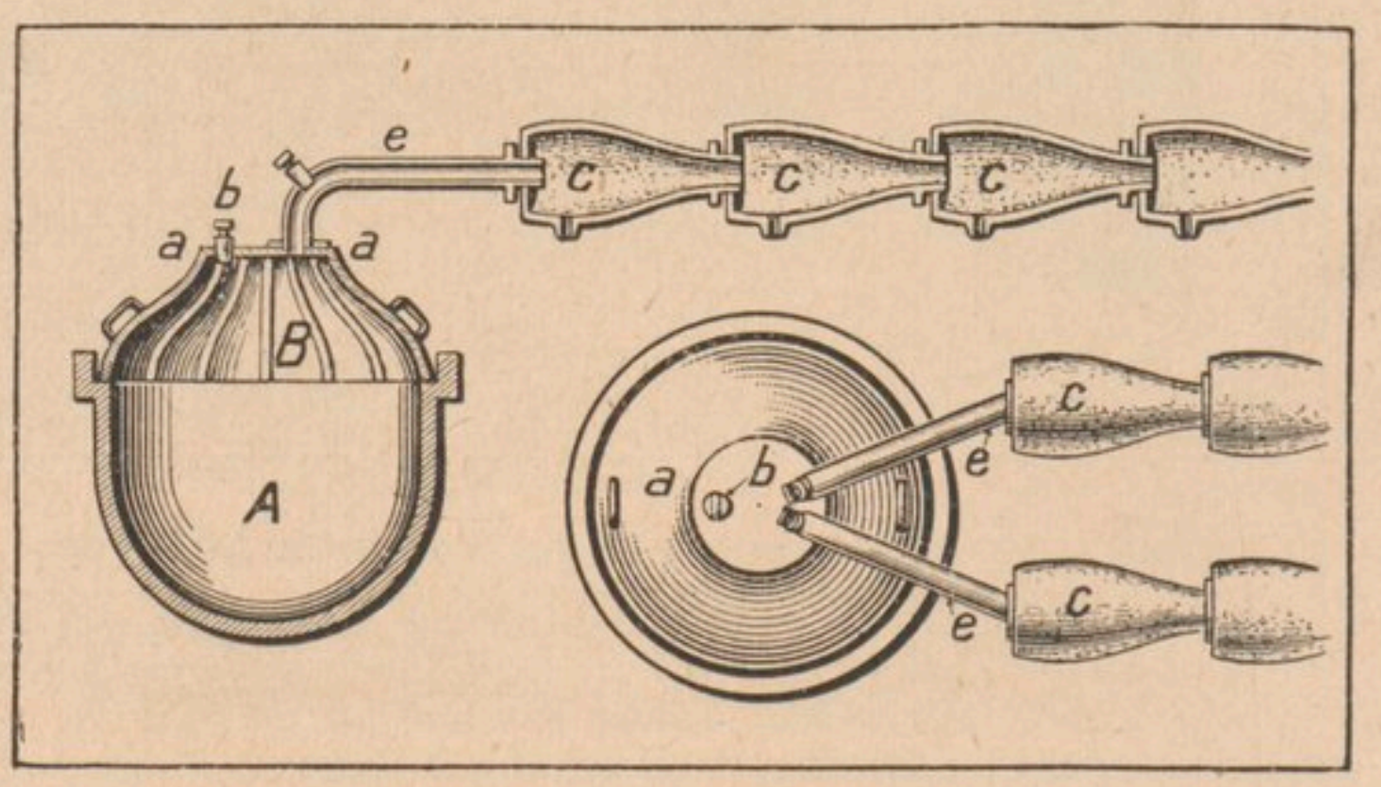
Les cendres de varechs, désignées, improprement d'ailleurs, sous le nom de *soudes de varechs*, donnent, après l'extraction des sels de potasse et de soude, des eaux-mères où se concentrent les iodures et les bromures alcalins, qu'il est ensuite facile de diviser.

La proportion d'iode est très variable suivant les espèces de *fucus* qui les fournissent et les modes d'incinération. Sur les côtes de Normandie et de Bretagne, d'Ecosse et d'Irlande, on récolte abondamment les plantes marines qui peuvent être utilisées pour son extraction. L'espèce de fucus qui paraît la plus riche en iode est le *fucus digitatus* ; cette richesse varie en raison de la

saison ; ainsi on n'obtient, quoi qu'on fasse, pendant l'été, que le tiers du rendement obtenu en hiver. De plus, suivant l'état dans lequel le varech a été pris au moment de l'incinération, s'il est sec ou mouillé d'eau de mer, s'il a été préalablement lavé ou non, suivant la température à laquelle la cendre a été portée dans le four à incinérer, on trouve des différences notables dans la teneur.

Des eaux-mères provenant de leur traitement on peut extraire l'iode par deux méthodes principales. La première, due à Wollaston, est basée sur ce que l'iode peut être mis en liberté par l'action d'un mélange de bioxyde de manganèse et d'acide sulfurique. C'est la méthode suivie dans toutes les usines anglaises.

Le second procédé employé, principalement dans les usines françaises, repose sur le déplacement de l'iode des iodures par le chlore ; l est beaucoup plus simple.



AUTRE FORME D'APPAREIL A IODE EMPLOYÉ A L'USINE PATERSON, A GLASGOW (VUES EN COUPE ET EN PLAN)

A, *chaudière en fonte;* B, *dôme en plomb;* a a, *couvercle du dôme;* b, *ouverture d'introduction et son bouchon;* e e, *conduits reliant la chaudière aux récipients en poterie* C C.

Quel que soit le mode de traitement, les eaux-mères renferment des sulfures, sulfites et hyposulfites alcalins dont il faut préalablement les débarrasser. A cet effet, on les transforme en sulfates en ajoutant de l'acide sulfurique. Il se dégage d'abord de l'hydrogène sulfuré, puis de l'acide sulfureux, et il se précipite du soufre. Lorsque la réaction est terminée, on porte à l'ébullition pour chasser les composés volatils du soufre et on laisse reposer. Le liquide limpide est traité pour en retirer l'iode par l'un ou l'autre des deux procédés indiqués ci-dessus.

Dans la méthode anglaise, le liquide clair est introduit dans un appareil de sublimation avec du bioxyde de manganèse et de l'acide sulfurique, et l'on chauffe à 60° environ. Les appareils anglais se composent d'une cornue en plomb communiquant avec des récipients en poterie placés bout à bout et dans lesquels l'iode se sublime sous forme de paillettes cristallines ; ils varient d'une usine à l'autre ; la figure schématque ci-dessus représente, en coupe et en plan, une chaudière en fonte surmontée d'une sorte de dôme en plomb et des récipients en poterie, en usage dans les usines de Glasgow.

Dans la méthode française, les appareils se composent de touries dans lesquelles on met les eaux-mères traitées, comme dans le procédé précédent, par l'acide sulfurique, et portant une tubulure par laquelle arrive le chlore fourni par un appareil générateur, et une autre servant au départ du chlore en excès. L'action du chlore doit être prolongée pendant plusieurs jours, afin de séparer tout l'iode contenu dans les eaux-mères Il se dépose sous forme d'une boue noire qui se précipite peu à peu au fond de la tourie, d'où on la retire de temps en temps à l'aide d'une petite palette de bois.

Pour avoir le plus d'iode possible, il faut qu'il y ait assez de chlore, et, d'un autre côté, il faut éviter d'en employer trop, car il se formerait un chlorure d'iode volatil qui serait perdu. Le succès des opérations repose sur un dosage très exact.

Lorsque tout l'iode a été séparé, on place le précipité dans des entonnoirs en grès et on le lave à l'eau pure pour le débarrasser des chlorures dont il est imprégné ; on laisse égoutter, on presse pour débarrasser l'iode, autant que possible, de l'eau qu'il renferme, puis on le soumet à la sublimation dans des cornues en grès, plongées jusqu'au col dans un bain de sable (figure à la page suivante).

Ce procédé donne, à un dix-millième près, tout l'iode contenu dans la masse, mais il laisse perdre une grande partie du brome, dont l'extraction plus complète ne couvrirait pas les frais, étant donné la faible valeur commerciale de cette substance.

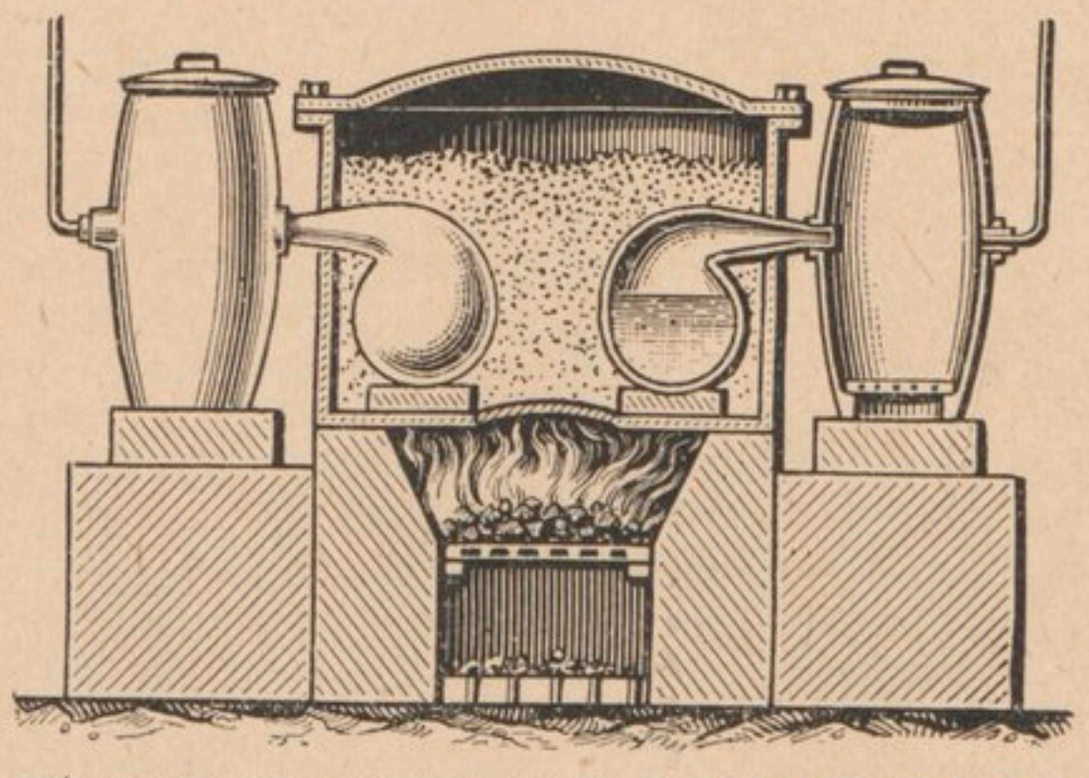
D'autres méthodes sont encore employées, et nous n'en dirons que quelques mots.

Les varechs sont d'abord séchés au soleil, puis chauffés à l'abri de l'air dans des cylindres en fer pour détruire la matière orga-

nique. Les cendres ainsi obtenues contiennent 0,2 à 2 % d'iode à l'état d'iodures, de petites quantités de bromures, des carbonates, des chlorures, des sulfates, des sulfures et des hyposulfites alcalins. On les soumet à des lessivages méthodiques et à des cristallisations successives qui séparent complètement les carbonates, les chlorures et les sulfates. C'est l'eau-mère de ces cristallisations qui sert à l'extraction de l'iode.

R. Wagner décompose les iodures des eaux-mères en les faisant bouillir avec du sesquichlorure de fer, et ensuite sépare l'iode par le sulfure de carbone.

Paraf et Wanklyn ont proposé de l'extraire directement des varechs, simplement desséchés, en les soumettant à l'action de trois parties de soude caustique et une partie de potasse caustique, sur des plaques de plomb chauffées en dessus. Il se produit un mélange d'oxalates et d'acétates alcalins avec les iodures et les bromures correspondants. Après la séparation des acétates, l'acide oxalique est éliminé à l'état d'oxalate de chaux, et la dissolution peut alors être utilisée pour l'extraction de l'iode et du brome qui l'accompagne toujours.



MÉTHODE FRANÇAISE POUR LE TRAITEMENT DU PRÉCIPITÉ D'IODE

Il est soumis à la sublimation dans des cornues en grès plongées dans un bain de sable chauffé. Il se dégage dans les récipients, placés à droite et à gauche, aux parois desquels il s'attache. Dans celui de droite, indiqué en coupe, on voit le faux-fond percé de trous pour permettre aux impuretés et à l'humidité de se déposer dans le fond du récipient.

Les perfectionnements apportés à l'extraction de l'iode, qui permirent à certains fabricants français de soutenir la concurrence étrangère, consistent surtout dans le choix des fucus, algues ou varechs rejetés sur certains rivages, puis dans l'aménagement de fours permettant une dessiccation et une incinération bien complètes et économiques du varech sans perte d'iode.

MM. Tissier et Stenfort ont établi que la teneur en iode des varechs ne dépend pas seulement des espèces, mais encore de l'âge de ceux-ci et de l'époque de la récolte ; la richesse maximum correspond à la saison d'hiver. De plus, en général, les plantes marines renferment d'autant plus d'iode qu'elles se développent plus lentement et plus vers le nord ; ainsi, en Ecosse et en Irlande, par exemple, elles sont sensiblement plus riches que sur les côtes de France.

L'industrie française de l'iode s'est établie principalement le long de nos côtes des départements de la Manche, du Finistère, du Morbihan, très riches en fucus ; on y rencontre, en effet, quatre à cinq cents variétés d'algues, parmi lesquelles une dizaine peuvent être employées avantageusement ; ce sont les goémons noirs, assez pauvres en iode, il est vrai, et les goémons rouges, plus riches et donnant un produit supérieur.

De temps immémorial, les plantes marines sont récoltées par les riverains pour la fumure de leurs terres ; elles donnent un engrais complet dépassant de beaucoup le meilleur fumier de ferme. Des décrets, actuellement en vigueur, règlent cette récolte.

Ce sont les varechs dits épavés, c'est-à-dire ceux qui viennent s'échouer sur les côtes alors que, arrivés à maturité, ils se sont détachés naturellement des rochers ou en ont été arrachés par les tempêtes, qui constituent la plus grande partie des approvisionnements des fabriques d'iode de notre littoral.

La presque totalité de ces goémons étaient brûlés par les goémoniers qui, généralement, sur une langue de terre, établissaient deux foyers, autant que possible en sens contraire à la direction du vent, lesquels étaient constitués par de longues fosses creusées dans le sol, garnies de parois en pierre de granit, dans lesquelles on ménageait des carneaux permettant l'arrivée de l'air nécessaire à la combustion ; elles avaient environ un demi-mètre de profondeur, autant de largeur et dix à vingt mètres de long. Le feu était allumé avec du menu bois et alimenté ensuite avec des goémons jetés à pleins bras dans le foyer par des femmes et des enfants.

Mais ce mode d'incinération présentait de graves inconvénients consistant surtout en pertes d'iode, et il facilitait les fraudes telles que l'introduction de sable, de graviers, etc.,

dans la soude. Pour y remédier, les fabricants achetèrent les goémons aux goémoniers et les firent brûler à leur compte, sous la surveillance d'hommes expérimentés. Les déperditions d'iode furent alors moins fortes, mais elles étaient encore considérables,

On chercha alors à remplacer la fosse d'incinération par des fours spéciaux permettant de brûler pendant toute l'année des goémons verts. On en imagina et on en construisit de diverses sortes, plus ou moins bien appropriés ; les plus perfectionnés, qui donnèrent les meilleurs résultats, furent le four de Pellieux et Mazé-Launay, et celui de Glaizot frères. Tous les deux étaient d'assez grandes dimensions et construits de manière que le goémon vert, qui contient 85 à 90 % d'eau, perde celle-ci en passant successivement sur plusieurs grilles superposées ; lorsqu'il arrivait au foyer, il était dans un état de dessiccation tel que l'incinération était alors rapide et complète. C'était ainsi la chaleur même produite par la combustion du goémon qui était employée pour son séchage. Il y avait donc là une importante économie de combustible; mais, malgré cette disposition, la quantité nécessaire de celui-ci était encore assez élevée : il en fallait 700 à 900 kilogrammes pour sécher et incinérer 12.600 kilogrammes de goémons verts produisant 1.000 kilogrammes de soudes dont on extrayait, en fin de compte, 12 à 16 kilogrammes d'iode.

De plus, l'établissement de ces fours était assez coûteux, soit 20 à 25.000 francs, et ceci, joint à la dépense relativement forte de charbon, fit qu'ils se répandirent peu.

La plupart des fabricants se contentèrent d'opérer un choix sévère des varechs, les noirs étant rejetés et les rouges seuls utilisés, de les faire égoutter, puis fermenter : les jus qui s'écoulaient au cours de la fermentation étaient recueillis dans de grandes citernes ; ils marquaient 7 à 8° Beaumé et renfermaient plus d'iode que le goémon lui-même. On les évaporait jusqu'à ce qu'ils marquassent 38° Beaumé, puis on les mélangeait avec les résidus du goémon et on incinérait le tout. Ce procédé permettait de faire perdre aux goémons 15 à 20 % d'eau par l'égouttage, 18 à 25 % de jus par la fermentation, soit 40 à 48 % de leur poids primitif. On obtenait ainsi, pour 2 mètres cubes de jus, une tonne de soudes renfermant 20 kilogrammes d'iode.

Stenfort, puis les frères Glaizot mirent alors en pratique un procédé consistant à distiller le goémon en vase clos dans des cornues à peu près semblables à celles pour l'extraction du gaz de houille, mais l'incinération dans ces conditions n'était jamais complète, le charbon produit par le goémon étant très mauvais conducteur de la chaleur.

Les frères Glaizot, finalement, distillèrent le goémon, séché à l'air libre, dans un courant de gaz provenant de la combustion du goémon même, et cela en mettant à profit le système des régénérateurs. Le four a la forme d'un parallélogramme allongé ; la flamme passe au-dessous de grilles inclinées sur lesquelles tombe l'herbe marine ; l'entrée de l'air est réglée de façon à produire la distillation dans un courant d'oxyde de carbone résultant de ladite combustion du goémon. Les produits de la distillation sont condensés dans de grandes chambres ; ils se composent de goudron, d'eaux ammoniacales et de gaz mélangés d'air qui sont employés comme combustibles. Les eaux ammoniacales représentent 35 % environ du poids des varechs et fournissent 20 à 30 kilogrammes de sulfate d'ammoniaque par mètre cube de liquide.

Le lessivage des cendres se fait méthodiquement ; les eaux-mères sont évaporées et calcinées ou traitées par l'acide chlorhydrique ou sulfurique pour décomposer les sulfures et les polysulfures ; le soufre se dépose, on décante, on ajoute du bioxyde de manganèse et de l'acide sulfurique à la liqueur ; on recueille l'iode par distillation.

Un autre procédé, employé par Pellieux et Mazé-Launay, consiste à lessiver méthodiquement la soude, évaporer les liqueurs et griller le résidu, lequel subit à nouveau un lessivage rationnel qui enlève tout l'iodure et le bromure ainsi qu'une petite quantité d'autres sels. Cette solution est évaporée et calcinée pendant vingt-quatre heures, afin d'enlever tous les sulfures et sulfites ; on évite ainsi la désulfuration par les acides, laquelle entraîne une perte d'iode à l'état d'iodure de cyanogène, estimée à 15 %. Les sels calcinés sont lavés à froid pour dissoudre les iodures et bromures solubles ; c'est dans cette liqueur que l'iode est précipité. Les eaux-mères alcalines restant sont vendues comme engrais. Lorsqu'on veut retirer le brome des eaux-mères après la désulfuration, on les évapore à moitié, afin de séparer par cristallisation une partie des sels ; on soutire, puis on ajoute dans la liqueur du chlorate de potasse ou du perchlorure de fer ; l'iode se précipite à l'état de magma à demi fondu, qu'on lave et qu'on sèche très soigneusement Les eaux-mères restantes sont conservées pour la fabrication du brome.

Enfin, M. Boirault a fait breveter, récemment, un procédé de fabrication dans lequel les varechs sont carbonisés sur les lieux de

pêche, non pas en meules, mais en cordon, en les soumettant à un brassage convenable pour éviter la production de cendres ; le charbon est transporté à l'usine sans présenter les inconvénients des cendres, qui craignent la pluie. Là, il est soumis à un lavage méthodique à l'eau douce. On ajoute au charbon une certaine quantité de plâtre pour le débarrasser du carbonate de soude et de l'oxalate de chaux, qui se précipitent.

La précipitation de l'iode se fait par l'addition d'un mélange d'une partie de sulfate de cuivre et de deux parties de sulfate de fer. Il se forme un précipité d'iodure cuivreux.

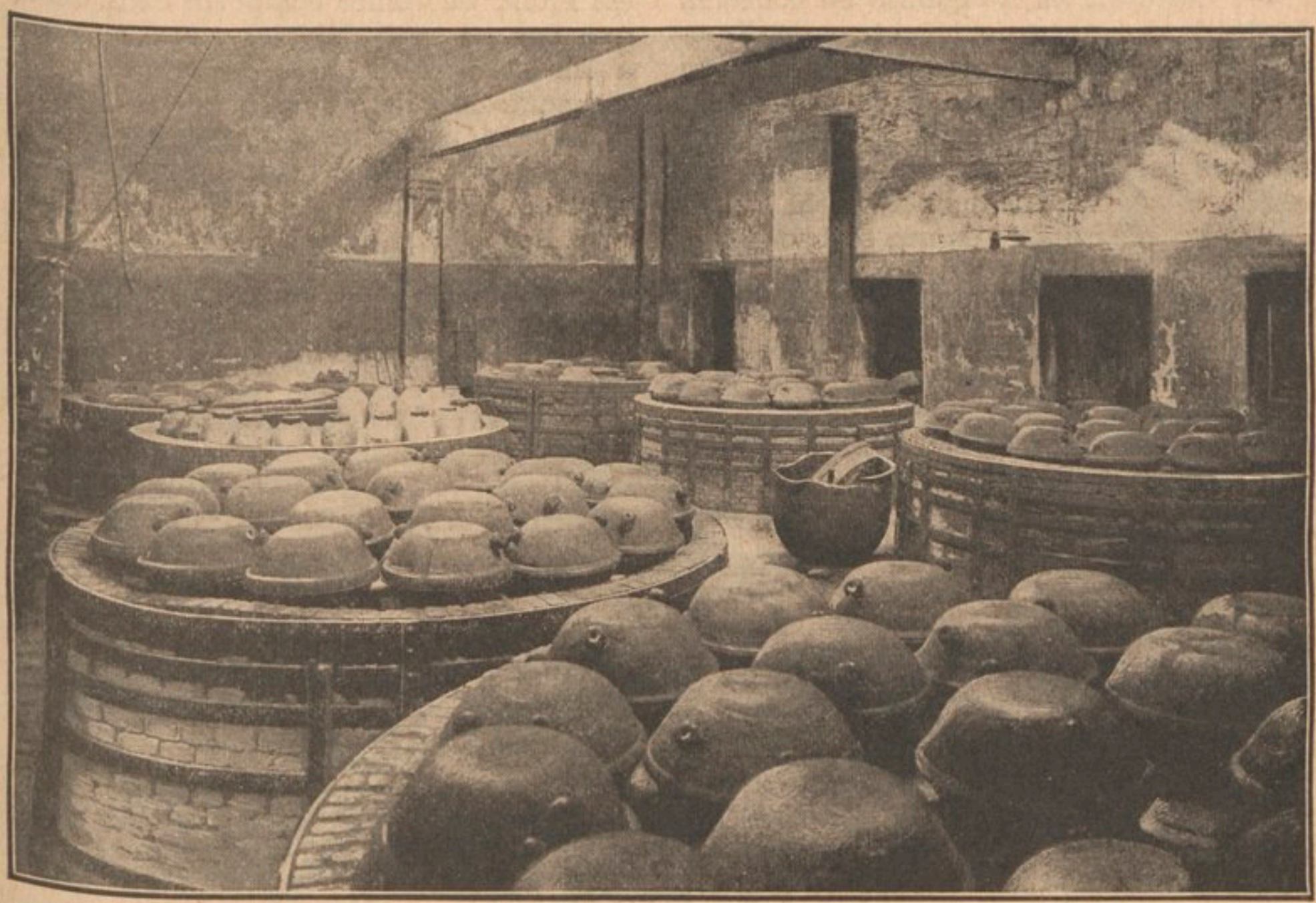
On le sépare par filtration et séchage, puis on le décompose avec de l'acide sulfurique et de l'oxyde de fer dans des cornues en porcelaine. L'iode se dégage, et le mélange de sulfate de cuivre et de sulfate de fer est régénéré. Il reste dans la cornue et il sert pour une nouvelle opération, de sorte qu'on dépense seulement — notable économie — de l'acide sulfurique et de l'oxyde de fer.

Les eaux de lavage contenant de la potasse sont absorbées par une certaine quantité de charbons de varechs lessivés, qui sont très poreux, et ils sont utilisés comme engrais. Le reste du charbon, aggloméré en briquettes, sert de combustible.

L'iode brut, acheté aux fabricants, n'est pas pur, il contient 3 à 4 % d'impuretés (terre, sable, débris végétaux, etc.). Il est sublimé une seconde fois par les raffineurs dans des jarres en terre réfractaire munies d'un couvercle que l'on enfonce aux trois quarts dans le bain de sable d'un grand four circulaire en briques cerclées de fer. L'iode pur se sublime à la partie supérieure et les impuretés, avec la vapeur d'eau condensée, restent dans le fond. Il est ensuite livré au commerce sous le nom d'iode bi-sublimé.

En juin de la présente année, le prix de l'iode atteignait 145 francs le kilogramme. On sait qu'il est un antiseptique et un désinfectant d'une exceptionnelle énergie.

CLÉMENT CASCIANI.

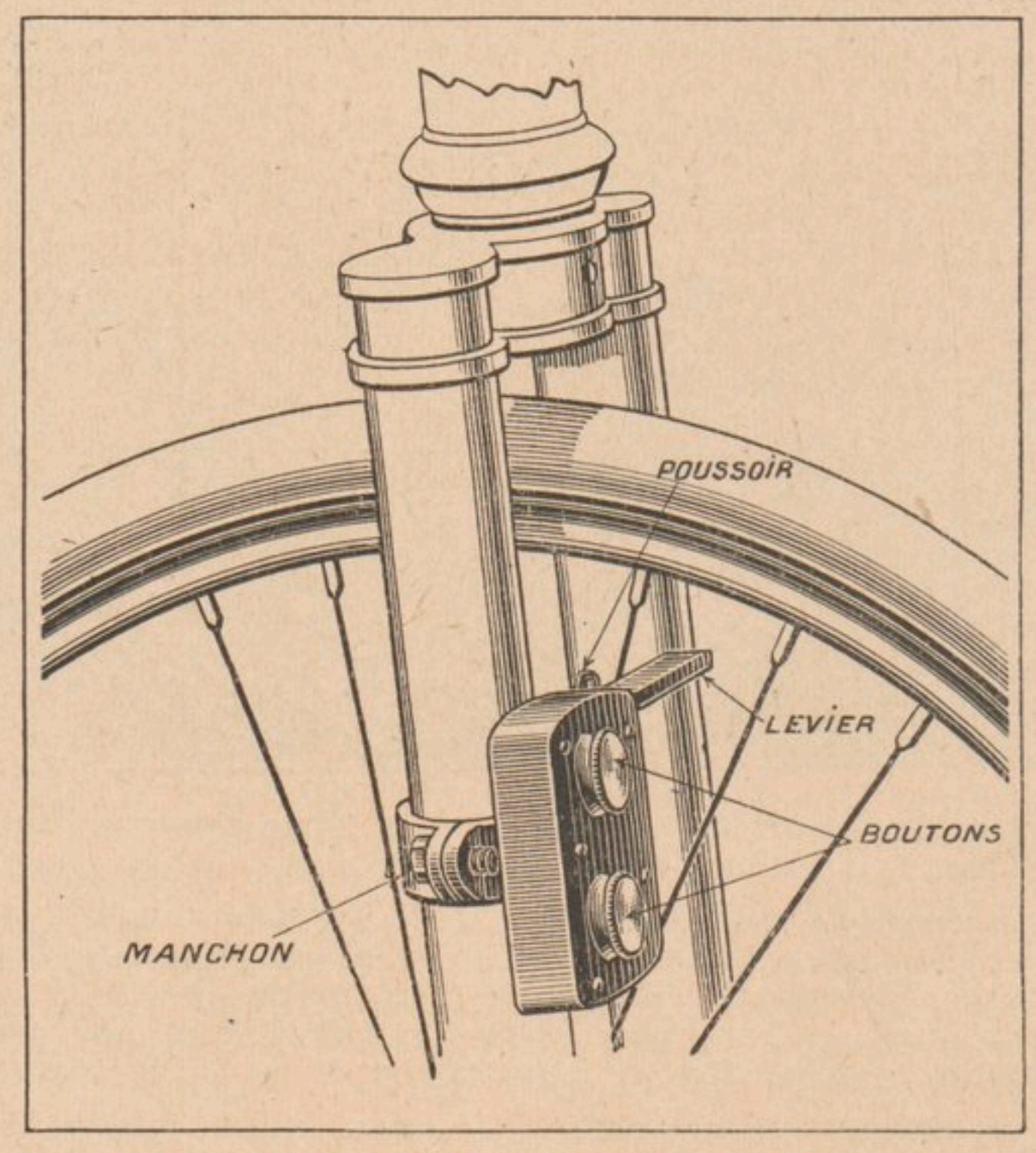


FOURS A SABLE CIRCULAIRES EN BRIQUES, CERCLÉS DE FER, FONCTIONNANT DANS L'USINE DE MM. ROQUES FRÈRES, A SAINT-OUEN-SUR-SEINE

L'iode, arrivant des fabriques du littoral, est versé dans des récipients en terre réfractaire munis d'un couvercle luté. Ces récipients sont chauffés dans le bain de sable du four, et le produit pur se sublime à l'intérieur du couvercle; les impuretés restent dans le fond. On voit à gauche, au second plan, sur un fourneau non allumé, des pots en terre à large col dans lesquels l'iode est versé, par quantités de cinq kilogrammes, pour être livré au commerce sous le nom d'iode bi-sublimé.

LES BICYCLETTES A L'ABRI DU VOL

Un grand quotidien sportif, ému des vols fréquents dont étaient victimes les cyclistes, a organisé un concours destiné à récompenser l'inventeur du dispositif le plus efficace contre les vols de bicyclettes. Ce concours a eu un succès considérable et cinq cent quarante-sept réponses parvinrent aux organisateurs. La meilleure solution fut donnée par M. Emile Bertrand ; elle consiste en une sorte de bride articulée, se fermant au moyen d'un cadenas, et qui réunit l'un des tubes du cadre à la roue avant. Cette roue se trouve ainsi bloquée et ne peut tourner. Ce dispositif est certainement efficace, mais, à notre sens, il présente des inconvénients. Il n'est pas attaché à la machine d'une façon permanente et le cadenas exige une clé. Ces trois objets : la bride, le cadenas et la clé prennent donc place dans la poche du cycliste lorsque celui-ci se sert de sa machine ; par conséquent, ils sont relativement embarrassants, et, de plus, ont peut les égarer. En outre, la pose du dispositif sur la machine exige quelques instants, assez courts peut-être, mais certainement suffisants pour que, la négligence aidant, on hésite parfois à s'en servir. Pour cette double raison, nous préférons un autre système que vient de créer un ingénieux inventeur. C'est un dispositif de sûreté, entièrement en aluminium, par conséquent très léger et, de plus, peu encombrant. On le fixe d'une manière *permanente* sur l'une des branches de la fourche avant, au moyen du collier de serrage dont il est muni. Ce collier comporte deux écrous que l'on ne peut dévisser qu'en recourant à une clé spéciale ; c'est-à-dire que, pratiquement, un voleur ne peut songer à retirer le dispositif de la machine, car il lui faudrait pour cela beaucoup trop de temps. Le système consiste essentiellement en un petit levier qu'on abaisse ou relève à volonté en appuyant sur un poussoir. Relevé, le levier vient buter dans les rayons et bloque, par conséquent, la bicyclette ; abaissé, il rend à la roue son entière liberté et ne gêne en rien sa rotation. Mais le poussoir qui commande le levier ne peut lui-même fonctionner que si deux boutons, semblables à ceux d'un coffre-fort, occupent une position appropriée. Pour cela, chaque système a un numéro de deux chiffres qui lui est propre. Si, par exemple, ce numéro est 32, il faut, pour pouvoir actionner le poussoir, tourner le premier bouton de trois crans et le second de deux crans. Il suffit de dépasser ces chiffres ou de ramener les boutons au point mort pour bloquer le levier dans la position horizontale et, par conséquent, rendre impossible le vol de la bicyclette. Lorsqu'au contraire le possesseur de la machine voudra, de nouveau, s'en servir, il formera, avec les boutons le chiffre correspondant à celui du verrou, puis il appuiera simplement sur le poussoir qui libérera la roue.



LE MONTAGE DE L'APPAREIL SUR LA MACHINE

LES PORTS PÉTROLIERS FRANÇAIS

Par Lucien GRIMAL

La pénurie de charbon, qui s'est produite dès 1916, n'a fait que croître au cours des années suivantes et actuellement, en raison de la mise hors d'état de produire de nos mines du Nord, des difficultés que nous rencontrons pour nous approvisionner de combustible en Angleterre et de la faiblesse des livraisons allemandes, la crise est devenue si intense que la vie industrielle du pays est très sérieusement compromise.

Le gouvernement français, se substituant au marché normal, a cru devoir recourir au combustible liquide pour apporter à notre industrie le supplément de calories qui lui manquait. Depuis longtemps, déjà, certains industriels avaient résolu le problème de l'alimentation des fours au moyen d'huiles lourdes, de *fuel-oil*, comme les désignent les Américains. Ces derniers, eux-mêmes, utilisent largement le fuel-oil pour le chauffage de leurs locomotives. Nos compagnies de chemins de fer pouvaient en faire autant, à la condition d'équiper leurs chaudières en conséquence. Elles se décidèrent d'autant plus volontiers à opérer la transformation qui leur était demandée que le commissariat des essences leur assurait du liquide en abondance. De fait, des travaux entrepris dans nos ports de La Rochelle, du Havre et de Rouen, permirent bientôt aux plus grands navires pétroliers de nous apporter d'importantes provisions. Dès maintenant, nous possédons, assure-t-on au ministère compétent, une provision d'huiles lourdes suffisante pour tous nos besoins industriels, le charbon extrait de nos mines

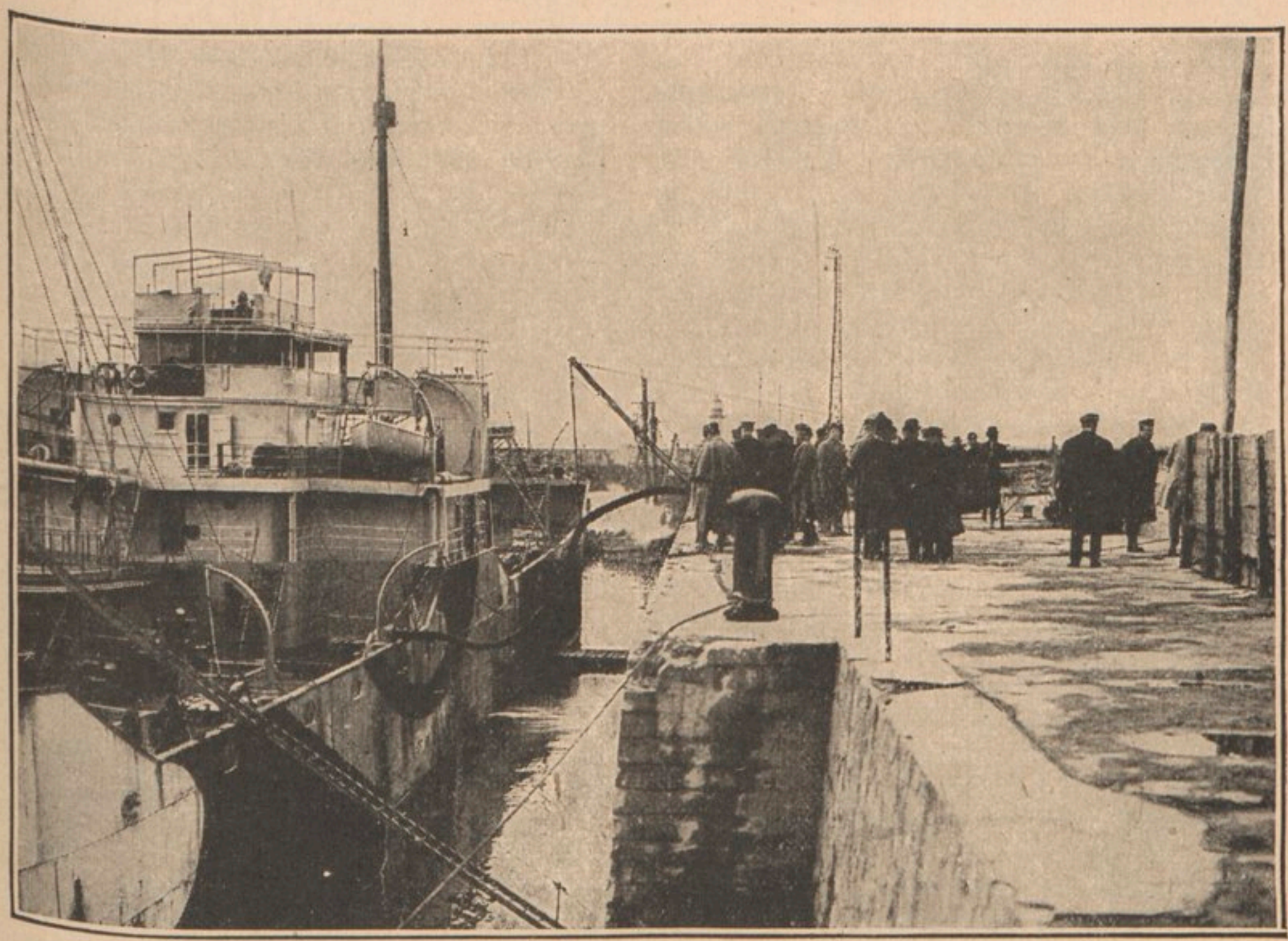


FIG. 1. — UN NAVIRE PÉTROLIER EFFECTUANT SON DÉCHARGEMENT DANS LA NOUVELLE SOUILLE A PÉTROLE DU PORT DE LA PALLICE-ROCHELLE

On remarque, au centre de la photo, le tuyau de liaison entre le navire et l'origine de la pipe-line.

FIG. 2. — UN TRAIN DE WAGONS-RÉSERVOIRS A PÉTROLE EN COURS DE CHARGEMENT A L'INTÉRIEUR D'UNE USINE, A LA PALLICE-ROCHELLE

étant alors réservé aux usines à coke et à gaz, ainsi qu'à la consommation domestique.

Ainsi ont raisonné les optimistes. Les pessimistes voient un danger dans cette transformation soudaine de notre matériel de chemin de fer. Si aux Etats-Unis, disent-ils, l'opération est avantageuse, c'est que les compagnies de chemins de fer peuvent se procurer sur place le combustible liquide à un prix très avantageux. Le problème est tout autre pour nous qui devons recourir à l'importation, de plus en plus onéreuse.

Cependant, il est des cas où l'économie est un mauvais calcul. Les compagnies de chemins de fer brûleront avantageusement du fuel-oil dans leurs locomotives parce que le combustible liquide possède une souplesse de régime que ne connaît pas le charbon. Au moment de monter une rampe, on pousse instantanément la flamme et le train conserve sa vitesse ; la rampe franchie, on diminue l'alimentation avec autant de facilité et de rapidité. Dans les usines électriques, où la production du courant subit des sautes brusques à certaines heures de la journée, le combustible liquide doit être préféré au charbon pour la même raison.

Avant la guerre, nous n'importions pas plus de 45.000 tonnes de produits pétrolifères (pétrole, essence, huiles de graissage, fuel-oil, etc...) par mois. Pendant la guerre les besoins de l'automobilisme militaire et de l'aviation ont augmenté d'année en année et, pour faire face à ces besoins, il a fallu importer, en 1915, 660.000 tonnes (au lieu de 540.000 en 1913), 920.000 tonnes en 1916, 1.000.000. de tonnes en 1917 et 1.200.000 tonnes en 1918. Le commissariat général des essences, que dirigeait M. Henry Bérenger, s'est donc vu dans la nécessité de procéder à des travaux importants pour permettre l'entrée en France de ces 1.200.000 tonnes représentées par 1.000.000 de tonnes de pétrole et d'essence et 200.000 tonnes d'huile.

Ces besoins considérables paraissent devoir se maintenir même lorsque le pays aura repris sa physionomie normale, en raison de l'augmentation du nombre des voitures automobiles, des camions et des moteurs agricoles, grands consommateurs d'essence.

Au cours des hostilités, on constata que la flotte des pétroliers comprenait de plus en plus des unités à fort tonnage incapables d'entrer dans nos ports. Des mesures spéciales furent prises pour les recevoir au Havre, dans le sas Vétillart, à Cherbourg et à La Pallice où la construction d'une nouvelle souille fut décidée dans l'avant-port. Les travaux entrepris ont permis l'accès de ces ports à des navires pétroliers de 10.000 tonnes, même à ceux de 15.000 tonnes. En réalité, si les flottes de pétroliers ne révé-

laient une tendance très marquée à comprendre de plus en plus de grosses unités, les travaux auxquels il a fallu se résoudre eussent été inutiles, car nos ports de l'océan, de la Manche et de la Méditerranée étaient suffisants pour assurer les besoins prévus, c'est-à-dire l'arrivée de 80.000 tonnes par mois, et même davantage. La capacité mensuelle totale de déchargement des ports pétroliers français ressort, en effet, d'après l'expérience de 1917, à 160.000 tonnes par mois. Les travaux qui eussent été inutiles si les flottes n'avaient augmenté dans des proportions très sensibles le tonnage de leurs unités, sont devenus indispensables en raison de cette augmentation.

Le programme des travaux a compris, dans la Manche, la création d'un poste le long de la jetée de Querqueville, de postes au Havre, d'un poste à Donges et d'un autre à La Rochelle. En Méditerranée, Marseille a été mise à même de recevoir des pétroliers de 8 mètres de tirant d'eau et de 145 mètres de longueur, tirant d'eau admissible auparavant, mais longueur trop considérable.

A La Pallice-Rochelle, la nouvelle souille mesure 170 mètres de longueur, 25 mètres de largeur au plafond à la cote 8,50. Ces dimensions ont été arrêtées de manière à permettre la réception de navires-citernes portant 8.000 tonnes de produits. Les travaux, exécutés très rapidement, permirent déjà, le 16 janvier 1919, l'entrée du magnifique pétrolier *Pearl Shell*, de 126 mètres de longueur, chargé de 7.075 tonnes de liquide.

Cette installation, et, d'ailleurs, toutes celles qui ont été faites, notamment au Havre et à Rouen, a été inspirée par les installations américaines, notamment pour ce qui concerne les pipe-lines, c'est-à-dire les tuyauteries souterraines permettant le transport du pétrole sur de longues distances sans recourir aux manutentions auxquelles sont soumises les autres marchandises. Une de ces tuyauteries, amorcée au Havre, aboutira à Paris en passant par Yvetot, Barentin, Rouen et Pontoise ; la concession en est accordée.

Les premières pipe-lines furent construites en Pensylvanie en 1865 ; c'étaient des tuyaux en fonte de 25 millimètres de diamètre et de faible longueur dans lesquels des pompes refoulaient le liquide. Les compagnies s'enhardirent vite, et, en 1879, elles n'hésitaient pas à construire des canalisations de 130 millimètres de diamètre. Puis des réseaux formidables furent établis ; une de ces grandes artères, celle d'Oklahoma à New-York, qui passe par Chicago, mesure 2.200 kilomètres. Les réseaux de la Standard Oil C° sont les plus importants. Cinq de ses grandes lignes, qui relient la région des Apalaches à la mer, débitent à elles seules 19.000 mètres cubes de pétrole par jour. Or, avant la guerre — les prix ont augmenté

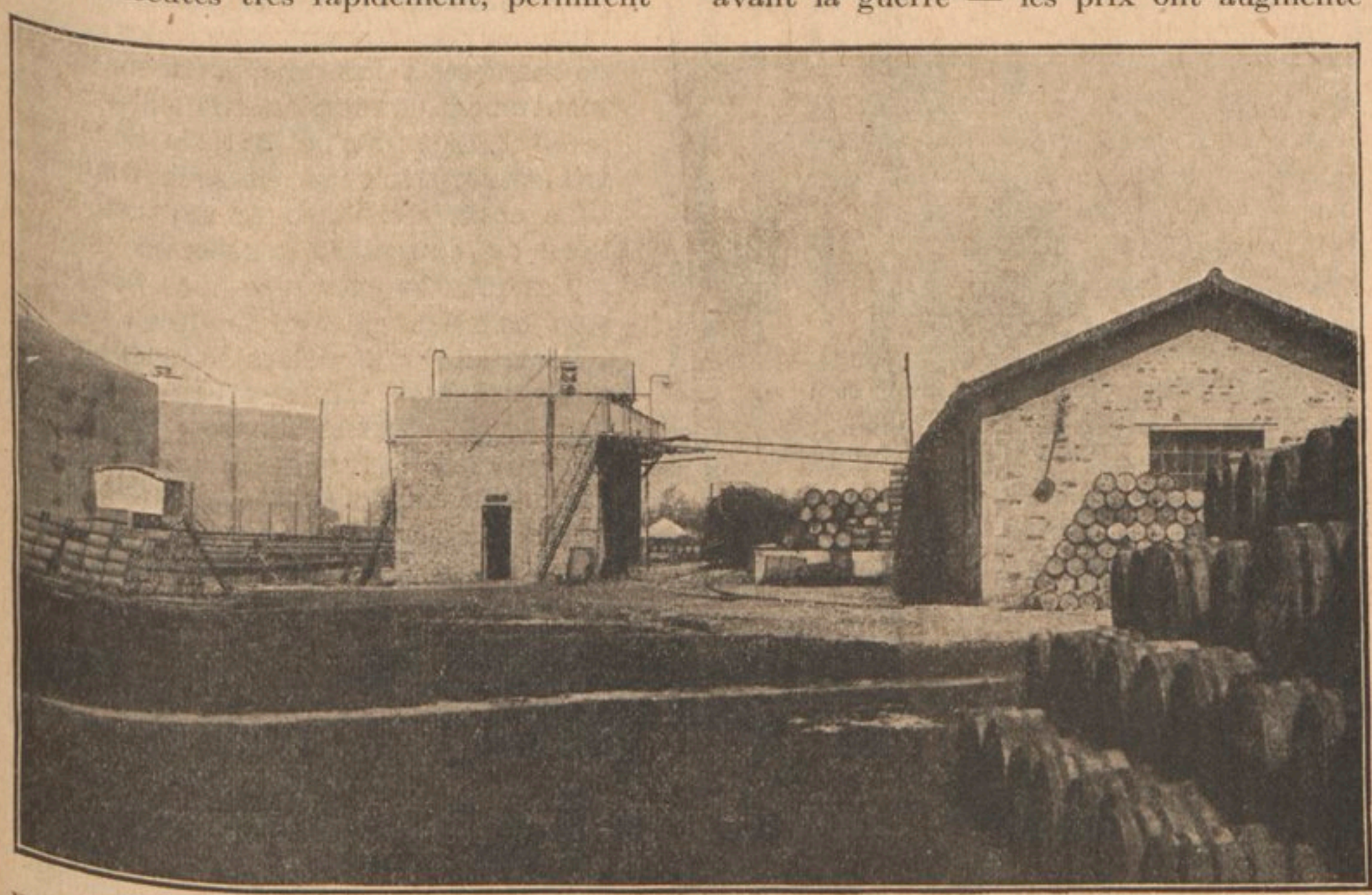


FIG. 3. — DES RÉSERVOIRS, A GAUCHE, LE PÉTROLE EST REFOULÉ DANS DES BACS, AU CENTRE, PUIS DANS LES ATELIERS DE REMPLISSAGE DES FUTS ET DES BIDONS, A DROITE

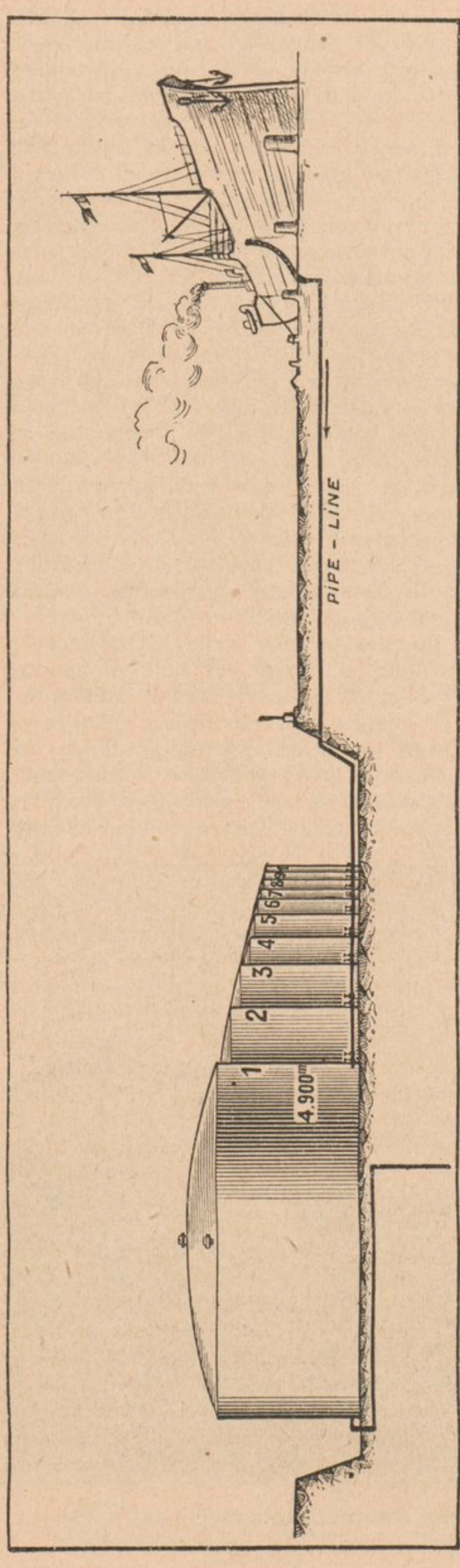


FIG. 4. — DESSIN SCHÉMATIQUE MONTRANT LE DISPOSITIF ADOPTÉ POUR LE DÉCHARGEMENT D'UN NAVIRE PÉTROLIER *Au moyen de la pipe-line, établie partiellement en souterrain, les pompes du navire refoulent le liquide directement dans les réservoirs.*

depuis — le prix du transport des Apalaches à New-York, Baltimore, Philadelphie, par ces lignes, ne dépassait pas trois *cents* par baril, ce qui, avec un amortissement en quatorze ans et un intérêt de 5 %, portait le prix du transport du pétrole à onze *cents* par baril, soit environ trois francs par mètre cube.

La longueur du réseau des lignes de la Standard Oil, qui dessert les puits des Apalaches, était, avant la guerre, de plus de 70.000 kilomètres. Les lignes secondaires sont faites en tuyaux de 50 à 100 millimètres de diamètre ; posées à fleur du sol ou à une faible profondeur, ou même sur des chevalets, elles débouchent soit dans des réservoirs, soit directement dans les lignes principales qui ont souvent 300 millimètres de diamètre et sont alimentées par des pompes distantes de 50 à 110 kilomètres.

Ajoutons enfin, pour donner une idée générale de ce mode de transport des produits pétrolifères, devenu général dans toutes les exploitations où qu'elles soient, que l'on transporte même les pétroles pâteux par les pipe-lines. Certains pétroles à base d'asphalte sont, en effet, très épais, visqueux et présentent une très grande résistance à l'écoulement Deux ingénieurs, MM. Isaacs et Buckner, eurent l'idée, pour combattre cette résistance, de rayer l'intérieur des tuyaux, comme des canons, de manière à imprimer à la masse un mouvement de rotation axiale. On mélange 10 % d'eau au pétrole ; la force centrifuge projette l'eau contre les parois du tube et la résistance au frottement de l'eau est substituée à celle du pétrole.

Les plus longues pipe-lines françaises sont celles du port de La Rochelle, qui relient, sur 1.500 mètres de longueur, les navires à quai aux réservoirs des compagnies pétrolifères. Elles sont raccordées aux navires pétroliers à quai par une tuyauterie souple et très résistante faite généralement de caoutchouc armé d'un fil métallique et des pompes refoulent directement le pétrole dans les réservoirs.

La plupart des usines installées dans les ports se contentent d'assurer l'expédition du pétrole ou du fuel-oil vers l'intérieur. Les chalands-citernes ont une capacité de 200 à 300 tonnes et les wagons-réservoirs contiennent 150 à 250 hectolitres. Leur chargement s'effectue toujours par des tuyauteries généralement aériennes qui déversent le liquide simultanément dans tous les réservoirs

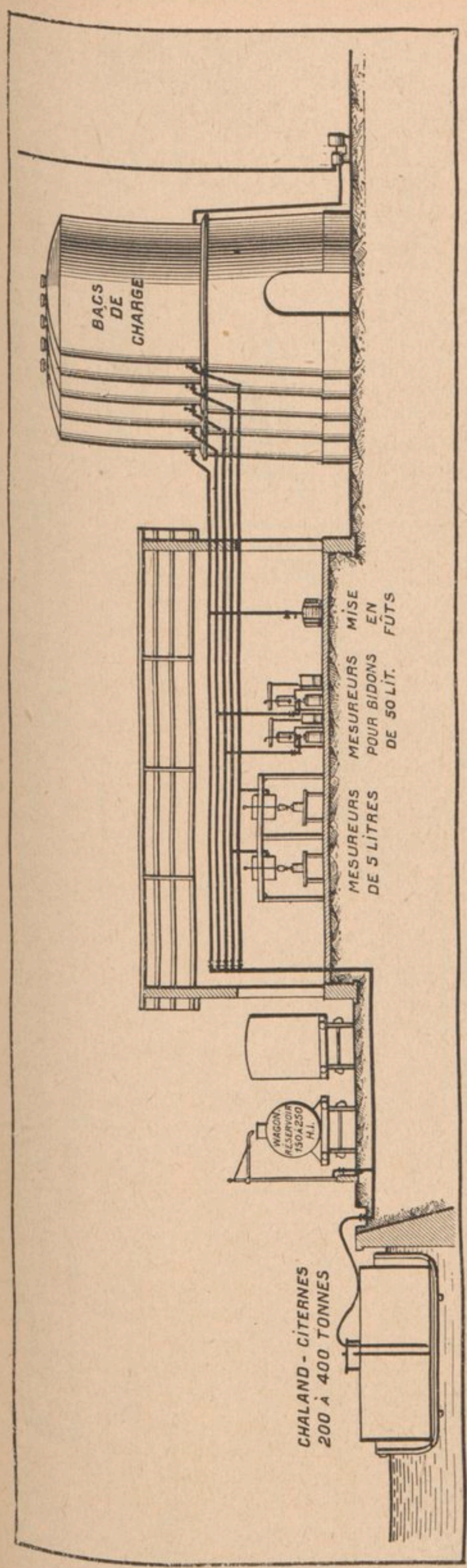


FIG. 5. — LE PÉTROLE, PUISÉ DANS LES RÉSERVOIRS, EST REFOULÉ PAR DES POMPES DANS LES BACS DE CHARGE

Des bacs de charge, des tuyaux aériens conduisent le liquide dans l'atelier de chargement où il est mis en bidons de cinq litres, de cinquante litres ou en fûts. Ces mêmes canalisations aboutissent à d'autres tuyaux aériens ou souterrains qui acheminent le pétrole jusqu'aux rampes de déversement de chalands-citernes.

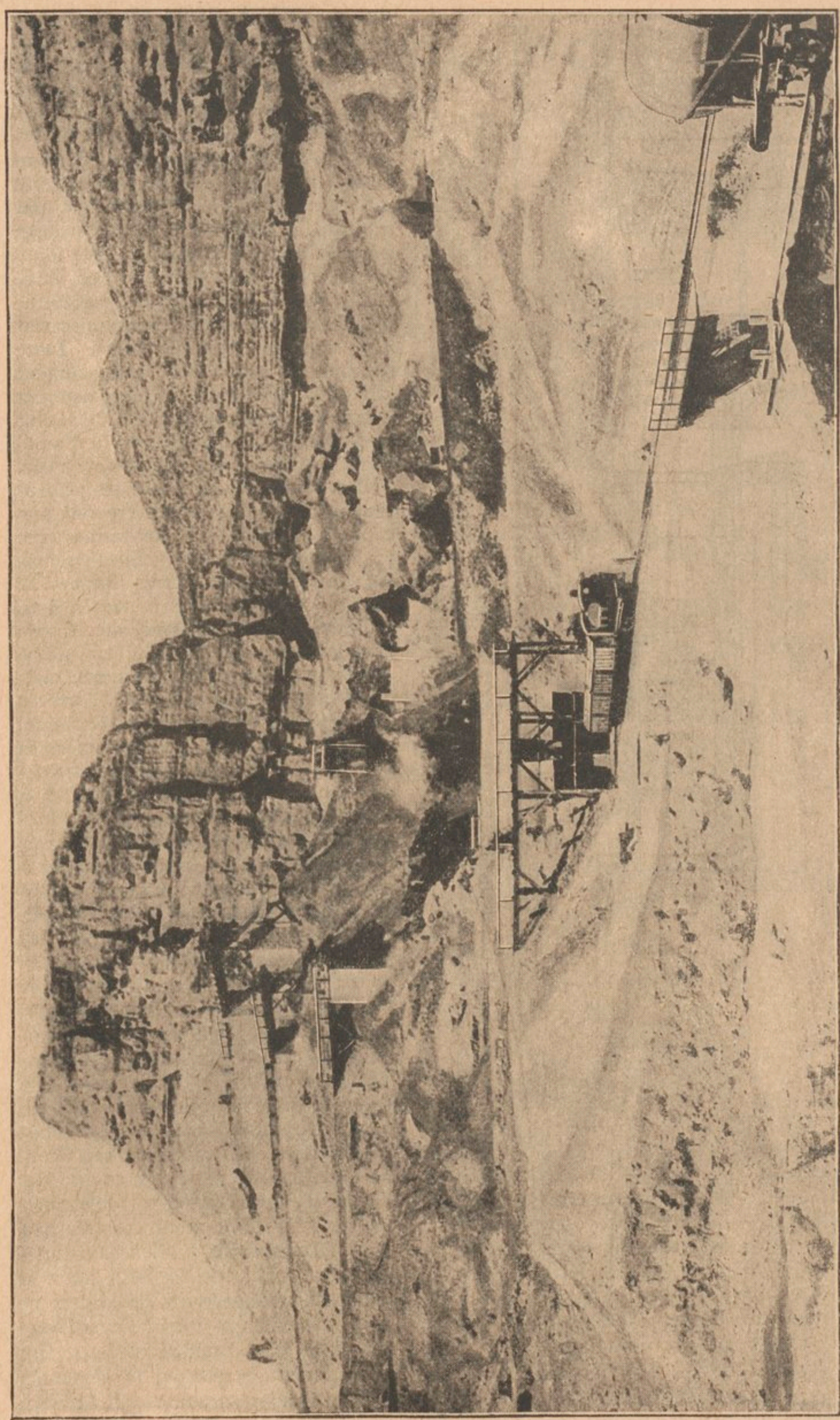
du chaland, à l'aide d'une rampe commune courant le long du quai, et de laquelle partent autant de tuyauteries souples que le chaland comporte de compart.ments-citernes.

Le liquide venant des grands réservoirs de déchargement est d'abord refoulé dans des bacs de charge élevés qui permettent la distribution par gravitation dans les appareils utilisés pour la mise en bidons de cinq litres ou de cinquante litres ou en fûts.

Les besoins de la région parisienne ont attiré l'attention du commissariat des essences d'une manière toute spéciale. Ils se chiffrent annuellement par 400.000 tonnes et ne peuvent être assurés que par les ports du Havre et de Rouen, que l'on a résolu d'aménager en vue de cet important trafic.

Les tanks-steamers qui se présentent actuellement au Havre ont une capacité de 9.000 à 10.000 tonnes avec les caractéristiques moyennes suivantes : longueur 133 mètres, largeur 17 mètres, tirant d'eau 8 mètres à 8 m. 50. Seul le sas Vétillard, au Havre, peut les recevoir, et il a dû être utilisé pendant la durée de la guerre, malgré le danger que présente l'arrivée des cotons au quai de Garonne.

Des travaux ont dû être envisagés pour recevoir les plus gros tanks-steamers, c'est-à-dire ceux de 12.000 à 15.000 tonnes, qui mesurent 162 mètres de longueur, 21 mètres de largeur et qui exigent un tirant d'eau de 9 mètres. On prévoit même l'arrivée de pétroliers, portant du fuel-oil, de 18.000 tonnes. Actuellement, les pétroliers se débarrassent d'une partie de leur cargaison au Havre et remontent ensuite la Seine jusqu'à Rouen, où ils terminent l'opération. Rouen est, en effet, le port le plus avantageux en raison de sa proximité de Paris ; il évite d'importants frais de transport. L'établissement d'une pipeline du Havre à Paris aura cet énorme avantage de diminuer encore ces frais d'une manière très sensible, puisque le prix de revient est très peu élevé. Elle pourrait d'ailleurs être utilisée, à défaut de fuel-oil, pour le transport des pétroles ordinaires et même des essences dans des conditions beaucoup plus rapides et beaucoup moins onéreuses que par les chalands et les wagons-réservoirs. L. GRIMAL



UNE EXPLOITATION PHOSPHATIÈRE EN TUNISIE (COMPAGNIE DES PHOSPHATES ET DU CHEMIN DE FER DE GAFSA)

Vue de la « Table du Lousif », entrée d'une mine dans l'exploitation des gisements de Metlaouï, non loin de Gafsa. Les produits de ces puissantes couches sont transportés jusqu'au port de Sfax par une voie ferrée étroite, longue de 200 kilomètres, dont l'établissement à travers une contrée aride a donné lieu à de sérieuses difficultés.

LA PRÉPARATION INDUSTRIELLE DES SUPERPHOSPHATES

Par Maurice BOULEAU

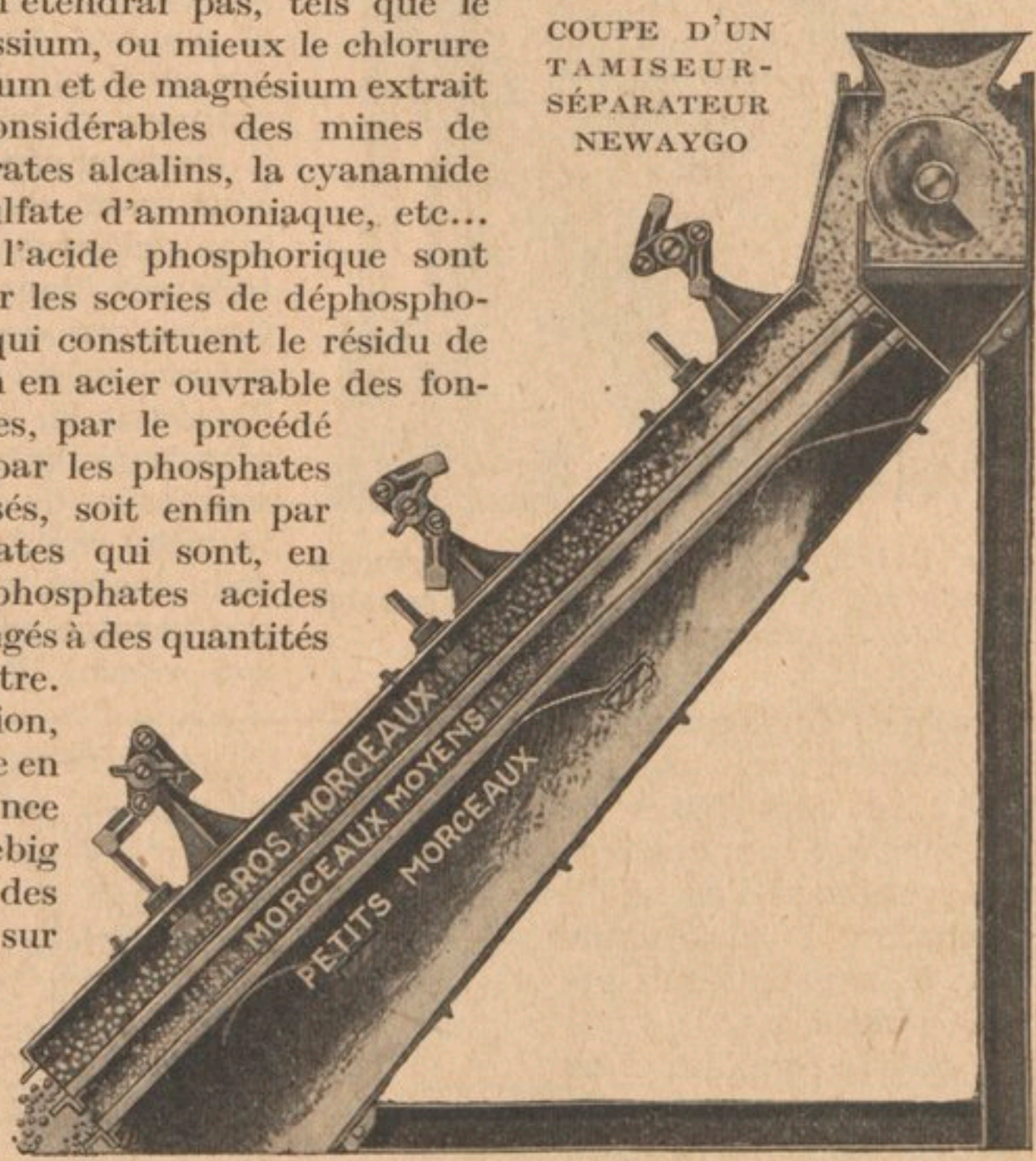
On sait que la plante a besoin, pour se nourrir, de quatre éléments principaux, qui sont l'azote, la potasse, l'acide phosphorique et la chaux ; les deux premiers sont fournis par divers engrais sur lesquels je ne m'étendrai pas, tels que le chlorure de potassium, ou mieux le chlorure double de potassium et de magnésium extrait en quantités considérables des mines de Stassfurt, les nitrates alcalins, la cyanamide de calcium, le sulfate d'ammoniaque, etc...

La chaux et l'acide phosphorique sont apportés, soit par les scories de déphosphoration Thomas, qui constituent le résidu de la transformation en acier ouvrable des fontes phosphoreuses, par le procédé « basique » ; soit par les phosphates naturels pulvérisés, soit enfin par les superphosphates qui sont, en définitive, des phosphates acides de calcium, mélangés à des quantités variables de plâtre.

Leur fabrication, qui prit naissance en 1842, sous l'influence des travaux de Liebig sur la nourriture des plantes, est basée sur ce fait que si l'on mélange intimement de l'acide sulfurique étendu, à 52° B. avec du phosphate tricalcique $[PO^4]^2 Ca^3$, l'acide s'unit à deux molécules de calcium, formant ainsi du phosphate monocalcique et du sulfate de calcium ou plâtre ordinaire.

Le phosphate tricalcique, appelé communément phosphate de chaux, est un composé naturel, insoluble dans l'eau, qui se rencontre soit sous la forme cristallisée, soit sous la forme amorphe ; les principaux gisements alimentant l'industrie française sont situés en Algérie-Tunisie, à Biskra, Gafsa, Tébessa, Aïn-Moularès, etc... On en rencontre également, mais en très faibles quantités, dans les départements de la Somme, du Lot, du Cher et surtout de l'Oise et des Ardennes.

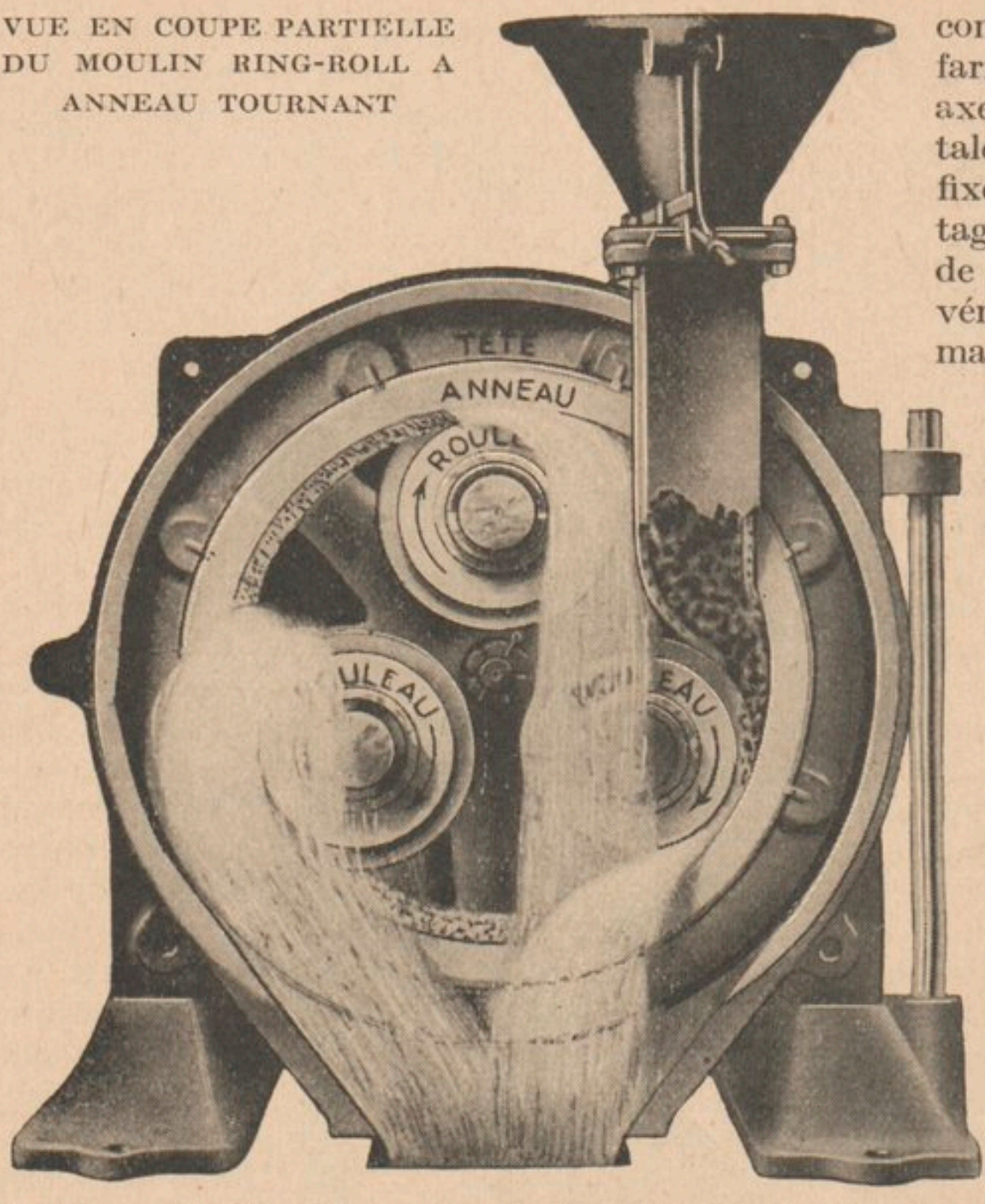
Le phosphate tricalcique est, en général, livré prêt à la mouture par les usines d'extraction; il arrive cependant assez fréquemment, surtout en ces temps de crise des transports, qu'après un long séjour sur les quais des ports, il parvient très humide aux usines de transformation ; celles-ci sont donc obligées de le dessécher pour procéder au broyage. Ce séchage s'effectue dans des appareils très simples, qu'on peut classer en deux catégories, soit qu'il sutilisent les flammes directes d'un foyer, soit des flammes indirectes ; les premiers sont constitués par la sole d'un four à réverbère sur laquelle on étend la matière à dessécher, les seconds, dont le type le plus répandu est le séchoir à plaques, comportent un ou plusieurs foyers, dont les gaz de la combustion appelés par le tirage d'une cheminée passent dans de longs carneaux horizontaux recouverts de soles de fonte, sur lesquelles on étend le phosphate humide ; ces séchoirs nécessitent une certaine main-d'œuvre pour retourner de temps à



COUPE D'UN TAMISEUR-SÉPARATEUR NEWAYGO

Dans cet appareil, les cribles métalliques inclinés présentent cette particularité d'être constamment maintenus en vibration, par suite de chocs répétés produits par un système de marteaux rotatifs.

VUE EN COUPE PARTIELLE DU MOULIN RING-ROLL A ANNEAU TOURNANT

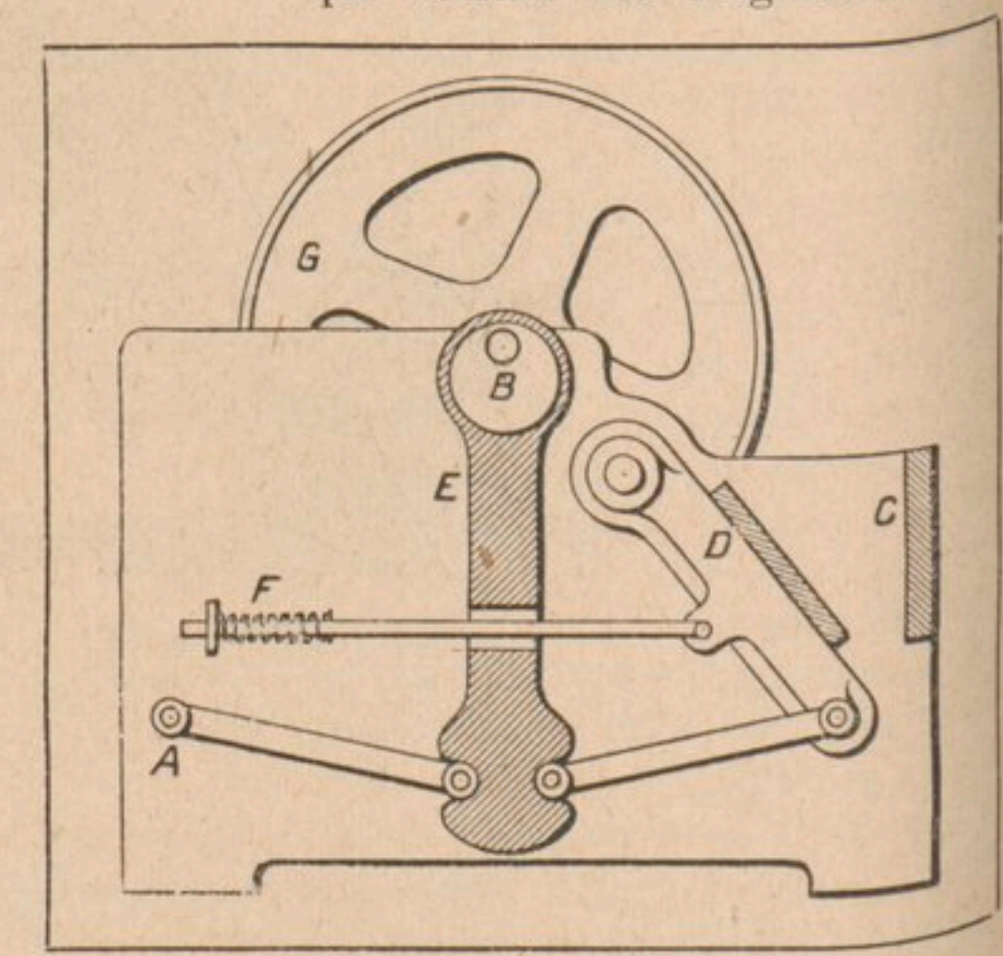


Cet appareil est destiné à réduire le phosphate en fragments propres à subir le malaxage ; la mouture s'effectue par le passage de la matière entre l'anneau et les rouleaux.

autre la matière en voie de dessiccation ; de plus, ils ont l'inconvénient d'avoir une production très irrégulière, les phosphates voisins du foyer étant plus vite secs que ceux qui en sont éloignés ; enfin, si l'on ne dispose pas d'une aspiration d'air suffisante au-dessus du séchoir, la vapeur d'eau produite se condense en grande partie sur la matière à dessécher, qu'elle refroidit. Aussi tend-on de plus en plus à employer des séchoirs mécaniques plus compliqués (tel le séchoir Ruelle), qui suppriment le retournement à la main et qui évitent une partie des inconvénients que nous venons de signaler.

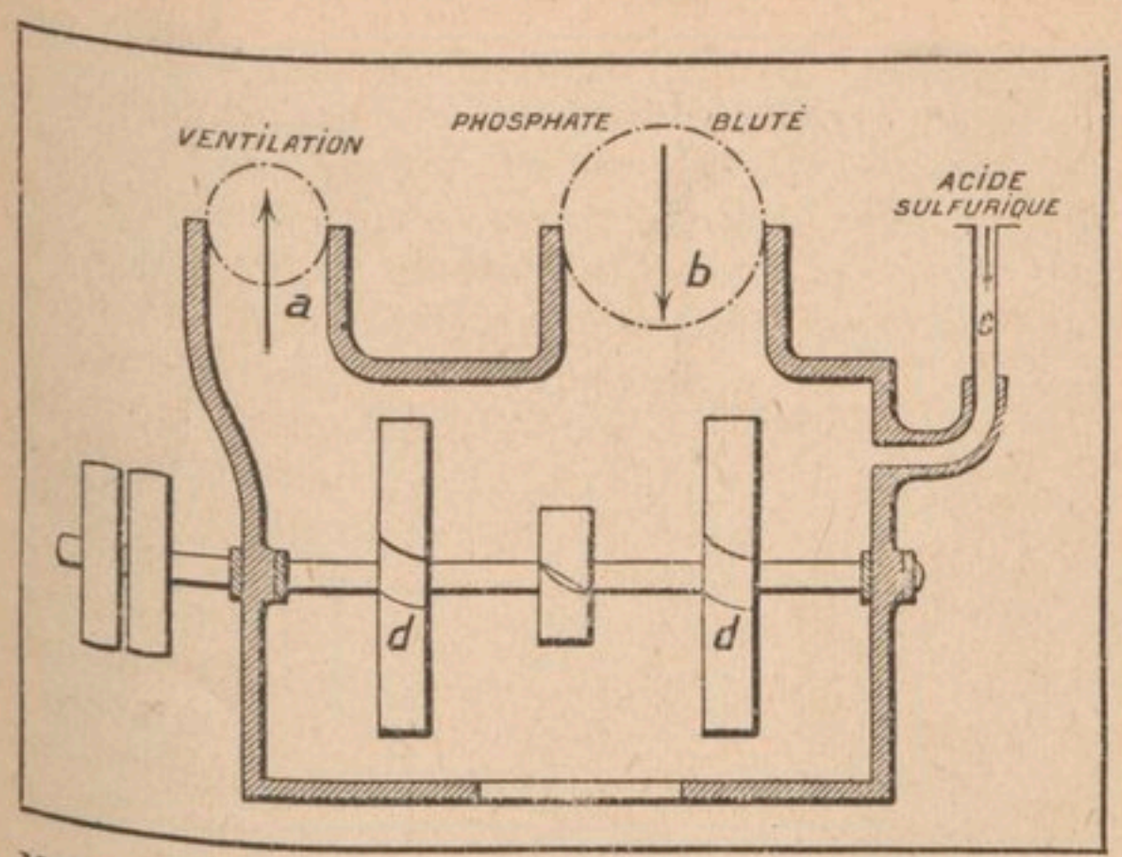
Après dessiccation, le phosphate doit être moulu finement pour permettre le contact intime de toutes ses molécules avec l'acide sulfurique ; cette opération est, en général, précédée d'un dégrossissage de la matière au moyen d'un concasseur ou broyeur quelconque, ; le broyeur à mâchoires dont nous donnons ci-contre un croquis schématique est d'une utilisation presque générale.

Au sortir du concasseur, le phosphate est enlevé par un transporteur à chaîne qui le déverse à la bluterie, laquelle peut être constituée, comme dans les moulins à farine, par un prisme hexagonal, à axe légèrement incliné sur l'horizontale, et sur les longerons duquel on fixe la toile métallique servant au blutage ; ces appareils sont très simples de construction, mais ils ont l'inconvénient de n'utiliser que le tiers au maximum de la surface de la toile ; de plus, si l'on opère avec des tamis à toile assez fine (le tamis 100 ou 110, par exemple) et avec des phosphates gras, on risque d'encrasser la toile. On a donc été conduit à construire des tamis à toile inclinée, d'un plus grand rendement, ne s'encrassant pas et pouvant être enfermés dans une enveloppe étanche, donc plus propres ; un type bien connu est le tamiseur-séparateur Newaygo Sturtevant, dans lequel le tamisage s'effectue au moyen d'une toile métallique plane maintenue tendue par des ressorts sur un châssis incliné d'environ 60° sur l'horizontale, et soumise à des vibrations entretenues par une multitude de petits coups de marteau rapides et légers ; cette toile fine est, en général, protégée par une autre plus grossière qui retient les fragments par



CROQUIS SCHÉMATIQUE D'UN BROYEUR-CONCASSEUR A MACHOIRES

Le balancier E, *mû par l'intermédiaire de l'excentrique* B, *et prenant appui sur la butée fixe* A, *anime la mâchoire mobile* D *d'un mouvement oscillatoire facilité par le ressort de rappel* F. *Le phosphate à désagréger est introduit entre les mâchoires* C *et* D.



MALAXEUR HORIZONTAL EMPLOYÉ COURAMMENT DANS L'INDUSTRIE PHOSPHATIÈRE

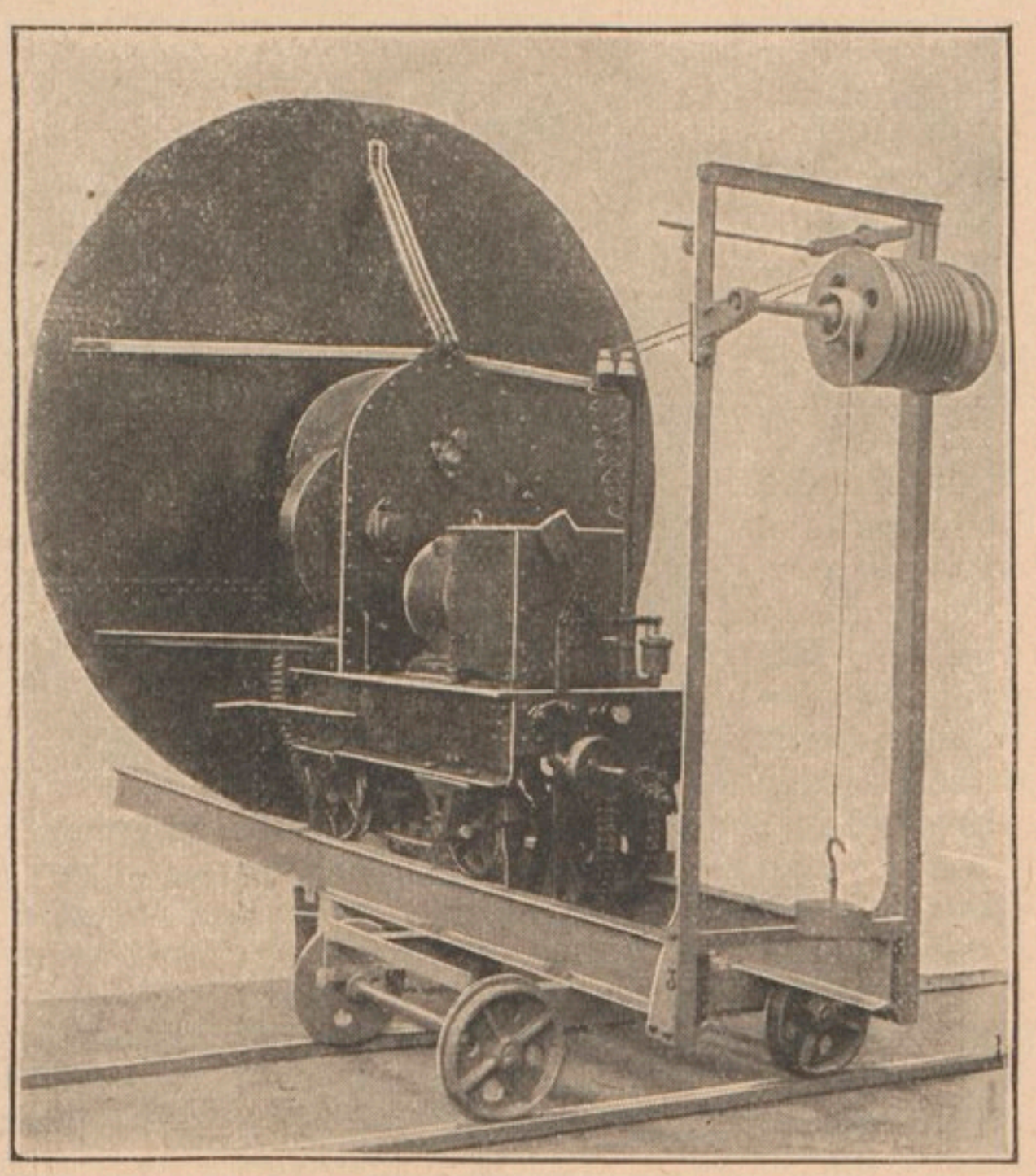
a, *tubulure d'aspiration des gaz et poussières ;* b, *arrivée de phosphate ;* c, *arrivée de l'acide sulfurique à 52° Baumé ;* d, *palettes hélicoïdales servant au brassage de la masse.*

trop volumineux, et qui est soumise aux mêmes vibrations; l'alimentation se fait à la partie supérieure au moyen d'une vis d'Archimède, le *refus* est conduit à la meunerie et le *fin* est dirigé sur les silos spéciaux d'emmagasinement, d'où il sera extrait au fur et à mesure des besoins.

La meunerie peut comporter des moulins de plusieurs types. On a d'abord employé des meules verticales, identiques aux meules à farine, pour les phosphates plus durs (Floride), des meules verticales en fonte roulant sur une piste de fonte, mais on tend de plus en plus à utiliser des moulins à carter mettant les ouvriers à l'abri des poussières et ayant un plus grand rendement, Tels sont les broyeurs à force centrifuge (type Vapart) qui opèrent par projection de la matière contre les parois du broyeur au moyen de disques en acier tournant très vite, tels également les moulins à anneau tournant, d'un fonctionnement beaucoup plus doux et de rendement plus régulier, dont un type très employé est le « Ring-Roll », construit par la firme Sturtevant, dont il a été question plus haut. Cet appareil se compose en principe d'un anneau en acier massif (voir la figure) à face intérieure concave, fixé sur un arbre horizontal qui lui imprime un mouvement rotatif; trois rouleaux à face extérieure convexe sont pressés très fortement sur l'anneau qui les anime de son mouvement circulaire ; l'admission du phosphate se fait à la face intérieure de l'anneau tournant où il est maintenu par la force centrifuge ; le broyage s'effectue par son entraînement sous les rouleaux ; la matière broyée s'écoule de part et d'autre de l'anneau et est recueillie au bas de l'enveloppe, d'où un élévateur la dirige mécaniquement sur la bluterie ; la matière ayant la grosseur voulue est emmagasinée, le refus retournant au moulin jusqu'à réduction complète.

Il s'agit maintenant de procéder à la solubilisation du phosphate, c'est-à-dire à la transformation du phosphate tricalcique en phosphate monocalcique.

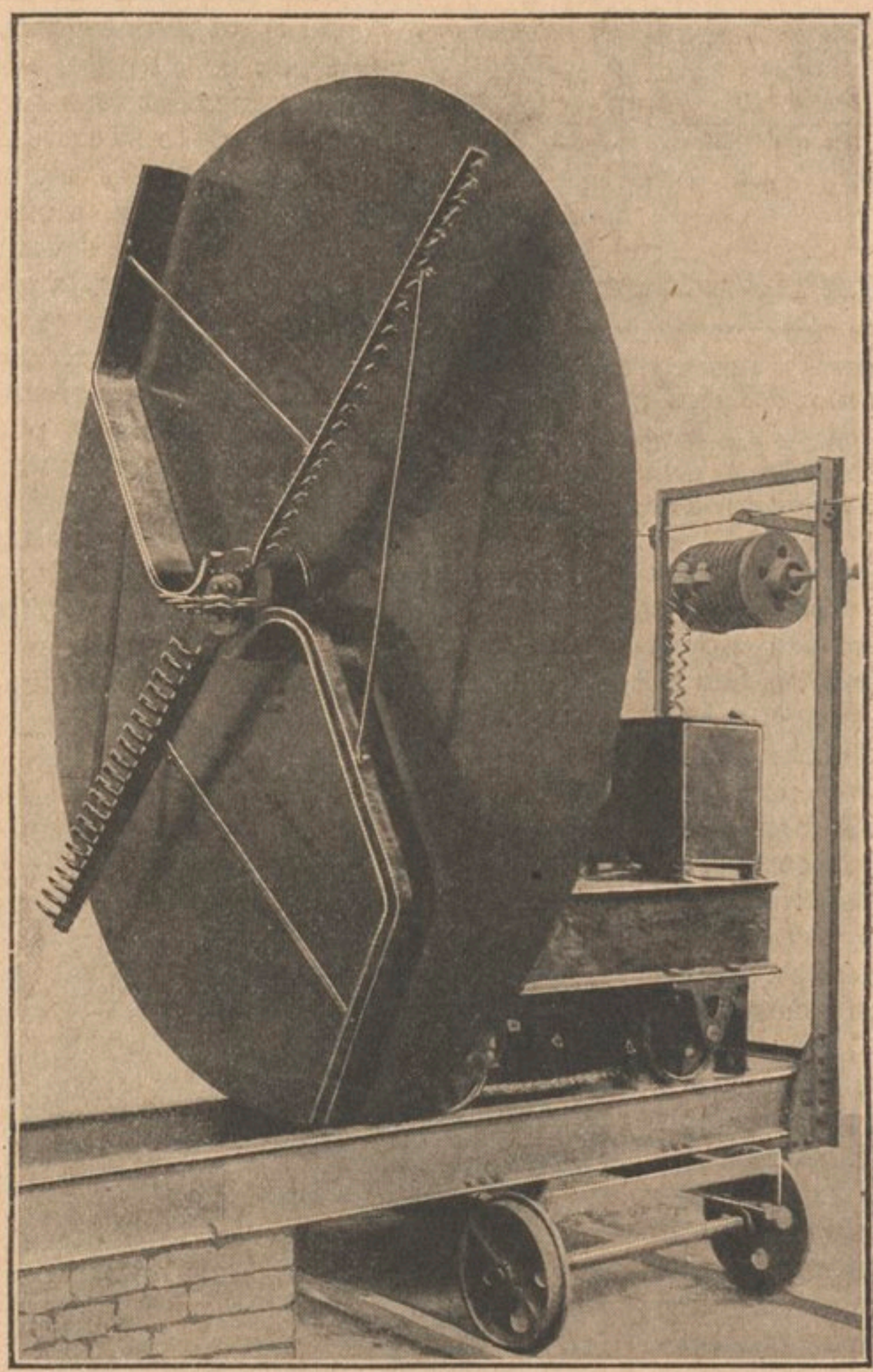
Primitivement, chez les agriculteurs, le mélange de l'acide sulfurique et du phosphate se faisant dans des fosses, à l'air libre, mais, outre le faible rendement obtenu, l'opération était aussi peu hygiénique que



DISPOSITION GÉNÉRALE DE LA DÉCAVEUSE SYSTÈME WENK VUE DE L'ARRIÈRE

On remarquera la décaveuse proprement dite, montée sur son chariot transbordeur, lequel porte, au second plan, le moteur électrique et les engrenages démultiplicateurs, sous carter.

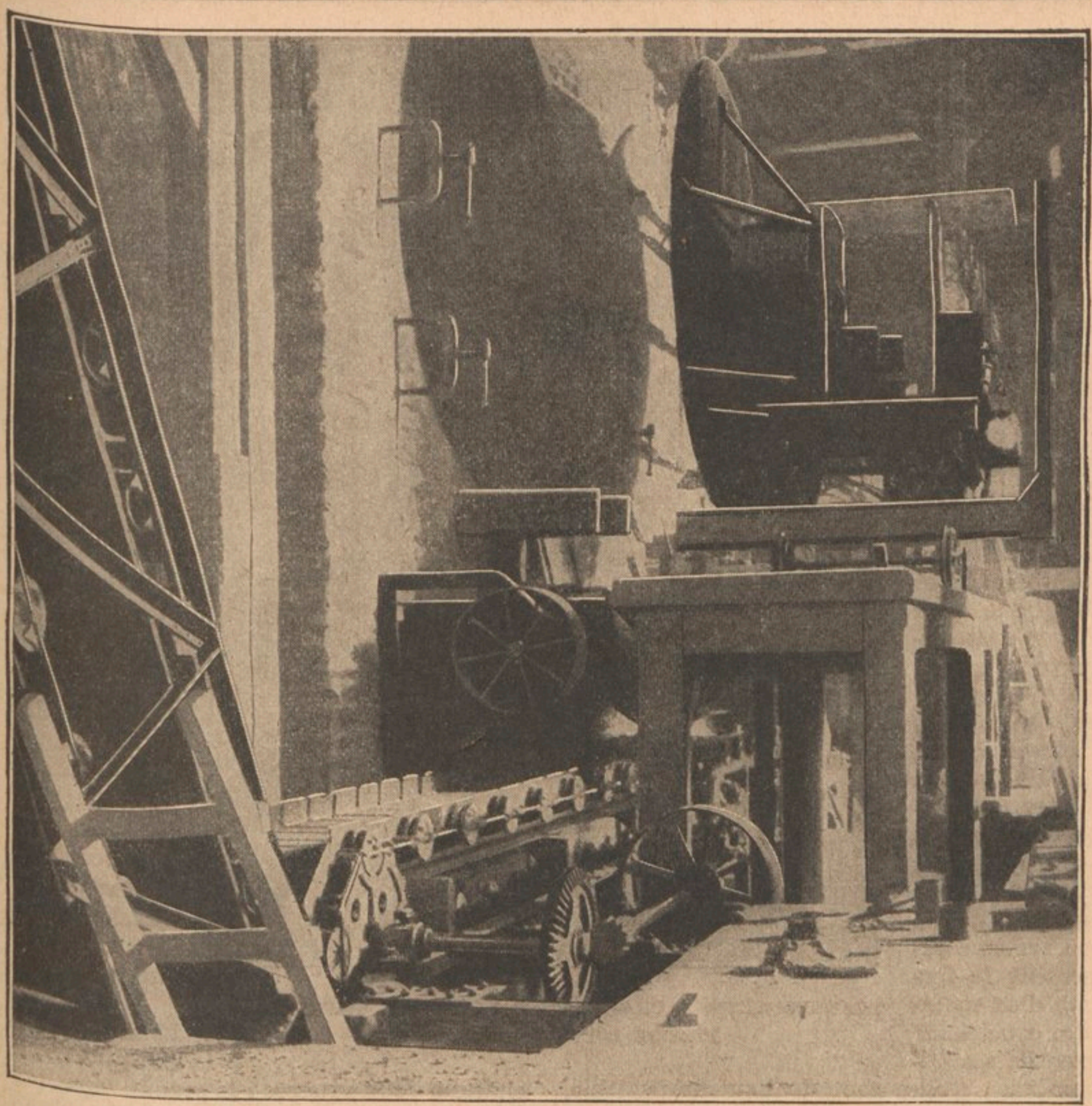
possible, à cause des composés chlorés et fluorés produits; dans les usines, actuellement, l'opération s'effectue dans de grands récipients en fonte, pourvus d'un système d'agitateurs qui sont les malaxeurs. On en distingue deux catégories : les uns continus les autres discontinus. Les premiers sont employés par de grandes usines ayant un très grand débit, mais ils exigent, une fois réglés, de travailler toujours le même phosphate, car chaque changement de matière demande un réglage délicat de l'arrivée d'acide et de phosphate; aussi emploie-t-on plus couramment les malaxeurs de l'autre type, d'un maniement infiniment plus souple; ils sont verticaux ou horizontaux, ils ne diffèrent d'ailleurs que par la position de leur axe. Aussi, n'allons-nous décrire que le type horizontal, qui est de beaucoup le plus employé. Il se compose essentiellement d'une cuve en fonte affectant la forme d'un cylindre droit dont l'axe est traversé par un arbre porteur de palettes hélicoïdales; trois tubulures sont ménagées sur la génératrice supérieure, l'une pour l'acide, l'autre pour l'admission du phosphate, la troisième étant reliée à un ventilateur qui aspire une partie des gaz délétères produits pendant l'attaque, comme nous le verrons plus loin; une ouverture assez large pratiquée à la base de l'appareil et très soigneusement obturée par un tampon mobile, sert à la vidange après chaque malaxage.



LA DÉCAVEUSE WENK VUE DE L'AVANT

Cette gravure montre très clairement les bras d'attaque de la machine, constitués par les deux râteaux et les palettes de ventilation dont il est parlé dans le texte.

Pour préparer le superphosphate, l'arbre du malaxeur étant mis en mouvement, on introduit les quantités voulues d'acide et de phosphate, après pesage sur des appareils *ad hoc;* on laisse au mélange le temps de s'effectuer bien intimement, puis, la réaction étant amorcée, on fait tomber le mélange fluide dans de grandes chambres en maçonnerie, situées immédiatement au-dessous du malaxeur, qu'on nomme «caves» et dans lesquelles la réaction se continue et s'achève. On fait autant de malaxages qu'il est nécessaire pour remplir la cave (quelquefois 100 opérations); puis on laisse la masse en repos jusqu'à solidification du plâtre et refroidissement, puis on procède au déchargement. C'est sur cette opération qu'ont porté tous les perfectionnements apportés à la fabrication des superphosphates pendant ces dernières années. Primitivement, les caves étaient de forme prismatique, et le déchargement était fait par des ouvriers qui attaquaient la masse, après solidification, au moyen de pics et de pioches; ce procédé était fort préjudiciable à la santé de ces hommes, qui travaillaient dans une enceinte saturée de



INSTALLATION D'UNE DÉCAVEUSE WENK PRÊTE A FONCTIONNER

Au premier plan et en bas, le transporteur à chaîne recueillant le superphosphate désagrégé; au second plan et en haut, la machine, sur son chariot transbordeur, est disposée pour entrer dans la cave.

vapeurs acides ; en outre, le rendement obtenu était très médiocre. Les recherches ont donc porté sur la construction d'appareils procédant mécaniquement au « décavage ». Les appareils construits jusqu'ici peuvent se diviser en deux classes principales :

1° Les appareils spécialement établis pour enlever le superphosphate dans les caves par tranches horizontales ;

2° Les appareils enlevant le superphosphate par tranches verticales.

Ces deux catégories peuvent elles-mêmes se subdiviser en appareils ne pouvant desservir utilement qu'une seule cave et en appareils permettant de desservir plusieurs caves avec une seule et unique machine.

Parmi les appareils sortant le superphosphate par tranches horizontales, on distingue les systèmes Alibon-Goulding, Hœverman, Allegri, Keller, etc... Ces appareils ont tous un inconvénient capital, celui de ne pas donner un produit véritablement homogène, l'humidité n'étant pas la même au fond de la cave et à sa partie supérieure, et les divers malaxages n'étant pas forcément identiques.

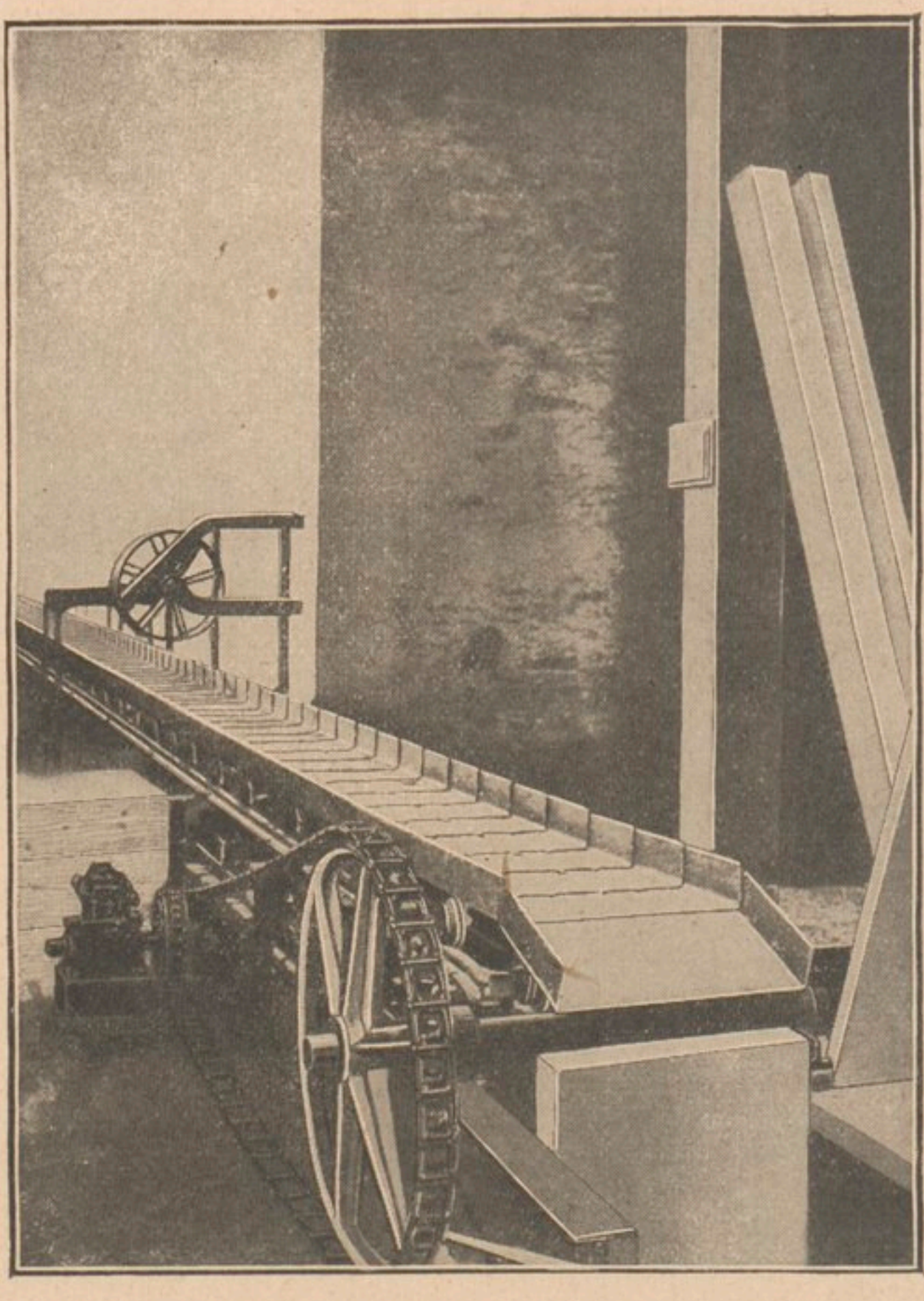
Les machines de la seconde classe, plus récentes, et, par conséquent, plus intéressantes, renferment les appareils Beskow, Sturtevant, Swenska, Wenk, etc...

Passant rapidement sur les deux premiers, nous dirons que l'appareil Swenska opère à la manière des défourneuses des cokeries ;

c'est un piston mû par crémaillère qui presse le bloc de superphosphate vers la sortie de la cave; des fils de fer ou de cuivre coupent le bloc de bas en haut à son arrivée sur l'aire spéciale d'émiettement.

L'appareil Wenk, sur lequel nous nous étendrons plus longtemps, a été inventé et breveté par M. Wenk, directeur général de la Chemische Fabrik Schweizer-hall, à Bâle (Suisse).

Les « caves » généralement employées pour l'excavation mécanique de ce système affectent la forme d'un cylindre couché sur une de ses génératrices; elles sont de hauteur variable, au gré du client, et ont généralement trois mètres de diamètre ; elles contiennent 7.000 kilos de superphosphate par mètre linéaire, et leur longueur est déterminée par la contenance qu'on désire leur donner.



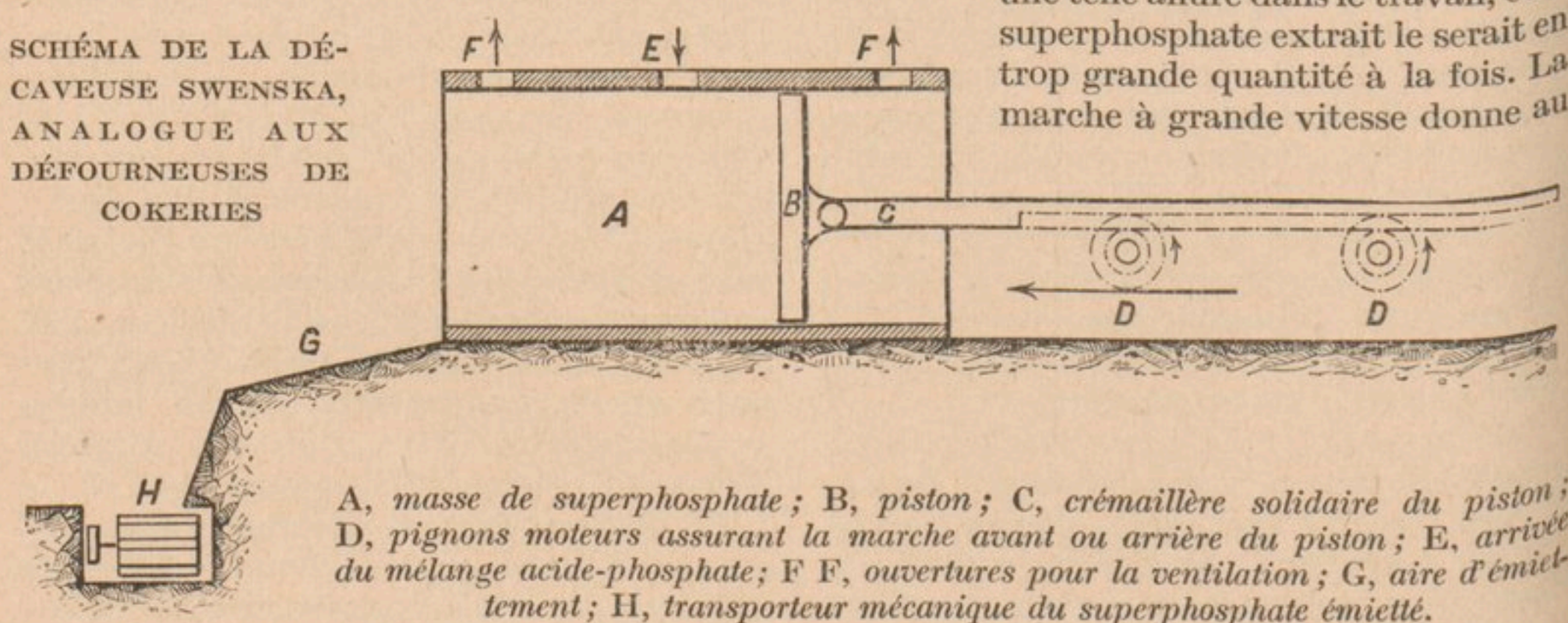
TRANSPORTEUR A CHAINE INSTALLÉ A LA PARTIE INFÉRIEURE D'UNE « CAVE WENK »

Elles sont munies, dans le bas, sur toute la longueur, d'une ouverture dont les bords sont formés par deux fers à double T. Ces fers contribueront à maintenir la fermeture en bois pendant le remplissage et ils serviront de chemin de roulement à l'appareil, pendant la vidange.

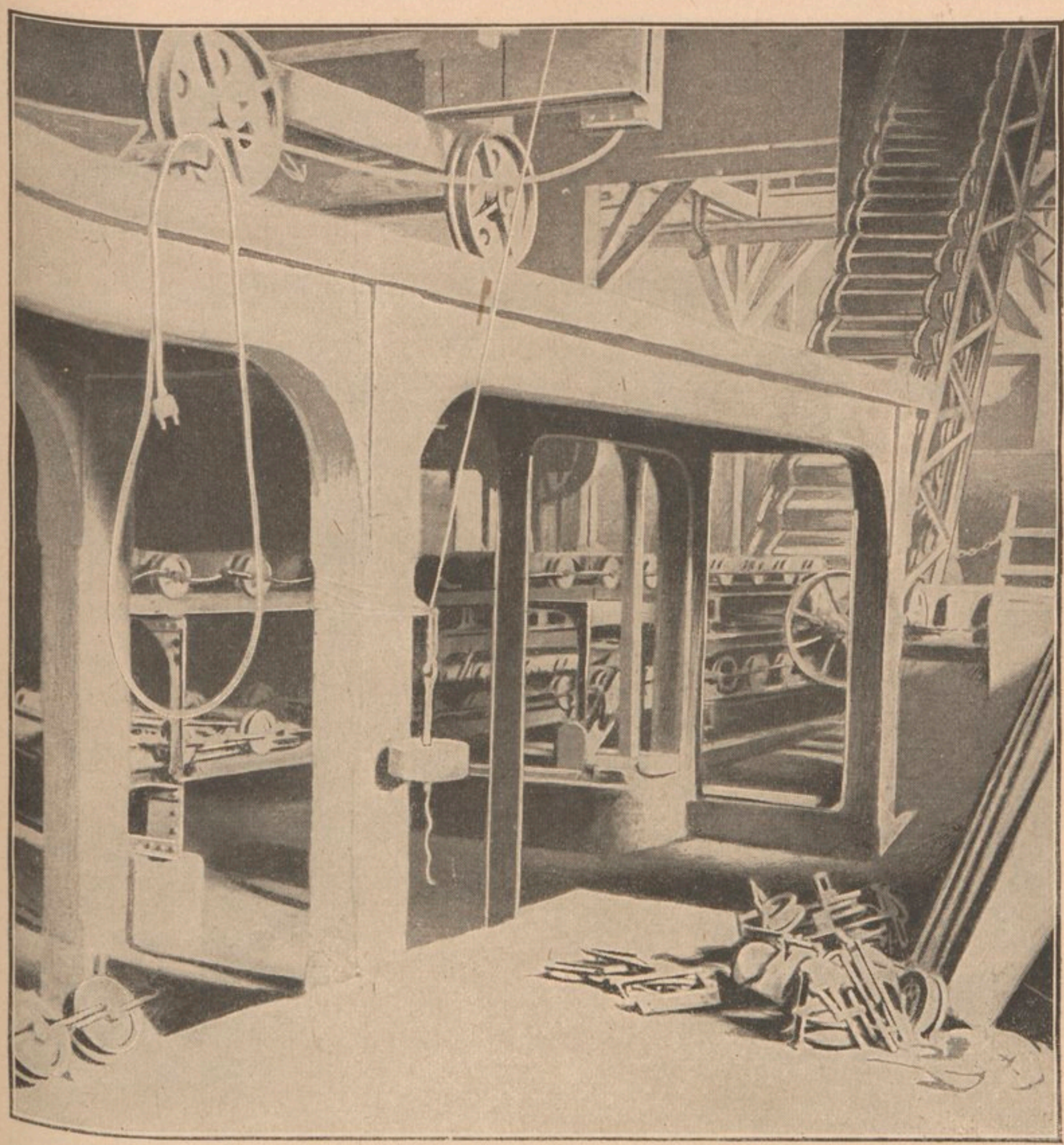
L'invention de M. Wenk se compose d'un chariot portant un moteur électrique ; ce moteur commande, d'une part, les couteaux grattoirs et, d'autre part, la marche avant et arrière du chariot.

Les marches avant et arrière comprennent chacune deux vitesses : la grande vitesse de la marche avant sert à amener le chariot jusqu'au bloc de superphosphate ; une fois arrivé à ce point, il convient de le faire avancer à la petite vitesse, car il faudrait un moteur extrêmement puissant pour soutenir une telle allure dans le travail, et le superphosphate extrait le serait en trop grande quantité à la fois. La marche à grande vitesse donne au

SCHÉMA DE LA DÉCAVEUSE SWENSKA, ANALOGUE AUX DÉFOURNEUSES DE COKERIES



A, *masse de superphosphate ;* B, *piston ;* C, *crémaillère solidaire du piston ;* D, *pignons moteurs assurant la marche avant ou arrière du piston ;* E, *arrivée du mélange acide-phosphate ;* F F, *ouvertures pour la ventilation ;* G, *aire d'émiettement ;* H, *transporteur mécanique du superphosphate émietté.*



VUE GÉNÉRALE DES INSTALLATIONS MÉCANIQUES POUR L'ÉVACUATION DU SUPERPHOSPHATE EXTRAIT D'UNE « CAVE WENK » EN SERVICE

Au premier plan, en haut, on aperçoit les roues du chariot transbordeur, et, sous le bâti, le transporteur à chaîne qui, recevant le superphosphate désagrégé, le dirige sur le séchage.

chariot un avancement de 1 m. 50 à la minute; celle à petite vitesse, un avancement de cinq centimètres dans le même temps.

Le moteur employé tourne à 750 tours à la minute ; il est du modèle hermétique et est susceptible d'une puissance de 6 à 7 HP; cependant, ses fusibles ne sont généralement calculés que pour une force de 4 HP.

L'appareil Wenk permet, au moyen d'un truck transbordeur, de desservir deux, trois, quatre caves, et même davantage.

La cave étant remplie, l'ouvrier retirera les planches qui ferment l'ouverture entre les deux fers de la partie inférieure; il enlèvera ensuite la porte fermant la devanture de la cave, puis il n'aura qu'à mettre le courant sur le moteur et à faire avancer la machine; lorsque les couteaux, dont la vitesse de rotation est de 20 à 25 tours par minute, arriveront au bloc de superphosphate, ils l'attaqueront et le feront tomber sur le transporteur à chaîne installé au bas de la cave; un bouclier de tôle placé entre la machine et les couteaux empêche le superphosphate désa-

grégé de refluer au dehors ainsi que le dégagement à l'extérieur des gaz de la cave.

Lorsque l'appareil, qui extrait 350 kilos de superphosphate par minute, arrive au fond de la cave après un temps variant avec la longueur de celle-ci, un système d'autocommutation électrique fait revenir le chariot à grande vitesse jusqu'à sa position initiale où il s'arrête de lui-même.

L'installation est complétée par un ventilateur relié aux caves et aux malaxeurs, lequel a pour but d'éliminer les vapeurs délétères produites; les gaz aspirés contiennent surtout du fluorure de silicium (SiF^4), de l'acide fluorhydrique (HF), de l'acide chlorhydrique (HCl), du gaz carbonique (CO^2) et de l'air. Ils sont envoyés dans des tours de lavage où ils sont soumis à l'action d'eau fine ment pulvérisée; HCl se dissout, le fluorure de silicium est décomposé en silice gélatineuse et en acide hydrofluosilicique ; les gaz restants sont dirigés dans l'atmosphère et les eaux de lavage soigneusement neutralisées avec de la chaux.

AUTRE DISPOSITION DU TRANSPORTEUR REPRÉSENTÉ DANS LA FIGURE PRÉCÉDENTE

Le superphosphate, retiré des caves par un procédé quelconque, doit être desséché ; pour cela, on a employé avec succès des séchoirs Ruelle, universellement connus. On se sert également de séchoirs utilisant l'action d'un courant d'air chaud ou froid sur le superphosphate contenu dans un cylindre tournant ou divisé par l'action de la force centrifuge. Tous ces appareils sont, d'ailleurs, de types extrêmement variables, suivant les constructeurs ; après séchage, il arrive fréquemment que le produit s'agglutine en blocs assez gros ; de plus, le travail de la décaveuse est assez grossier. On est donc amené à le désagréger au moyen de broyeurs agissant par percussion ou force centrifuge (mais non avec des broyeurs à pression — broyeurs à mâchoires — qui conduiraient à un résultat inverse de celui escompté), puis on pratique, soit l'ensachage, soit la mise en silos.

Le superphosphate du commerce révèle à l'analyse un taux moyen de 13 à 18 % d'acide phosphorique soluble dans l'eau et le citrate d'ammoniaque; il est bien entendu que l'acide phosphorique insoluble (phosphate rétrogradé) qu'il peut contenir n'entre pas en ligne de compte dans les résultats d'analyse. Le superphosphate français, c'est-à-dire celui obtenu avec les phosphates des gisements algériens ou tunisiens, titre environ 14 % d'acide phosphorique soluble.

Pour conclure, nous devons ajouter que la marche et la conduite des opérations que nous venons d'énumérer est dirigée par un laboratoire d'essais, qui contrôle en même temps la qualité des produits obtenus.

Le superphosphate joue un rôle considérable dans l'agriculture, surtout dans les grandes exploitations, où il permet d'économiser d'importantes quantités de fumier pour la fertilisation de la terre. Il ne convient malheureusement pas à tous les sols.

MAURICE BOULEAU.

LES A-COTÉ DE LA SCIENCE

INVENTIONS, DÉCOUVERTES ET CURIOSITÉS

Par V. RUBOR

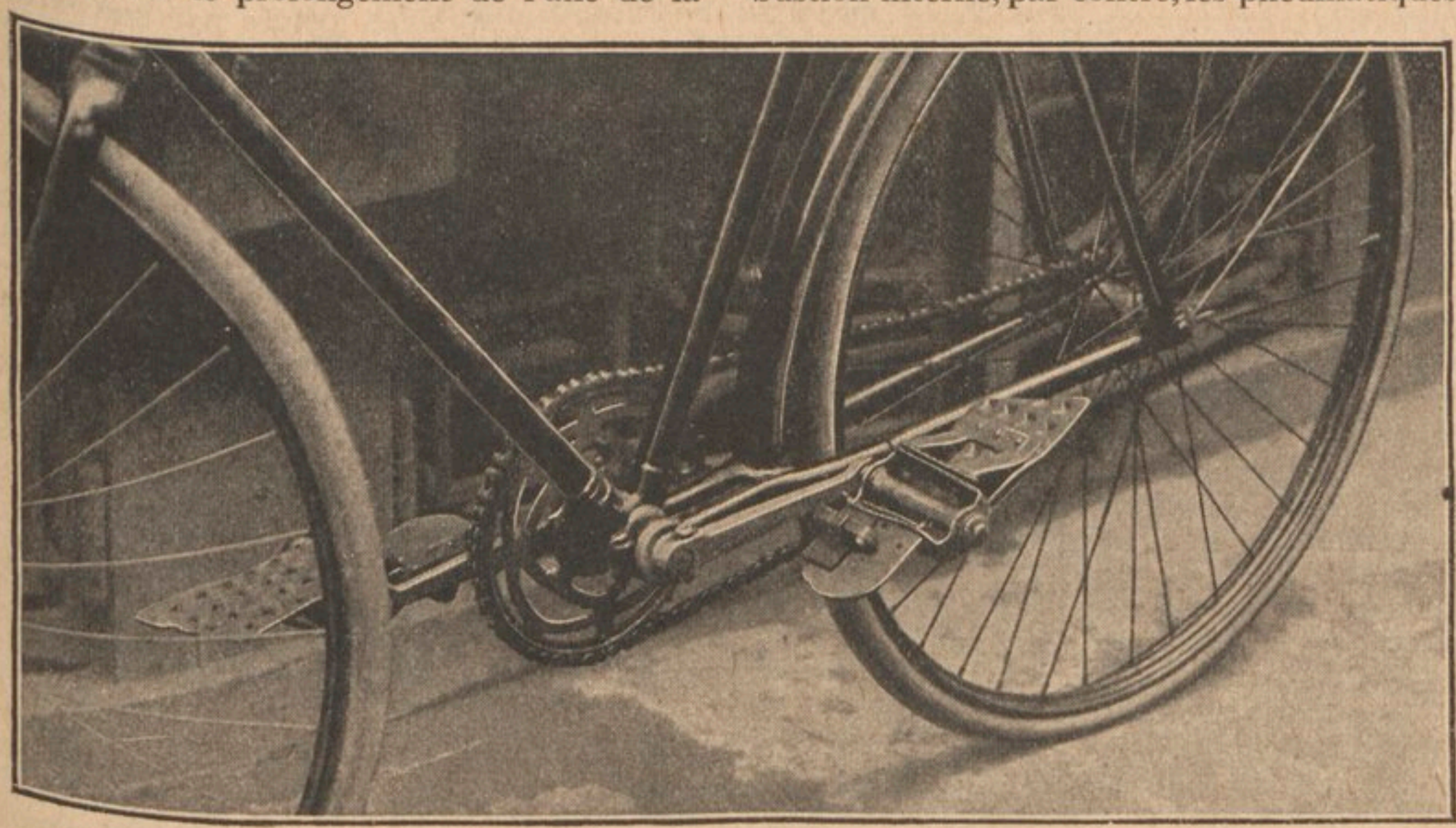
Une meilleure utilisation de la bicyclette

La bicyclette, qui, aux proportions du cadre près, est restée si longtemps identique à elle-même, semble évoluer actuellement vers un état parfait que d'aucuns pensaient avoir déjà été atteint. Nous avons, ici même, décrit les perfectionnements notables dont elle a fait l'objet depuis quelques mois : auto-éclairage par magnéto ou petite dynamo, généralisation et amélioration des changements de vitesse, roue avant motrice par guidon mobile, suspension compensée, etc. Nous présentons, aujourd'hui, un dispositif auxiliaire, dû à M. l'abbé Charbonnier, qui, dans l'esprit de son inventeur, doit améliorer le rendement de la bicyclette et faciliter l'ascension des côtes : il se présente sous la forme de deux patins. Ces patins, constitués par des plaques de tôle d'acier, se superposent aux pédales ; étant rigides, ils permettent d'exercer l'effort propulseur non pas au-dessus de la pédale, mais à l'extrémité du patin. Le point d'application de la force motrice se trouve ainsi avancé sur le prolongement de l'axe de la bielle, de dix à douze centimètres à partir du centre de la pédale. Le dispositif de M. Charbonnier revient, en somme, à prolonger de cette quantité le bras de levier.

Pour rendre le patin solidaire de la bielle pendant la descente du pied seulement, c'est-à-dire durant la course utile, une targette à déclic est prévue (on la distingue nettement, sur la gravure, au talon du patin retourné). Le déclic s'opère automatiquement dès que le pied tend à ne plus se trouver dans le prolongement de la bielle, par conséquent en fin de course descendante. Ainsi le patin ne peut pas toucher terre et se détériorer. Une fois le mouvement de remontée achevé et le point mort supérieur franchi, la targette engage à nouveau l'arbre de la pédale sous la pression du pied.

Nouvelle jante amovible rapidement démontable

Tous les automobilistes savent que si, à l'heure actuelle, les pannes de moteur sont relativement peu à craindre grâce aux progrès réalisés dans les moteurs à combustion interne, par contre, les pneumatiques



M. L'ABBÉ CHARBONNIER A MUNI DE PATINS LES PÉDALES DE SA BICYCLETTE

L'action de ces patins est de prolonger l'arbre de chaque pédale, autrement dit d'augmenter le bras de levier ; pour un même effort moteur, le rendement s'en trouve sensiblement amélioré.

continuent à présenter à peu près les mêmes risques de crevaison et d'éclatement, nonobstant leur fabrication, en général très soignée. Or, on n'a encore rien trouvé, que nous sachions, qui pût vraiment prétendre remplacer le pneumatique, sinon avec avantage — ce serait beaucoup demander — du moins avec ses avantages. Toutefois, si on n'a pu supprimer les crevaisons, du moins s'est-on efforcé, avec un certain succès, d'ailleurs, d'en réduire les conséquences désagréables, c'est-à-dire, d'une part, la durée de l'arrêt qu'elles entraînent, et, d'autre part, l'importance et la difficulté du travail qu'il faut effectuer pour être en état de repartir.

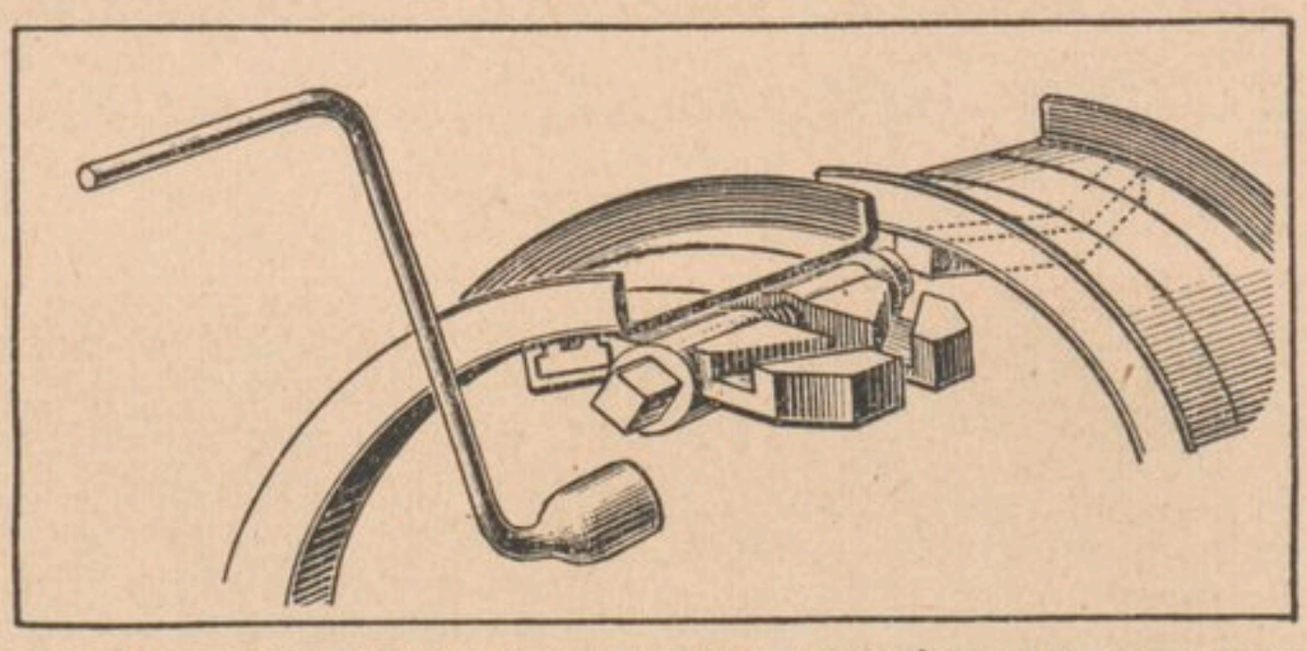


FIG. 1. — POUR SORTIR LA JANTE, ON L'OUVRE EN DEUX PARTIES A L'AIDE D'UNE MANIVELLE

C'est ainsi qu'on a recours, aujourd'hui, pour obvier aux pannes causées par les pneumatiques, soit à la roue de rechange, soit aux jantes amovibles. La première ne constitue, à vrai dire, qu'une forme de sécurité restreinte, car, après la première crevaison, lorsque la roue a été changée, il peut s'en produire une autre, et l'automobiliste doit alors démonter son pneu de la manière ordinaire, le réparer ou le remplacer, puis le remonter, ce qui n'est pas, chacun le sait, une petite affaire. Certaines grosses voitures, des limousines, par exemple, emportent, il est vrai, deux roues de rechange, mais, outre qu'il en résulte un supplément de poids considérable, rien ne permet de penser qu'elles ne rencontreront pas la troisième et fatale panne...

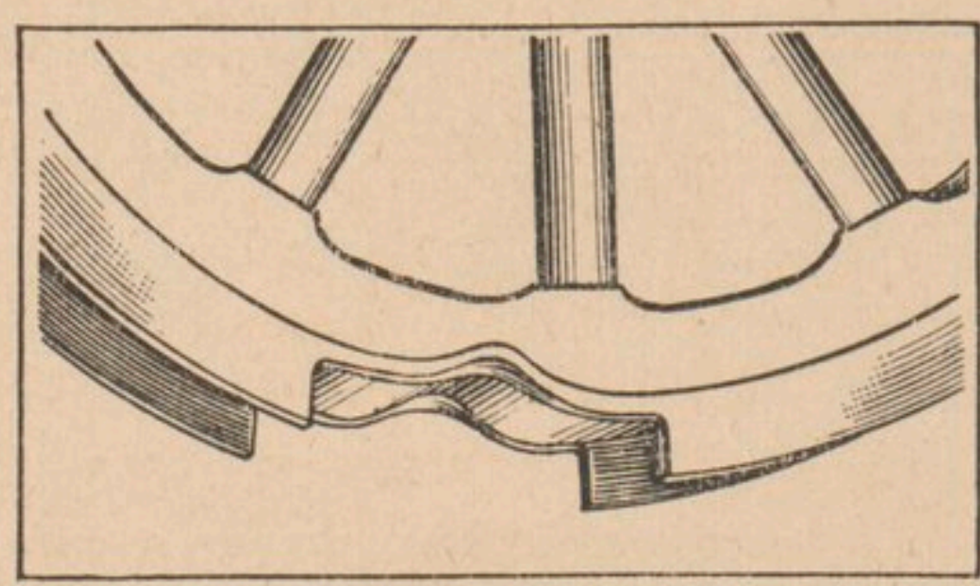


FIG. 2. — ENCOCHE PRATIQUÉE DANS LA JANTE POUR LOGER LE VERROU

Les nombreuses jantes amovibles déjà sur le marché offrent une solution plus simple, mais elles obligent encore à des efforts physiques et alourdissent très sensiblement la périphérie des roues.

La solution idéale restait donc à trouver. Il serait peut-être prématuré de dire qu'une jante nouvelle, de marque anglaise, a résolu pleinement le problème, mais elle représente un progrès assez important pour que nous croyions intéressant de la décrire ici.

Cette nouvelle jante se compose de trois parties, dont la principale, la jante proprement dite, est ouverte transversalement afin de permettre la contraction nécessaire pour la fixer entre les parois latérales du cerclage, contraction s'effectuant à l'aide d'un boulon à vis ; les deux autres parties sont constituées par deux cerceaux métalliques latéraux, réversibles.

Pour démonter le pneumatique et sa jante, on élargit le diamètre de cette dernière (le pneu étant dégonflé) en agissant, au moyen d'une manivelle, sur le boulon de serrage (fig. 1) ; on peut alors aisément sortir le tout de la roue ; on réduit ensuite le diamètre de la jante en dégageant, de la mortaise de la pièce d'assemblage, portée par une extrémité de la jante, le tenon en diagonale placé sous l'autre extrémité, et en croisant à la main les deux branches de la jante ouverte, ce qui permet aux cerceaux de tomber d'eux-mêmes et au pneumatique de sortir. L'opération du démontage et du remontage a été effectuée devant nous, en dix secondes de temps, montre en main, par une dame. La figure 2 montre l'encoche pratiquée dans la jante de la roue pour loger la pièce d'assemblage ou verrou et la figure 3 représente la jante amovible assemblée.

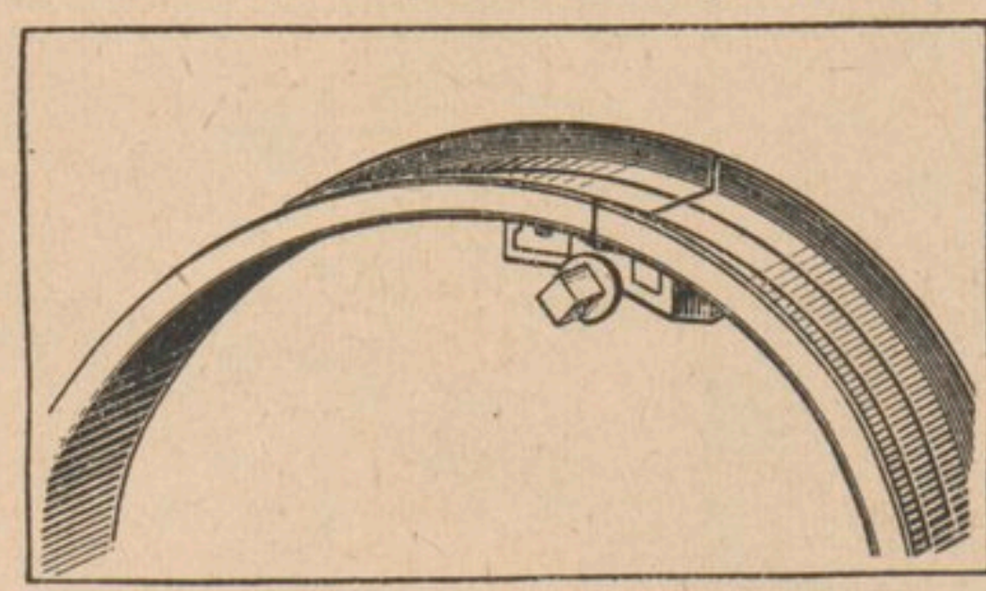
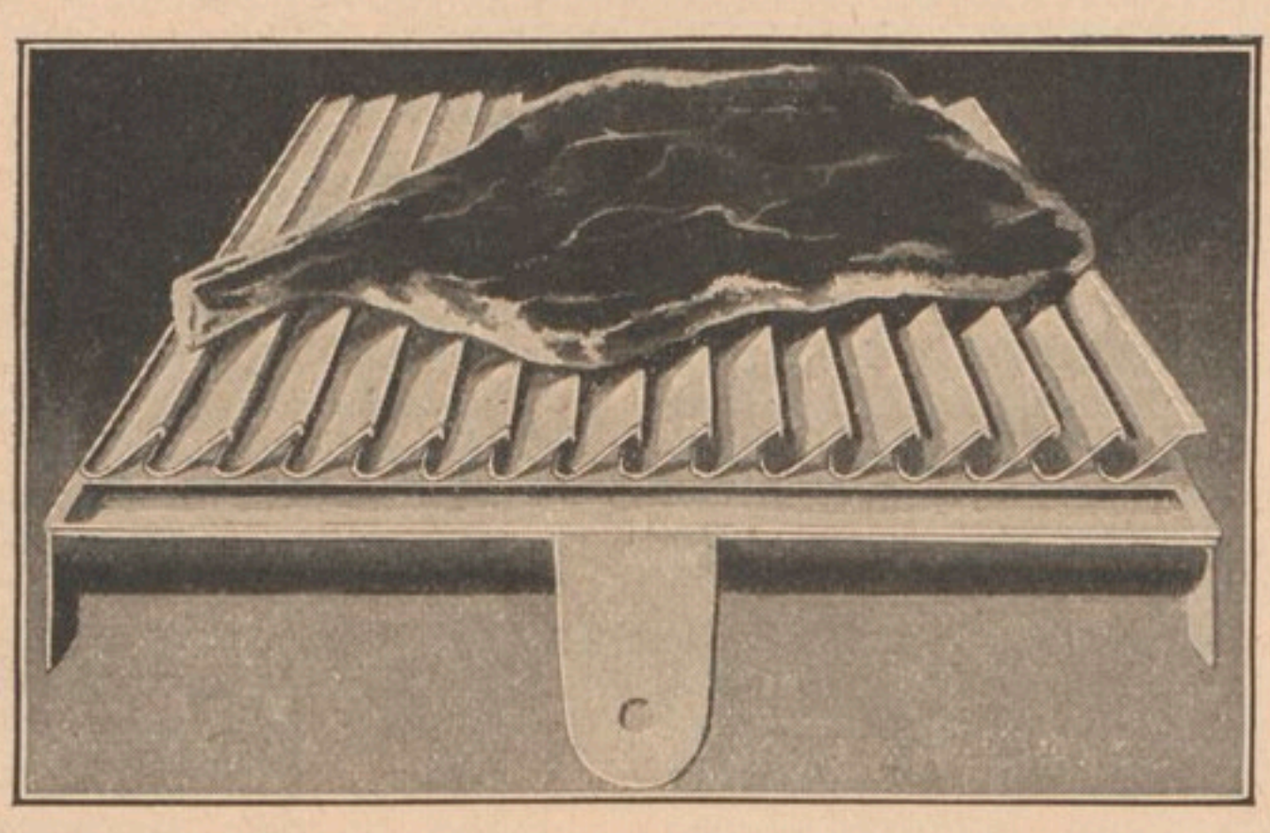


FIG. 3. — LES DEUX PARTIES DU VERROU EMBOITÉES, LA JANTE EST FERMÉE

On se rend compte que, lorsqu'on a utilisé la jante de rechange sur laquelle est montée un pneu gonflé, le plus grand novice pourrait, au cas où il se produirait une autre crevaison, démonter, réparer et remonter le pneumatique sans difficulté et sans autre outil que la manivelle.

Pour recueillir tout le jus de la viande grillée

Un de nos abonnés italiens, M. Alfonso Ferrari, a imaginé et breveté un nouveau modèle de gril qui nous semble vraiment intéressant. Il est formé d'un ensemble de lames parallèles inclinées dans le sens longitudinal ; la partie inférieure de chaque lame forme rigole ; l'arête supérieure est recourbée à angle aigu de manière à se trouver au-dessus de la rigole formée par la lame suivante. Le morceau de viande étant posé sur le gril, la chaleur dégagée par le combustible (braise, charbon de bois, etc.), pénètre entre les lames et assure la cuisson par contact direct, comme dans un gril ordinaire ; comme elle suit, cependant, un chemin oblique, aucune portion de la viande ne se trouve directement au-dessus du foyer et tout le jus, descendant le long des lames, s'écoule dans la rigole placée en avant du gril où on n'a plus qu'à le recueillir.

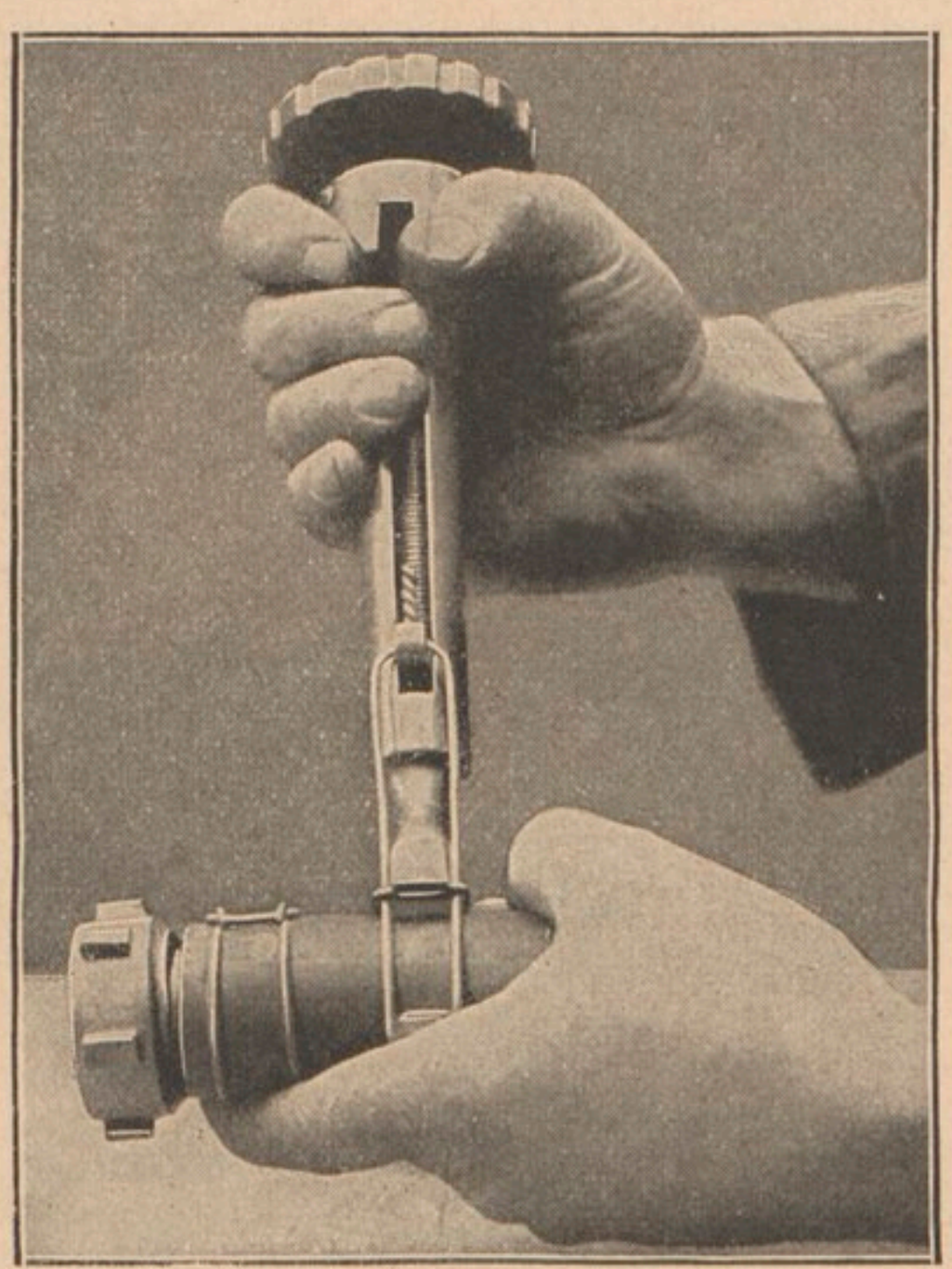


LE JUS DESCEND LE LONG DES LAMES ET S'ÉCOULE, SANS PERTE, DANS LA RIGOLE PLACÉE EN AVANT DU GRIL

Comme il ne peut pas tomber de jus ou de graisse fondue sur le feu, il n'y a ni dégagement de fumée ni mauvaise odeur ; la viande ne peut pas non plus être carbonisée par inflammation de la graisse ; elle peut aussi être grillée directement avec du beurre ou de l'huile ; enfin, la cuisson est uniforme, car, reposant sur les arêtes très fines des lames, la viande est tout entière exposée à la chaleur du foyer.

Des ligatures très solides, faites rapidement

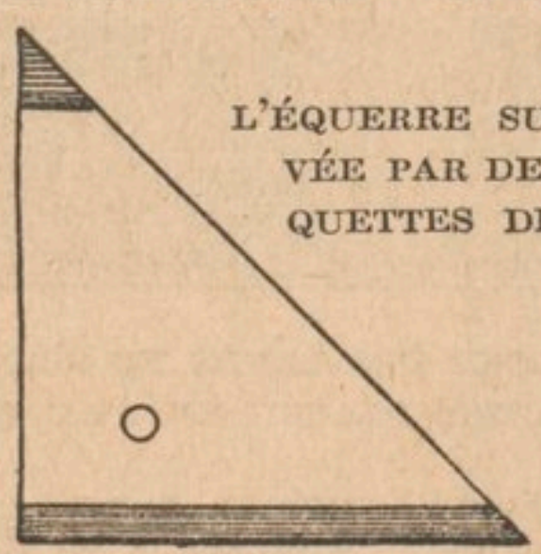
Pour ligaturer l'extrémité d'un tuyau de caoutchouc, de cuir, etc., sur un raccord en métal, une lance d'arrosage ou toute autre pièce métallique, on utilise, en général, des colliers de serrage constitués par des boucles de métal que l'on ferme au moyen de boulons et d'écrous. Ce mode de fixation n'est pas, cependant, parfait car, en dépit de la forme ronde de ces colliers, le serrage n'est pas circonférentiel mais latéral ; il s'exerce pratiquement, en effet, suivant un seul diamètre, c'est-à-dire en deux points opposés. D'autre part, les écrous arrivent à se dévisser assez rapidement, si bien que le joint ne tient pas longtemps. Cet inconvénient est si bien connu que, très souvent, on préfère entourer la partie à ligaturer d'un grand nombre de spires jointives d'un fil métallique ; alors le serrage, si la ligature est bien faite, est vraiment circonférentiel et parfait. Mais, précisément, la difficulté est de réaliser une bonne ligature ; ce procédé a, d'ailleurs le grand inconvénient d'entrainer à une forte dépense de fil métallique.



UNE DOUBLE BOUCLE, EN FIL D'ACIER, EST FORTEMENT SERRÉE AUTOUR DU JOINT

Un inventeur, M. A. Contassot, a trouvé beaucoup mieux : il a, en effet, imaginé une méthode et un appareil qui permettent d'obtenir des raccords excellents et durables en un rien de temps. Voici comment il procède : il forme, avec du fil d'acier rond ou mé-

plat, pas trop recuit (afin qu'il soit relativement rigide) une double boucle dont il entoure la partie à ligaturer ; il fait dépasser une extrémité de cette boucle dans l'autre et la fixe à un crochet que peut déplacer dans le sens vertical un petit vérin commandé par un volant moleté. Ce vérin prend son point d'appui sur l'autre extrémité de la boucle par un pied de biche creusé transversalement d'une rainure pour s'adapter au fil d'acier. Ceci dit, et en observant notre gravure, on comprendra aisément que, si au moyen du volant, on fait remonter le crochet, on serrera progressivement la double boucle autour du joint ; lorsqu'on estime le serrage suffisant, on rabat le vérin en avant de manière à replier les deux fils qui constituent la boucle fixée au crochet par-dessus ceux qui forment la boucle engagée dans le pied de biche. On n'a plus alors qu'à couper le dépassant et à donner quelques coups de marteau sur le raccordement pour obtenir un raccord parfait à serrage rigoureusement circonférentiel. Si le joint est long, on juxtaposera autant de ligatures qu'on le jugera nécessaire.

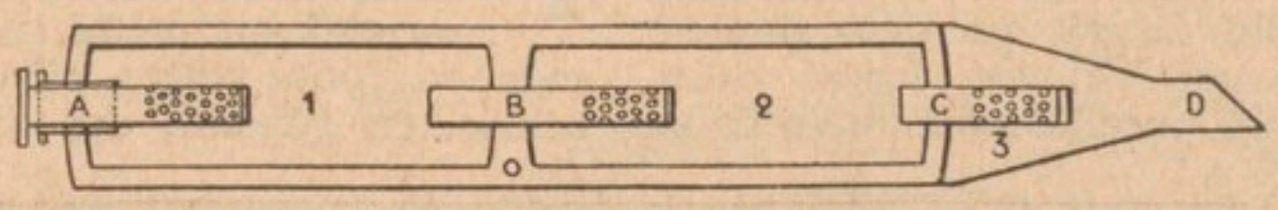


L'ÉQUERRE SURÉLEVÉE PAR DES PLAQUETTES DE BOIS

Pot d'échappement perfectionné

Un de nos compatriotes, M. Parolini, a repris scientifiquement l'étude de l'échappement assourdi des moteurs d'automobiles et a été assez heureux pour établir un silencieux qui conserve toute sa puissance au moteur et même, ce qui paraît paradoxal à première vue, tend à augmenter cette puissance, légèrement il est vrai.

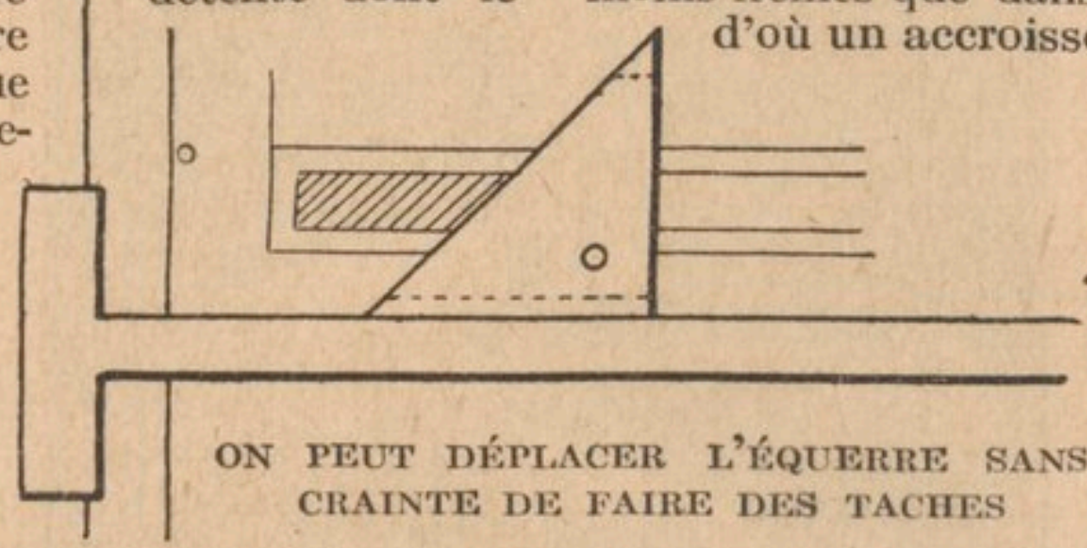
L'appareil comprend une série de chambres successives de détente dont le volume et le nombre varient suivant chaque type de moteur ; l'enveloppe de ces chambres est double et, dans l'espace hermétiquement clos existant entre ces deux parois, on a pratiqué le vide. Les gaz d'échappement arrivent par le tube *A*, disposé de façon à provoquer une détente rapide des gaz dans la chambre *1*, accèdent, par le tube *B*, dans la chambre *2*, où ils subissent une nouvelle détente, puis passent dans la chambre *3*. Cette dernière a ses parois directement en contact avec l'air qui absorbe une partie de la chaleur des gaz et diminue davantage leur pression avant l'échappement extérieur ultime. Les gaz ont, à ce moment, une vitesse presque nulle et une pression voisine de la pression atmosphérique. Quant aux sons qui accompagnent les détentes successives, ils sont absorbés par les parois internes des chambres *1* et *2*, puisqu'ils ne peuvent, comme on sait, se propager dans le vide.



COUPE SCHÉMATIQUE DU NOUVEAU SILENCIEUX

Il serait pratiquement difficile de conserver indéfiniment le vide dans l'espace *O*, aussi M. Parolini s'est-t-il préoccupé d'obtenir automatiquement un vide relatif. A cet effet, il a relié l'espace en question à l'atmosphère par un très petit orifice. Dès que les gaz échauffent les chambres, l'air contenu dans l'espace *O*, dont le volume est évidemment constant, tend à augmenter de pression. Pour rester à une pression constante (pression atmosphérique) il s'échappe en partie par le petit orifice. Il se produit ainsi, automatiquement, une raréfaction de la masse d'air contenue dans l'espace *O*, raréfaction suffisante pour ne plus transmettre vers l'extérieur, tout au moins perceptiblement, les sons qui frappent les parois internes de l'appareil.

La raison pour laquelle le nouveau silencieux tend à augmenter la puissance du moteur (d'environ 2 %) est la suivante : en échappement libre, les gaz sont animés d'une très grande vitesse ; au contact de l'air immobile, il se produit un freinage qui retarde la sortie des gaz et leur détente. Dans l'appareil qui nous occupe, le système de détendeur oblige les gaz à occuper immédiatement tout le volume des chambres et celles-ci, déjà chaudes, facilitent la détente. Les gaz sont ainsi moins freinés que dans l'échappement libre, d'où un accroissement de puissance.



ON PEUT DÉPLACER L'ÉQUERRE SANS CRAINTE DE FAIRE DES TACHES

Un moyen pour dessiner sans faire de taches

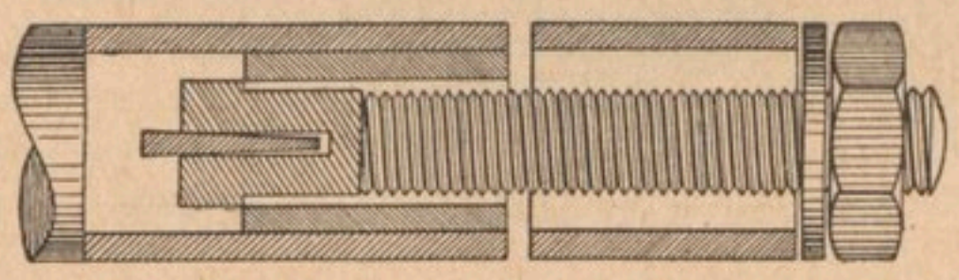
Un de nos lecteurs, M. R. Bodier, nous signale un moyen ingénieux de dessiner à l'encre sans craindre de faire des taches et aussi sans avoir à attendre que l'encre sèche pour tracer des lignes successives, pour faire des hachures, par exemple. Ce moyen, très simple, consiste à utiliser une équerre surélevée par deux plaquettes de bois, l'une le long d'un

des côtés de l'angle droit, l'autre sous l'angle opposé à ce côté. On peut soit visser, soit coller ces deux plaquettes sur l'équerre. Cette dernière ne frottant sur le papier que par de petites surfaces, très écartées l'une de l'autre, on peut tracer toutes les obliques et les verticales sans se préoccuper de n'avoir pas à repasser l'équerre au-dessus des lignes encore fraîches.

Autre solution à un petit problème de mécanique

Un des lecteurs de *La Science et la Vie*, M. Omer Dubuisson, m'écrit : « Dans le numéro de Juin-Juillet 1919, vous avez décrit un outil spécial permettant d'enlever les bagues emboîtées dans un arbre creux ou de séparer deux tuyaux emboités l'un dans l'autre. Etant ajusteur, j'ai déjà eu à enlever hors d'un trou borgne une bague en bronze d'assez grand diamètre. Peut-être vous intéressera-t-il de savoir comment j'ai procédé et d'en dire quelques mots dans vos « A-côté de la Science ».

« Sur mon croquis, vous voyez en coupe, un bout d'arbre creux et la bague à enlever. J'utilise un boulon dont j'ai, au préalable, tourné la tête juste au diamètre intérieur de la bague, de manière à pouvoir la faire dépasser en arrière de cette dernière. Dans ladite tête, j'ai pratiqué un trait de scie me permettant d'enfoncer dans la rainure ainsi formée, un coin en fer en frappant à coups de marteau sur l'extrémité opposée du boulon, le coin se trouvant appuyé contre le fond du tube ; la tête du boulon augmentant alors de diamètre, vient buter par son arête postérieure contre les bords de la bague, et il ne me reste plus, pour sortir celle-ci, qu'à serrer, au moyen d'une clef appropriée, un écrou vissé sur l'écrou en dehors du tube et d'un diamètre évidemment plus grand que celui de ce dernier. Ne pouvant avancer, cet écrou force, on le conçoit, la tige du boulon, et, partant, la bague, à avancer vers l'ouverture du tube. Il est préférable d'interposer une rondelle entre l'écrou et le tube pour ne pas abîmer les arêtes de celui-ci et faciliter en même temps l'opération. »



EN VISSANT L'ÉCROU ON PARVIENT FACILEMENT A ENLEVER LA BAGUE DU TUBE

La solution ingénieuse appliquée par M. Dubuisson à ce petit problème de mécanique gagnera, j'en suis convaincu, à être portée à la connaissance des lecteurs de cette rubrique, car, j'ai tout lieu de les supposer un peu « bricoleurs ».

A LA FIN DE L'ENTRAINEMENT LE CONTREPOIDS EST AU BOUT DE LA TIGE

Haltère à contrepoids mobile

Un fervent des sports athlétiques, M. Buvat, a inventé récemment une petite haltère qui permet de graduer progressivement l'effort musculaire à produire pour la manier et, par conséquent, l'entraînement de celui qui s'en sert. Cet appareil se compose d'une poignée solidaire d'une tige sur laquelle peut se déplacer et être fixé au point voulu, un contrepoids.

L'appareil étant en main, il résulte de cette disposition, que pour maintenir la tige portant le contrepoids, dans toute direction autre que la verticale, la main doit exercer un serrage d'autant plus puissant que le contrepoids est plus éloigné de la poignée.

Au début de l'entraînement, les exercices sont exécutés avec le contrepoids près de la main et la progression dans l'effort est obtenue en reculant petit à petit le contrepoids. Un tableau d'exercices règle le genre et le nombre de mouvements et la position du contrepoids. Quand on arrive à la fin de l'entraînement, le contrepoids étant à l'extrémité de la tige, on peut changer ou augmenter le poids et le rapprocher.

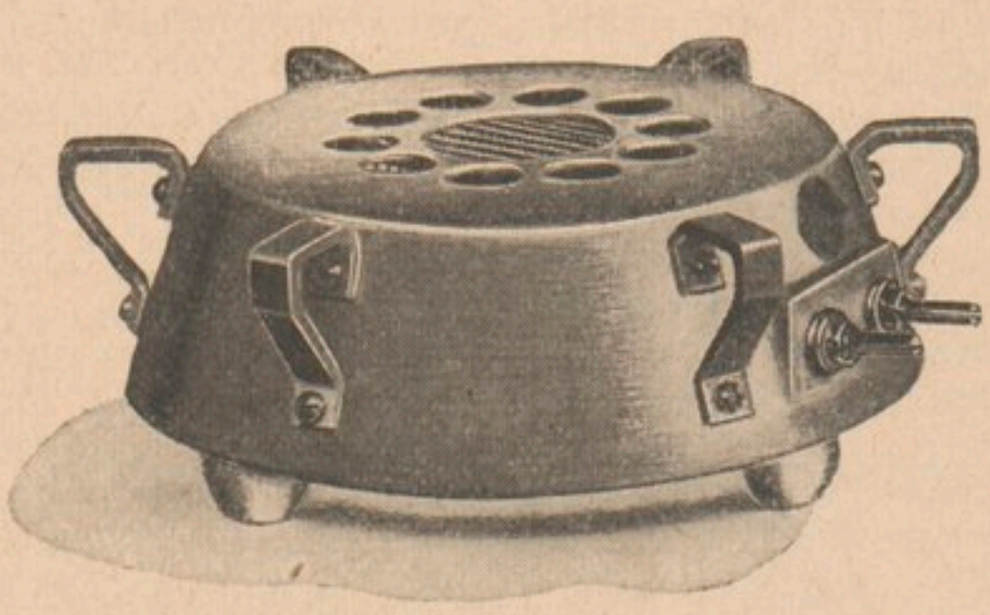
L'entraînement suivi dans ces conditions donne donc le maximum de résultats, les fibres musculaires contractiles et élastiques travaillant d'une façon absolument rationnelle. L'appareil permet aussi des mouvements rotatoires des poignets d'un excellent effet. Bref, il constitue, à peu de frais, un complément utile aux appareils de gymnastique en chambre déjà connus.

V. Rubor.

ON COMMENCE PAR S'EXERCER AVEC LE CONTREPOIDS PRÈS DE LA POIGNÉE

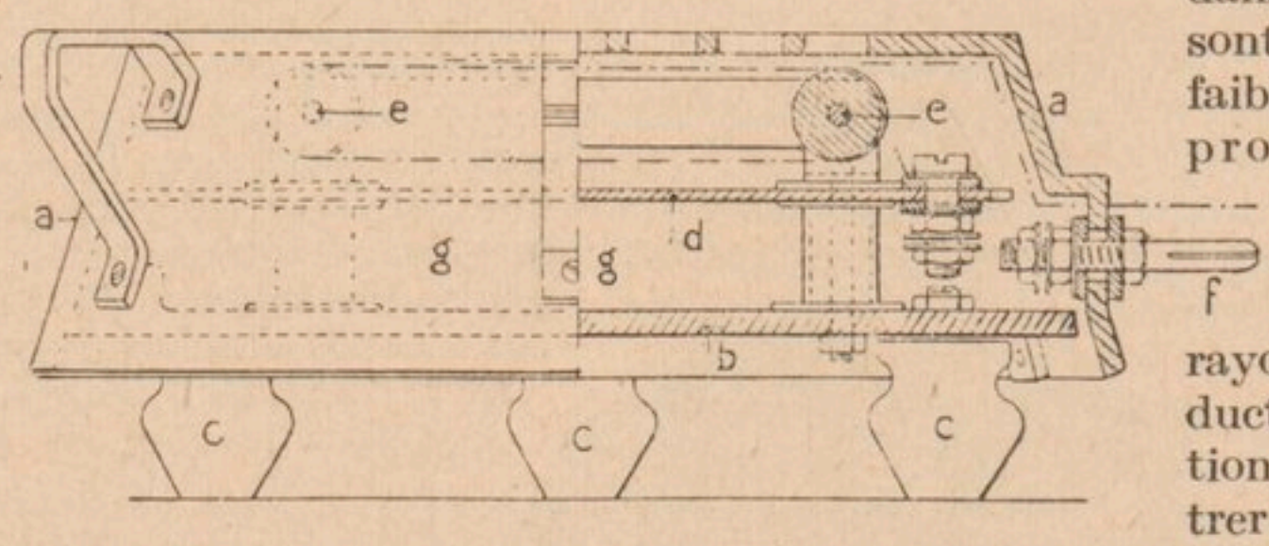
QUATRE MINUTES POUR CUIRE UN BIFTECK

C'EST un nouveau réchaud ou plutôt *cuiseur* électrique qui permet ce record de cuisson rapide. Cet appareil, dont nous mentionnerons plus loin les avantages, se compose d'un corps amovible *a*, en fonte d'aluminium, extérieurement poli. Le dessus de ce corps est plat et percé de trous ; le fond *b*, également amovible et en aluminium, est poli sur ses deux faces ; il repose sur des pieds *c*, non conducteurs de la chaleur et de l'électricité. Entre le dessus et le fond, est disposée une plaque horizontale *d* réfléchissante, en nickel pur, polie sur ses deux faces. Le réchaud est ainsi divisé en deux chambres. Dans la chambre supérieure est disposé l'élément chauffant constitué par deux trames superposées d'un fil de chrome-nickel, supportées par des cylindres *e* en matière isolante et réfractaire. Ces deux trames reçoivent leur courant de bornes *f*. La chambre inférieure *g* constitue un matelas calorifuge idéal puisque l'air, dont elle est remplie, possède une résistivité thermique pratiquement infinie. Sa paroi supérieure, constituée par la plaque de nickel pur, joue un rôle qu'il est intéressant de préciser. En effet, la face en regard de la résistance chauffante réfléchit, vers l'ustensile posé sur le réchaud, les rayons calorifiques qui, émanant de l'élément chauffant, se dirigent de haut en bas et seraient normalement perdus. Mais, comme elle absorbe aussi une partie de leur chaleur, elle s'échauffe et émet à son tour des radiations calorifiques ; celles qui sont dirigées de bas en haut, tombent sur le fond de l'ustensile de cuisine ; les autres traversent le matelas d'air, sans l'échauffer et, tombant sur la face supérieure polie du fond du réchaud, sont renvoyées vers la source d'émission dont elles concourent à élever la température et, par suite, à augmenter le pouvoir émissif.



LE NOUVEAU CUISEUR ÉLECTRIQUE

D'autre part, l'air contenu dans le cuiseur s'échauffe rapidement et fortement au contact du fond et de la plaque réfléchissante *d*. La densité diminuant de ce chef, il s'élève vers le dessus du réchaud, se refroidit un peu au contact du fond du récipient posé sur le réchaud, redescend, par conséquent, puis, se réchauffant davantage, remonte, et ainsi de suite, si bien qu'au bout de quelques instants il s'établit, à l'intérieur de l'appareil une intense circulation d'air de plus en plus chaud qui contribue à augmenter le rendement du cuiseur. La surface extérieure de ce dernier étant entièrement polie, les pertes par rayonnement dans l'air ambiant sont extrêmement faibles. Mettant à profit les trois modes de propagation de la chaleur : rayonnement, conduction et convection, pour concentrer sur le récipient à chauffer tout le calorique produit ; calculé, d'autre part, pour conserver le mieux possible la chaleur produite à l'intérieur d'une enceinte dont le récipient en question constitue précisément l'une des parois, ce nouveau cuiseur électrique possède, à égalité de consommation de courant, un rendement incomparablement supérieur à celui atteint par ses devanciers.



COUPE TRANSVERSALE DE L'APPAREIL

L'élément chauffant est constitué par deux trames métalliques superposées. Toute la chaleur qui en émane et qui ne tombe pas directement sur le récipient est renvoyée sur lui par des surfaces réfléchissantes convenablement disposées.

L'AGE DES CHOSES PRATIQUES

La différence capitale entre la civilisation des temps présents, d'une part, et les civilisations du passé, de l'autre, se montre dans la soif des choses pratiques. Les Grecs, par exemple, atteignirent un très haut degré de culture. Ils excellaient en architecture, en peinture, en sculpture, dans l'éloquence, en poésie et en art dramatique, et en toutes les formes de la composition en prose ; mais, en dépit de toute cette culture, ils n'inventèrent jamais une seule machine qui facilitât le travail. Ils ne connaissaient ni l'électricité, ni l'application de la vapeur et ne possédaient aucune des simples commodités dont chacun jouit aujourd'hui. Actuellement, ce sont les choses pratiques que l'on réclame. Une chose a de la valeur dans la mesure de son utilité. Personne n'a le temps de s'occuper de théories, et si quelqu'un a formulé une théorie, il lui faut l'expérimenter pour lui-même et en prouver l'utilité avant que personne veuille l'écouter.

Il faut, à un âge de choses pratiques, une religion qui soit pratique. Les gens ne se contentent plus des théories concernant ce qui doit arriver dans un monde futur. Ce que l'on désire, c'est une religion qui puisse se démontrer, qui nous sauve des peines actuelles, — de la maladie, de l'insuccès et des maux innombrables de notre expérience journalière, — et s'il existe une religion capable de faire cela, on peut s'y fier avec confiance pour l'avenir. Christian Science est essentiellement une religion pratique ; en effet, on l'a appelée l'application du Christianisme. Les mathématiques sont utiles de maintes façons, mais ce n'est que lorsqu'on en applique les règles aux affaires humaines qu'on voit paraître des ponts imposants, des chemins de fer, des passages souterrains, des bâtiments élevés et maintes autres choses d'utilité publique, et qui, toutes, contribuent au bien-être du genre humain. De même, ce n'est que lorsque nous comprenons et que nous appliquons les enseignements de l'Esprit supérieur aux affaires humaines que nous constatons que les malades sont guéris, que les pêcheurs sont affranchis de leur servitude à de mauvaises habitudes, et constatons aussi d'autres choses pratiques qui s'effectuent dans le but d'améliorer l'humanité.

La soif des choses pratiques ne se borne pas à la religion ; elle se manifeste dans l'effort fait pour solutionner d'une manière pratique les problèmes de la vie. L'homme désire savoir ce qu'il est, d'où il vient, où il va. Il lui faut savoir quel est le vrai moyen de surmonter la maladie et la mort. Il a soif de savoir s'il lui faut toujours continuer à souffrir de ces conditions. Bref, la même soif des choses pratiques qui a produit la machine à vapeur, le télégraphe, le téléphone et bien d'autres choses utiles pousse les hommes à tâcher de découvrir la vérité les concerna nt eux-mêmes.

L'existence humaine est une énigme

L'existence humaine est une énigme. Depuis les temps reculés où l'homme commença d'écrire son histoire, nous constatons qu'il a fait des efforts pour résoudre ce problème. Il a fondé des religions — maintes religions — pour l'aider dans ses efforts. Il a imaginé bien des systèmes pour guérir les malades. Il a bâti des écoles et fondé des sociétés de recherches et a invoqué l'aide des sciences naturelles. Il a été diligent et laborieux, et il s'est attaché fidèlement à tout ce qui semblait momentanément lui offrir la solution. Cependant il faut admettre qu'aucune de ces choses n'a comblé le besoin.

Quand nous considérons la question du point de vue physique, nous constatons que l'humanité jouit d'une certaine mesure de soleil et passe par beaucoup d'ombre ; qu'elle souffre et meurt, et que ces conditions se sont perpétuées depuis le commencement de l'histoire humaine. Nous lisons ce qui a été écrit sur les progrès de la médecine et de la chirurgie, et nous sentons naître en nous l'espoir de jours meilleurs, mais ces espérances ne sont jamais réalisées. Après quatre mille ans du système de la médicamentation, nous sommes forcés d'admettre que pas une seule maladie n'a été extirpée

d'une manière permanente. En vérité, il y a actuellement plus de maladies qu'il n'y en avait il y a cinq cents ans, et leur nombre augmente tous les ans.

Quand nous envisageons la question du point de vue théologique, nous constatons que le nombre de religions chrétiennes dépasse cent cinquante. Elles se servent toutes de la même Bible et, cependant, elles diffèrent sur ce que celle-ci enseigne. Elles diffèrent sur les dogmes, les sacrements et les modes du culte. En certains cas, les différences sont telles que si les unes ont raison, les autres ont forcément tort. En multipliant ainsi les *credo*, le genre humain n'est pas arrivé à la vérité absolue et ne s'est pas délivré du mal.

Jésus a dit : « Venez à moi, vous tous qui êtes fatigués et chargés, et je vous soulagerai. » Mais, en dépit des efforts dévoués, désintéressés et fidèles des travailleurs chrétiens, il y a aujourd'hui les mêmes pleurs qu'il y avait il y a deux mille ans. Triste et chagrin, le genre humain se voit réduit à admettre que la médecine matérielle et la théologie scolastique n'ont pas réussi à résoudre le problème humain.

Rien ne saurait me pousser à dire un mot désobligeant ou dur contre le clergé ou les membres des Facultés. La majeure partie d'entre eux a travaillé longtemps et consciencieusement à apporter au genre humain la paix et la santé et personne plus qu'eux n'a été désolé de ce que leurs efforts n'aient pas été couronnés de succès. Cependant, les choses étant ainsi, il paraît évident que si l'humanité doit jamais s'affranchir de la souffrance, de la maladie et de la mort, la rédemption devra lui venir grâce à une meilleure intelligence du Principe divin et de l'homme plutôt que par ce que la médecine matérielle et la théologie scolastique ont pu lui fournir jusqu'ici.

Découverte de la « Christian Science »

Un grand nombre de personnes semblent croire que la « Christian Science » est quelque chose de nouveau que Mrs Eddy a imaginé, mais il n'en est pas ainsi. La « Christian Science » est définie par sa fondatrice : « La loi de l'Esprit, la loi du Bien, interprétant et démontrant le Principe divin et la règle divine de l'harmonie universelle. »

Elle fut comprise et pratiquée, du moins en partie, par Moïse et les prophètes. Elle révèle le même Principe qui fut compris et pratiqué par Jésus et grâce auquel il accomplit ses œuvres. Elle révèle le même Principe qu'il enseigna à ses disciples et qu'à leur tour ils enseignèrent à leurs disciples. Partout où elle a été appliquée et comprise, on a constaté qu'elle opérait en tant que loi d'annihilation à l'égard du péché, de la maladie et de la mort, et qu'elle prend la place des soi-disant lois mortelles.

Mrs Eddy découvrit cette loi en l'an 1866, par suite de sa propre guérison d'un accident que son entourage croyait être fatal. Elle savait que c'était le pouvoir de l'Esprit qui l'avait guérie, mais il lui fallait connaître comment la guérison s'était opérée. Il lui fallait savoir si c'était là une intervention miraculeuse du pouvoir divin ou si c'était l'opération d'une loi qu'on pouvait comprendre. Elle nous a dit qu'elle était convaincue que sa guérison s'était produite grâce à l'opération d'une loi quelconque et que, s'il lui était possible de découvrir cette loi, d'autres pourraient être guéris grâce à son application. Elle travailla pendant trois ans, et, après ce laps de temps, elle annonça qu'elle avait découvert la loi spirituelle par laquelle Jésus guérissait les malades.

Au début, on fut incrédule ; mais elle répondit au scepticisme du monde en guérissant absolument les cas qui lui furent soumis. Elle écrivit sa découverte, mais elle nous dit qu'avant de la faire publier, elle l'avait soumise aux épreuves pratiques les plus étendues. Elle guérit beaucoup de cas de maladies chroniques et de cas soi-disant incurables, dont plusieurs ont été authentiqués par des dépositions écrites et signées par ceux qui avaient été guéris. Elle révéla sa découverte à un grand nombre d'étudiants, et ils purent guérir les malades grâce à l'application du Principe qu'elle leur enseigna. De cette façon, la « Christian Science » se répandit rapidement, et son succès fut la conséquence de la guérison des malades. Partout où la loi spirituelle découverte par Mrs Eddy fut appliquée selon les règles, elle opéra de la même façon et détruisit la maladie.

Je n'oublierai jamais quelles furent mes impressions quand j'entendis pour la première fois un appareil Marconi. Je fus rempli d'un sentiment de crainte mêlé de respect quand je sentis qu'il se passait autour de moi, dans l'atmosphère, une conversation dont mes sens ne pouvaient rien saisir. Nous savons que la loi qui régit la transmission des messages de la télégraphie sans fil a toujours existé, mais ce n'est que lorsque quelqu'un la découvrit qu'elle devint accessible à l'humanité. Il en est de même de la loi spirituelle de vie que découvrit Mrs Eddy. Elle a toujours existé, mais

elle ne fut accessible que lorsqu'on la comprit.

La guérison par la « Christian Science »

La « Christian Science » est la Science du Principe de l'univers et de l'homme. Elle révèle la loi spirituelle et explique l'opération de cette loi en ce qui concerne sa relation avec l'homme et avec l'univers. Elle définit l'esprit mortel et l'Esprit immortel et fait ressortir nettement la différence entre l'homme mortel, d'une part et l'homme créé par l'Esprit à son image et à sa ressemblance de l'autre. La « Christian Science » revendique une compréhension rationnelle du Principe divin à la place d'une simple croyance le concernant et elle pousse l'humanitè à chercher dans l'Esprit, non dans la matière, la véritable cause des choses.

La « Christian Science » frappe à la porte de cet âge, apportant à chacun un message d'espérance. Elle déclare que la vérité, enseignée et pratiquée par Jésus opère aujourd'hui et qu'elle est aussi efficace actuellement qu'aux temps apostoliques. Ce qui soulève le plus de critique contre la « Christian Science », c'est qu'elle prétend guérir les malades sans médicaments, et exclusivement par des moyens spirituels. A ceux qui soutiennent qu'une telle méthode de guérison est impossible, on ne peut que répondre que toute espèce de maladie a été guérie grâce à la « Christian Science ». Impossible de nier ce fait !

Quiconque nie que la « Christian Science » guérit actuellement les malades ferme simplement les yeux sur ce qu'il ne désire pas voir. C'est un fait reconnu qu'elle guérit toute espèce d'infirmités et de souffrances.

Bien que le public considère que la guérison soit la partie la plus importante de la « Christian Science », il n'en est pas ainsi. Le point vital de la « Christian Science », c'est son enseignement de la Vérité sur le Principe souverain et l'homme, et sur la relation de l'homme avec son Principe. La guérison vient naturellement avec la réalisation et la compréhension de cette vérité et elle est simplement le signe montrant que l'on comprend la Vérité. Quand la connaissance de la Vérité vient à la conscience humaine, elle détruit et corrige les fausses croyances que nourrissait cette conscience ; et alors, les effets de ces fausses croyances disparaissent, de même que si l'on efface le chiffre inexact d'un problème et qu'on lui substitue le chiffre juste, le résultat juste se produit. Par conséquent, les christian scientists ne considèrent pas que la guérison des malades par des moyens spirituels soit mystérieuse ou miraculeuse. On suppose qu'un miracle est une chose surnaturelle, mais la « Christian Science » montre que la guérison résulte de l'action de la loi spirituelle et qu'elle en est l'effet naturel et inévitable.

Comment s'effectue la guérison

Ce qui semble difficile pour beaucoup de gens, c'est de comprendre comment la guérison s'effectue par l'intermédiaire de la « Christian Science ». Admettant que l'Esprit est le Principe, ils demandent « comment peut-on mettre ce Principe en relation avec l'entendement humain, de manière à détruire la maladie ? » En d'autres termes, comment l'homme doit-il agir pour établir l'harmonie entre lui et la Loi spirituelle, afin que cette loi puisse agir par lui pour le libérer de la maladie et du désir de mal faire

« Christian Science » explique la chose et la rend claire. En réalité, Jésus l'expliqua et la rendit si claire qu'on n'aurait jamais dû avoir aucun doute sur ce sujet. Si vous tentiez d'attacher votre lampe à un fil électrique avec une baguette de bois, vous n'auriez pas de lumière ; mais si vous faisiez la communication avec une baguette de métal, vous seriez instantanément en communication avec la force électrique à l'autre extrémité du fil conducteur et votre lumière brillerait. Le Principe est Esprit, et quand les gens tentent d'établir la communication entre eux-mêmes et l'Esprit en se servant des fils conducteurs de la volonté humaine, de l'ignorance, de l'égoïsme, de l'orgueil ou de quelque autre forme erronée de la pensée, ils sont déçus. Si, au contraire, ils se servent des fils conducteurs de la vérité, de l'amour, de l'humilité, de la douceur, de la bonté et de la règle d'or de faire aux autres ce qu'on voudrait qu'ils nous fissent, alors la communication est établie et le pouvoir divin passe de l'Esprit dans la conscience humaine, lui communiquant des qualités et des capacités qu'elle n'avait pas possédées jusque-là et lui amenant un sentiment de paix inconnu précédemment.

Les convives mentaux ou pensées que nous entretenons dans notre maison mentale sont ou nos amis ou nos ennemis. La haine, la cruauté, l'amour du moi et toutes ces vilaines dispositions de la pensée sont des ennemis qui lient l'homme à la maladie et à la mort, et les hommes ne s'affranchiront jamais avant d'avoir chassé ces ennemis et d'avoir fait de leur conscience le temple du Bien.

La « Christian Science » nous apprend que la crainte fait partie de toute maladie et

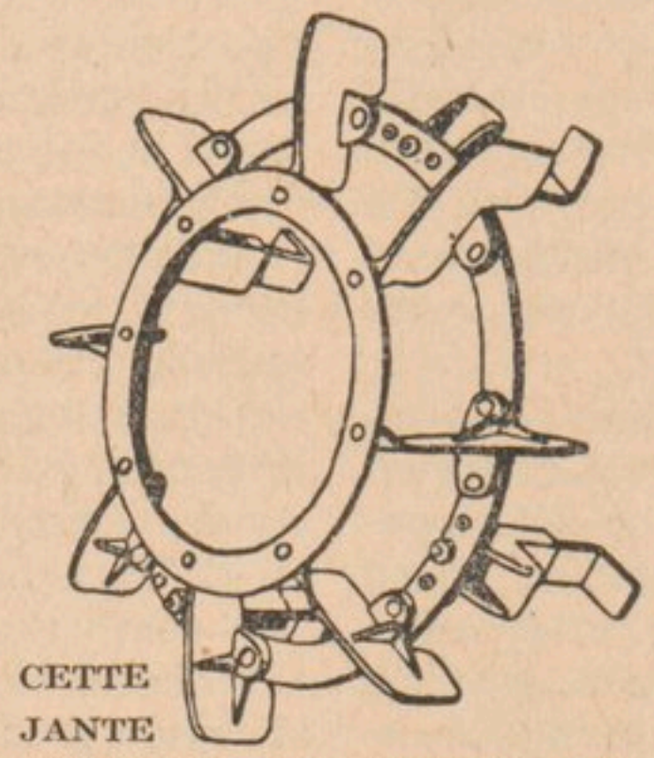
que, si la crainte était complètement détruite, un grand nombre de maladies disparaîtraient avec elle. Si nous pouvions nous représenter ce monde-ci après la destruction de toute haine, crainte et superstition, de toute obstination et de tout égoïsme, nous comprendrions que la longévité puisse augmenter et que le bonheur et la santé puissent devenir plus stables. Si la « Christian Science » n'avait jamais guéri un cas de maladie, elle mériterait quand même une louange éternelle pour avoir forcé cet âge à reconnaître le pouvoir et l'influence de la pensée. Salomon déclara, il y a trois mille ans, qu'un homme « est ce qu'il pense en son cœur ». En d'autres termes, ce qui détermine la qualité d'un homme, c'est la qualité de sa pensée. Il est donc de la plus grande importance que l'homme connaisse la Vérité, afin de savoir comment penser juste.

Lors même que la « Christian Science » ne serait pas envisagée du point de vue de la guérison physique, il est généralement admis qu'elle produit une mentalité heureuse et satisfaite, qu'elle détruit la crainte et rend les gens aimants et bons. Quand nous ajoutons à cela qu'elle a guéri bien des malades qui, jusque-là, n'avaient été soulagés par aucun autre système, qu'elle a guéri beaucoup de gens adonnés aux drogues et aux boissons alcooliques, qu'elle a rétabli l'harmonie dans bien des familles qui, autrefois, étaient en désaccord et qu'elle a ranimé l'espérance et le courage de ceux qui étaient plongés dans le découragement, on comprendra facilement qu'elle se soit répandue avec une telle rapidité.

POUR CIRCULER DANS LA BOUE EN AUTOMOBILE

L'UN des grands avantages de l'automobile Ford, soit dit sans vouloir le moins du monde faire de la réclame à cette voiture, c'est d'être très légère tout en étant relativement puissante ; son succès tient plus à la réunion de ces deux qualités qu'à son prix d'achat et d'entretien proverbialement dérisoire. Il n'y a guère qu'elle, en effet, qui puisse s'accommoder des exécrables chemins qui, aux Etats-Unis, constituent, en dehors des routes dites automobiles, le plus clair du réseau de communications intérieures. Aussi les fermiers, je dirai presque tous les fermiers, possèdent-ils une Ford avec laquelle ils roulent dans les plus mauvais sentiers, quand ce n'est pas à travers champs. Si la voiture vient tout de même à s'embourber, le conducteur descend, allège, si besoin est, la charge, et réussit, le plus souvent à sortir le véhicule de l'ornière à la force du poignet.

Les fermiers cossus possèdent généralement une Ford *plus* une voiture de prix, celle-ci, bien entendu, beaucoup plus lourde, qu'ils réservent à leurs visites en ville. C'est sans doute à l'usage de ces *gentlemen farmers* et pour leur permettre d'utiliser à l'occasion leur voiture de prix dans des chemins défoncés, qu'a été imaginé le dispositif que représente notre dessin, emprunté à notre confrère *The Popular Science Monthly*.



CETTE JANTE SPÉCIALE SE MONTE SUR LES DEUX ROUES MOTRICES

Ce dispositif consiste en une jante, munie de lames ou pelles, qui rappelle la roue à aubes d'un moulin. Cette jante s'assujettit par des boulons aux roues ordinaires de la voiture ; on n'en munit que les deux roues motrices, c'est-à-dire les roues arrière. Les lames, qui sont au nombre de huit, sont inclinées en arrière de quinze degrés, de manière à attaquer la terre meuble ou la boue sous un angle qui ne soit pas trop aigu, sans risque de les briser. Elles sont consolidées par des nervures et maintenues en place par deux anneaux concentriques.

LES PELLES DU DISPOSITIF EN ACTION

On conçoit que, même dans de la boue relativement liquide, les roues munies de pelles semblables puissent encore trouver un point d'appui suffisant pour actionner le véhicule et surtout l'empêcher de s'enliser.

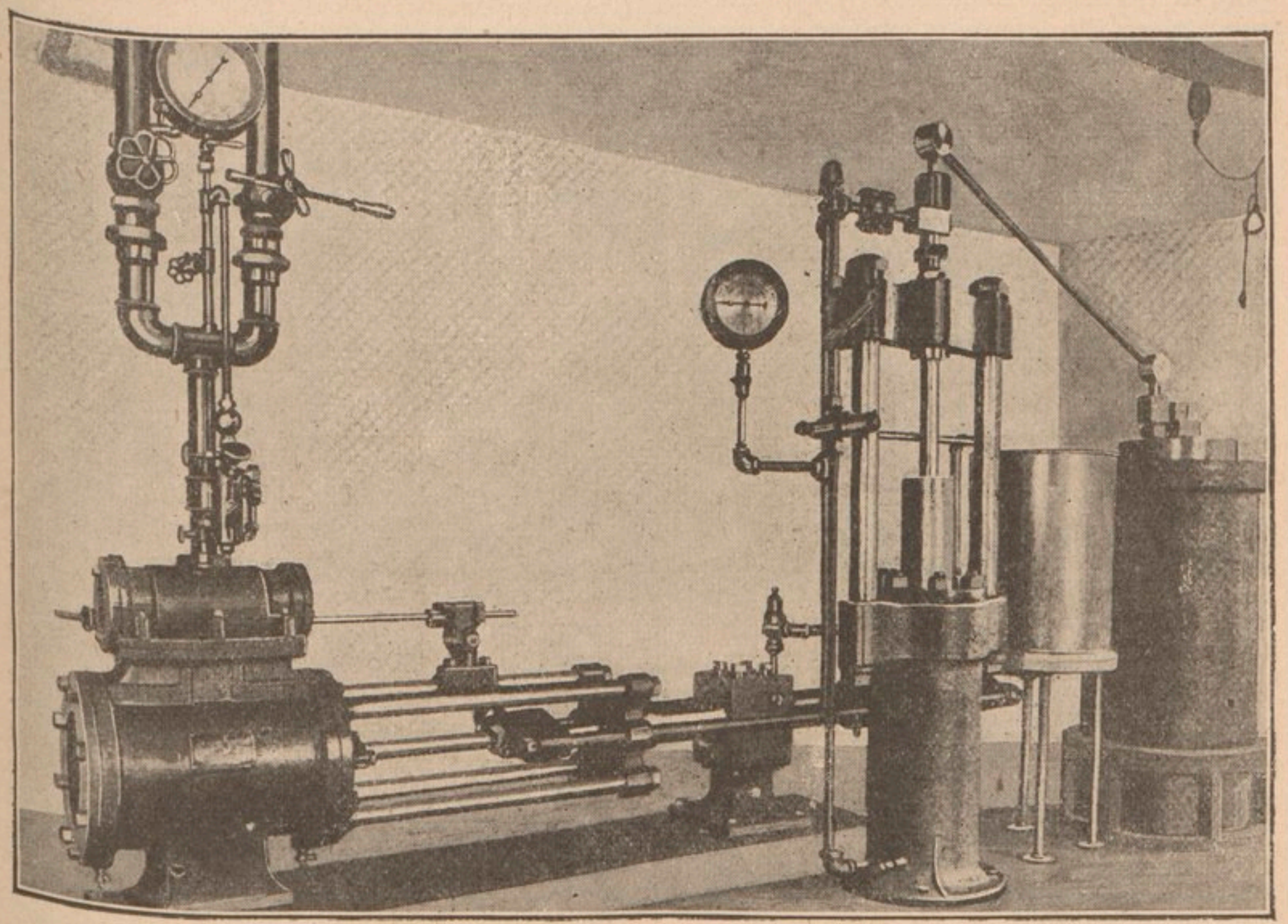
EN EMPLOYANT DE HAUTES PRESSIONS ON PEUT TUER TOUS LES MICROBES

Par André CROBER

Le professeur D. H. Hite, directeur de la section de chimie à l'Université américaine de la *West Virginia*, a fait, récemment, nous écrit-on des Etats-Unis, une découverte très intéressante et de la plus haute importance. Il a trouvé une nouvelle manière de détruire les germes dangereux que recèlent les denrées alimentaires et qui, comme chacun sait, sont les agents des fermentations, des putréfactions et aussi d'un grand nombre de maladies plus ou moins virulentes, sporadiques ou contagieuses.

Ce professeur a découvert un sûr moyen d'obtenir du lait vraiment pur pour nos enfants, du lait qui ne peut pas « tourner », pour employer l'expression populaire. Si donc sa méthode est susceptible de passer du domaine du laboratoire dans celui de la pratique, on peut dire, sans la moindre exagération, que, rien qu'à ce seul point de vue, le professeur Hite a pris place au rang des bienfaiteurs de l'humanité. Mais, comme on le verra plus loin, le problème est plus général et sa solution intégrale est d'une portée infiniment plus grande que cette simple mais si importante question du lait pur pour les enfants et les malades.

On ne connaissait, jusqu'à présent, qu'une seule manière d'assurer la purification microbienne et, partant, la conservation du lait :



LE COMPRESSEUR ET LA PRESSE HYDRAULIQUE EMPLOYÉS PAR M. D. H. HITE POUR OBTENIR DES PRESSIONS DE PLUSIEURS MILLIERS D'ATMOSPHÈRES

Les produits à stériliser ont été placés dans des cylindres extrêmement épais, en acier de première qualité, et formant intérieurement un joint parfait avec les pistons de la presse.

c'était le procédé dit de stérilisation ou pasteurisation ou, en d'autres termes, l'exposition du précieux breuvage à une température d'environ 100 degrés, pendant vingt à trente minutes. On n'ignore pas qu'aucun microbe ne saurait, en effet, survivre à un pareil traitement, mais... tout n'est pas pour le mieux dans ce procédé, car il a pour fâcheuses conséquences d'altérer la nature, le goût et l'assimilation du lait.

La destruction de ces organismes microscopiques, monocellulaires, que l'on appelle microbes, et souvent aussi, à tort d'ailleurs, bactéries (ce terme doit, en effet, être réservé à une espèce particulière), n'est pas un problème aussi simple que d'aucuns seraient tentés de le penser ; leur résistance varie grandement avec les espèces ; ainsi, certains d'entre eux, bien séchés et exposés au soleil, périssent rapidement, alors que d'autres n'abandonnent leur vilaine âme à Satan, si j'ose dire, que sous sept à huit kilogrammes de pression de vapeur, ce qui équivaut à une température d'environ 150 degrés, et encore doit-on les laisser mijoter dans cette étuve pendant une vingtaine de minutes pour être certain qu'ils ne renaîtront pas à leur vie meurtrière. Un simple étuvage à la pression atmosphérique suffit rarement et, lorsque le bactériologiste doit se contenter de ce traitement, il n'hésite pas à le répéter plusieurs fois à un jour d'intervalle.

Le traitement thermique, humide ou sec, n'est employé que lorsque la nature de la substance traitée ne permet pas l'emploi d'agents destructeurs chimiques, comme, par exemple, l'acide salicylique, qui fut, à un certain moment, beaucoup employé pour la conservation des aliments en boîtes, mais que l'on a condamné depuis comme nuisible à la santé, la chaux, l'acide phénique, les dérivés du goudron, les solutions alcalines, etc... Les courants à haute fréquence, la lumière ultra-violette sont aussi des agents stérilisants non négligeables mais insuffisamment destructeurs. Bref, le problème de la stérilisation totale sans altération possible de la substance restait entier, en matière d'aliments liquides ou solides.

Le professeur Hite semble l'avoir résolu par l'emploi des hautes pressions. Nul organisme n'a la vie dure autant qu'un microbe, que certains microbes tout au moins mais, sous l'effet de pressions qui, à vrai dire, sont absolument énormes, comme on va le voir, il ne reste bientôt plus, de ces producteurs de toxines, qu'une masse de protoplasma à jamais inoffensive. Or, ce traitement n'altère en rien ni la composition ni le goût, ni les propriétés d'assimilation des denrées alimentaires qui y sont soumises.

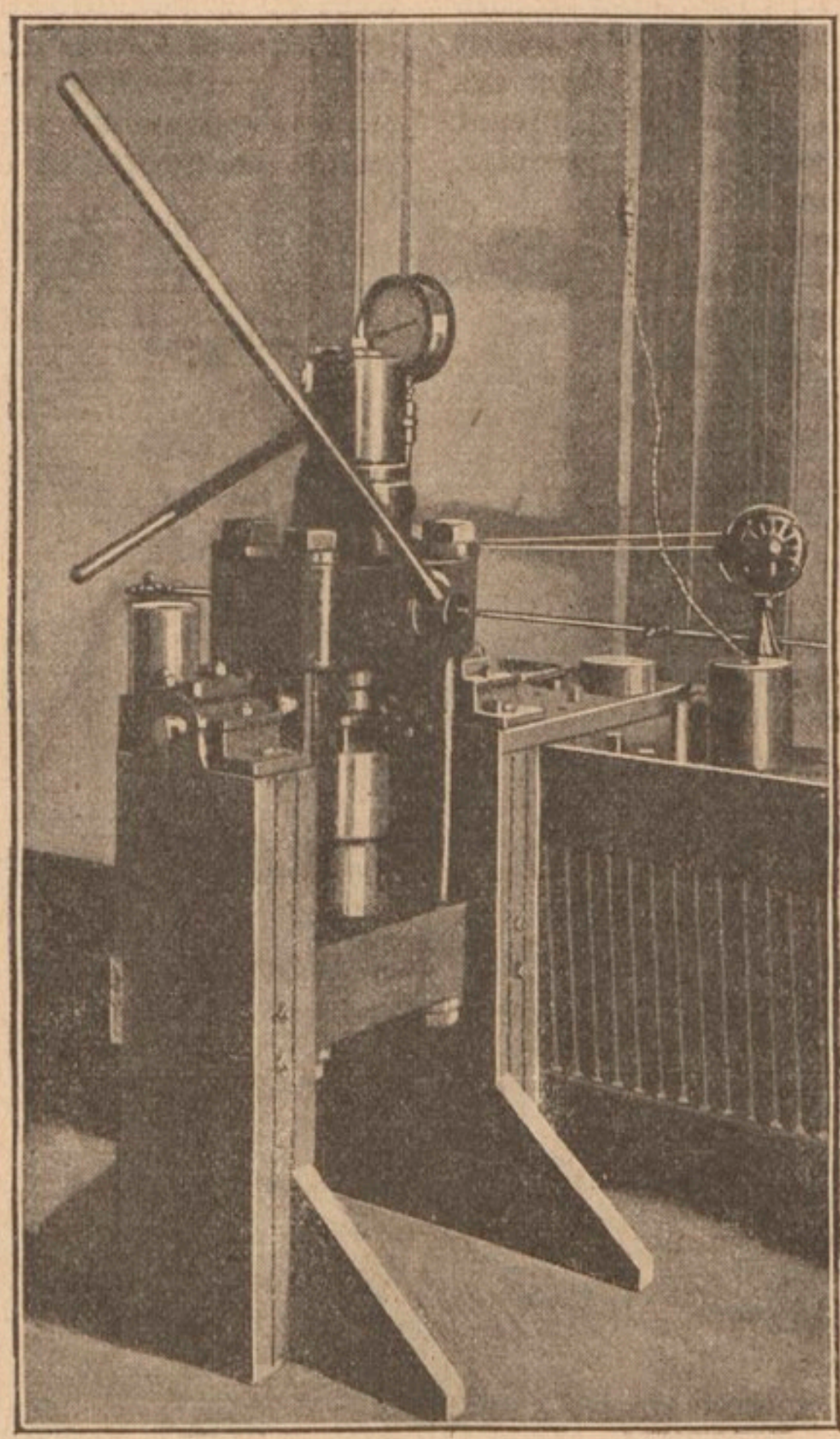
Comme on pouvait s'y attendre, les microbes ne meurent pas tous à la même pression, pas plus qu'ils ne périssent à la même température. Ceux qui sont les plus réfractaires à la chaleur le sont aussi à la pression. De nombreux microbes succombent à une pression de l'ordre de 2.450 kilos par centimètre carré lorsqu'ils y sont soumis pendant quinze minutes ; d'autres sont extrêmement résistants, mais il n'en est aucun qui s'obstine à vivre au delà de 7.000 atmosphères. La plupart du temps, une exposition de vingt minutes à une pression de 2.400 kilos suffit. Ces chiffres ont quelque chose d'effarant. Peut-on, en effet, concevoir que des organismes aussi petits puissent continuer à vivre sous une pression égale au poids d'une colonne d'eau de 24 kilomètres de hauteur ! Faut-il encore s'étonner, après cela, que nous soyons, nous qu'une pression de quelques dizaines de kilogrammes par centimètre carré écraserait comme chair à pâté, aussi vulnérables à ces « petites bêtes » qui, en dépit de l'adage, ne se font nullement scrupule de « manger » les grosses ?

Si les expériences du professeur Hite n'ont, jusqu'ici, mis en jeu que des appareils de laboratoire, elles n'en ont pas moins permis à l'inventeur de jeter sur le papier les bases d'une technique industrielle qui permettra, sous peu de temps, d'appliquer commercialement sa découverte. Pour stériliser le lait, M. Hite utilise, dans son laboratoire, un cylindre d'acier et une presse hydraulique. La plupart des cylindres employés dans les diverses opérations de stérilisation par hautes pressions, mesuraient 17,5 centimètres de hauteur, 15 centimètres de diamètre extérieur et seulement 6 mm. 25 d'alésage ; c'est dire qu'ils étaient extrêmement épais. Ces dimensions se montrèrent particulièrement heureuses ; faits d'un acier de première qualité, convenablement trempés, meulés et polis intérieurement de manière à permettre un joint parfait avec les pistons, ces cylindres pouvaient, sans difficulté, supporter indéfiniment des pressions de l'ordre de 100.000 livres par pouce carré, soit plus de 7.000 kilos par centimètre carré. Avec des cylindres plus grands et proportionnés en conséquence. le professeur démontra que l'on pouvait aisément réaliser des pressions de 21.000 atmosphères, et cela dans de parfaites conditions de sécurité. D'ailleurs, notre compatriote M. Georges Claude, un spécialiste des hautes pressions s'il en est un, puisqu'il fut le premier à liqué-

fier des gaz qualifiés jadis de permanents et à produire de l'ammoniaque synthétique en quantité considérable, a prouvé qu'il était possible, industriellement, d'appliquer aux gaz, sans risques particuliers des pressions extrêmement élevées (1). Or, ce qui est possible pour les gaz est, évidemment, encore plus vrai pour les liquides et les corps semi-solides.

Le professeur Hite n'expérimenta pas tout de suite sur le lait, mais sur du jus de raisin soit frais, soit en état de fermentation plus ou moins avancée. Il découvrit qu'une pression de 7.000 atmosphères, appliquée pendant dix minutes, arrêtait complètement la fermentation. Avec du jus de pomme, il constata qu'une pression sensiblement égale, mais appliquée pendant environ deux heures, arrêtait la formation des gaz au sein du liquide, lequel, ensuite, demeurait « doux » indéfiniment.

En utilisant le procédé de M. Hite, on pourrait donc avoir, toute l'année, des boissons non fermentées, tels du vin et du cidre doux. Or, en toute saison, mais particulièrement pendant les grandes chaleurs, les boissons non fermentées sont extrêmement recommandables, car elles désaltèrent sans intoxiquer. Quant aux denrées alimentaires, conservées sans produits chimiques, sans même de sel, produit plutôt rare et cher en ce moment, elles y gagneraient beaucoup en saveur et en facilité de préparation. Conçoit-on, par exemple, du lard ou de la morue qu'on pourrait cuire directement, sans précaution spéciale et aussi sans risque de produire un plat immangeable. Si cela devait être, nos cuisinières s'en montreraient sans doute très enchantées.



POUR LES FAIBLES PRESSIONS, M. HITE A UTILISÉ LA PRESSE A BRAS CI-DESSUS

Des pêches et des poires peuvent être aussi indéfiniment conservées après qu'on les a soumises à des pressions qui n'ont pas besoin d'être supérieures à celle appliquée au jus des fruits. Bien que les expériences de M. Hite sur d'autres variétés de fruits et sur certains légumes, n'aient pas, jusqu'ici, prouvé qu'on pouvait, par son procédé, les conserver indéfiniment, elles n'en ont pas moins montré que tous les échantillons traités s'altéraient ensuite beaucoup moins vite à l'air que ceux sur lesquels on n'avait pas opéré. Or, il ne manque pas de cas où la possibilité de prolonger sensiblement l'état de fraîcheur de certaines denrées offrirait d'immenses avantages, notamment lorsque ces dernières ne peuvent être rapidement amenées du lieu de production au consommateur.

En même temps donc que la microbiologie s'enrichit d'un intéressant chapitre sur la résistance physique des micro-organismes, la stérilisation intégrale, non suivie de conséquences fâcheuses, des substances liquides et solides qui concourent à notre nutrition, fait un grand pas. Et, si indirect que soit le profit que nous en retirerons, puisque, thérapeutiquement parlant, nous ne saurions, pour nous débarrasser des ingrats parasites, nous soumettre comme du vulgaire jus de raisin à quelques milliers de kilogrammes de pression, il n'en sera pas moins considérable.

ANDRÉ CROBER.

(1) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences, n° 15, 13 octobre 1919, page 649.*

AQUEDUCS MÉTALLIQUES DÉMONTABLES

Par Fernand CLARAUT

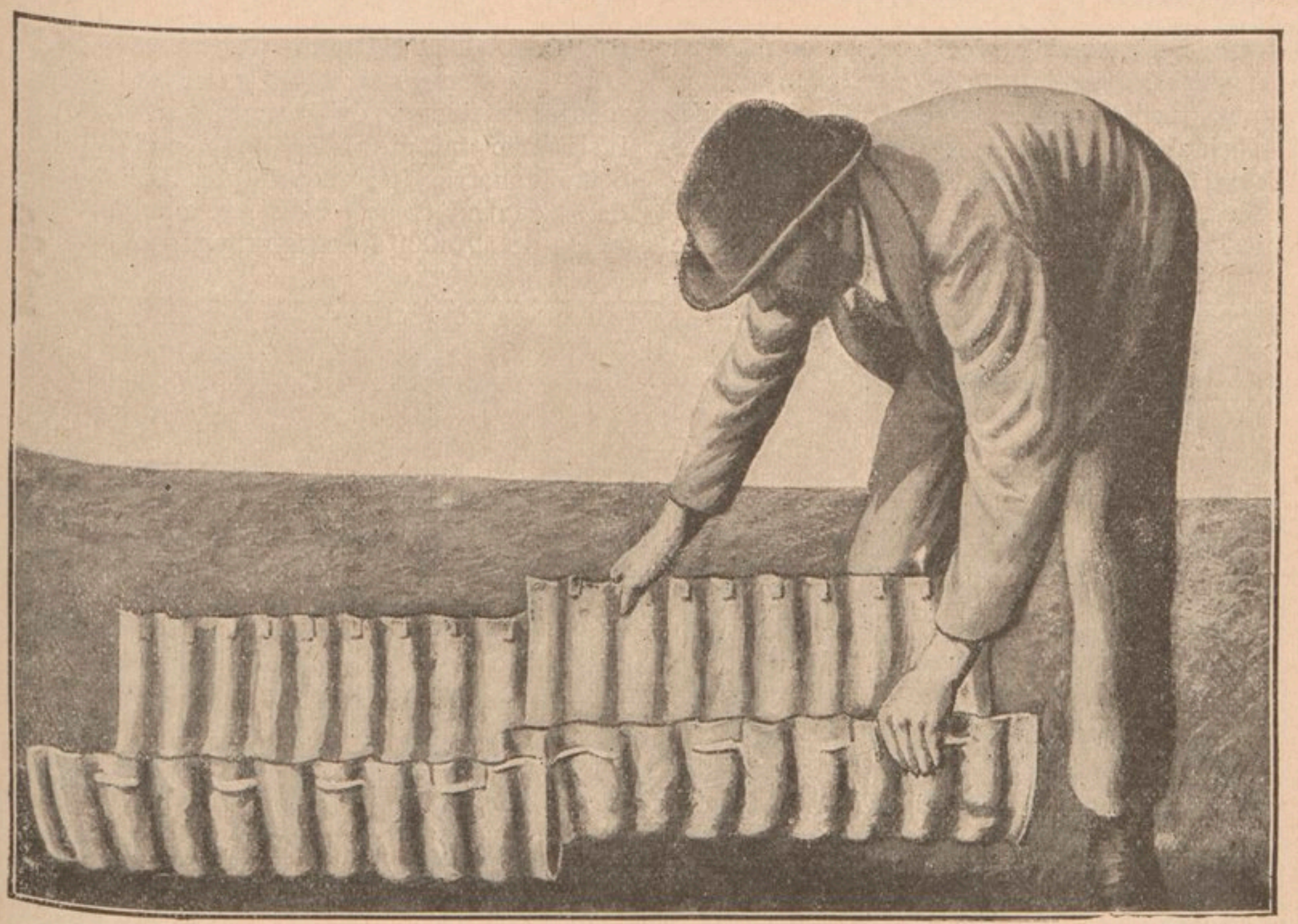
Pour faciliter l'écoulement des eaux sous les chaussée ou sous les talus des voies ferrées, on est obligé de ménager des regards plus ou moins importants, suivant l'importance du ruisseau à faire écouler. Ces regards, qui atteignent le plus souvent la dimension d'un petit pont, nécessitent l'établissement d'une véritable voûte en maçonnerie avec de profondes fondations capables de soutenir le poids considérable non seulement de la masse de terre à supporter, mais aussi des lourds fardeaux qui circulent au-dessus. Ce sont là travaux délicats et onéreux dont on a déjà cherché à réduire le coût en employant des tubes métalliques dont la pose est facile, très résistants du fait de leur forme cylindrique et qui n'exigent pas des soubassements aussi importants que ceux des voûtes en maçonnerie. Mais un des gros inconvénients de ces tubes métalliques est leur faible résistance à l'humidité.

Généralement, toutes les conduites d'eau, toutes les canalisations métalliques qui doivent être noyées dans la terre, sont recouvertes d'un enduit bitumineux isolant qui doit les mettre à l'abri, pour un temps tout au moins, de l'attaque de la rouille ; mais ce procédé en augmente le poids dans de notables proportions et oblige à les construire en tronçons de longueur déjà assez grande pour en rendre le transport et la manipulation difficiles.

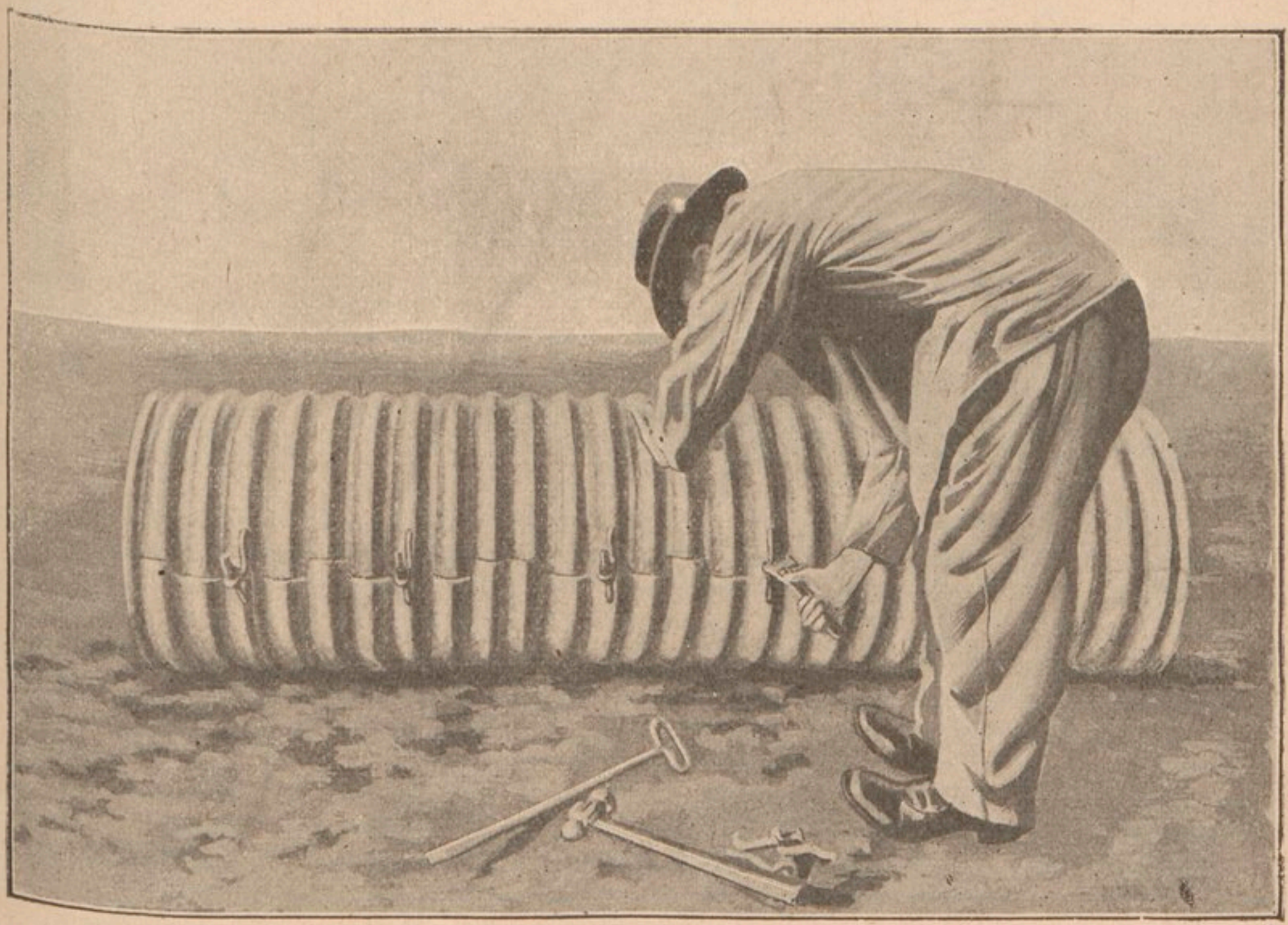
Un nouveau procédé qui, d'ailleurs, nous vient d'Amérique, consiste à se servir d'un métal aussi pur que possible, d'une teneur en fer pur de 99,5 % qui, s'il n'est pas inaccessible à la rouille, est aussi résistant que possible. Ce métal, qui retient et conserve sa couche galvanisée, est établi en feuilles ondulées ayant la forme demi-cylindrique. Les bords de ces feuilles sont entaillés de telle sorte qu'ils peuvent s'engager les uns dans les autres et former ainsi un conduit cylindrique dont les différentes parties sont maintenues rigidement entre elles à l'aide de pattes de connexion et de crochets. Chaque tronçon de tube est fixé au tronçon précédent en faisant emboîter deux ondulations. On comprend combien le transport de ce matériel est aisé, étant démontable en un si grand nombre de parties légères, dont l'ajustage se fait sur place. Il existe des feuilles de

LES PIÈCES SONT FACILES A TRANSPORTER

Deux hommes portent aisément de quoi construire une portion de tube de 6 mètres de long sur 0 m. 43 de diamètre.

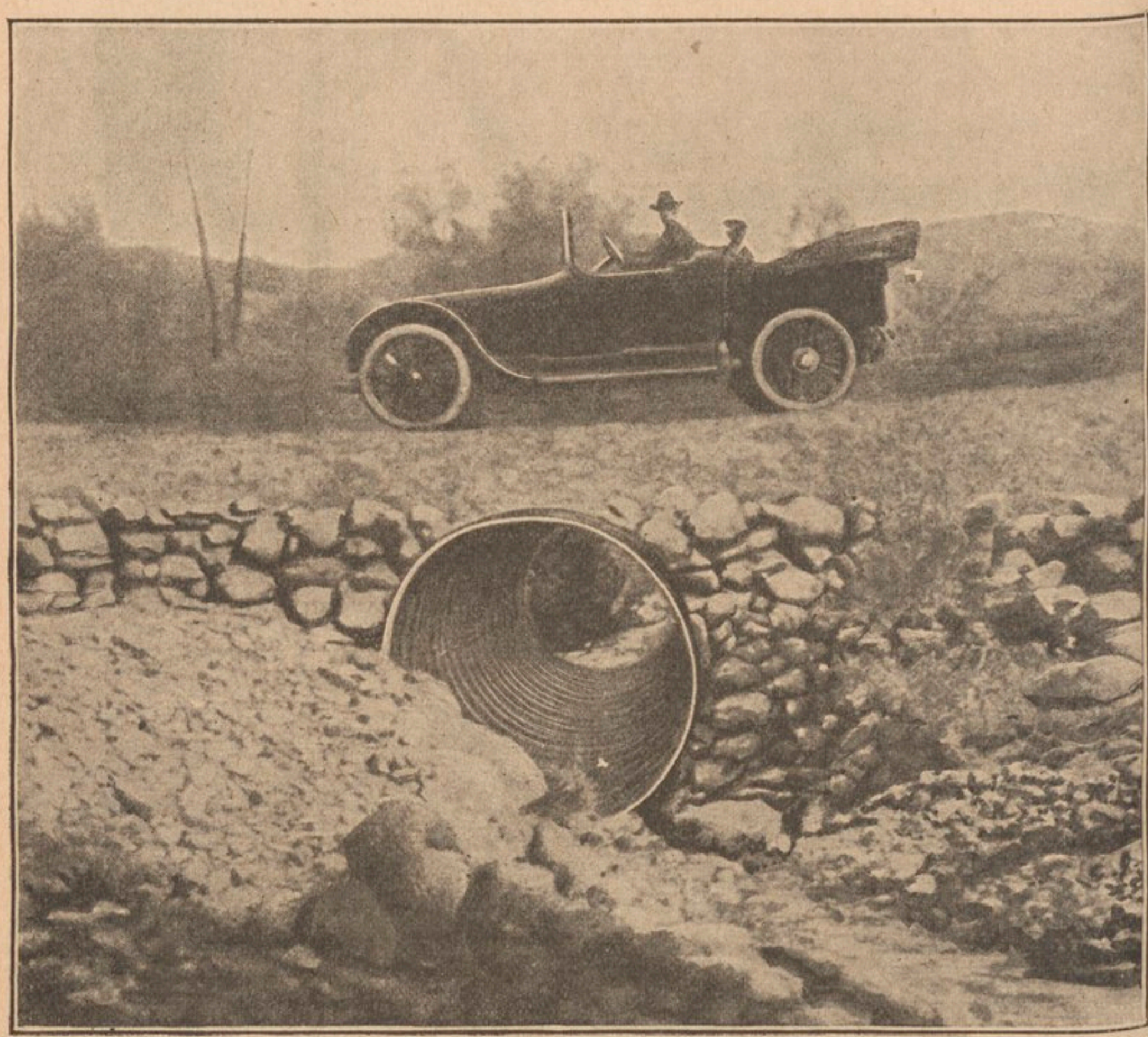


LES TRONÇONS SONT ASSEMBLÉS PAR L'EMBOITAGE DE DEUX ONDULATIONS



LE SERRAGE DES PATTES DE CONNEXION APRÈS L'EMBOITAGE DES TRONÇONS
Un boulon serré sur chaque patte suffit à maintenir l'ensemble des tronçons parfaitement rigide.

toutes dimensions permettant de construire des canalisations et des petits aqueducs ayant jusqu'à deux mètres de diamètre. L'agriculture, pour ses drainages, peut tirer un parti très profitable de ces tubes démontables, d'une installation facile et rapide, que l'on a même la possibilité de retirer de l'endroit où ils étaient installés, si la route, par exemple, sous laquelle le petit aqueduc avait été disposé est abandonnée, pour les transporter ailleurs ou les mettre en réserve pour une autre occasion. On a même établi des canaux à ciel ouvert sur des longueurs de plusieurs kilomètres, en disposant sur le sol les sections inférieures, c'est-à-dire une série de tronçons demi-cylindriques dont il n'a pas été nécessaire de relier ensemble les parties autrement que par l'emboitage des ondulations, à l'extrémité de chaque tronçon. On peut s'en servir enfin pour des revêtements intérieurs de puits. Des essais de résistance ont établi la parfaite solidité de cette construction métallique. Un conduit de 91 centimètres de diamètre a supporté un poids de 175.000 kilogrammes, sans accuser une flèche supérieure à 45 millimètres, réduite à 30 millimètres après que la charge fut retirée, c'est-à-dire une quantité qui n'affectait point sa capacité de service.



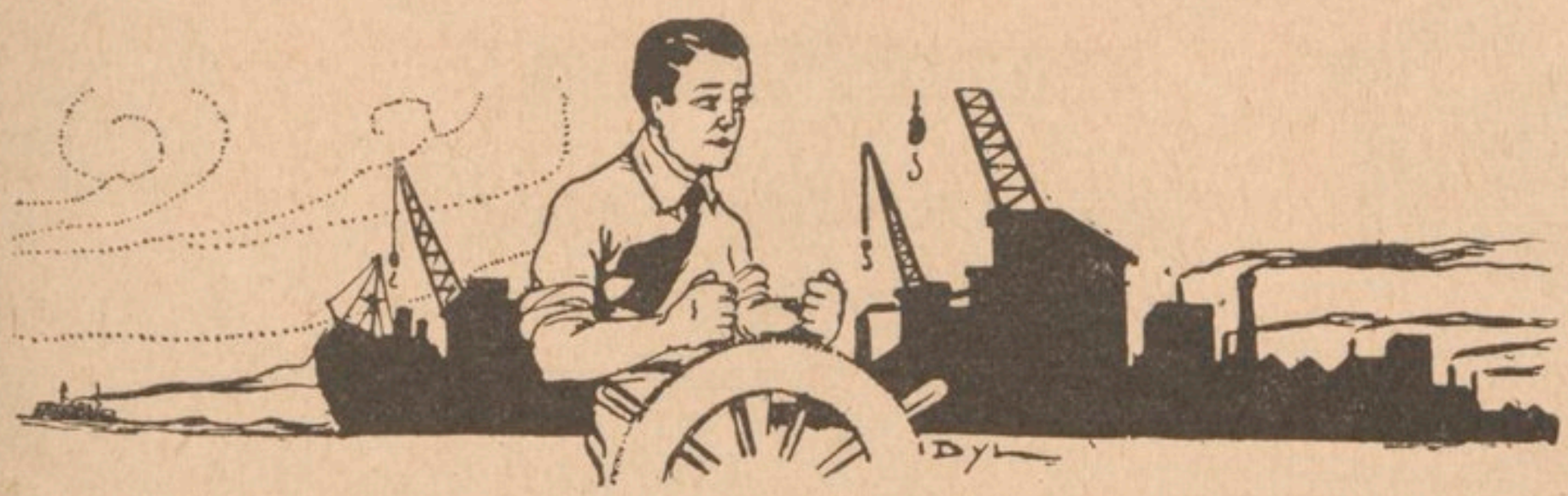
AQUEDUC INSTALLÉ SOUS UNE ROUTE TRÈS FRÉQUENTÉE, EN CALIFORNIE

Cette armature métallique, qui mesure 1 m. 80 de diamètre, peut supporter une lourde charge sans jamais subir le moindre écrasement. Sa dimension permet le passage d'un fort volume d'eau.

En dehors de son application aux services de la voirie, ce système d'aqueducs légers démontables semble pouvoir être pratiquement utilisé dans les exploitations agricoles pour faciliter la pose des ponts légers au dessus des ruisseaux et des canaux.

FERNAND CLARAUT.

Le Gérant : Lucien JOSSE. Paris. — Imp. HÉMERY, 18, rue d'Enghien.



Pour réussir dans la vie il faut savoir diriger sa barque

PARENTS qui recherchez une carrière pour vos enfants,
ÉTUDIANTS qui rêvez à l'École d'un avenir fécond,
ARTISANS qui désirez diriger une usine, un chantier,
VOUS TOUS qui voulez vous faire un sort meilleur,

écrivez immédiatement à

l'ÉCOLE DU GÉNIE CIVIL

FONDÉE ET ADMINISTRÉE PAR DES INDUSTRIELS
DIRIGÉE PAR DES INGÉNIEURS

où plus de CENT SPÉCIALISTES sont à votre disposition pour vous éclairer de leur expérience

ÉCRIVEZ ou VENEZ et l'on répondra GRATUITEMENT à toutes vos questions. En outre, chaque personne se recommandant de La Science et la Vie *recevra gratuitement une jolie brochure sur toutes les carrières*

RÉFÉRENCES DEPUIS 15 ANNÉES

L'École a fait imprimer 300 ouvrages différents ; 150.000 élèves ont suivi des COURS SUR PLACE ou PAR CORRESPONDANCE ; 75 % des élèves présentés aux examens ont été reçus ; plus de 10.000 ont été placés. Personnel enseignant, 125 professeurs spécialistes.

ÊTRE TITULAIRE D'UN DIPLOME de L'ÉCOLE DU GÉNIE CIVIL

Contremaître, Conducteur, Sous-Ingénieur ou Ingénieur dans une branche quelconque de l'Industrie, de la Marine, des Chemins de fer, de l'Agriculture, etc., **c'est posséder un talisman qui vous ouvrira toutes les portes.**

DIFFÉRENTES SECTIONS DE L'ÉCOLE :
Industrie - Marine - Chemins de fer - Administration - Armée - Grandes Écoles
PROGRAMME N° 10 GRATUIT SUR DEMANDE

Directeur : M. J. V. GALOPIN, 152, Avenue de Wagram - PARIS

VOICI LES VACANCES

l'époque tant attendue où l'esprit dégagé de tout souci, chacun fuit la ville et va, qui à la montagne, qui à la mer, admirer les merveilles de la nature

DE BONNES JUMELLES VOUS SONT DONC NÉCESSAIRES

pour donner complète satisfaction à votre goût du Beau.

LES JUMELLES LEMAIRE

d'une construction parfaite et d'un prix raisonnable, réunissent les 3 conditions optiques indispensables:

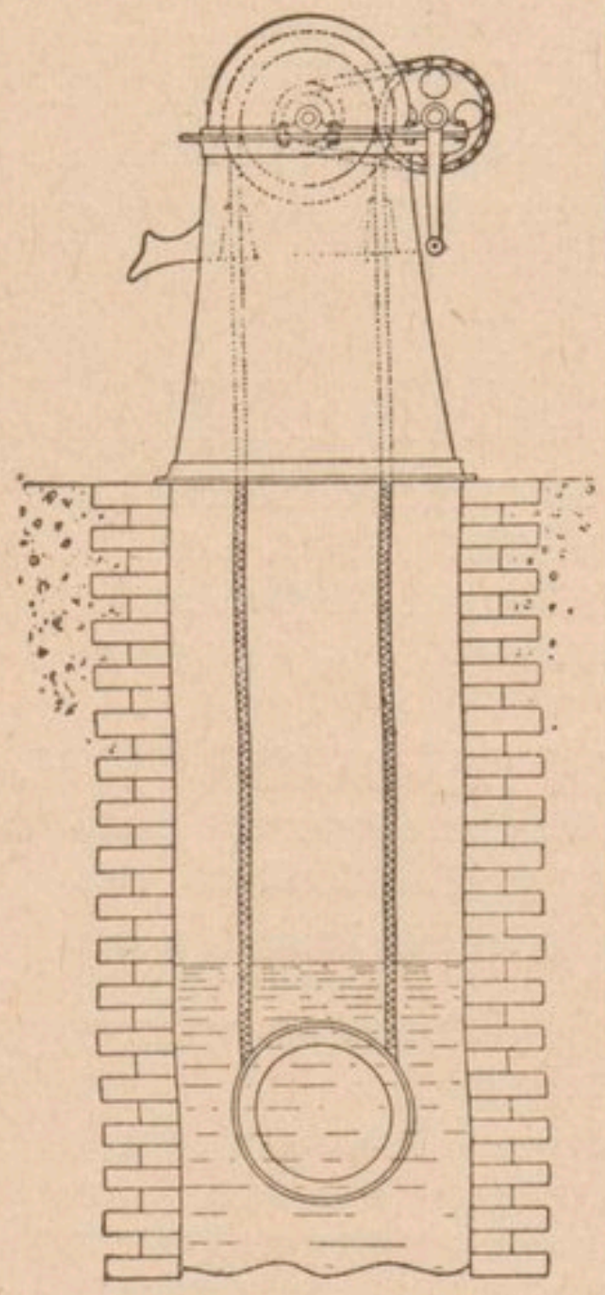
PUISSANCE - CLARTÉ - ÉLÉGANCE

Demander sans tarder le catalogue T

BAILLE LEMAIRE ET FILS. Ingénieurs-constructeurs.

MARQUE DE FABRIQUE

26 RUE OBERKAMPF. PARIS. Tél. Roquette 30-21.



Pompe Caruelle

à chaîne multicellulaire

SYSTÈME BREVETÉ S.G.D.G. en FRANCE et à l'ÉTRANGER

Le plus haut rendement à toutes profondeurs à bras, au manège, au moteur, au moulin à vent

La moins chère et la plus simple de toutes les pompes

Employée pendant la guerre par les armées françaises et alliées, cette pompe, applicable à la main jusqu'à 60 mètres, ne comporte ni tuyaux, ni godets, l'eau étant remontée sans déperdition par une simple bande métallique capillaire qui possède la curieuse propriété de rester pleine quand elle a été plongée dans l'eau.

Elle convient particulièrement bien aux Régions libérées et aux Colonies.

G. CARUELLE, 10, Rue Lasson, Paris-12e - Tél. : Roq. 86-80

ENVOI GRATUIT SUR DEMANDE D'UN CATALOGUE ET D'UNE BANDE ÉCHANTILLON permettant de réaliser l'expérience de capillarité sur laquelle est basée la chaîne multicellulaire.

Souvenez-vous que !!!
GAUMONT
ANSCO
ANSCO
Les meilleurs le plus grand choix et aussi les moins chers se trouvent au
PHOTO-PLAIT
37 & 39, Rue LAFAYETTE
PARIS-OPÉRA
CATALOGUE GÉNÉRAL ADRESSÉ GRATIS SUR DEMANDE
"PLAIT"
"BUSTER"
VÉRASCOPE RICHARD
A. Minior

POUR CRÉER
CHEZ SOI
AFFAIRES PAR CORRESPONDANCE

Écrire PUBLICITÉ V. GABRIEL
Service V., à Évreux (Eure)

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 VictorROBERT,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.

Pour tout ce qui concerne la Photographie

MAGASIN
MODERNE DE
PHOTOGRAPHIE
21, Rue des Pyramides, 21
PARIS-OPÉRA

APPAREILS DE TOUTES MARQUES
vendus avec *bulletin de garantie* à partir de 500 francs

PRODUITS & ACCESSOIRES
DÉVELOPPEMENTS -:- TIRAGES DE LUXE -:- AGRANDISSEMENTS

Demandez notre Album adressé contre 1.50

NOUVEAU MANUEL RATIONNEL DE
L'AMATEUR PHOTOGRAPHE
Par L.-P. CLERC (3 planches hors texte)
Prix : 3 fr. 50 - franco 3 fr. 95

PHOTOS DE GUERRE
TOUS les FRONTS - DESTRUCTIONS
Monuments Publics - Églises, etc.
Champs de Bataille - Aviation - Tanks

Vues de projection..... 8 1/2×10
Stéréoscopie..... 45×107 — 6×13
Tirages papier..... 9×12 — 13×18
Catalogue spécial "AS" franco

MACHINES A ÉCRIRE
Toutes Marques
RÉPARATIONS - LOCATION
Ecole Sténo-Dactylo, Langues
UNDERWOOD, REMINGTON, SMITH & BROOS, ROYAL
MACHINES de VOYAGE, etc.
Traductions, Circulaires, Copie à la minute.
TÉLÉPH. CENTRAL 21-96
TÉLÉPH. LOUVRE 45-73
R. CAIGNARD. 33, Rue des Petits-Champs. PARIS

APPLICATIONS DE L'AIR COMPRIMÉ
à tous usages industriels

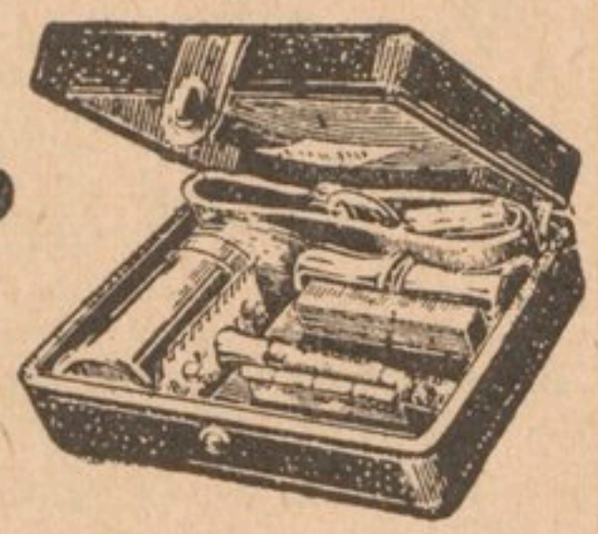
COMPRESSEURS

à basse et haute pressions jusqu'à 150 kilos

COMPRESSEURS - ASPIRATEURS

LUCHARD & Cie, Ingrs-Constrs, 209-211, boulevard Pereire, PARIS
Téléphone Wagram 71-72

A TOUS ! L'INSTRUMENT IDÉAL
VRAIMENT INDISPENSABLE
C'est le Rasoir de sûreté
" LE TAILLEFER "
FABRICATION FRANÇAISE — Marque déposée
Plus de danger de se couper
ÉCONOMIE DE TEMPS ET D'ARGENT
:: SE TROUVE PARTOUT ::
Si votre fournisseur ne peut pas vous le procurer ENVOI, par le Fabricant, de l'Ecrin contenant le RASOIR, 1 savon, 1 blaireau, 1 cuir, 1 affiloir et 6 lames contre remboursement de 35 fr. — Catalogue illustré franco sur demande
M. ROCHON, fabricant, 2, rue Docteur-Bally, à GRENOBLE (Isère)



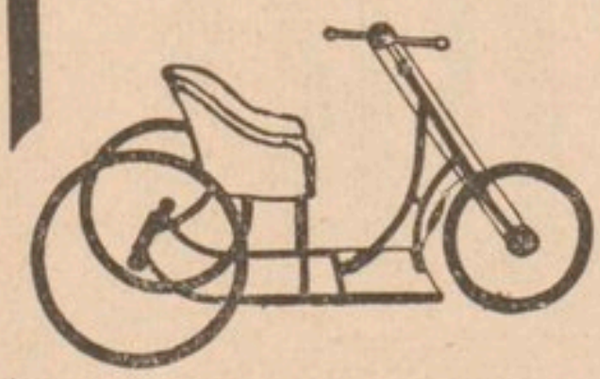
LES DEUX PREMIERS NUMÉROS d' Omnia
ont été épuisés dès leur mise en vente

Seuls les 1.000 nouveaux Abonnés pourront avoir la Collection complète

MONET & GOYON

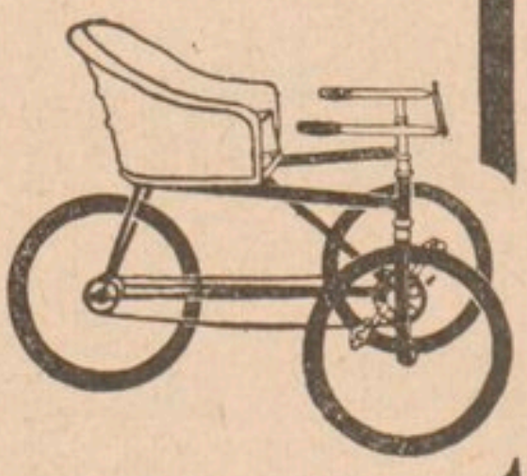
Ingénieurs - Constructeurs
MACON

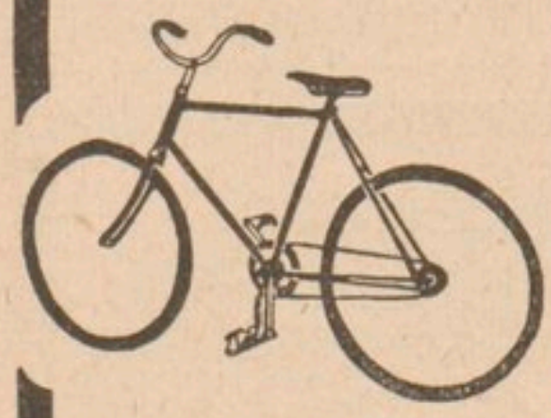
Nos appareils de locomotion s'adressent à tous ceux qui ont besoin d'un moyen de transport *pratique, peu coûteux* et spécialement *adapté à leur cas.*



LE VÉLOCIMANE convient à tous ceux qui sont privés totalement ou partiellement de l'usage de leurs jambes. A eux également la vie au grand air, le sport et les courses sur les grandes routes.

LE VÉLO-FAUTEUIL rend un immense service aux personnes qui ne sont pas assez agiles pour faire de la bicyclette.



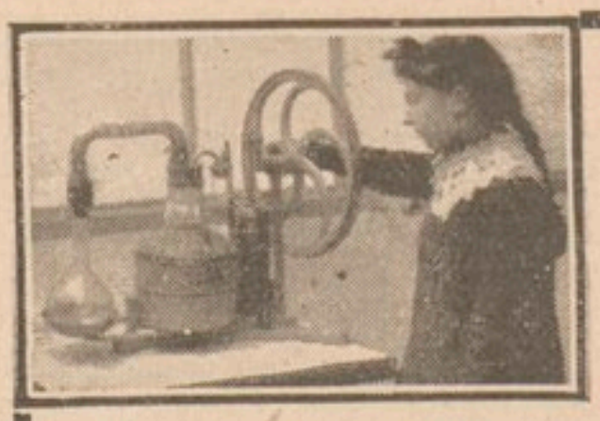


LA MONOPÉDALE MONET
Grâce à cette bicyclette spéciale pour unijambiste, toute personne amputée ou paralysée d'une jambe peut profiter de tous les avantages que procurent aux cyclistes la roue libre et le changement de vitesse.

Consulter notre Catalogue envoyé franco sur demande
Modèles à propulsion par pédales, manivelles ou moteur
Nous demander conseil sur l'appareil à choisir

MONET & GOYON
92, Rue du Pavillon — MACON

Publ. G. Berthillier - Lyon



Machine à Glace "RAPIDE"
Glace en 1 minute
Indispensable à la campagne aux colonies, etc.

INSTALLATIONS FRIGORIFIQUES

GLACIÈRES POUR LABORATOIRES :: :: ET POUR TOUS USAGES :: ::

OMNIUM FRIGORIFIQUE
23, Boulevard de Sébastopol, Paris-Ier
Téléphone : Central 28-50 — *Notices franco.*

POUR OBTENIR UN
BREVET SÉRIEUX
Adressez vous a :
C. C. WINTHER-HANSEN
35, RUE DE LA LUNE, PARIS
INGÉNIEUR CONSEIL EN MATIÈRE DE PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE DEPUIS 1888
ADR. TÉLÉGR. BREVETHANS-PARIS.
Brochures gratis

ENCRES
GOMMES
Porte-Plume-Réservoir

MALLAT
53, Boul. de Strasbourg
PARIS

USINE : 60, rue Claude-Vellefaux, 60

A céder

1° IMPORTANT TISSAGE DE TOILES
2° MINÉRAUX INDUSTRIELS (broyage) .. .. 500.000 frs
3° ATELIERS DE MÉCANIQUE GÉNÉRALE. .. .. 400.000 frs
4° FAB. FERMOIRS et MAROQUINERIE. .. .. .. 400.000 frs
5° DORURE, ARGENTURE, BRONZAGE, etc. .. .. 350.000 frs
6° LOCATION DE MATÉRIEL ÉLECTR.. .. .. .. 150.000 frs
7° IMPRIMERIE TYPOGRAPHIQUE. .. .. 150.000 frs

PAUL MASSON, 30, Faubourg Montmartre
Téléphone : Gutenberg 03-97

LES ÉTUDES CHEZ SOI

L'École Universelle

par Correspondance de Paris

permet de faire chez soi, dans le minimum de temps et avec le minimum de frais, les études suivantes :

Études primaires et primaires supérieures complètes. Études secondaires complètes. — Préparation aux brevets et baccalauréats, aux professorats, aux licences (lettres, sciences, droit), à toutes les grandes écoles, aux emplois administratifs, aux carrières industrielles (diplômes d'ingénieur, sous-ingénieur, dessinateur), aux carrières commerciales (diplômes d'administrateur commercial, de sténodactylographe, comptable, représentant), etc., etc.

Aucun autre établissement d'enseignement ne peut faire état d'autant de succès que

L'École Universelle

dont les élèves ont été reçus par milliers aux examens et concours publics.

L'École Universelle

10, Rue Chardin, 10 = PARIS (16me)

adresse gratuitement, sur simple demande sa brochure explicative n° 22.

BURBERRYS

ÉQUIPEMENTS COMPLETS POUR TOUTES LES CIRCONSTANCES DE LA VIE AU GRAND AIR

Le Burberry de Marche, "Walking Burberry", est sans rival comme vêtement pratique pour toutes les saisons. Sa forme ample et confortable, laissant une parfaite liberté de mouvement, reste toujours la préférée. Fait dans la Gabardine de Coton Burberry, qui est imperméabilisée au plus haut degré, il est très résistant à la pluie et au vent, tout en étant d'une ventilation parfaite.

Dans l'exercice de tous Sports, il est incontestable que le costume approprié contribue au succès autant que les autres accessoires. Les modèles Burberry, qui sont le résultat de recherches et d'expériences de longues années, ont l'originalité et l'élégance distinguée de la tenue appropriée dans tous ses détails aux plaisirs du Sport.

Burberrys ont un choix très étendu de HOMESPUNS ÉCOSSAIS et différents genres de TWEEDS, spécialement fabriqués pour leurs vêtements de Sport.

TOUT VÉRITABLE VÊTEMENT

PORTE CETTE MARQUE

8 & 10, BOULEVARD MALESHERBES - PARIS

CONSTRUCTIONS RAPIDES EN CIMENT-ARMÉ

POUR RETENIR L'OUVRIER A L'USINE LA CITÉ OUVRIÈRE DE L'HABITATION

POUR CONSTRUIRE SA MAISON

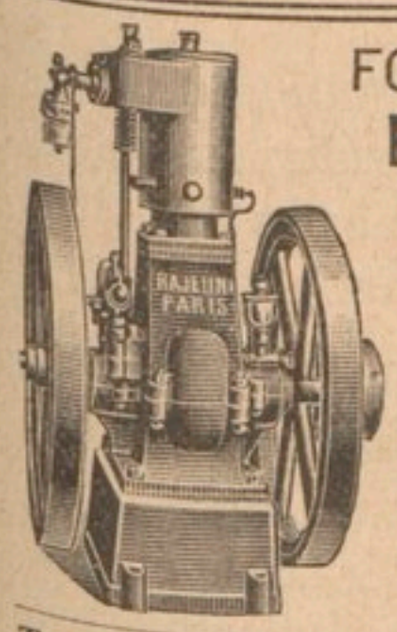
L'OUVRAGE DE L'HABITATION : 25 Bd BONNE NOUVELLE A PARIS CONTIENT 200 ÉTUDES DE PLANS, COUPES, ÉLÉVATIONS AVEC DESCRIPTION DES MATÉRIAUX ET TOUS DEVIS UTILES — PERMET DE CONSTRUIRE SOI-MÊME SA MAISON — EXPÉDIÉ CONTRE MANDAT-POSTE DE 20 FRANCS

Faites Reproduire et Agrandir les Portraits de vos Disparus
en imitation Pointes Sèches.

N.-B. — Il suffit d'envoyer une photographie qui est rendue intacte.

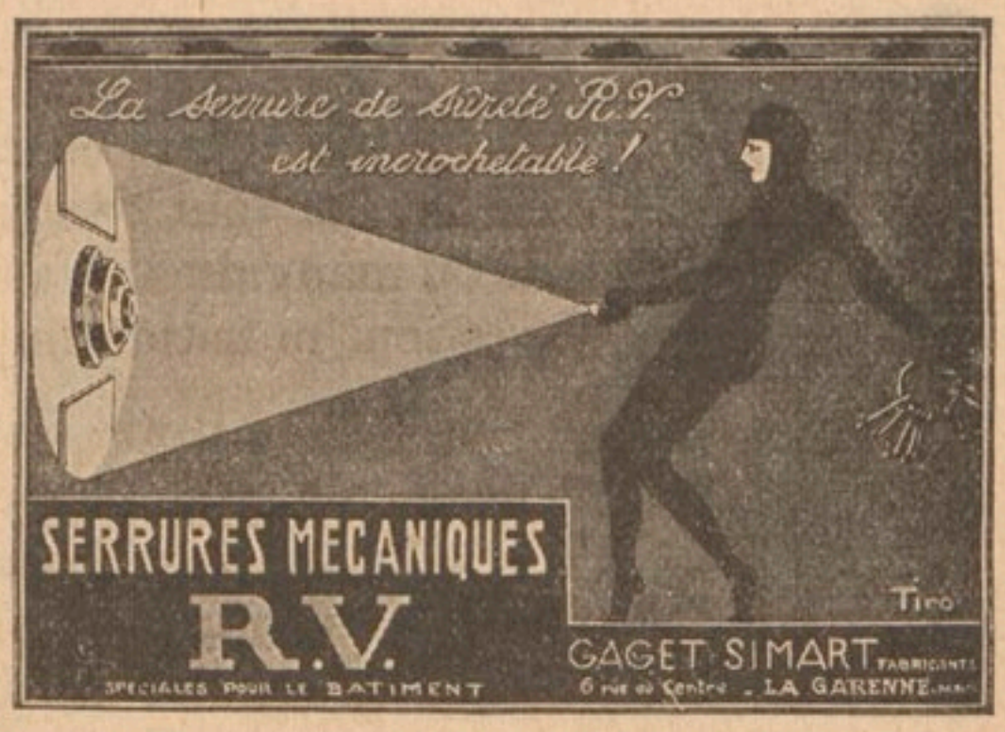
Prix : **90** fr. en 30/40
Travail de luxe. Payable moitié à la commande, le solde à la livraison.

aux " PORTRAITS LAFAYETTE "
(Marque déposée) 103, Rue Caulaincourt, PARIS



FORCE MOTRICE
PARTOUT
Simplement
Instantanément
TOUJOURS
PAR LES
MOTEURS
RAJEUNI
119, r. St-Maur, Paris
Catalogue N° 182
(Renseignements sur demande

Téléph. : 923-82 — *Télég. :* RAJEUNI-PARIS



LE FRIGORIGÈNE A-S

MACHINE ROTATIVE À GLACE & À FROID
BREVETS AUDIFFREN & SINGRÜN
TOUTES APPLICATIONS INDUSTRIELLES & DOMESTIQUES

SÉCURITÉ ABSOLUE *Les plus hautes Récompenses* *Nombreuses Références* **GRANDE ÉCONOMIE**

SOCIÉTÉ D'APPLICATIONS FRIGORIFIQUES . 92, Rue de la Victoire, PARIS . *Catalogue & Devis gratis s. demande*

POUR BIEN SE PORTER...

il faut bien manger !

POUR BIEN MANGER...

il faut avoir de bonnes dents !

POUR AVOIR DE BONNES DENTS...

il faut se servir

du

Dentol

La Science nous enseigne que les belles dents ne sont pas seulement une beauté, elles sont l'appareil indispensable à la santé parfaite. Car tout s'enchaîne, le travail que n'ont pas fait les dents absentes ou mauvaises, il faut que l'estomac l'accomplisse ; donc, mauvaise disgestion, nutrition imparfaite, ruine lente de l'organisme.

La Vie. Une bonne santé donne une longue vie. Soignons donc nos dents au moyen d'une méthode scientifique.

C'est à cette nécessité que répond le **Dentol,** produit véritablement pastorien, dont les bienfaits principaux sont le raffermissement des gencives, l'éclat et la solidité des dents, la pureté de l'haleine, enfin la sensation d'une fraîcheur délicieuse et persistante dans la bouche.

Le **Dentol** se trouve dans toutes les bonnes maisons vendant de la parfumerie et dans les pharmacies.

DÉPOT GÉNÉRAL : **Maison FRÈRE, 19, rue Jacob, Paris**

CADEAU Il suffit d'envoyer à la MAISON FRÈRE, 19, rue Jacob, Paris, un franc en 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**, une boîte de **Pâte Dentol**, une boîte de **Poudre Dentol** et un échantillon de **Savon dentifrice Dentol.**

qu'importe!

pourvu qu'on ait

le SAVON POUR LA BARBE

GIBBS

Exigez le GIBBS authentique

P. THIBAUD & Cie
Concess. génér.t de D. et W. GIBBS
22. Rue de Marignan. PARIS

INVENTEURS du savon pour la barbe
du savon dentifrice
du savon Cold Cream

Erel

LE PROCHAIN NUMÉRO DE LA "SCIENCE ET LA VIE"
PARAITRA EN SEPTEMBRE 1920