

Conditions d'utilisation des contenus du Conservatoire numérique

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

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

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

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

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

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

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

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

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

NOTICE BIBLIOGRAPHIQUE

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

Notice du Volume	
Auteur(s) volume	[s.n.]
Titre	La science et la vie
Volume	Tome 30. n. 114. Décembre 1926
Adresse	Paris : La Science et la Vie, 1926
Collation	1 vol. (p.[431]-607) : ill., couv. ill. en coul. ; 24 cm
Cote	SCI. VIE 114
Sujet(s)	Sciences -- Vulgarisation Culture scientifique et technique Presse scientifique
Thématique(s)	Généralités scientifiques et vulgarisation
Typologie	Revue
Note	Le volume a été relié, par conséquent il manque la 3ème et 4ème de couverture.
Langue	Français
Date de mise en ligne	10/12/2019
Date de génération du PDF	05/12/2019
Permalien	http://cnum.cnam.fr/redir?SCVIE.114

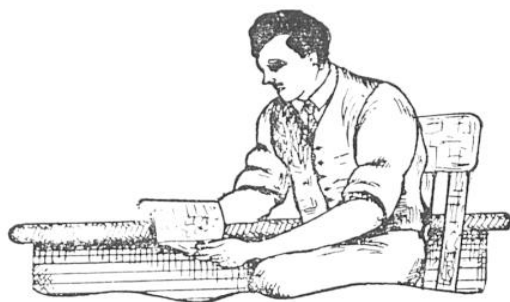
France et Colonies... 7 fr.
Étranger... 8 fr.

N° 114. - Décembre 1926

LA SCIENCE ET LA VIE



Numéro de Noël 1926



Chez vous

une heure par jour

quelle que soit votre instruction
actuelle et votre situation, à vos
moments de loisirs, vous pouvez à
peu de frais, seul et sans maître,

ÉTUDIER PAR CORRESPONDANCE

L'ÉLECTRICITÉ LA T.S.F.

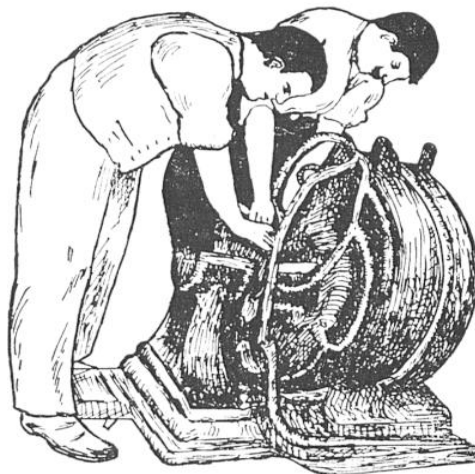
et devenir rapidement, suivant les connais-
sances que vous avez actuellement : **mon-
teur, contremaître, dessinateur,
conducteur, sous-ingénieur ou ingé-
nieur**, dans l'électricité ou la T. S. F.

Ecrivez de suite à

l'Institut Electrotechnique

73, boulevard Pereire, PARIS

Section française et Section en langue russe



MONTEURS (20 leçons) PRIX (par leçon)..... 10 fr.	CONDUCTEURS (25 leçons) PRIX (par leçon)..... 12 fr.
CONTREMAÎTRES (33 leçons) PRIX (par leçon)..... 10 fr. <i>(Les contremaîtres doivent avoir suivi le cours de monteurs.)</i>	SOUS-INGÉNIEURS (20 leçons) PRIX (par leçon)..... 12 fr. <i>(Les sous-ingénieurs doivent avoir suivi le cours de conducteurs.)</i>
DESSINATEURS (20 leçons) PRIX (par leçon)..... 10 fr. <i>(Les dessinateurs doivent avoir suivi les cours de monteurs et contremaîtres.)</i>	INGÉNIEURS (20 leçons et 2 projets) PRIX (par leçon) : 15 fr. — (par projet) : 25 fr. <i>(Les ingénieurs doivent avoir suivi les cours de conducteurs et sous-ingénieurs.)</i>
COURS SUR PLACE : 10 fr. par leçon. - ATELIERS ET LABORATOIRES : 20 fr. par séance.	

AVANTAGES

DE LA MÉTHODE D'ENSEIGNEMENT PAR CORRESPONDANCE DE L'INSTITUT ÉLECTROTECHNIQUE

- 1^o Les élèves reçoivent les leçons autographiées du professeur, en même temps que leurs devoirs ;
- 2^o Ils ne paient que les leçons qu'ils demandent. **Ils ne sont donc jamais engagés** (*Aucune école ne donne cet avantage.*)

N. B. — On peut souscrire à n'importe quelles leçons ; mais les diplômes ne sont remis qu'aux élèves ayant souscrit à toutes les leçons correspondant au diplôme envisagé.

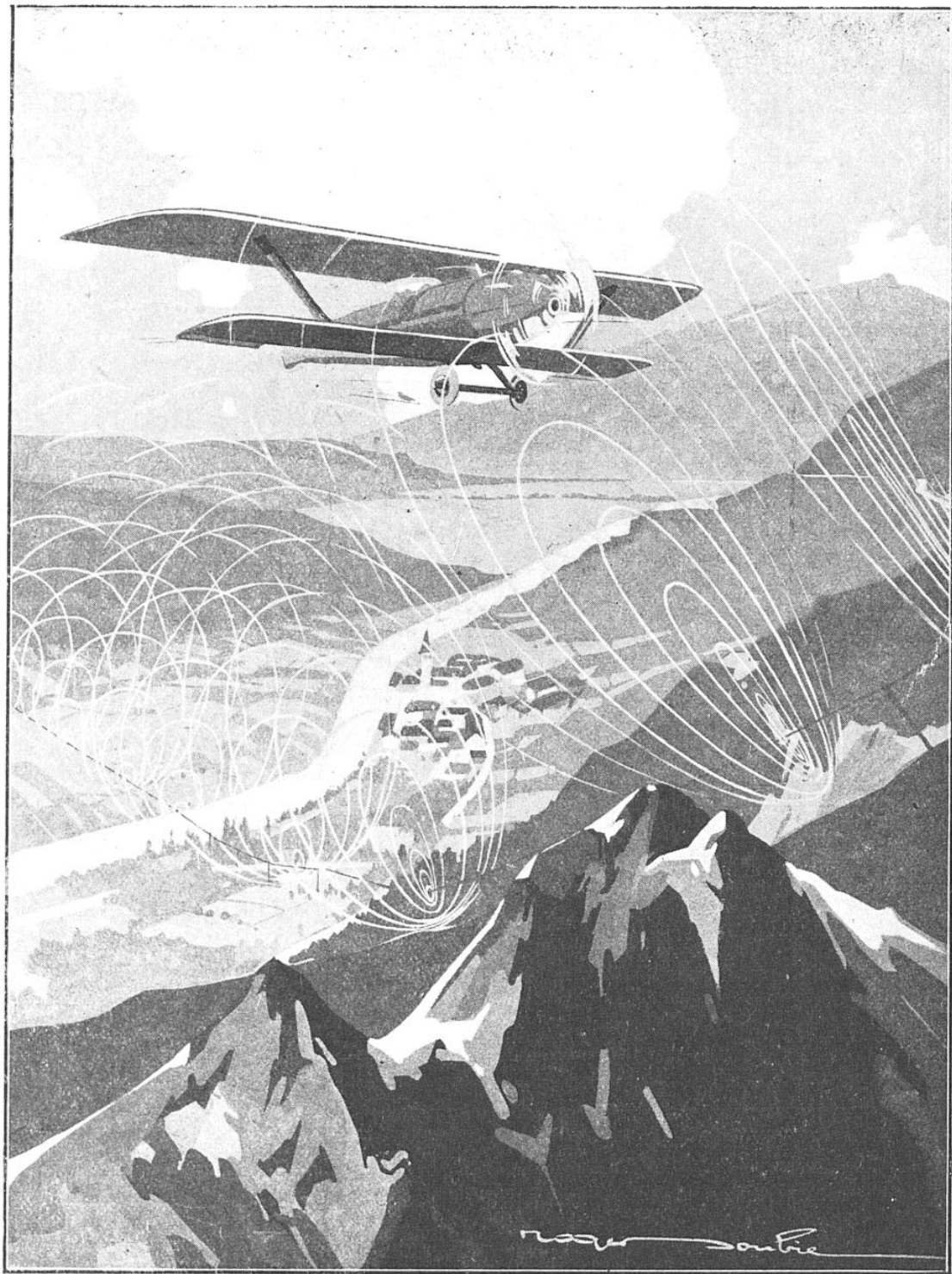
Pour recevoir une ou plusieurs leçons, il suffit d'en adresser le montant à l'Institut.

Envoi contre **1 fr.** du programme complet et détaillé. Joindre à chaque lettre un timbre pour la réponse.

Les inventions industrielles	Jean Labadié	433
C'est le Français Charles Bourseul qui a inventé le téléphone..	J. M.	448
Que nous apporta 1926 ? Les préoccupations scientifiques de l'heure présente.	Marcel Boll.	449
	Professeur agrégé de l'Université, docteur sciences.	
Pourra-t-on bientôt, en volant aux hautes altitudes, faire le tour de la Terre en moins de quatre jours ? (Conversation avec M. Auguste Rateau, membre de l'Institut), rapportée par ..	Pierre Chanlaine ..	459
Une nouvelle application des rayons X : Vérification rapide des installations électriques.	S. et V.	462
Cent mille tonnes de soie artificielle ont été fabriquées en 1926..	G. Hermant ..	463
	Ingénieur-chimiste.	
Detroit, aux Etats-Unis, est la ville géante de l'automobile.	René Vrinat.	477
Où en est l'aviation allemande ?	Jean Marchand.	485
A l'Exposition de Bâle 1926.	S. et V.	495
Les croiseurs modernes.	Laboureur ..	499
	Capitaine de corvette de réserve.	
La bataille du blé.	Victor Boret.	505
	Ancien ministre de l'Agriculture, président de la Société Nationale d'Encouragement à l'Agriculture.	
Utopies d'hier, possibilités d'aujourd'hui, réalisations de demain..	Marcel Boll.	511
Qu'est-ce qu'un colloïde ?	Docteur ès sciences.	
Un sport scientifique : le yachting.	A. Boutaric.	519
	Professeur à la Faculté des Sciences de Dijon.	
L'état actuel de la télévision.	Alphonse Berget ..	525
La chaussée moderne dans la cité moderne (Conversation avec M. Giraud, directeur des Travaux de Paris), rapportée par ..	Professeur à l'Institut Océanographique, membre du Conseil du Yacht Club de France.	
Un moteur Diesel de 15.000 chevaux, le plus puissant du monde.	Lucien Fournier ..	531
L'Exposition de Philadelphie 1926.	Pierre Chanlaine ..	543
Qu'est-ce que le rendement ?	S. et V.	551
	S. et V.	552
De l'infiniment petit à l'infiniment grand	L. Houllevigue.	553
	Professeur à la Faculté des Sciences de Marseille.	
Ce que sera l'automobile de 1927	M ^{me} G. C. Flammarion ..	559
	Directrice de l'Observatoire de Juvisy.	
De l'œuf de l'insecte à l'individu complet.	Charles Faroux.	569
	Ancien élève de l'Ecole Polytechnique, docteur ès sciences.	
La T. S. F. et la vie.	C. Pierre.	577
La T. S. F. et les constructeurs.	Membre de la Société entomologique de France.	
Un récepteur de T. S. F. à commande unique.	Joseph Roussel.	585
Nouvelles lampes de T. S. F.	J. M.	589
La mécanique au secours de la mémoire	S. et V.	591
Les A côté de la science (Inventions, découvertes et curiosités)..	S. et V.	592
A travers les Revues	Jean Caël.	593
	S. et V.	595
	S. et V.	599

La prochaine conférence radiophonique de vulgarisation scientifique organisée par « La Science et la Vie », avec le concours du poste d'émission du « Petit Parisien » (longueur d'onde : 333 mètres), aura lieu le lundi 13 décembre, à 21 heures. Elle sera faite par M. Eugène Frey, qui traitera le sujet suivant : Les décors lumineux au théâtre.

La couverture du présent numéro représente un tracteur Fordson utilisé pour le transport des bois en forêt. On sait que ce tracteur a fait son apparition au dernier Salon de l'Automobile. (Voir l'article sur les usines Ford, page 477.)



LA ROUTE FUTURE DE L'AVION

*De nuit et de jour, et quel que soit le temps, l'avion fait son « point » approximatif par les phares hertziens.
Aux passes difficiles, le câble Loth lui indique son chemin exact par des champs magnétiques.*

LA SCIENCE ET LA VIE

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

Rédigé et illustré pour être compris de tous

Voir le tarif des abonnements à la fin de la partie rédactionnelle du numéro

(Chèques postaux : N° 91-07 - Paris)

RÉDACTION, ADMINISTRATION et PUBLICITÉ : 13, rue d'Enghien, PARIS-X* — Téléph. : Bergère 37-36

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

Copyright by La Science et la Vie, Décembre 1926. - R. C. Seine 116.544

Tome XXX

Décembre 1926

Numéro 114

LES INVENTIONS INDUSTRIELLES

A la recherche de leurs perfectionnements immédiats

Par Jean LABADIÉ

Au fur et à mesure, soit de leur réalisation, soit de leur conception, La Science et la Vie a constamment tenu ses lecteurs au courant des progrès scientifiques réalisés et de leurs applications à la vie moderne dans tous les domaines. Il nous a paru d'un captivant intérêt et d'une judicieuse opportunité de dresser, en cette fin d'année 1926, une sorte de bilan des grandes inventions contemporaines. Nous déterminerons ainsi, non seulement les résultats acquis, mais encore les expériences qu'ils justifient. Génératrices d'énergie, applications de l'électricité, construction des moteurs, moyens de locomotion par eau, par terre et par air, transmission de la parole à distance, ont progressé à pas de géants. La houille, traitée scientifiquement, peut compenser désormais la pénurie du pétrole, les matériaux de construction deviennent plus légers, plus résistants et d'un emploi plus rapide ; la chimie moderne nous fait assister à des prodiges (aujourd'hui, synthèse de l'ammoniaque ; demain, synthèse du pétrole). L'étude des ondes, manifestation de l'énergie radiante, permet, maintenant, de contrôler la structure interne des métaux et a fait réaliser à la T. S. F. des progrès aussi rapides que merveilleux. Enfin, bientôt, l'« Automatique », sous toutes ses formes, remplacera, sans doute, le travail humain. Avec un talent de vulgarisateur justement apprécié, notre collaborateur, M. Labadié, retrace ici, en un vaste tour d'horizon, la genèse de toutes ces inventions, nous fait entrevoir une vision d'avenir.

DANS l'année 1920, centenaires, jubilés, anniversaires de toutes sortes auront foisonné dans le domaine de la Science.

Les grandes industries qui se croient installées en des fiefs désormais inattaquables, se sont octroyé d'office un état civil précis au livre du Passé, ce qui a permis de célébrer, en 1925, le centenaire des chemins de fer, lequel coïncidait avec celui de l'industrie du gaz et même avec celui de la bougie stéarique, concurrente malheureuse, dont l'invention par Chevreul marquait, il est vrai, la fondation de la chimie organique.

Quant au centenaire de la photographie, qui voisinait également avec les précédents, le hasard a voulu qu'il évoquât, par-dessus le marché, celui du moteur à explosion, les inventeurs étant les mêmes frères Niepce.

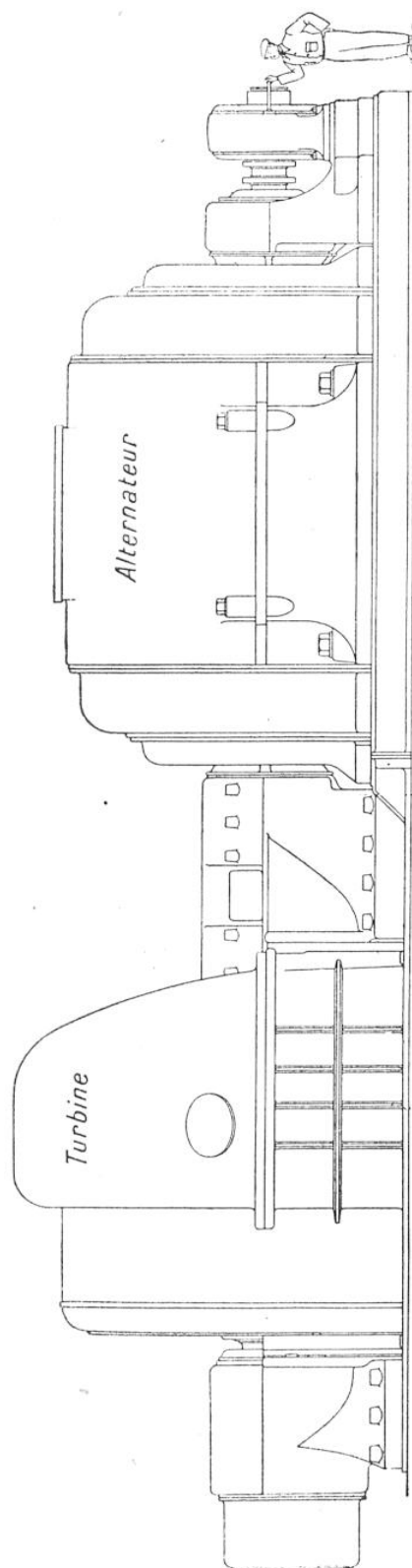
De son côté, l'industrie électrique, cadette de la vapeur, a vu fêter, à Grenoble, ses vigou-

reux cinquante ans dans une exposition magnifique de la houille blanche.

On a également rappelé, en temps opportun, que le radium (1898) des Curie venait d'atteindre à sa vingt-cinquième année et que le cinématographe (1895) des frères Lumière courait sur sa trentaine.

Les noms d'inventeurs méconnus, tels que Fernand Forest, auteur du moteur léger et, par là, créateur de l'automobile actuelle ; Clément Ader, père de l'aviation ; Charles Bourseul, père du téléphone, ont été remis à l'honneur, ainsi qu'il convenait.

Il n'est pas jusqu'aux grandes découvertes théoriques, d'ordinaire indifférentes au public, que l'on n'ait signalées, avec un juste enthousiasme, par exemple cette belle théorie du carbone asymétrique, dont l'introduction dans la science par M. Le Bel (en 1874) a fondé la stéréochimie et fourni



UN GROUPE TURBO-ALTERNATEUR DE LA SUPERCENTRALE DE GENNEVILLIERS

Ce dessin linéaire montre la belle simplicité de la grande machine moderne. La figure humaine située à gauche donne l'échelle exacte de cet engin, dont les 50.000 C. V. sont pourtant bien peu de chose à côté de certains de ses frères américains de 100.000 et, même, 200.000 C. V. La puissance totale de la super-centrale de Gennevilliers est fournie par six groupes semblables à celui représenté ci-dessus et deux de 60.000 C. V.

des assises fécondes à la chimie organique.

Au Salon de Physique de 1923, on glorifiait le centenaire des découvertes d'Ampère, fondateur de l'électrodynamique, source de toute l'industrie électrique. Hier, c'était le grand théoricien de la puissance du feu, Sadi Carnot, dont le nom était glorifié dans tous les journaux.

L'an prochain verra le centenaire du génial chimiste Marcelin Berthelot, qui fut l'un des pôles de la science française au XIX^e siècle, l'autre étant représenté par Pasteur, dont le centenaire fut également célébré dans l'année 1922.

L'égrènement d'un tel chapelet de souvenirs serait-il un signe d'impuissance? Les gens actifs ne songent guère, dit-on, à recevoir ni à présenter, encore moins à rechercher les vœux d'anniversaire. L'homme affairé traverse volontiers les dates mémorables de sa propre vie sans y prendre garde. La vieillesse, au contraire, aime assez la récapitulation du passé. Notre génération serait-elle dans ce cas?

Il ne faut pas le croire. Les gens affairés récapitulent aussi le passé... quand ils font leur bilan.

Les grands souvenirs que nous venons d'évoquer constituent précisément le magnifique bilan du passé. Mais, dès maintenant, prend forme un autre bilan qu'il n'est peut-être pas téméraire d'ébaucher, celui de l'avenir.

Nous vivons, sans y prêter grande attention, au milieu d'une flore de jeunes pousses dont l'ensemble ébauche le dessin précis de la forêt industrielle de demain que nos petits-neveux exploiteront sans compter.

Cette forêt de l'avenir, pour en préciser dès maintenant le contour et l'étendue, il suffira, peut-être, de feuilleter la jeune et vivante collection de *La Science et la Vie* et d'admirer dans ce riche musée quelques-unes des plus belles œuvres ou des plus curieuses des inventions qui y figurent.

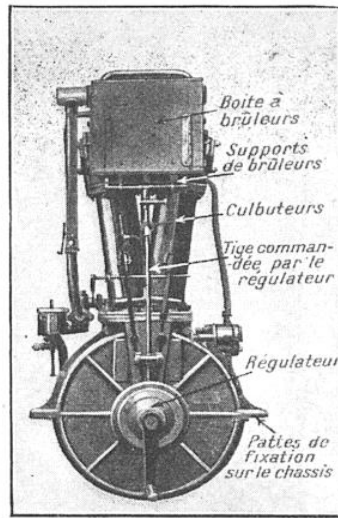
Les machines à fabriquer l'énergie

LA RETRAITE DE LA MACHINE A VAPEUR

Nous venons d'évoquer le centenaire de la machine à vapeur ou plutôt de son utilisation à grande échelle sur voie ferrée. Où en est-elle, cette fameuse machine, qui donnait le vertige à nos arrière-grands-pères et leur causait même un peu de frayeur.

Pour nous faire une opinion, rendons-nous dans la banlieue de Paris, sur les bords de la Seine, à Gennevilliers. Une usine y dresse ses dix cheminées au bord de l'eau. Des cha-

lands, rangés à quai, livrent leur cargaison de combustible à des bennes preneuses qui le déversent dans des silos, où le puisent des chaînes à godets. Mécaniquement concassé à un calibre uniforme, le charbon est accumulé dans les combles de l'usine, d'où il s'écoule par des trémies régulatrices dans les chaufferies. Les chauffeurs, eux, vont et viennent, tournant çà et là une roue à volant destinée à régler la ventilation ou l'allure du foyer mécanique dont les grilles (tournant à la manière des tapis roulants ou des chaînes sans fin) reçoivent directement, sans qu'on ait besoin de donner un coup de pelle, leur dose de charbon soigneusement calculée. Poussé au feu par un coup de piston, le charbon chemine, en brûlant, à raison d'une tonne à l'heure par mètre carré de grille et va tomber à l'état de cendres, vidé de toute énergie, dans les wagons destinés à l'enlèvement des cendres.

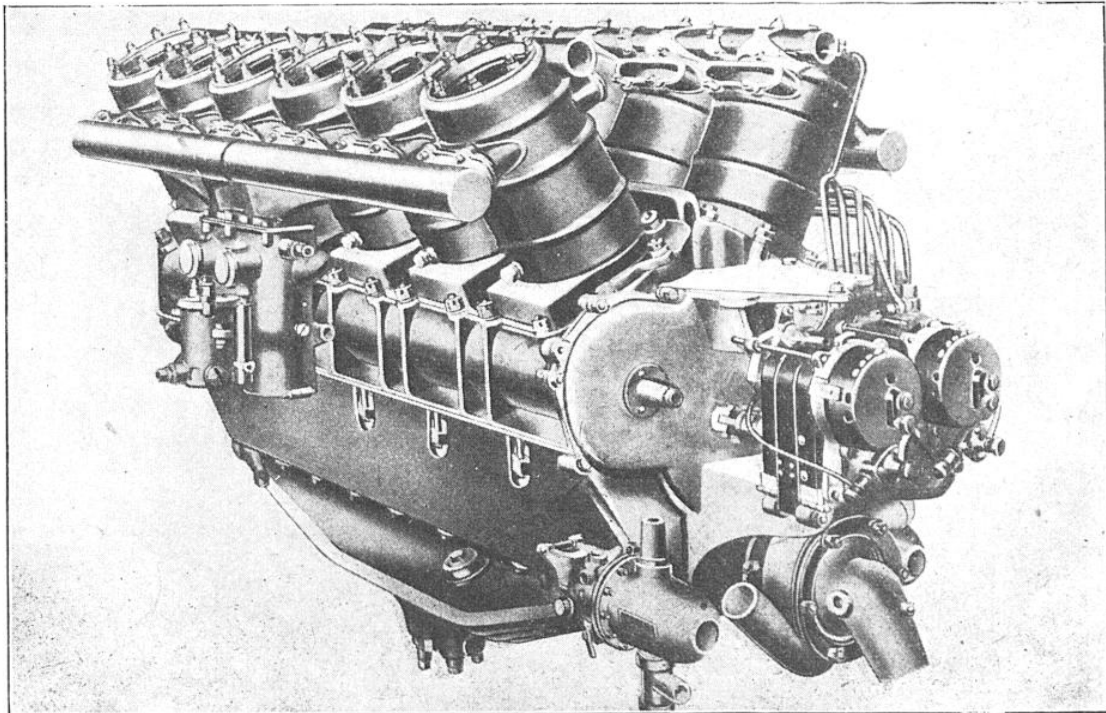


LE PREMIER MOTEUR PANHARD 2 C. V. 1/2, EN 1895

La chaudière qui vaporise l'eau au-dessus de ce foyer, large et profonde de plusieurs mètres, se compose d'une voûte de tubes d'acier, dont les arceaux contiennent l'eau en train de bouillir sous 25 kilogrammes de pression.

La vapeur est, d'ailleurs, reprise par d'autres tubes, où elle se « surchauffe » afin de mieux utiliser le principe de Carnot, qui prescrit de porter le fluide moteur à la plus haute température possible avant de le diriger sur la machine motrice. La combustion du charbon est contrôlée par des appareils analysant automatiquement les gaz produits. Le chauffeur n'a qu'à consulter un cadran pour vérifier si la conduite

de son feu est bonne. Suivant le cas, il accentue ou il freine l'arrivée d'air sous le foyer. Et cet air lui-même arrive déjà préparé. Il descend des toits de l'usine après être passé dans un labyrinthe de tôles radiatrices, sur lesquelles il a récolté la chaleur



LE DERNIER MOTEUR PANHARD D'AVIATION 450 C. V. (1926)

des gaz de combustion, autrefois perdue par la cheminée.

Voilà ce qu'est devenu aujourd'hui ce que l'on nomme encore une chaudière à vapeur. En réalité, une usine au cœur de l'usine.

Suivons maintenant la vapeur.

Collectée dans de gros tuyaux calorifugés, elle parvient à la salle des machines. Celles-ci sont rangées dans un vaste hall clair, carrelé de céramique. On ne voit personne. On n'entend qu'un sourd bourdonnement. Sous leurs énormes carters d'acier, les turbines, moulins à vapeur, font tourner chacune, avec le minimum de bruit, leurs 50.000 chevaux. Faisant suite à la turbine et même incorporée à elle par un axe commun, une autre machine tourne, absorbant toute la force produite, c'est l'alternateur, moulin électrique. L'ensemble des deux appareils est trente fois moins encombrant que ne le serait une machine à pistons d'égale puissance.

Du moulin électrique, l'énergie que portait le combustible sort enfin à l'état immatériel. Huit machines semblables dont deux atteignent 60.000 C. V. font converger le torrent de cette puissance invisible vers une salle spéciale : le « tableau de distribution ». Et, l'électricité transformée, portée aux plus hautes tensions, 65.000 volts, s'en va, sagement divisée, éclairer et animer la banlieue de la capitale d'une part et, d'autre part, mouvoir les locomotives de Paris à Orléans.

Songez bien à cette visite à Gennevilliers quand vous partez en train électrique du quai d'Orsay et dites-moi si vous le pouvez, en arrivant aux Aubrais, à quoi pensait la municipalité d'Orléans quand elle exigea, pour des raisons de prudence et d'hygiène publique, que la grande ligne passât si loin de la ville.

LA HOUILLE BLANCHE AU SECOURS DU CHARBON

Or, venant au-devant de l'électricité de Gennevilliers, issue de la vapeur, sur le même réseau, une autre électricité arrivera du Centre, provenant, cette fois, d'une source hydraulique perpétuelle : d'un barrage construit à Eguzon, véritable colline artificielle de 220.000 mètres cubes de béton posée en travers de la Creuse.

Ce Niagara artificiel et quelques autres moindres, établis dans le Massif Central, représentent l'équivalent annuel de 700.000 tonnes de houille.

Les turbines d'Eguzon sont chacune d'une puissance de 15.000 chevaux. Elles ne ressemblent en rien aux roues Pelton qui, dans les Pyrénées ou dans les Alpes, reçoivent un

jet liquide provenant d'une colonne d'eau de 800 ou 1.000 mètres. Ce sont, ici, de ces turbines à pression relativement basse dont les aubages sont disposés pour avaler l'eau motrice à flots.

De ces turbines, à pression encore plus basse, la marée de l'Océan peut en actionner, demain, des milliers. Les premières sont, d'ailleurs, en marche, depuis un an, à la station marémotrice de l'Aber Vrac'h.

Dans cette installation que nous avons choisie à dessein parce que la vapeur, l'énergie hydraulique, l'électricité et le chemin de fer s'y prêtent un mutuel appui, l'eau venant au secours du feu et le chemin de fer servant de volant à une usine productrice d'énergie pour une capitale, quel ingénieur de 1827 ayant inauguré la ligne ferrée de Londres à Brighton ou celle de Lyon à Saint-Etienne, s'y reconnaîtrait ?

Que seront demain les installations de ce genre ?

LES CENTRALES CONJUGUÉES DE L'AVENIR

Quelques chiffres nous le font prévoir.

Les chaudières qui, aujourd'hui, supportent 25 kilogrammes de pression, céderont la place, *dès qu'elles seront usées*, à d'autres fabriquant la vapeur à 100 kilogrammes par centimètre carré. La Compagnie Edison, de Boston, vient de mettre en service des chaudières travaillant à 85 kilogrammes. La Milwaukee Railway en construit une qui travaillera à 92 kilos. Une maison anglaise songe à utiliser des pressions de 250 kilos ! Les turbines de Boston réalisent une puissance de 80.000 chevaux-vapeur, et ces engins colossaux tournent à 3.600 tours par minute, deux fois plus vite que les turbines de Gennevilliers, *cependant moitié moins puissantes*.

Nous avons rappelé que le principe guidant l'établissement de la vapeur était de rechercher la plus grande chute de température entre la chaudière et le condenseur. Si, au lieu de prendre comme liquide à vaporiser l'eau qui bout à 100° à l'air libre, ou, par exemple, à 385° sous 38 kilogrammes, on adopte un liquide plus difficilement vaporisable, tel que le mercure, on peut réaliser une machine à *vapeur de mercure* dont le condenseur sera lui-même une chaudière à vapeur d'eau. La vapeur de mercure, en effet, en se condensant vers 350 degrés, porte assez de chaleur pour fabriquer de la vapeur d'eau à haute pression. Celle-ci va donc alimenter une seconde turbine. De sorte que, finalement, la chute de température effectivement utilisable sera énorme, ayant pour

point de départ la chaudière à mercure et pour point d'arrivée le condenseur de la turbine à vapeur d'eau. En Amérique, à Hartford, une machine de ce type, d'une puissance de 800 kilowatts, fonctionne avec une économie de charbon que l'on évalue aux *trois huitièmes* de la quantité consommée par une excellente machine des types précédents.

LES LIGNES ÉLECTRIQUES

Dans le compartiment de l'électricité, disons seulement que des tensions de 250.000 volts sont utilisées couramment sur les grands réseaux de distribution américains.

On va monter plus haut encore dans l'équipement projeté du cañon du Colorado. Les progrès de la céramique et les essais méthodiques dans les laboratoires spéciaux permettant d'établir les isolateurs convenables pour ces tensions fantastiques. A Ivry, il existe un laboratoire capable d'éprouver la tension d'un million de volts. En Amérique, on a réalisé industriellement des essais à 2 millions de volts.

Et puis, quand les courants de distribution électrique seront devenus très considérables, quand l'énergie électrique sera d'un usage général depuis le labourage des champs jusqu'au chauffage des appartements, pourquoi ne pas imaginer entre les centres de production et ceux de consommation des conducteurs en tubes refroidis par un gaz liquéfié? On sait que les basses températures font tomber à rien la résistance des courants. Les expériences de Kamerlingh Onnes ont montré qu'à la température de l'hélium liquide, une aiguille d'acier pourrait recevoir, sans fondre, le courant électrique de toutes les usines du Niagara.

Dès qu'elle aura à distribuer dix fois plus d'énergie qu'aujourd'hui, l'industrie élec-

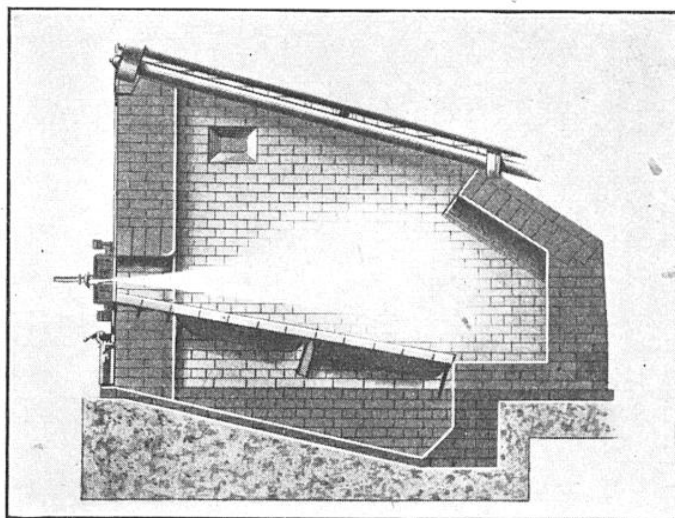
trique ne manquera pas de recourir au refroidissement des conducteurs, qui permettra d'utiliser des voltages illimités et de transporter l'électricité, sans aucune perte, aussi loin qu'il faudra.

Les machines sources d'énergie croîtront encore.

La maison suisse Brown-Boveri est en train de construire un turbo-groupe d'une puissance de 200.000 chevaux-vapeur. Ce groupe électrogène tiendra dans un espace de 20 mètres sur 12. L'appareil pèse 1.145 tonnes. C'est la centrale électrique joujou.

Quant aux turbines hydrauliques, elles ne

restent pas en arrière : nous avons vu, à l'Exposition de Grenoble, des roues Pelton de 35.000 chevaux, dont le diamètre n'atteignait pas deux fois la taille humaine. Dans les turbines à moyenne pression, il faut citer des groupes hydroélectriques de 65.000 kilowatts, nouvellement installés au Niagara. Ces machines sont donc *cinq fois* plus puissantes que celles, ana-



LE FOYER DE LA CHAUDIÈRE MODERNE PARFAITE

Le charbon, pulvérisé en grains de poussière de quelques millièmes de millimètre de diamètre, est injecté à la manière d'un gaz dans la chambre de combustion où il brûle intégralement.

logues, de l'usine d'Eguzon.

En conclusion, nous pouvons noter sans crainte que la machine à vapeur, dont les débuts sensationnels eurent lieu sur la voie ferrée, il y a cent ans, prendra sa retraite comme turbine dans les usines électriques. De plus en plus énorme, le moulin à vapeur se cantonnera dans la concurrence ou, mieux, dans la régulation de son frère aîné, le moulin hydraulique. Et le flot d'électricité jaillira, toujours plus dense, de leurs efforts conjugués.

La bielle et le piston

L'ÉVOLUTION DES MOTEURS

Ainsi, dès maintenant, la vapeur a virtuellement renoncé à la locomotive et, bien entendu, à la voiture. Elle cède la voie ferrée à l'électricité et la route au moteur.

Celui-ci, héritier de la bielle et du piston, assemblage cinématique admirable mais d'une absurdité mécanique incontestable, a-t-il, de son côté, un bel avenir en perspective? Son passé, en tout cas, est déjà lourd de gloire.

Le moteur Panhard qui gagna la course Paris-Bordeaux, avait, en 1895, une puissance de 5 chevaux et un poids de 150 kilogrammes. En 1908, les premiers moteurs d'aviation faisaient 50 chevaux pour 150 kg. En 1926, un moteur d'avion de 150 kilogrammes fait 150 chevaux.

Il y a vingt ans (1905), le litre de cylindrée équivalait, dans un monocylindre, à 11 chevaux-vapeur. En 1925, il donnait, dans le moteur à 4 cylindres, 81 chevaux. En 1926, il en fournit 107 dans le 6 cylindres.

Ces chiffres montrent avec quelle rapidité l'énergie s'est concentrée dans un volume matériel de plus en plus réduit.

Le moteur léger s'allégera-t-il encore? ou, pour parler techniquement, accroîtra-t-il encore sa puissance massique?

Les trois facteurs de l'allègement sont la quantité et la densité des *matériaux utilisés* pour la construction, la vitesse de *rotation* qui permet, en les faisant travailler plus vite, de réduire l'espace des cylindres, enfin, la *compression* volumétrique qui accroît le rendement et, par conséquent, la puissance relative du moteur.

L'allègement par les matériaux, tout le monde sait qu'il est chaque jour un peu mieux réalisé par l'intervention de l'aluminium (duralumin) et du magnésium dans la fabrication du moteur automobile ou d'aéroplane. Les pistons, faits de ces métaux légers, voient diminuer singulièrement leur inertie, ce qui réhabilite leur mouvement alternatif aux yeux du théoricien. On peut alors songer à de grandes vitesses de va-et-vient. A celles-ci correspondent de grandes vitesses de rotation : il y a dix ans, on se croyait audacieux d'envisager 2.500 tours à la minute. Hier, l'auto qui a battu le record de vitesse du kilomètre lancé, avait un moteur tournant à 7.500 tours. Quels efforts centrifuges pour le vilebrequin et le volant! C'est la métallurgie des aciers spéciaux qui triomphe.

Le facteur *compression* dépend, lui, de certaines limites imposées par le carburant (phénomène de détonation) et par les conditions d'étanchéité.

C'est surtout par ce dernier facteur, la compression, que la puissance massique du moteur pourra s'accroître encore. Nous ver-

rons des carburants qui permettront d'atteindre, sans détonation à l'intérieur des cylindres, des compressions volumétriques *doubles* de celles qui existent aujourd'hui (soit des pressions de 10 kilogrammes au lieu de 5) et le rendement thermodynamique du moteur léger atteindra la valeur de celui du Diesel. Les questions d'ajustage et de frottement seront vaincues, comme toujours, quand on aura travaillé le problème avec méthode et persévérance.

Le dernier mot n'est donc pas dit en matière de moteurs légers.

Et les moteurs lourds?

Les gigantesques Diesel, eux aussi, s'allègent, en ce sens qu'on en fait de plus en plus puissants. Ils imitent, en cela, l'évolution de la machine fixe à vapeur. Une centrale électrique de Hambourg a mis récemment en service un Diesel de 15.000 chevaux. Ce moteur, à deux temps et à double effet, comporte neuf cylindres, groupés par trois. Alésage, 86 centimètres; course : 1 m. 50. Ce monument de fonte mesure 11 mètres de haut, 23 mètres de long et 4 m. 50 de large. Il est lourd, mais, on le voit, relativement peu encombrant, *moins encombrant qu'une turbine* de même force, si l'on tient compte des condenseurs qu'elle nécessite.

Et c'est pourquoi le Diesel s'installe dès maintenant en mer, jusque sur ces grands paquebots dont *La Science et la Vie* a décrit, à plusieurs reprises, toutes les beautés mécaniques et esthétiques. De ce côté également, les jours de la machine à vapeur sont comptés.

LES LOCOMOTIVES RATIONNELLES

Et même sur les chemins de fer, où nous avons cependant vu apparaître des locomotives à turbine (Ljungsström), le moteur s'installe. On a inauguré en France, en 1926, des locomotives à essence. Mais le véritable avenir de la locomotive, partout où elle ne pourra devenir purement électrique, semble résider dans ces machines « pétro-électriques » que les compagnies américaines commencent à lancer et sur lesquelles un Diesel fabrique de l'électricité qui est transmise aux moteurs des essieux. *La Science et la Vie* nous a montré, d'ailleurs, l'une de ces machines étranges, qui fonctionna en Russie, en 1917, sous la conduite de son constructeur, l'ingénieur Ivan Makhonine. La locomotive de M. Makhonine ne comportait même pas un moteur lourd, mais, au contraire, un moteur léger de *puissance massique équivalant à celle du moteur à essence* et consommant quand même du mazout.

M. Makhonine est aujourd'hui en France.

Il fournit à la marine, comme carburant d'aviation, du vulgaire goudron de houille traité par ses procédés personnels. Nul doute que sa locomotive à moteur léger et à transmission électrique n'apparaisse un jour sur nos voies ferrées de l'Est et du Nord, dont l'électrification est interdite par les nécessités militaires.

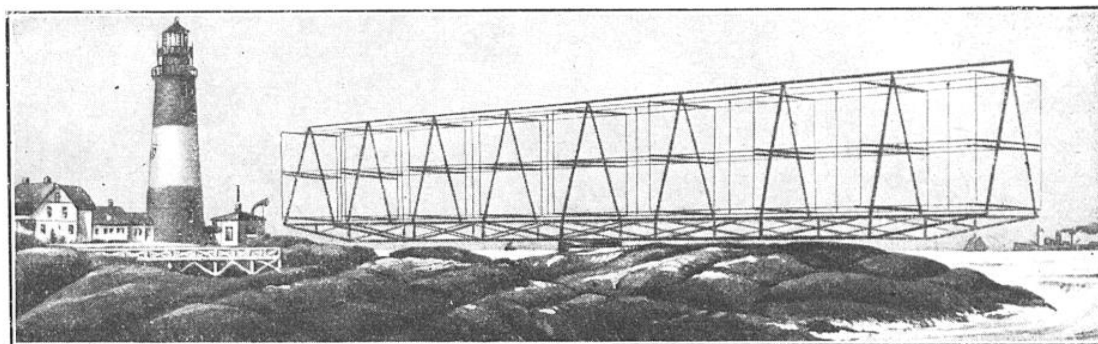
Nous pouvons, d'après ces quelques considérations, apercevoir clairement l'avenir des deux moteurs à carburant : le moteur léger a tout un programme de perfectionnements devant lui, et le moteur lourd à grande puissance s'affinera également pour supplanter définitivement la vapeur dans tous les départements de la locomotion.

La conquête de l'espace : les trois routes

DANS LES AIRS

La conquête de l'espace sera, dès lors, un fait accompli. Parvenue aux limites de la simplification et de la concentration matérielle, la puissance motrice des futurs engins portera les aéroplanes à ces vitesses de 330 mètres à la seconde et davantage (que nous prédit M. Bréguet), qui permettront à l'homme de marcher plus vite qu'une onde sonore. Ce ne sera pas encore le rêve de Wells remontant le cours d'un rayon lumineux, mais on pourra déjà rattraper une note de musique mal entendue...

Le record d'altitude en avion a dépassé



LE POSTE D'ÉMISSION A ONDES DIRIGÉES INSTALLÉ PAR MARCONI EN ANGLETERRE

L'ensemble de l'appareil tourne, à la manière d'un phare projecteur.

Après quoi, le moteur à bielle et à pistons évoluera, lui aussi, dans un avenir plus éloigné, vers la forme « turbine ». Il existe, en Allemagne, une puissante turbine à gaz de plusieurs milliers de chevaux, la turbine Holtwartz, qui fonctionne *régulièrement*. Ici encore, ce n'est qu'une question de matériaux et de technique pour réaliser la turbine à combustion interne résistant aux hautes températures et fonctionnant à des vitesses de rotation qui seront probablement de l'ordre de trente mille tours, comme dans le turbo-compresseur de M. Rateau. L'énergie produite devra, évidemment, se transmettre uniquement par l'intermédiaire de l'électricité.

A ce moment, la formule du « turbo-alternateur » se trouvera généralisée, depuis les groupes fixes de 200.000 chevaux, tel que celui auquel nous faisons allusion tout à l'heure et qui va être établi par la Société Brown-Boveri, jusqu'à ceux de 10 chevaux, gros comme un chapeau haut de forme, qui logeront sans peine sous un capot d'automobile.

12.000 mètres ; c'est dans cet air raréfié qu'on réalisera, en régime normal, les vitesses évoquées ci-dessus. La respiration artificielle par inhalateurs d'oxygène suffira — le professeur Charles Richet nous l'a assuré — pour alimenter les passagers sportifs. Aux autres, on offrira des cabines étanches.

Mais revenons à terre où, plutôt, à l'actualité.

L'aviation pratique se trouve maintenant dans sa période d'organisation. Revoyez la série des beaux appareils, depuis l'avion de chasse jusqu'à l'omnibus aérien. La succession de leurs images, parues dans cette revue depuis son origine, évoque ces films de botanique dont chaque photo fut prise à de longs intervalles, et dont le déroulement continu montre la germination d'une graine, l'ascension d'une tige, l'épanouissement d'une fleur. L'avion parvient à son épanouissement.

Ce qu'il réclame surtout, à l'heure actuelle, c'est qu'on éclaire sa route, les routes du trafic régulier, qui, seules, peuvent assurer son essor.

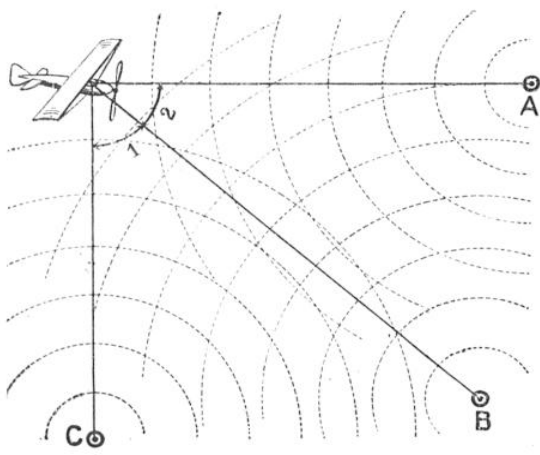
Dans ce but, on a installé des phares d'une puissance jusqu'ici inconnue : le feu du Mont-Afrique (Côte-d'Or) est visible à 400 kilomètres à la ronde, par temps clair. Oui, mais par temps brumeux ?...

Il y aura la T. S. F....

Deux moyens se présentent pour appliquer la T. S. F. à l'éclairage des routes aériennes : ou bien l'avion en voyage repérera par les moyens du bord (un cadre d'orientation) le plus de postes terrestres fixes qu'il pourra et, par des triangulations de recoupement, situera sa propre position sur la carte ; ou bien l'avion ne fera qu'enregistrer les « tocs » de phares tournants, dont les faisceaux d'ondes dirigées lui indiqueront, par des coups de balai analogues à ceux des phares maritimes, l'endroit où il se trouve exactement. Il suffira, dans ce cas, à l'avion de noter le passage de trois faisceaux hertziens différents (et bien identifiés par un rythme d'éclipses conventionnel) pour connaître sa position.

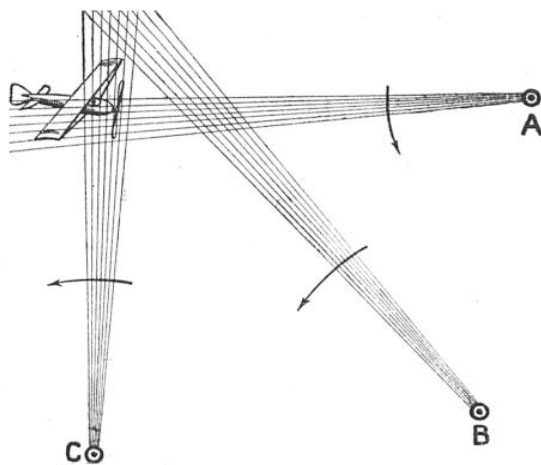
La première méthode a été récemment utilisée avec brio par le lieutenant Cornillon dans son raid Paris-Casablanca. La seconde, plus commode, à la portée de tous, sera la plus pratique. Les courtes ondes dirigées que M. Marconi est en train de mettre au point sur la côte anglaise, nous donnent bon espoir à ce sujet.

À l'approche des montagnes, des défilés dangereux, ou simplement à l'abord des aérodromes, le fil conducteur de William Loth, posé à terre et parcouru par un courant alternatif à haute fréquence, permettra



REPÉRAGE D'UN AVION SUR TROIS POSTES DE T. S. F. QUELCONQUES

L'avion, au moyen de ses cadres récepteurs, identifie les directions des trois postes fixes, ce qui lui donne son point sur la carte.



REPÉRAGE D'UN AVION SUR TROIS PHARES HERTZIENS A FAISCEAU TOURNANT (DANS LE SENS DES FLÈCHES)

L'avion note simplement les passages successifs des trois faisceaux (top) sur son antenne et, sans aucun calcul géométrique, trouve sa position relative aux trois phares, identifiés chacun séparément.

à l'avion de préciser sa route au moyen d'un appareillage simple qui fut décrit ici.

En résumé : phares lumineux puissants pour le temps clair, doublés de phares hertziens pour les temps couverts, avec câbles directeurs marquant les particularités de la route, voilà les trois dispositifs qui doivent logiquement jalonner bientôt la route de l'avion à trafic régulier.

Autre difficulté à vaincre : l'atterrissage en temps de brume.

L'avion, guidé par le câble Loth, est parvenu sur l'aérogare, recouverte d'une épaisse couche de coton. Comment va-t-il atterrir ? La seule réponse possible, la voici : par les dispositifs déjà expérimentés avec succès, qui permettent de diriger un avion à distance au moyen des ondes hertziennes ; il faudra prendre, de terre, la direction de l'avion qui désire aborder. De même, un pilote prend en main le navire à l'entrée d'une passe. Et le télémechanicien, dans sa guérite de l'aérodrome, amènera progressivement l'avion vers le terrain, où il le déposera, par des manœuvres précises, au point convenable.

Une autre suggestion : dernièrement, on a réussi à photographier des objets à travers la brume, grâce aux rayons infra-rouges, dont les grandes longueurs d'onde ne sont pas absorbées par les nuages de vapeurs. Le technicien qui arrivera à transformer cette photo « infra-rouge » en une vision directe par quelque moyen indirect que

ce soit, aura résolu définitivement le problème du pilotage des avions à travers la brume. Cela se fera.

SUR LA MER

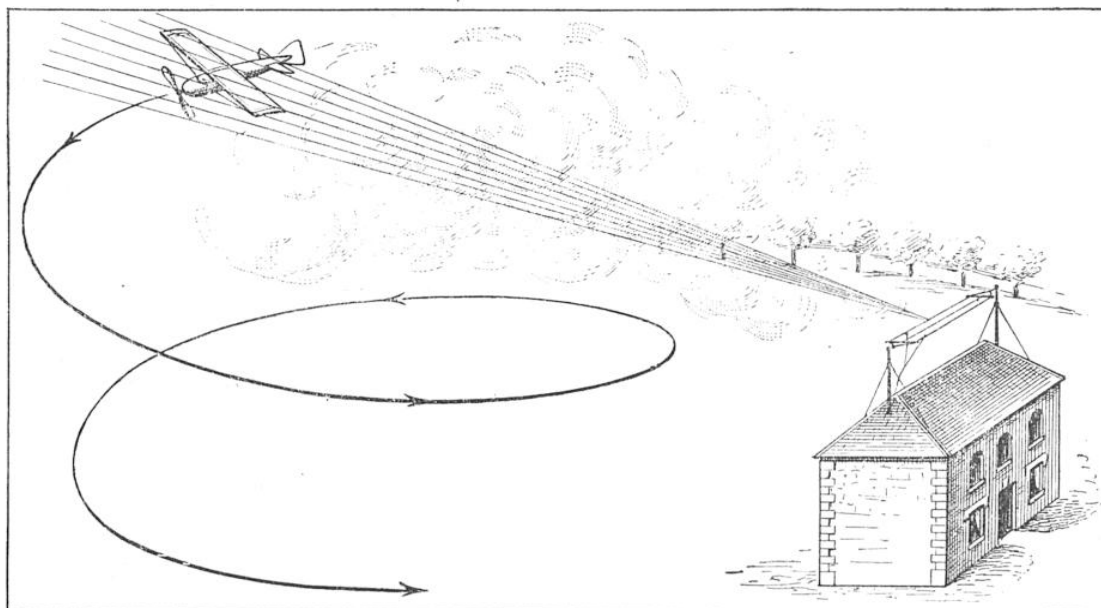
Et qui ne voit que cette utilisation des lumières invisibles sera la bienvenue sur l'Océan ?

Le phare hertzien et le câble Loth permettront aux navires d'entrer, sans hésiter, dans la Tamise ou dans le goulet de Brest, par n'importe quel temps de brouillard.

SUR TERRE

Et, puisque nous en sommes au chapitre des routes, finissons par un bref examen de la technique présente et future de la route terrestre.

La Science et la Vie a montré, à plusieurs reprises, comment on construit une route moderne, notamment aux États-Unis, où des appareils répandent le béton et l'égalisent avec une précision mathématique. On construit des routes avec toutes sortes



STATION DE PILOTAGE TÉLÉMÉCANIQUE DES AVIONS

Par temps de brume, le faisceau hertzien du « pilote » situé à terre va prendre possession des commandes de l'appareil et conduit celui-ci jusqu'au sol.

La route de la mer offre des problèmes dont il faudra bientôt se préoccuper. On ne peut plus naviguer de nos jours suivant des procédés qui n'ont pas changé depuis Christophe Colomb et même, à la lettre, depuis les Phéniciens, puisque c'est toujours sur les astres que l'on se guide.

A propos de la sécurité des navires, *La Science et la Vie* a décrit le mécanisme de sondage par échos d'ondes « ultra-sonores » (procédé Langevin-Chilowski). On vient d'installer sur la jetée de Calais un phare émetteur de telles ondes ultra-sonores, dont le faisceau se propage au sein de l'Océan et renseigne déjà suffisamment bien les navires qui approchent de la terre par temps couvert pour que ceux-ci puissent éviter sûrement les dangers de leur route.

de matériaux : briques argilo-siliceuses ou petits pavés, assis sur un lit de ciment ou d'asphalte. Mais il serait bien dommage d'épuiser les ressources immenses de la technique actuelle sur les rubans étroits dont dispose notre trafic et dont le tracé remonte au temps des carrosses.

L'Italie, de Turin à Milan, et la Belgique, sur le rivage d'Ostende, possèdent les premières routes européennes spécialement construites pour l'usage rationnel de l'automobile. L'Angleterre projette une magnifique voie qui ira de Londres à Manchester et à Liverpool. Large à souhait, rectiligne grâce à des tunnels et viaducs identiques à ceux des voies ferrées, la grand'route anglaise (que nous n'appellerons décidément ni « autostrade », par respect pour l'euphonie

et le français, ni « route automobile », puisqu'elle n'est pas un trottoir roulant) nous promet de réaliser bientôt une vision d'avenir.

Les deux seules façons de voyager seront alors : l'avion, pour les longs trajets à parcours très rapides ; l'automobile, pour les trajets moyens, où la vitesse de 100 kilomètres à l'heure suffira. Le chemin de fer et ses boîtes roulantes seront abandonnés aux marchandises.

L'aliment des machines

L'élargissement de la vie par l'usage des machines, c'est très beau, c'est même une philosophie profonde qu'il faut opposer résolument aux philosophies qui sacrifient l'action à la pensée soi-disant pure.

Mais les machines réclament un aliment. Cet aliment a pour noms, aujourd'hui : pétrole, houille, électricité.

Le pétrole est évidemment supérieur au charbon, au point de vue commodité. Le pétrole monte seul de trous de sonde profonds de 1.800 mètres s'il le faut. La houille est dure à extraire.

Commode à récolter, le pétrole est commode à utiliser. Le mazout s'emmagasine dans des citernes, d'où il coule tout seul aux brûleurs des chaufferies. Le feu est réglable instantanément. Ce n'est pas le cas pour la houille, dont l'allure de combustion sur les grands foyers offre une certaine « inertie » : on n'allume pas, on n'éteint pas en deux secondes un feu de 10 tonnes de houille.

Le pétrole est, en outre, la grande source actuelle des carburants.

Mais les ressources de pétrole s'épuisent dans le monde. La houille, au contraire, demeure très abondante. Elle subit une crise de débouchés.

Donc, il faut traiter la houille de telle sorte qu'elle remplisse les rôles des combustibles liquides. Qu'elle fournisse d'abord des carburants pour moteurs, et le reste ira de soi : les sous-produits de la distillation, le gaz et le coke continueront d'alimenter les grandes chaufferies.

Les centrales électriques conjuguées dès lors avec les usines traitant la houille seront, plus que jamais, les régulatrices naturelles des installations hydrauliques. Beaucoup de chutes d'eau, à débit trop irrégulier pour être actuellement équipées, pourront l'être demain. Par surcroît, l'énergie motrice du vent (qui est colossale, mais irrégulière) pourra servir à fabriquer de l'électricité, le coke et le gaz servant toujours de volant régulateur.

La chaîne des conséquences industrielles est, on le voit, indéfinie.

On peut dire que le problème de l'alimentation économique des machines pivote aujourd'hui tout entier sur le traitement rationnel de la houille.

La chimie industrielle

LES SYNTHÈSES

La houille est, en outre, l'immense réservoir des produits chimiques les plus divers.

Le noir charbon donne, par exemple, du benzol et de la naphthaline, qui sont les deux piliers de l'industrie des matières colorantes. De l'un et de l'autre jaillit la fameuse *aniline*, d'où l'on passe, par divers traitements, à toutes les couleurs de l'arc-en-ciel.

La palette des couleurs d'aniline est, on le sait, immense ; ses couleurs sont de *meilleure qualité* que les couleurs végétales, *si on veut bien y mettre le prix* (lequel représente encore une grande économie).

Le benzol malodorant fournit, par exemple, le parfum d'*amande amère*, des *muscs* et bien d'autres ; les produits pharmaceutiques les plus divers sont tirés de la houille ; la photographie en est tributaire.

Ces quelques rappels montrent comment le sort futur de certaines branches capitales de la chimie industrielle est lié au sort que l'industrie fera d'abord à la houille.

Mais voici paraître une chimie encore plus dégagée des sources hétérogènes et particulières de la nature, qui semble pouvoir faire n'importe quoi avec les éléments simples qui constituent ce « n'importe quoi ».

Vous disposez d'hydrogène, d'oxygène, de carbone. Avec cela, il faut faire de l'alcool ? On en fait (brevets Patart et de la Badische Anilin).

Du pétrole ? On en fait (résultats des recherches de l'ingénieur Audibert à Villers-Saint-Paul).

Ajoutons à ces trois corps élémentaires un quatrième, l'azote. On fait de l'ammoniaque (procédés Haber, procédé Georges Claude).

Le mécanisme de ces fabrications massives a toujours le même aspect : hautes compressions des gaz utilisés (200, 300, 400 atmosphères) et présence d'un corps catalyseur finement pulvérisé. Le nouveau creuset chimique est cela : un obus capable de résister à des pressions inouïes, à l'intérieur duquel est une sorte d'éponge métallique.

Mais d'autres synthèses, plus subtiles, s'organisent dès maintenant, de corps organiques précieux jusqu'ici fabriqués seulement par les végétaux. Exemples : la résine synthétique (bakélite) existe, et ses propriétés

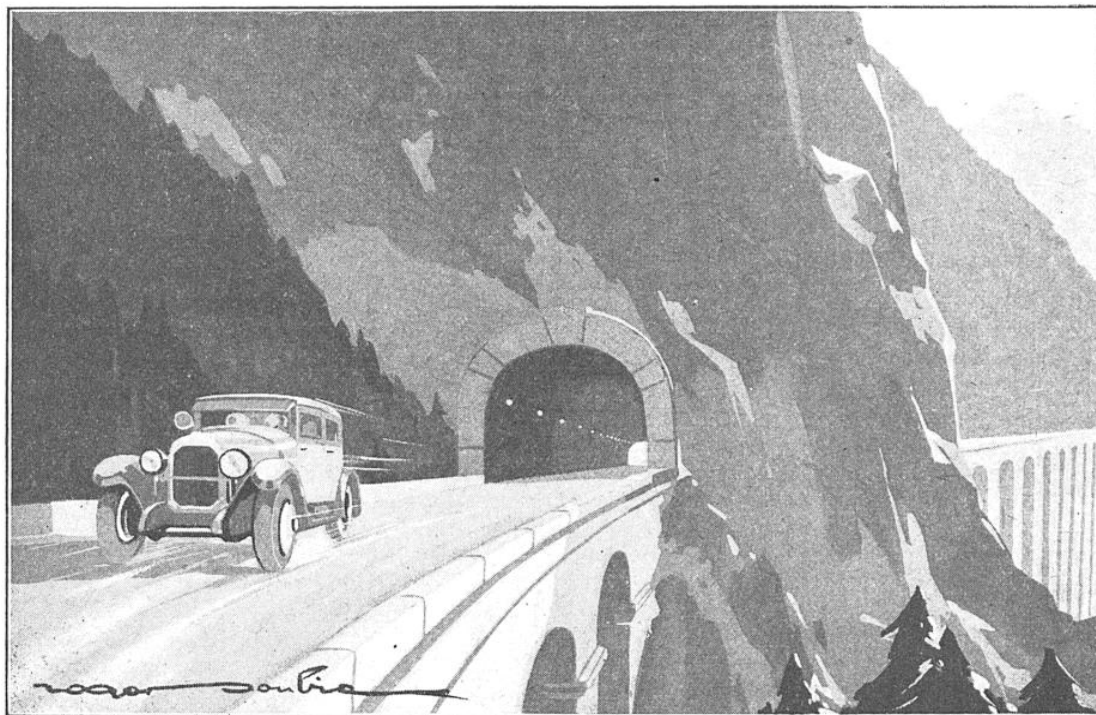
isolantes et de solidité sont extraordinaires. Le caoutchouc se fabriquerait synthétiquement, n'était, encore, la question du prix de revient ; demain, on ne demandera plus à l'hévea la substance des pneumatiques.

Ce qui n'empêche pas de dévier multitude de produits végétaux de leur destination primaire : on fait de la soie avec de la cellulose, de la laine avec de la fibre de

de quelques grammes par 100 kilogrammes.

Ensuite, les aciers spéciaux, au chrome, au nickel, au tungstène, au vanadium, au titane, sont entrés en jeu, chacun jouant un rôle précis.

Et l'électrometallurgie, aux fours puissants à températures précises, est intervenue. Peut-être, l'électricité se développant, le haut fourneau disparaîtra-t-il.



LA FUTURE ROUTE DE L'AUTOMOBILE

Viaducs, tunnels, tranchées, remblais, en un mot tous les travaux d'art qui jalonnent aujourd'hui la voie ferrée, seront mis au service de l'auto particulière. Et ce sera le premier progrès réel de la route depuis les temps des belles chaussées romaines.

bois, des vernis pour avions et des peintures pour carrosseries avec de l'acétocellulose.

LES MATÉRIAUX

La puissance des machines, avons-nous dit, dépend, pour une part, de la résistance des matériaux.

Il serait fastidieux d'entrer ici dans le détail des progrès de la métallurgie. L'acier n'est plus seulement du fer au carbone. Il y a d'abord mille dosages de ce fer et de ce carbone, suivant l'usage visé. Exemple : M. le Châtelier et M^{me} Curie ont systématiquement découvert, en 1915, le meilleur acier magnétique pour les aimants de magnétos en fixant le taux de carbone jusqu'à une précision

En tout cas, la métallurgie de l'aluminium, du magnésium et, demain, celle du silicium, seront à formule électrique, ainsi que la fabrication des matériaux de construction. Depuis que le grand chimiste Henry le Châtelier découvrit et formula, dans sa thèse de doctorat, la loi suivant laquelle les ciments se solidifient, ces matières de première importance n'ont cessé de progresser. Aujourd'hui, avec le ciment à la bauxite fondu au four électrique, on atteint probablement les plus hautes résistances qu'un matériau homogène de la lignée des pierres soit capable d'atteindre.

Les gratte-ciel n'auront bientôt plus besoin de l'adjuvant de l'acier, sinon pour leur armature.

La chimie est donc en train de renouveler les matériaux et les aliments de l'industrie humaine.

La Physique et l'Industrie

On pourrait dire que la physique pure est en train d'en renouveler les méthodes.

Les hautes températures, les hautes pressions, les courants à haute fréquence, les hauts voltages interviennent de plus en plus fréquemment.

Quoi de plus simple, physiquement, que, par exemple, le procédé de la *soudure électrique*, dans lequel l'électrode se consume pour fournir à la fois la chaleur et la matière de l'opération.

Et que dire de cette nouvelle flamme d'ordre « superchimique », inventée par Langmuir, qui dissocie d'abord en ses deux atomes la molécule du gaz physiquement le plus simple, l'hydrogène, pour obtenir ensuite, par la *recombinaison* de ces atomes en molécules, une température de 3.800 degrés?

Quoi de plus pratique, quand ils seront au point, que ces fours ou même ces simples creusets qui utilisent, pour atteindre les températures élevées, ce phénomène que M. d'Arsonval a, depuis longtemps, révélé aux thérapeutes : l'induction de courants à haute fréquence par le moyen de simples enroulements?

Et quels beaux matériaux coulent alors des fours électriques à température élevée!

En voici un d'aussi inespéré que pouvait l'être, jadis, l'aluminium : la silice, le sable vulgaire, directement fondu.

Le plus commun des minéraux, le quartz, devient un bloc de matière dont la transparence dépasse celle du verre le plus clair, dont la dureté, plus grande que celle du platine, n'est dépassée que par celle des pierres précieuses (que l'on fabrique, d'ailleurs, artificiellement par les mêmes procédés de fusion), dont l'inertie chimique défie tous les corrosifs et qui peut contenir, sans broncher, du platine fondu, dont le coefficient de dilatation est pour ainsi dire nul, propriété qui, jointe à sa malléabilité, permet d'en tirer des fils qui servent d'étaçons variables dans les mesures géodésiques les plus précises.

Tel est ce matériau, diamant du physicien, le cristal de roche, que l'industrie commence à produire en gros et qu'elle fournira peut-être, un jour, en quantités énormes, par exemple pour les aubages polis et réfractaires des turbines à gaz, dont nous parlions tout à l'heure, ou, plus prosaïquement, pour les socs de charrues.

L'industrie immatérielle et des ondes

Le quartz fondu nous introduit de *plano* dans l'une de ces industries de la lumière ou, plus généralement, de l'énergie radiante, qui, nées depuis vingt-cinq ans à peine, sont en train de s'étendre sans cesse, depuis le domaine des rayons X jusqu'à celui de la télégraphie sans fil.

L'ULTRAVIOLET

Les tubes de quartz ont permis de créer ces lampes à rayons ultraviolets, dont l'usage pourrait bien envahir, quelque jour, toute l'industrie chimique, ainsi que M. Daniel Berthelot l'a prévu depuis vingt ans.

Le rayonnement ultraviolet ne passerait pas à travers une cloison de verre, alors qu'il traverse aisément le quartz, du moins dans les gammes de ses ondes chimiques les plus utiles. D'où le moyen de purifier les eaux par ruissellement sur des lampes à vapeur de mercure; d'où ces cuves dans lesquelles, pendant la guerre, on réalisait certaines réactions de la fabrication des gaz toxiques, grâce au seul rayonnement d'une grille de tubes à rayons ultraviolets; d'où, encore, ces industries qui oxydent l'huile de lin à une allure accélérée par l'influence des lampes ultraviolettes, pour donner des vernis et des linoléums, ou qui blanchissent des toiles et des cartons par le même moyen.

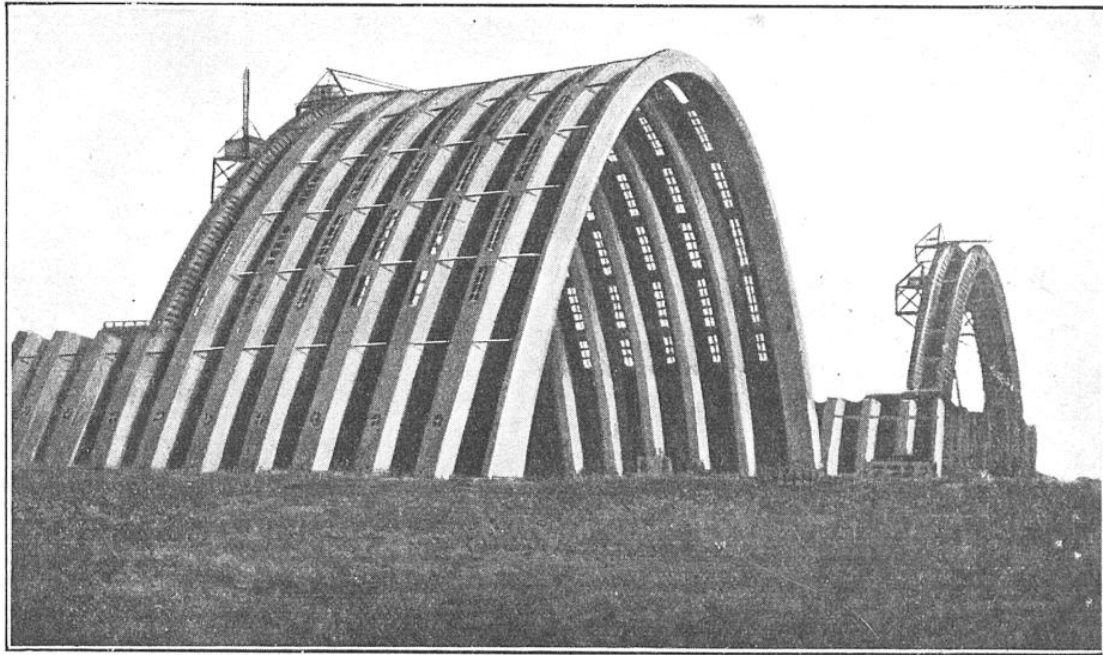
Des lampes de quartz à rayons ultraviolets équipent déjà certains laboratoires, où des importateurs avisés mûrissent, en quelques heures, des gousses de vanille cueillies et expédiées vertes ou d'autres fruits comme les ananas. A quand les serres chaudes à lumière froide, si l'on peut aventurer cette antinomie verbale, dans lesquelles les plantes seront forcées par l'activité des rayons ultraviolets? M. Daniel Berthelot va plus loin et voit, dans l'avenir du *xx^e* siècle, des usines où la synthèse des matières organiques azotées (disons le mot, des aliments) pourra se faire *in vitro* par un mécanisme analogue à celui que la nature met en jeu dans la fonction chlorophyllienne des plantes. Le sucre des fruits et l'amidon des farines se fabriquent, dans les champs, par la lumière du jour. Si cette chimie alimentaire se reconstitue jamais au laboratoire et à l'usine, ce sera sous une batterie de lampes de quartz.

LES RAYONS X

Le domaine des rayons X, lumière d'ondes encore plus courtes que l'ultraviolet, s'est, lui aussi, agrandi et aménagé.

Des ampoules de 250.000 volts sont en service dans le laboratoire de M. Perrin, professeur à la Sorbonne. Il en jaillit les rayons X les plus « durs » qu'on ait encore réalisés (longueur d'onde, 6 centièmes d'angstrom, l'angstrom valant un dix-millionième de millimètre). Évidemment, de tels rayons n'ont pas encore d'utilisation pratique. Les radiologues médecins n'utilisent guère que trois octaves de la gamme totale des rayons X, qui comprend seize octaves. Ils n'utilisent

ces chiffres : l'éclat de « l'ancienne » lampe électrique à filament de charbon était déjà cent dix fois plus élevé que celui d'une bougie. Mais dès qu'on sut forger le tungstène (1911), l'éclat des lampes à filament métallique devint quatre cents fois plus grand. Or, à l'heure actuelle, avec la lampe demi-watt, réalisée grâce aux travaux de Langmuir, travaux qui ont eu pour effet d'empêcher l'évaporation pure et simple du filament en « électrons », l'éclat de la source lumineuse



LES HANGARS D'ORLY, CHEF-D'ŒUVRE DE L'ARCHITECTURE MODERNE DU CIMENT ARMÉ

Sous ces ogives de 60 mètres de flèche destinées à abriter des dirigeables et couvrant une superficie de 300 mètres sur 91 mètres, Notre-Dame de Paris pourrait contenir presque entièrement. Seules, les tours dépasseraient de 7 mètres la moderne coupole.

guère de tensions supérieures à 60.000 volts. Et, pourtant, l'usage continu de ces rayons a coûté la vie à beaucoup de praticiens. Le maniement de rayons X entre à peine dans sa phase rationnelle.

Les métallographes ont, de leur côté, fait appel à l'ampoule des rayons X pour analyser certaines pièces métalliques et vérifier leur solidité interne.

L'avenir des rayons X est probablement riche d'applications pratiques.

LA LUMIÈRE

Mais remontons, à présent, vers des lumières plus humaines, la lumière tout court.

Les progrès de l'éclairage se résument dans

courante est deux mille quatre cents fois plus élevé que celui d'une bougie, la fameuse bougie stéarique de Chevreul, qui émerveilla la cour de Louis-Philippe.

Quant aux ampoules colossales (pour éclairer les studios de cinéma ou les aérodromes), on les réalise, aujourd'hui, sous une puissance de 30 kilowatts.

Il est vrai qu'à l'opposite, la lampe dite « grain de blé » permet, au moyen d'une sonde et d'un miroir, d'aller éclairer l'intérieur du rein ou encore de l'estomac, et même de *cinématographier* les mouvements musculaires de ce dernier.

La lumière ! On a pu lire dans *La Science et la Vie* tout ce qu'un opticien comme

M. Fabry peut lui faire révéler de secrets : le diamètre d'une étoile, les dimensions d'un système d'étoiles dont l'ensemble n'est qu'un point. Des télescopes de 5 mètres de diamètre sont à l'étude et presque en chantier. Mais, sans sortir du domaine terrestre de l'industrie pratique, rappelons simplement quelles merveilles l'œil « photo-électrique » permet de réaliser dès maintenant et d'espérer pour demain.

LA CELLULE PHOTO-ÉLECTRIQUE

L'œil « photo-électrique » est cette ampoule dont la rétine est une pellicule de potassium, d'où le moindre rayon lumineux fait jaillir un flot d'électrons proportionné à son intensité. Les électrons engendrent un courant, qu'on recueille, qu'on amplifie, etc... Moyennant quoi, l'on peut, par exemple, monter une horloge qui, enregistrant automatiquement le passage au méridien d'une étoile, donnera un *top* précis à la Tour Eiffel, qui l'irradie simultanément dans le monde entier. Un mécanisme d'ordre plus terre à terre, mais non moins ingénieux, est utilisé à Cuba pour trier les cigares. La machine examine chaque cigare à l'œil « photo-électrique » et, suivant sa teinte, le classe dans l'une des trente catégories que compte désormais la gamme des cigares, du plus clair au plus foncé, alors que les ouvrières expérimentées ne connaissaient que huit catégories.

Ce détail montre que, vraiment, l'œil *industriel* est chose réalisée, et cette nouvelle « machine-outil » méritait bien d'être signalée.

La cellule photo-électrique est, d'un autre côté, le pivot des recherches — déjà fort avancées — de télévision. On sait que M. Berlin a poussé fort loin ce mécanisme d'enregistrement, au départ, de rayons lumineux porteurs d'images ponctuelles différentes et de restitution des mêmes rayons, à l'arrivée, sur un écran, en un faisceau de rayons visuels. Le mécanisme de la vision à distance ne laisse plus, théoriquement, rien à désirer.

LA T. S. F. DANS LE DOMAINE PUBLIC

En attendant, cette ultime merveille, la téléphonie sans fil et la T. S. F. progressent à pas de géants. Cependant, elles raccourcissent ces pas qui, chacun le sait, sont des ondes. Les premières lames de fond de l'éther qu'utilisaient et utilisent encore des stations comme la Croix-d'Hins ou Sainte-Assise, et qui peuvent aller jusqu'à 25 kilomètres d'envergure, cèdent la place à des vagues minuscules, minime clapotis n'embrassant pas plus de 200, ou 100, ou 60 mètres

et atteignant quand même, sous l'ingénieux pilotage d'un Deloy ou d'un Pierre Louis, les antipodes, la Nouvelle-Zélande, l'Argentine, etc... Un seul obstacle enraye, pour l'instant, l'envol définitif des ondes courtes, c'est l'ignorance où l'on se trouve des causes qui empêchent subitement leur transmission, le jour principalement.

La technique des ondes courtes a permis à M. Marconi d'obtenir la direction des ondes et leur concentration en faisceau qui réalise avec 7 watts les mêmes prouesses que les antennes ordinaires avec 10.000 watts.

Sept watts ! Quel est l'amateur qui ne pourra se payer un jour une lampe émettrice de 7 watts, et téléphoner de la sorte, à tort et à travers, à tous ses amis !

L'AUTOMATISME

J'aurais voulu dire un mot, ici, du téléphone automatique, qui, à pas pesants, fait son entrée dans l'administration française, mais de telles perspectives de téléphonie libre — enfin seuls ! — nous permettent d'attendre avec indulgence l'automatisme et la rapidité que les P. T. T. nous ont promis et qu'ils commencent, d'ailleurs, à réaliser avec beaucoup de science.

La distribution automatique des signaux n'est d'ailleurs plus l'apanage exclusif des téléphones urbains. Le choix automatique, par un appareillage électrique, d'une ligne d'abonné sur un lot de plusieurs milliers, n'est qu'une opération assez simple auprès de celle qui consiste à diriger à distance une automobile, un avion, un cuirassé (comme on fit ces dernières années avec l'*Iowa*, aux Etats-Unis). Ces actes compliqués, réalisés à distance par le moyen d'ondes hertziennes impressionnant des appareils sélecteurs, sont des actes désormais *industriels*. Une usine hydroélectrique perdue dans la montagne, un petit moulin électrique sur un ruisseau (source d'énergie qu'on néglige parce qu'elle ne vaut pas l'immobilisation d'un personnel de surveillance), une station de transformation de courant, voilà des établissements industriels que, désormais, on dirige à distance par le moyen d'un clavier général tenu par un seul préposé. La transmission, dans ce cas, se fait par fil. La liaison est, d'ailleurs, constante, et des appareils situés dans les usines sont toujours prêts à signaler les pannes, le genre de pannes, à moins que, celles-ci étant prévues, ils ne prennent le soin de dépanner l'usine, automatiquement.

Je parlais, tout à l'heure, de cette conquête caractéristique de l'œil électrique, qui

élève la machine-outil du rang d'ouvrier manuel au rang d'ouvrier sélectionneur de teintes. Mais la télémechanique réalise un progrès d'un ordre encore supérieur, puisque c'est le mécanisme même du travail intellectuel de surveillance et de direction qu'assument les appareils en question.

Approchons-nous vraiment de l'heure prédite par Walther Rathenau, où un seul homme, le directeur-ingénieur en chef, conduira automatiquement une usine de première grandeur. Installé devant ses appareils transmetteurs d'ordres et récepteurs de renseignements, cet ingénieur sera un simple officier de quart sur le navire en marche.

Les machines à penser

Ce qu'on pourra réaliser demain en Automatique, il faudrait le demander au maître incontesté de cette science, l'académicien espagnol Torrès de Quevedo.

Ne parlons ici que pour mémoire de ces appareillages électriques, montés par le savant, et qui se chargent de résoudre les équations les plus compliquées (certaines du 5^e degré et quelques-unes différentielles). Au près de ces chefs-d'œuvre, les machines à calcul usuelles, cependant admirables, ne sont que de petits bébés en train de balbutier.

Quand elle aura grandi, la machine à calculer fera les opérations les plus ex-

traordinaires qui assomment aujourd'hui — je ne dis pas seulement les comptables, que les « cerveaux d'acier » usuels peuvent, dès maintenant, remplacer *totement*, si l'on fournit aux machines un moyen d'écriture et de lecture qui leur soit propre (le carton perforé) — mais encore des ingénieurs de valeur, qui ont autre chose à faire que de calculer une courbe après en avoir établi l'équation (la polaire d'un aéroplane, par exemple) ou même seulement une chaîne suffisamment caractéristique de points.

Je vois très bien l'Automatique de M. Torrès de Quevedo, joint peut-être à la Nomenclature de M. Maurice d'Ocagne, se concentrer dans une usine à mathématiques, où des

industriels abonnés viendraient, à tout moment, puiser une demi-heure, un quart d'heure, cinq minutes, de calculs fastidieux et précieux. Si, quelque jour, une chimie rationnelle voit le jour, une chimie qui permette de déduire toutes les réactions possibles de combinaisons données, ne voyons-nous pas qu'il faudra bien chercher, par de tels coups de sonde, telle ou telle réaction dans les milliards qui seront possibles?

Une machine capable de choisir l'opération à faire entre mille, comme l'autre choisit ses cigares, quelle utopie, direz-vous? Pardon. M. Torrès de Quevedo a construit et montré à Paris, en 1912, un *échiquier* automatique sur lequel fonctionnaient un Roi et une *tour* blancs et un Roi noir. Vous preniez le Roi noir, et de quelque façon que vous jouiez, l'échiquier répondait automatiquement par le coup convenable. Et la machine gagnait à tout coup cette « fin de partie ». Il est évident que c'eût été simple question de patience et... d'argent que d'équiper ainsi plus de trois pièces, sinon le jeu complet.

L'Automatique demeurera le terme de notre investigation cyclique des grandes inventions contemporaines. Ce terme comporte une morale philosophique, dont je ne vous ferai pas grâce. S'il

est vrai, comme l'a montré M. Bergson, que l'Intelligence est surtout une faculté *pratique*, essentiellement physicienne, appliquée, par la Science, à la conquête des choses matérielles (le monde moral et esthétique étant réservé à l'intuition), eh bien! il est évident que le progrès industriel doit parvenir à nous libérer totalement du fastidieux travail « mécanique », — autant le manuel que celui du cerveau. Les machines sont les esclaves, les « nègres » de l'humanité future, si, toutefois, l'humanité n'abandonne pas ses ingénieurs supérieurs, qui sont les inventeurs et les savants, tels ceux dont les noms jalonnent le début de cette étude.

JEAN LABADIE.



LE MASTODONTE ET LA FOURMI
DES LAMPES A FILAMENTS

Ampoule de 30 kilowatts comparée à la modeste « demi-watt » de nos appartements. Au-dessous de celle-ci existe, d'ailleurs, la lampe « grain de blé », destinée aux sondes médicales et si petite qu'elle ne pouvait être représentée ici.

A PROPOS DU CINQUANTENAIRE DU TÉLÉPHONE

C'EST LE FRANÇAIS CHARLES BOURSEUL QUI A CONÇU LE TÉLÉPHONE

On vient de fêter le cinquantenaire du premier appareil téléphonique. A cette occasion, une émouvante cérémonie eut lieu à Saint-Céré (Lot), devant le monument élevé à Charles Bourseul, qui, vingt-deux ans avant l'Américain Graham Bell, avait clairement exposé le principe « de la transmission de la parole par l'électricité ». La note même publiée par Bourseul démontre irréfutablement que c'est lui qui a nettement conçu cette transmission du mouvement vibratoire qui n'est autre que le son. A cette époque, ce précurseur ne fut pas apprécié. Il appartient à la lignée de ceux qui ont enrichi la science et que la science n'a pas enrichis.

DANS une note datée du 18 août 1854, Charles Bourseul, jeune commis des télégraphes au bureau de Paris-Bourse, exposait ses idées sur les télécommunications et s'exprimait ainsi, après avoir passé en revue les différentes méthodes télégraphiques de l'époque :

« Je me suis demandé si la parole elle-même ne pourrait pas être transmise par l'électricité. La chose est praticable, et voici comment :

« Les sons, on le sait, sont formés par des vibrations et apportés à l'oreille par ces mêmes vibrations, reproduites par les milieux intermédiaires. Imaginez, continue Bourseul, que l'on parle près d'une plaque vibrante assez flexible pour ne perdre aucune des vibrations produites par la voix ; que cette plaque établisse et interrompe successivement la communication avec une pile, vous pouvez avoir à distance une autre plaque qui reproduira en même temps les mêmes vibrations et la voix.

« A moins d'être sourd et muet, qui que ce soit pourrait se servir de ce mode de transmission, qui n'exigerait aucune espèce d'appareil. Une pile électrique, deux plaques vibrantes et un fil métallique suffiraient.

« Quoi qu'il arrive, il est certain que, dans un avenir plus ou moins éloigné, la parole sera transmise par l'électricité. J'ai commencé les expériences ; elles sont délicates et exigent du temps et de la patience ; mais les approximations obtenues font entrevoir un résultat favorable. »

Le téléphone est là au complet

On y trouve la plaque vibrante, le fil conducteur, la pile. Malheureusement, Bourseul ne pouvait, sans appui, continuer ses expériences. Et, malheureusement aussi, à cette époque son invention fut considérée

comme une conception « fantastique », et on lui fit savoir « d'avoir à s'occuper de choses sérieuses ». Il abandonna ses travaux, l'oubli se fit peu à peu autour de son nom, et ce fut à Graham Bell, attaché à une école de Sourds et Muets de Boston, que revint, en 1876, l'honneur de réaliser le premier appareil téléphonique qui transmet la voix humaine.

Bell eut-il connaissance des travaux de Bourseul ? On peut le penser, si l'on songe que la note précitée fut publiée, en France, par notre excellent confrère *l'Illustration*, le 20 août 1854, vingt-deux ans par conséquent avant la réalisation de Graham Bell, et que, bien des années encore auparavant, le père de Bell avait déjà mis en application, en Angleterre, l'idée préconisée par le père même de Bourseul en ce qui concerne le moyen de faire parler les sourds-muets. Les relations des deux familles avaient certainement amené les inventeurs à échanger leurs idées.

Sans nul doute donc, si le téléphone est l'œuvre d'un savant américain, on ne saurait refuser à Bourseul le mérite de l'idée, et c'est là le véritable génie dans l'invention.

J. M.



CHARLES BOURSEUL

QUE NOUS APPORTA 1926 ?

Les préoccupations scientifiques de l'heure présente

Par Marcel BOLL

PROFESSEUR AGRÉGÉ DE L'UNIVERSITÉ, DOCTEUR ÈS SCIENCES

Il est, dans la science, des problèmes fort ardu, dans le domaine théorique comme dans le domaine pratique, qui, pour être compris, exigent des connaissances scientifiques assez élevées. En général, LA SCIENCE ET LA VIE élimine toutes les études d'un caractère trop élevé pour la majorité de ses lecteurs ; fidèle à sa maxime, elle est rédigée pour être comprise par tous. Cependant, il y a des sujets d'un haut intérêt scientifique et philosophique qui demandent à ne pas être passés sous silence, et plusieurs de nos lecteurs, qui ont eu le bonheur de recevoir une culture scientifique supérieure, nous ont demandé de présenter, de temps à autre, à leur intention, des études d'un caractère plus élevé bien qu'aisément accessible, de façon à être tenus au courant des préoccupations de la science moderne. En effet, de nombreux lecteurs de LA SCIENCE ET LA VIE, depuis leur sortie de l'école et leur entrée dans la carrière industrielle, ont perdu de vue les découvertes scientifiques d'ordre supérieur ; cependant, la plupart d'entre eux sont fort désireux de lire, dans un article de haute vulgarisation, ce que tout homme cultivé doit savoir. Nous avons donc demandé à M. Boll, qui est certainement l'un des savants les plus estimés, à l'heure actuelle, et qui sait présenter les faits sous une forme très accessible, de rédiger l'article en question. Nous sommes persuadés que la plupart de nos lecteurs auront grand intérêt à le lire attentivement.

Faire le point

IL y a tout juste un an (1), dans un article intitulé : *Où en sont les sciences physiques ?*

je m'efforçais de faire comprendre quels sont les principes directeurs de la connaissance scientifique et comment ces principes furent mis en pratique par les grands savants du passé, en m'appuyant sur des exemples accessibles, encore que suffisamment généraux.

Aujourd'hui, je désirerais exposer pour les esprits curieux quelques-unes des questions de science pure auxquelles s'attachent les plus illustres de nos contemporains, en ce qui concerne l'étude du monde inorganique ou, de préférence, en ce qui concerne la physique. ce mot étant pris dans son sens le plus général. Nous assistons, en effet, à une unification progressive, à une synthèse de plus

en plus complète de notre savoir, puisque la physique vient d'incorporer, coup sur coup, les sciences voisines : la géométrie, la mécanique et la chimie.

On se souvient des subdivisions que comportait — que comporte encore — un manuel de physique élémentaire : pesanteur, cohésion, hydrostatique, chaleur, acoustique, optique, électricité, magnétisme (fig. 1). Eh bien ! à l'heure actuelle, la physique théorique se trouve ramenée à deux parties, qui n'en font ou, plutôt, qui n'en feront qu'une : l'inertie-gravitation et l'électricité-magnétisme. La première (inertie-gravitation) embrasse d'abord toute l'ancienne géométrie, toute l'ancienne mécanique et ses dépendances : pesanteur, étude des liquides incompressibles et non vis-

queux, acoustique ; il faut, en outre, lui rattacher la chaleur « sensible », qui est un mouvement désordonné des particules

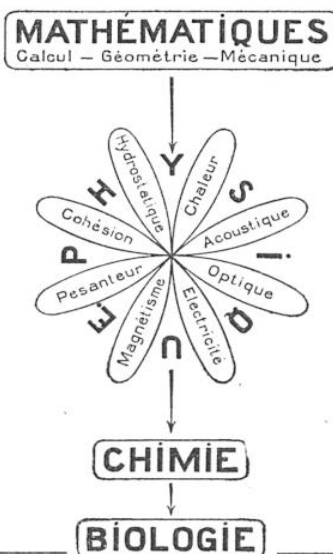


FIG. 1. — COMMENT, AU XIX^e SIÈCLE, ON CONCEVAIT LES RELATIONS ENTRE LES SCIENCES
En conformité avec les connaissances de son temps, Auguste Comte divisait les sciences théoriques les plus simples en mathématiques, physique, chimie, biologie.

(1) *La Science et la Vie*, décembre 1925, p. 486-494.

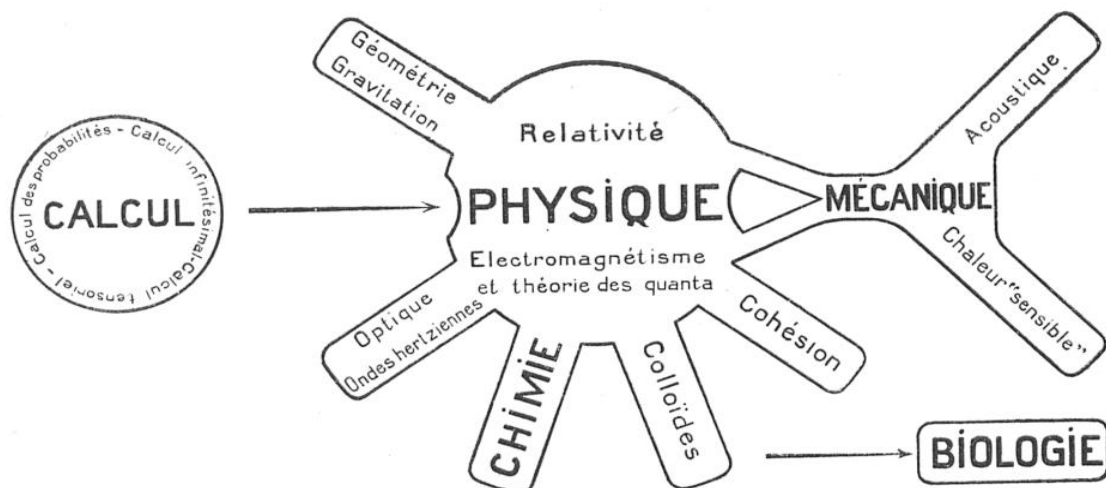


FIG. 2. — CE QU'EST LA PHYSIQUE AUJOURD'HUI

La physique a progressivement incorporé la géométrie, la mécanique et la chimie ; cette unification de nos connaissances aura certainement une portée pratique incalculable.

matérielles. Quant à la seconde partie, l'électricité-magnétisme, elle a conquis toute la physique des radiations (y compris l'optique et la chaleur rayonnante), la conduction de la chaleur, mais aussi la cohésion de la matière — c'est-à-dire sa résistance à la déformation et à la rupture — et enfin, toutes les réactions chimiques, qui se réduisent finalement à des déplacements de corpuscules électrisés. La figure 2 a pour but de schématiser ces indications très sommaires, qui seront précisées par la suite.

Faire le point, c'est, dans le langage des marins, déterminer la position du navire. Nous allons, si vous le voulez bien, faire ensemble le point en physique, et nous nous apercevrons que, si la physique s'apparente aux plus hautes abstractions du calcul, elle permettra aussi d'aborder les problèmes les plus passionnants, dont sont le siège les êtres vivants.

Le calcul tensoriel et les matrices

Il ne m'appartient pas de parler ici des mathématiques pures, et ce serait une gageure, une vaine gageure, de vouloir énoncer *sans formules* les principales préoccupations des mathématiciens, j'entends de ceux qui font avancer la science, car, ce qui étonnera peut-être, les mathématiques se

perfectionnent chaque jour. Au surplus, les lecteurs que la question intéresserait se reporteront utilement au petit ouvrage de Georges Matisse (1), où ils pourront lier connaissance avec la théorie des fonctions et l'analyse fonctionnelle, les équations intégrales, les invariants intégraux, la théorie des groupes.

Cette simple énumération justifie, je crois, mon silence ; toutefois, il convient d'insister sur un fait, jusqu'ici inconnu dans l'histoire des sciences, à savoir que la physique réagit vivement sur les mathématiques, en invitant ces dernières à s'occuper des problèmes qu'elle a besoin de résoudre. Récemment, je m'occupais ici même du *calcul des probabilités* (2) ; pour parfaire ces indications, disons en quoi consistent deux théories récentes, l'une qui est à la base de la relativité, l'autre qui jouera vraisemblablement un rôle important à propos des quanta.

Le calcul tensoriel est un développement du calcul vectoriel. Voici, en deux mots, de quoi il s'agit. La *température*, en un point, est complètement définie par un seul nombre. Au contraire, si nous voulons exprimer sans

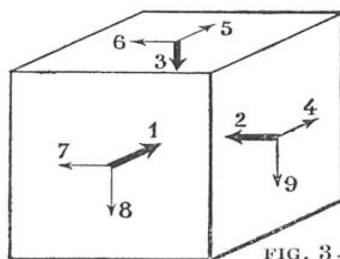


FIG. 3.

LES NEUF COMPOSANTES DU TENSEUR « TENSION »

Elles correspondent aux neuf manières d'agir mécaniquement sur le cube : par compression (1, 2, 3) et par cisaillement (4, 5, 6, 7, 8, 9). Le calcul tensoriel permet de représenter cet ensemble de neuf composantes par une seule grandeur (appelée précisément « tenseur »).

(1) *Le mouvement scientifique en France. Les sciences physicochimiques et mathématiques* (Payot).

(2) « La chance et le hasard » (*La Science et la Vie*, août 1926, p. 97-107).

ambiguïté la *position* d'un point à la surface de la Terre, nous devons nous donner deux nombres : la longitude et la latitude. De même, pour connaître la *vitesse* d'une balle de fusil, — ou de tennis —, ce sont non plus deux, mais trois nombres qui seront nécessaires : la valeur de cette vitesse (en kilomètres par seconde, si l'on veut), l'angle que fait la direction de la balle avec le plan horizontal et l'angle qu'elle fait avec le méridien : une grandeur à trois composantes, comme la vitesse, est dite un « vecteur » ou mieux — maintenant — un « tenseur du premier ordre ».

Allons un peu plus loin. Lorsqu'on s'applique à déformer un corps — par exemple, à fléchir une baguette — la *tension* à l'intérieur de cette baguette est une grandeur à neuf composantes : trois pour les pressions normales (genre « compression »), six pour les pressions tangentielles (genre « cisaillement »); une grandeur à neuf composantes, comme la tension, est un « tenseur du second ordre » (fig. 3).

L'intérêt de ces considérations est facile à comprendre : on a établi des règles rigoureuses et faciles, permettant de traiter d'un seul coup des ensembles de 3, de 9, de 27... nombres, avec autant d'aisance que s'il était question d'une seule durée ou d'une seule température. Ce calcul est tellement condensé que, par quelques signes, on peut représenter 280 trillions de grandeurs ! Non seulement, il constitue, par rapport à l'algèbre, un progrès bien plus essentiel que ne l'était l'algèbre par rapport au vulgaire calcul arithmétique, mais il est tellement adapté, par sa nature même, aux phénomènes de notre monde, qu'il développe automatiquement les théories, sans que nous ayons besoin de nous en donner la peine... Physiciens et mathématiciens peuvent être fiers de leur étroite collaboration.

Restent les matrices (telles qu'elles commencent à s'introduire dans la théorie des quanta). Une matrice, c'est un tableau indéfini de lignes et de colonnes. La matrice la plus simple s'écrit :

1	0	0	0	0	
0	1	0	0	0	
0	0	1	0	0	
0	0	0	1	0	
0	0	0	0	1	

et ainsi de suite, indéfiniment (c'est ce qu'on appelle la « matrice unité »). Autre exemple simple de matrice, la table de Pythagore :

1	2	3	4	
2	4	6	8	
3	6	9	12	
4	8	12	16	

Ceci posé, le « calcul matriciel » suggère la même remarque que le calcul vectoriel : on traite d'un seul coup un ensemble de grandeurs, mais, dans une matrice, ces grandeurs sont en nombre *infini* ! Ainsi que j'y ferai allusion tout à l'heure, une matrice, qui, dans les calculs, est capable de fonctionner comme un nombre unique, sert à représenter les divers états d'un même atome, qui émet ou absorbe des lumières de différentes couleurs.

Je m'arrête, car je sens que je ne serais plus suivi. Voilà, néanmoins, les instruments qu'il faut posséder à fond, si l'on veut connaître la relativité et les quanta. Et cependant, que de personnes se sont imaginées capables d'émettre un jugement personnel ou d'apporter une contribution originale dans ces domaines, en négligeant d'en faire l'apprentissage indispensable : elles se mettaient dans le cas d'un caissier qui ne saurait pas faire une addition...

Les invariants

Encore une question fondamentale que nous mentionnerons en passant. Les philosophes ont, pendant des siècles, discuté pour savoir si ce qui apparaît à nos sens — formes, couleurs, résistances, sons,... — étaient des « apparences » ou des « réalités ». Le problème restait insoluble tant qu'on l'abandonnait aux phrases creuses de la dialectique.

Or, ce problème est en train de se renouveler. La science contemporaine, grâce à la relativité, a réussi à montrer que telle propriété est plus fondamentale que telle autre. Dans ce but, on se préoccupe de faire mesurer la grandeur correspondante par plusieurs groupes d'observateurs en mouvements les uns par rapport aux autres, et il se présente deux alternatives :

1° La grandeur prend des valeurs différentes pour les divers observateurs : c'est le

cas pour les longueurs, les durées, les vitesses, les masses, les poids, les énergies, les températures... et pour bien d'autres grandeurs encore. Il en résulte immédiatement que ces grandeurs n'ont, dans la réalité, qu'une *importance secondaire* ; ainsi, en dépit des apparences, la notion d'espace, celle de temps, ne sont pas des « catégories » primordiales, et les systèmes philosophiques qui s'étaient figuré le contraire, deviennent caducs, définitivement caducs ;

2° La grandeur est mesurée de la même façon par n'importe qui : on dit alors qu'on a affaire à un *invariant*. Citons comme exemples : cette union intime de l'espace et du temps qu'on nomme intervalle ; la charge électrique ; l'entropie (quotient d'une quantité de chaleur par une température) ; l'action (produit de l'énergie d'une vibration par sa période). Je me rends bien compte que ce sont là des termes obscurs, des grandeurs baroques, qui ne disent rien à l'imagination ; mais rien n'est plus apte à faire toucher du doigt le divorce qui s'accroît de plus en plus entre « le gros bon sens de tous les jours » et « l'énigme des hautes spéculations scientifiques ».

Toujours est-il que, lorsqu'il s'agira de se représenter « la vraie figure du monde », ce que la réalité *est*, malgré les apparences illusoires, on ne pourra pas faire appel à l'espace, au temps, à la température, à l'énergie, ... mais c'est à l'intervalle, à la charge, à l'entropie, à l'action, ... qu'il faudra recourir. Et n'oublions pas qu'une connaissance de plus en plus approfondie du monde est la condition indispensable de tout progrès essentiel, même dans le domaine de la pratique.

L'identité de la matière et de l'énergie

La physique du siècle dernier considérait la matière et l'énergie comme deux « entités » irréductibles. La matière se caractérise par sa résistance au mouvement, son inertie, sa *masse* ; en usant d'un langage plus familier, la quantité de matière renfermée par un corps est d'autant plus grande qu'il renferme un plus grand nombre de grammes. Quant à l'énergie, nous l'exprimerons en kilowatts-heure : 1 kilowatt-heure est tarifé entre 1 franc et 1 fr. 25 par les secteurs électriques ; il peut être transformé en chaleur, en mouvement, ... ; on peut l'utiliser à soulever des poids (dans une machine parfaite, il permettrait d'élever d'un mètre 367 tonnes) ; le kilowatt-heure est donc une énergie relativement considérable.

On sait, aujourd'hui, que la masse est d'origine électromagnétique, d'une part, et,

d'autre part, qu'elle est, au fond, identique à toutes les formes si variées de l'énergie (mouvement, chaleur, réactions chimiques, etc.). Il y a plusieurs décades qu'on parle de « dématérialisation de la matière » ; mais, au XVII^e siècle, la comtesse d'Aulnoy, dans ses *Contes de fées*, décrivait des peintures mouvantes, et personne ne songe à lui attribuer la découverte du cinéma. Il en est de même ici : l'identité de la matière et de l'énergie est une conséquence de la relativité, déduite à peu près en même temps (1912) par Einstein et par Langevin. La matière, c'est ainsi de *l'énergie condensée*, mais c'est, en même temps, ne l'oublions pas, de l'électricité.

Résultat qui tient du prodige : lorsque ces savants exprimèrent un gramme en kilowatts-heure, le nombre fut absolument fantastique : un gramme de matière quelconque renferme vingt millions de kilowatts-heure. En d'autres termes, un vieux clou qui n'a aucune valeur, rapporterait vingt millions de francs à celui qui serait assez adroit pour libérer l'énergie qui se cache en lui. Il y a là de quoi tenter les inventeurs ! Nous indiquons ailleurs (1) le moyen *théorique* qui se présente à nous pour nous approprier un centième de cette richesse. Mais c'est le cas ou jamais de regretter qu'il y ait si loin de la coupe aux lèvres ! En somme, à l'heure actuelle, l'humanité se trouve dans la situation d'un voyageur très riche, jeté sur une île déserte : il sait que vingt de ses billets de mille sont *équivalents* à une automobile... et il est obligé d'aller à pied.

Les trois états. Viscosité et cohésion

La matière se présente à nous sous trois états. N'importe quel aspirant au certificat d'études saura que ce sont les états gazeux, liquide et solide. Dans les gaz, les molécules sont très éloignées les unes des autres, comme des oiseaux dans une volière, et, jouissant de la plus grande liberté, elles prennent des vitesses individuelles considérables. Aussi les gaz n'ont-ils pas de forme propre et occupent-ils tout l'espace qu'on leur offre. Dans les liquides, les molécules sont presque au contact, et elles ne sont libres que de rouler les unes sur les autres, à la façon de la grenaille de plomb dans un sac qu'on secoue. Enfin, dans les solides, les actions mutuelles qui s'exercent entre les molécules sont telles qu'elles ne peuvent se mouvoir que sur place, en se bornant à tourner comme des danseurs dans une salle comble.

Voilà ce qu'on aurait dit sur les états de

(1) Voir page 517 de ce numéro.

la matière il y a cinquante ans. Mais, à présent, cette classification en corps solides, liquides et gazeux a perdu une grande partie de son intérêt : elle nous ferait penser à un colonel qui répartirait ses hommes entre ses trois bataillons d'après la couleur de leurs cheveux....

Aujourd'hui, nous sommes mieux renseignés sur la structure interne de la matière, et la considération qui domine, c'est celle d'ordre et de désordre. Les gaz sont l'empire du désordre ; mais les liquides et les solides sont parfois ordonnés et parfois désordonnés. Pour préciser par un exemple, nous comparerons deux gouttes, l'une d'eau (fig. 4), l'autre de savon fondu (fig. 5) : tandis que, dans l'eau, les molécules ont n'importe quelles directions, le savon liquide, au contraire, est formé de couches parallèles, dans lesquelles les molécules ont la même direction ; ces couches sont, d'ailleurs, flexibles, elles sont soumises à des ondulations, elles frémissent incessamment, sans perdre leur individualité.

Pour conclure, on persiste à distinguer trois états de la matière, *mais ce ne sont plus les mêmes* : désordre, demi-désordre, ordre, ou bien : état amorphe, état mésomorphe, état cristallin. Tous les gaz, les liquides habituels, les verres sont amorphes ; nous avons vu (fig. 5) un exemple de demi-désordre avec le savon fondu, corps mésomorphe ; enfin, les cristaux sont parfaitement ordonnés, et les molécules y occupent des positions fixes, comme les boîtes de conserve dans les échaudages qui ornent les devantures des grands magasins d'alimentation.

Plusieurs propriétés mécaniques interviennent dans les corps sous leurs divers états : la viscosité, la résistance à la compression, la rigidité. Est très visqueux tout corps amorphe qui dégage beaucoup de chaleur

quand on modifie sa forme : la viscosité des gaz est convenablement élucidée ; au contraire, celle des liquides et des verres constitue un problème à l'ordre du jour, dont la solution, déjà ébauchée, fait appel à ces mystérieux quanta dont je

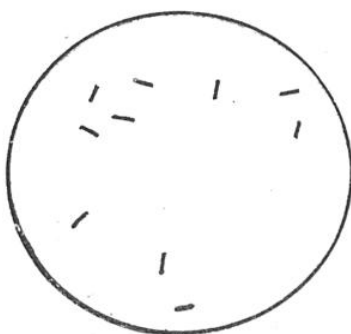


FIG. 4. — LE DÉSORDRE DANS UNE GOUTTE D'EAU
Toutes les molécules ont des directions différentes.

dirai un mot dans un instant.

Restent la résistance à la compression et la rigidité, ensemble qu'on peut, dans les solides vrais (cristaux), englober sous le terme de *cohésion* ; nous y avons déjà fait allusion (fig. 3) à propos des tenseurs. Dès maintenant, grâce surtout

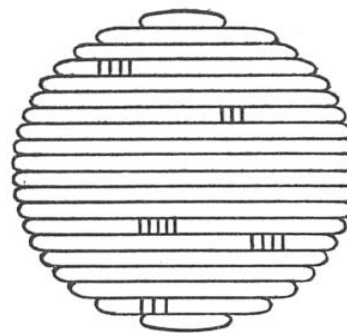


FIG. 5. — L'ORDRE DANS LE SAVON LIQUIDE

Les molécules sont disposées en couches régulières. Mais ces couches sont tellement fines qu'il y en a un million dans une goutte d'un millimètre de rayon.

à l'école allemande, nous savons que la cohésion est une propriété électrique, un aspect fourni par les attractions et répulsions entre les particules négatives et positives qui constituent les atomes matériels : les atomes se comportent comme des sphères élastiques, des baudruches gonflées, qui s'attirent respectivement jusqu'à ce que leurs enveloppes viennent en contact, puis se déforment et finissent par se repousser. En écrivant, dans une formule mathématique, l'équilibre entre les forces de signes contraires, on calcule les coefficients d'élasticité du solide. Bien plus : en exprimant les énergies cédées et fournies pendant le rapprochement de deux atomes, on peut prévoir leur affinité chimique. De telle sorte que cohésion et chimie sont liées aux mêmes phénomènes, localisés dans les régions superficielles de l'atome ; il en est de même pour les propriétés calorifiques et optiques, comme nous allons le voir. Les rayons X sont dus aux planètes plus internes dans l'atome ; quant au magnétisme, il provient de tout l'essaim d'électrons qui tourne autour du noyau atomique central.

L'optique et le mystère des quanta

On vient de voir que l'électricité — la dernière née parmi les branches de la vieille physique (fig. 1) — s'est montrée particulièrement envahissante : les savants renoncèrent à l'expliquer par la mécanique, qui, cependant, nous est infiniment plus familière et qui avait déjà incorporé l'acoustique, la chaleur « sensible » (fig. 2) ; au contraire, par un retournement inattendu, c'est l'électricité qui a réussi à interpréter parfaitement la mécanique. Idée importante que je me borne à signaler en passant : ce ne sont,

EN QUOI CONSISTE LE MYSTÈRE DES QUANTA

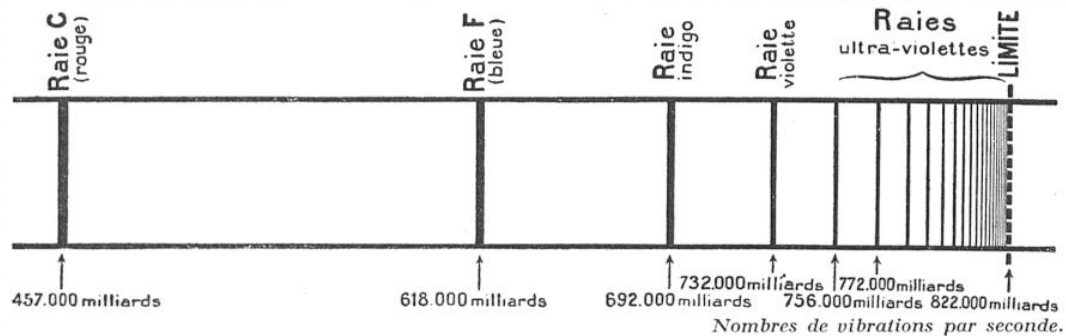


FIG. 6. — LES LUMIÈRES QUE RAYONNE LE GAZ HYDROGÈNE, LORSQU'ON LE MET DANS UN TUBE ET QU'ON Y FAIT PASSER UNE DÉCHARGE ÉLECTRIQUE

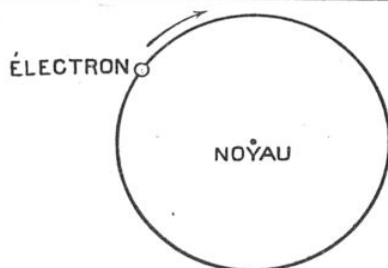


FIG. 7. — COMMENT ON IMAGINAIT QUE L'ATOME D'HYDROGÈNE ÉMETTAIT LA RAIE C

On supposait que l'électron (négatif) tournait autour du noyau (positif) en effectuant précisément 457.000 milliards de tours par seconde. (Grossissement : 50.000.000 de diamètres.)

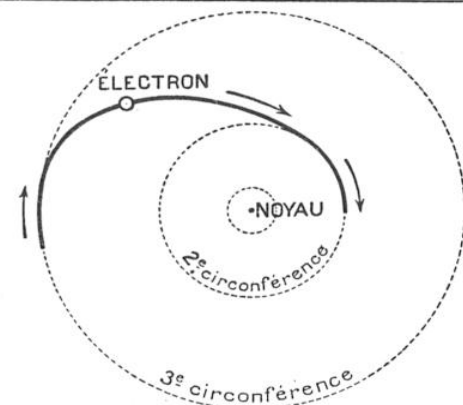


FIG. 9. — COMMENT ON SE REPRÉSENTE AUJOURD'HUI L'ÉMISSION DE LA RAIE C

C'est en sautant de la troisième circonférence de Bohr à la deuxième que l'électron rayonne la raie C (fig. 6) et non (fig. 7) en suivant toujours la même trajectoire; en sautant ainsi, l'électron perd un « quantum ». De même, la raie F résultera du passage de la quatrième circonférence à la deuxième (avec perte de deux quanta, cette fois-ci). Et ainsi de suite, en prenant toutes les circonférences de Bohr deux à deux.

(Grossissement : 50.000.000 de diamètres.)

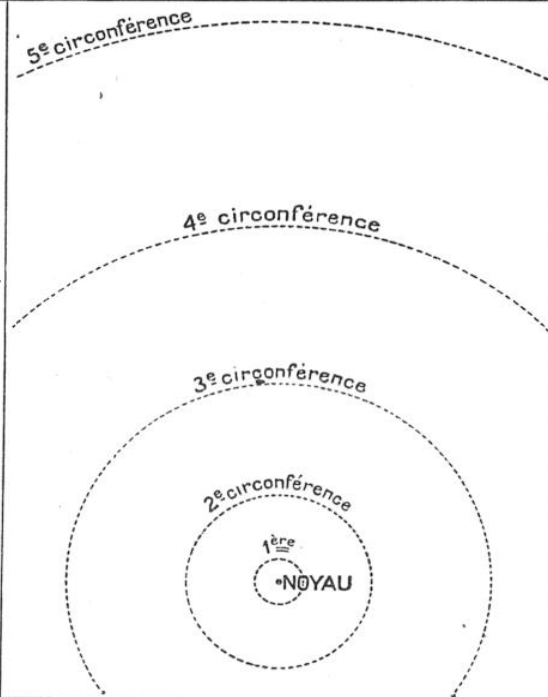


FIG. 8. — CE QU'ON ENTEND PAR « CIRCONFÉRENCES DE BOHR »

D'après le savant danois Niels Bohr, l'électron ne peut pas se placer n'importe où au voisinage du noyau : les seules trajectoires possibles sont des circonférences (en nombre infini) dont les diamètres sont entre eux comme les nombres 1, 4, 9, 16, 25, etc. Pour sauter d'une circonférence à la suivante, l'électron doit absorber un quantum : il le restitue dans le passage inverse. Les vitesses de rotation sont, en tours par seconde :

Sur la 1 ^{re} circonférence :	6.570.000 milliards.
— 2 ^e —	822.000 milliards.
— 3 ^e —	244.000 milliards.
— 4 ^e —	103.000 milliards.
— 5 ^e —	52.600 milliards.

etc. etc...

Différence essentielle avec les idées classiques : tant que l'électron décrit la même circonférence, il ne rayonne pas.

pour ainsi dire, jamais les faits les plus habituels qui sont en même temps les plus simples, et il est oiseux d'essayer d'approfondir la science actuelle avec le « gros bon sens » de tous les jours.

J'ai montré dernièrement (1) comment, grâce à Maxwell, l'électricité avait complètement résolu le problème de la propagation de la lumière. Mais, en ce qui concerne l'émission et l'absorption, l'échec d'une interprétation électrique fut retentissant : l'électromagnétisme, qui, jusqu'alors, avait volé de triomphe en triomphe, aboutissait là à des impossibilités et des absurdités ! Non seulement, la théorie électromagnétique rendait incompréhensible le rayonnement des corps solides (tels que le filament d'une lampe à incandescence), mais la lumière rouge des tubes à néon, la lumière bleu verdâtre de la vapeur de mercure restaient tout aussi mystérieuses. Les gaz, comme le néon, la vapeur de mercure, l'hydrogène (fig. 6), émettent, en effet, des lumières complexes ; si on examine de tels tubes à travers une fente fine et un prisme, on aperçoit des raies qu'il est facile de repérer, mais que l'électromagnétisme, abandonné à lui-même, se refuse à retrouver par le calcul.

La théorie des quanta fut imaginée pour combler ces lacunes ; le physicien allemand Max Planck la proposa pour expliquer le phénomène d'incandescence : notre grand Henri Poincaré en démontra rigoureusement la nécessité ; Einstein lui adjoignit d'utiles compléments ; mais ce fut Niels Bohr qui réussit à attribuer aux quanta une image concrète, dont je vais donner une idée sommaire en m'inspirant de ce savant danois, prix Nobel de 1922.

Nous nous bornerons à l'hydrogène, qui est le plus simple de tous les corps. La figure 6 représente l'ensemble de ses raies spectrales dans le visible et l'ultraviolet voisin : il émet une raie rouge très intense, la raie C du spectre solaire (ce qui prouve que le Soleil contient de l'hydrogène), trois raies dans le bleu et le violet, puis un grand nombre de raies ultraviolettes. Toutes ces radiations vont en se resserrant et en diminuant d'éclat ; elles finissent par se tasser en une limite qu'elles ne franchissent pas.

On sait, aujourd'hui, ce qu'est un atome d'hydrogène : il se compose d'un soleil ou *noyau* (chargé positivement) et d'une planète ou *électron* (contenant la même charge, mais négative) ; le noyau est, à la fois, 1.800 fois plus lourd et 1.800 fois plus petit — en

diamètre — que l'électron. Si on supposait le noyau concrété par une tête d'épingle située au milieu de la place Notre-Dame à Paris, l'électron aurait le volume d'un tonneau et décrirait (première circonférence de Bohr, fig. 8) une trajectoire passant par Orléans, Rouen et Reims. Inutile de souligner ce qu'ont de fantasmagorique ces affirmations, dont la science est, toutefois, aussi sûre que de l'existence du monde extérieur.

Pour l'électromagnétisme classique (fig. 7), il y avait émission de la raie C (457.000 milliards de vibrations par seconde), lorsque l'électron tournait autour du noyau à raison de 457.000 milliards de tours par seconde ; ce qui, pour un électron, est chose facile ! On pouvait même calculer le rayon de cette circonférence. Mais le malheur, c'est que *c'était absurde* : impossible de démêler les raisons qu'avait l'électron de choisir cette circonférence plutôt que n'importe quelle autre ; impossible pour l'électron de s'y maintenir — ce qu'exige la précision de la raie C (fig. 6) — ; même, l'électron devait finir par se précipiter sur le noyau, par le jeu de l'attraction des contraires, et on tremblait devant l'éventualité d'une pareille catastrophe ! Bref, on nageait dans l'incohérence systématisée, et ce conflit avec l'expérience d'une théorie si harmonieuse, si féconde, avait quelque chose de tragique, de cornélien...

Niels Bohr admet alors, pour s'affranchir de cette obsédante contradiction, que les lois qui régissent le monde de l'atome ne sont pas les nôtres. Une balle de tennis peut partir dans une direction quelconque — verticalement, horizontalement, obliquement —, mais un électron ne peut pas se placer n'importe où dans le voisinage d'un noyau (fig. 8) : il existe un certain nombre, un nombre infini de *trajectoires permises*, qui sont les « circonférences de Bohr ». Le mouvement, le long de ces orbites, est parfaitement stable, et l'électron qui en décrit une ne rayonne pas ; ces circonférences diffèrent l'une de l'autre d'un quantum : la première correspond à 1 quantum, la seconde à 2 quanta, etc. Notre mécanique usuelle n'est vraie que quand on ne s'approche pas trop des noyaux atomiques : c'est la mécanique des « grands nombres de quanta », et on conçoit que tout ce que l'expérience quotidienne nous apprend sur le mouvement n'est que le cas très particulier d'une mécanique beaucoup plus générale, la mécanique des quanta.

L'émission et l'absorption de la lumière deviennent aisées à comprendre : elles se font par grains, par quanta. Un électron émet (fig. 9), lorsqu'il perd 1 quantum,

(1) « Qu'est-ce que la lumière ? » (*La Science et la Vie*, février 1926, p. 115-125).

2 quanta, ..., c'est-à-dire lorsqu'il saute de la troisième orbite à la deuxième, de la quatrième à la deuxième, ... ; les passages inverses auront pour nous l'apparence d'absorption. Ce qu'il y a d'admirable dans tout cela, c'est que toutes les raies de l'hydrogène deviennent prévisibles *en toute rigueur*, à partir de grandeurs déjà connues. Et, pour prendre un autre exemple, les neuf cents et quelques raies du néon (de ces tubes rouge orangé si employés aujourd'hui) ont été toutes ramenées à la connaissance d'une dizaine de nombres.

En parlant plus haut des *matrices*, j'ai dit qu'elles semblaient bien adaptées à la théorie des quanta : elles consistent, on l'a vu, en un tableau à deux dimensions, et il s'agit ici des relations entre deux circonférences, prises dans une suite indéfinie. Mais je n'insiste pas, car nous touchons ici à l'extrême avant-garde de la science de 1926, extrême pointe poussée surtout par l'école allemande, et j'ai épuisé tout ce qu'on pouvait en dire de général et d'accessible pour le moment.

Où en est la chimie ?

Il y a quelques mois, à propos de l'inauguration du gigantesque barrage d'Eguzon, dans l'Indre, la

grande presse fut unanime à glorifier cet important progrès « scientifique » : on ne saurait faire une plus regrettable confusion. « Malheur au vague ! mieux vaut le faux... », disait Ernest Renan ; prenons donc bien soin de distinguer la science pure ou *science* proprement dite, de la science appliquée ou *industrie*.

Jusqu'en ces toutes dernières années, la chimie fut conçue comme une collection de recettes isolées : la chimie-cuisine a la vie plus dure que la physique-quincaillerie. Veuillez croire que je ne jette la pierre à personne, car il est indispensable d'accumuler des faits, avant de les expliquer et surtout avant de parvenir à ce but primordial de la science qu'est la *prévision*.

La fin du siècle dernier s'occupa surtout, en chimie théorique, de tirer les conséquences de l'énergétique, plus particulièrement du principe de Carnot. Œuvre indispensable, encore que trop sommaire : c'est un peu comme si on se figurait connaître la France en se bornant à consulter le dernier recen-

sément de ses habitants. Aujourd'hui, nous n'en sommes heureusement plus là : grâce aux idées de plus en plus précises que nous nous faisons sur la matière, ce n'est pas une prophétie en l'air que de prévoir que *la chimie va incessamment parvenir au stade scientifique*. Passons brièvement en revue les directions les plus fécondes.

Tout d'abord, l'*unité de la matière* et la *classification des éléments*. Tout élément est formé des mêmes constituants : l'électron et le noyau d'hydrogène (fig. 7) ou proton. Je rappelle ailleurs (1) comment la transmutation, ce rêve des alchimistes du moyen âge, fut réalisée d'abord spontanément — ce

sont les catastrophes radioactives —, puis artificiellement. Bref, la matière est une : elle s'est formée par condensation d'hydrogène, qui résulte lui-même de l'union des électricités de signes contraires (fig. 7). Comme conséquence théorique de ces nouvelles découvertes et, aussi, d'expériences sur les rayons X, tous les éléments se classent d'après le nombre croissant d'électrons qui gra-

vitent autour de leurs noyaux, depuis l'hydrogène, qui n'a qu'un électron, jusqu'à l'uranium, qui en accapare 92 (l'aluminium, 13 ; le cuivre, 29 ; l'argent, 47 ; le

plomb, 82, etc.) ; il n'est pas inutile de mentionner que l'idée de classer rationnellement les éléments remonte à plus de cinquante ans et est due au savant russe Mendéléïeff (mort en 1907). On sait, en outre, que les éléments diffèrent aussi par leurs noyaux qui, tous, renferment des protons et des électrons (sauf, naturellement, l'hydrogène, dont le noyau est un proton sans électron).

Nous sommes aptes, à l'heure actuelle, à déceler scientifiquement l'organisation intime des cristaux et aussi la *structure des molécules* : les rayons X, le magnétisme, l'absorption lumineuse, ... nous fournissent des renseignements précieux. C'est ainsi que, pour prendre deux exemples, un cristal d'or a la constitution représentée par la figure 10 ; quant à la parcelle ultime de l'eau, de l'eau vulgaire (l'*aqua simplex* des pharmaciens), quant à ce que les savants appellent la « molécule » d'eau, elle a la structure ci-après (fig. 11) avec ses deux noyaux d'hydro-

(1) Voir page 514 de ce numéro.

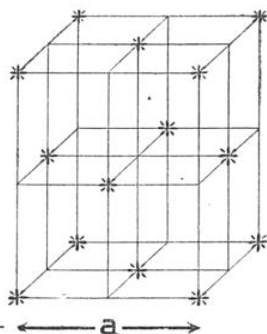


FIG. 10. — CONSTITUTION D'UN CRISTAL D'OR (GROSSISSEMENT : 30.000.000 DIAMÈTRES)

Les atomes (*) sont disposés suivant un réseau cubique à faces centrées. La distance *a* est telle qu'il faut aligner 2 millions de ces cubes pour obtenir un cristal d'or d'un millimètre de longueur.

gène H , son noyau d'oxygène O et son essaim de 10 électrons satellites e (le noyau O étant lui-même formé par l'entassement de 16 protons, tels que H , et de 8 nouveaux électrons).

Enfin, on commence à savoir ce que c'est qu'une *réaction chimique* : c'est tout simplement un regroupement de particules électrisées (protons et électrons), lequel respecte l'intégrité des noyaux. Lors de ce regroupement, les chocs entre particules interviennent, mais aussi le rayonnement qui existe partout dans le monde, notamment dans les vides interparticulaires ; c'est dire que la théorie des quanta est en train de conquérir la chimie.

Jadis, la chimie était la science des « modifications profondes de la matière » ; cette définition est devenue désuète depuis que nous assistons à des transmutations. Les réactions chimiques ne sont ni plus ni moins profondes que d'autres phénomènes physiques, ceux de l'optique et du magnétisme, par exemple. Chimie, optique, magnétisme ne sont, souvent, que trois aspects d'un même fait et, comme l'optique, comme le magnétisme, la chimie est une branche de la physique (fig. 2). Ne le regrettons pas, car c'est précisément pour cela que la chimie entre dans sa phase scientifique.

La matière dispersée

Le cerveau humain est particulièrement bien adapté à l'étude des choses simples ; c'est à cause de cela que nos connaissances sur le monde des atomes viennent de progresser à pas de géants. Seul, le simple peut être homogène, mais le complexe peut *passer pour simple*, si la complication est suffisante, ou, en d'autres termes, si « la loi des grands nombres » (1) s'applique : telle est la raison profonde pour laquelle les expériences de laboratoire et les opérations industrielles peuvent être menées à bien ; telle est aussi l'origine du succès de l'astronomie, car les corps célestes, vus de loin, se présentent comme homogènes.

Ainsi donc (fig. 12), l'atomistique, la

(1) « La chance et le hasard » (*La Science et la Vie*, août 1926, p. 97).

physique expérimentale et l'astronomie sont des sciences très avancées ; au contraire, les cas intermédiaires sont encore insuffisamment connus. C'est le sort actuel de la science de l'atmosphère, la météorologie, dont on se fatigue à plaisanter les déboires. C'est aussi ce qui se passe pour la zone comprise entre les atomes et nous, pour les micelles colloïdales et, plus généralement, pour la matière à l'état dispersé.

Ce mot obscur cache une réalité tout à fait familière : un nuage consiste en gouttelettes « dispersées » dans l'air ; de même, les fumées, les mousses, les émulsions, la colle forte, la

pierre ponce, les diamants noirs (ou carbonados) sont des représentants disparates de matière « dispersée ». Dans tous les cas, il s'agit d'amas matériels, renfermant un nombre de molécules qui n'est pas énorme, et c'est ce qui fait la difficulté du problème ; chacun de ces exemples mériterait, d'ailleurs, une étude spéciale.

Le cas le plus important est celui des colloïdes, dont la colle de bureau est l'échantillon le plus habituel : il s'agit de parcelles solides, de « micelles », comme, l'on

dit, en suspension dans un milieu liquide. Plus la matière est morcelée, plus les actions de surface deviennent importantes ; l'électrisation des micelles joue aussi un rôle prépondérant. Les colloïdes suscitent chaque jour des travaux de laboratoire, dont certains sont suivis d'une application immédiate ; mais il est vraisemblable que la connaissance théorique — encore à peine ébauchée — de cet état dispersé devra, elle aussi, s'appuyer sur la théorie des quanta.

L'étude des colloïdes est indispensable dans un grand nombre d'industries, puisque le papier, les tissus, les albuminoïdes, les émulsions photographiques, les corps phosphorescents, bien des produits tinctoriaux et des médicaments sont des colloïdes. De plus, les colloïdes subissent une lente évolution, au cours de laquelle leurs propriétés se modifient : ils sont ainsi à la limite entre le « vivant » et le « non vivant » ; en particulier, ils présentent cet intérêt primordial d'admettre la possibilité de déformations énormes

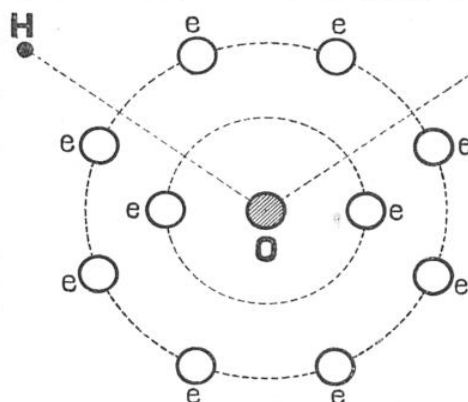


FIG. 11. — STRUCTURE DE LA MOLECULE D'EAU (GROSSISSEMENT : 350.000.000 DIAMÈTRES)

Deux noyaux d'hydrogène H , un noyau d'oxygène O et dix électrons satellites. L'angle HOH est égal à 120° .

comme c'est le cas pour le caoutchouc : ces déformations sont, irréalisables au moyen de métaux, et il faut voir là toute la différence qui sépare la mécanique de l'avion et celle de l'oiseau.

Les colloïdes se rencontrent dans tous les êtres vivants. Dans les plantes, c'est l'amidon, aliment de réserve ; c'est aussi la cellulose, qui forme leur charpente ; ce sont, enfin, les gommes, en suspension dans leur sève. Chez l'animal, le sang renferme un colloïde : la fibrine, et les muscles sont des colloïdes extraordinairement complexes. Même d'après le savant français bien connu, Auguste Lumière, ce serait au moment où les colloïdes quittent leur état dispersé que l'organisme deviendrait malade. Quoi qu'il en soit, il n'est pas téméraire d'espérer que l'étude systématique des colloïdes permettra de découvrir les lois qui régissent la vie.

Mais, malheureusement, nous n'en sommes pas encore là : au contraire, lorsque, dans un laboratoire, on vient d'isoler une substance bizarre et qu'on ne comprend rien à ses propriétés, on s'empresse d'affirmer :

« c'est un colloïde ». Peut-être, mais ce n'est sûrement pas une solution... du problème.

La croissance, la santé, la maladie, la mort, sont, en grande partie, une question de colloïdes ; et c'est parce

que nous n'y comprenons pas grand'chose que la médecine n'est pas plus avancée. Mais, comme tout se tient dans la science, les colloïdes ne progresseront que grâce aux quanta : l'édification de la théorie des quanta est donc la tâche la plus urgente que l'humanité ait à accomplir. Affirmation qui ne manquera pas de stupéfier les économistes, les politiciens, les militaires et même les médecins.

Telles sont les préoccupations qui dominent dans les milieux scientifiques à la fin de cette année 1926. Ainsi que le montrait la figure 2, page 450, la physique envahit progressivement tous les domaines du savoir : s'appuyant sur le calcul, cette « gram-

maire de la science », la physique nous fait entrevoir l'avènement d'une biologie, dégagée de l'empirisme et apte à la prévision scientifique.

MARCEL BOILL.

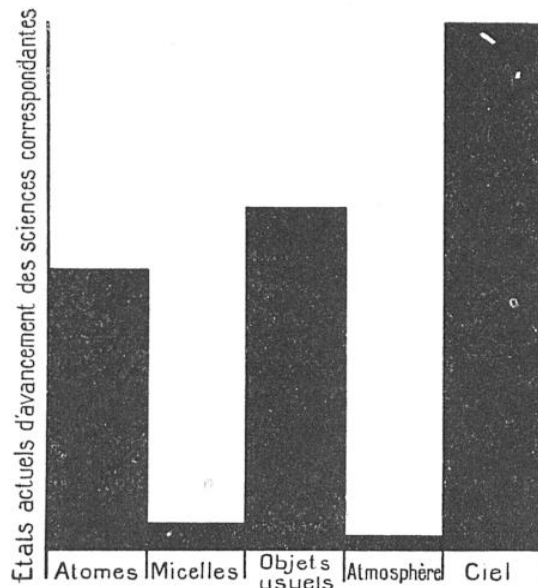
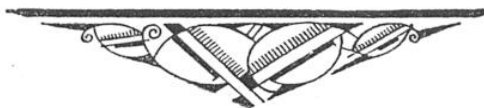


FIG. 12. — OU EN EST NOTRE CONNAISSANCE DES OBJETS PETITS ET GRANDS

L'astronomie (étude du ciel) est très avancée, ainsi que la physique expérimentale et l'atomistique. Mais, pour les raisons développées dans le texte, la météorologie est encore dans l'enfance. La connaissance des micelles colloïdales n'est guère plus satisfaisante, non plus, par suite, que celle des êtres vivants.



POURRA-T-ON BIENTOT EN VOLANT AUX HAUTES ALTITUDES FAIRE LE TOUR DE LA TERRE EN MOINS DE QUATRE JOURS ?

Conversation avec M. Auguste RATEAU, Membre de l'Institut

Rapportée par Pierre CHANLAINE

J'AI été rendre visite à M. Auguste Rateau, de l'Académie des Sciences, afin de lui demander de vouloir bien préciser, pour les lecteurs de *La Science et la Vie*, les conditions du vol aux hautes altitudes.

— Evidemment, me dit l'éminent physicien, avec son habituelle bienveillance, le problème est d'une importance primordiale pour l'aviation. S'il était possible de voyager à des altitudes de 12.000 mètres, par exemple, on augmenterait la vitesse dans des proportions considérables ; on pourrait probablement atteindre, ainsi que l'ont indiqué des auteurs particulièrement compétents, 500 kilomètres à l'heure. De pareilles vitesses ne sont sans danger, à l'atterrissage, que si l'on monte à des altitudes voisines de celles que je viens d'envisager. Si vous admettez que l'avion monte suivant une pente de 10 %, il n'atteindra ces 12.000 mètres qu'au 120^e kilomètre, et devra commencer à redescendre 120 kilomètres avant son point d'arrivée. Pendant l'ascension, il y aura donc 120 kilomètres pendant lesquels sa vitesse sera relativement réduite. Mais l'avion pourra accomplir le reste de l'escale — 1.880 kilomètres, s'il s'agit de 2.000 kilomètres à parcourir — en un temps qui ne dépassera

guère trois heures et demie à quatre heures. On voit quel considérable progrès le vol aux hautes altitudes apporterait à l'aviation.

« Le problème comporte deux éléments essentiels. D'abord, possibilité, pour le pilote et les passagers, de respirer, de « tenir » à des altitudes de cet ordre de grandeur. Ensuite celle, pour l'appareil, de voler dans une atmosphère de plus en plus raréfiée.



M. AUGUSTE RATEAU

La vie aux hautes altitudes

La possibilité de respirer dans un air raréfié dépend de l'état physiologique du sujet. Il y a des hommes qui ont pu atteindre, sans utilisation d'oxygène pur, des altitudes supérieures à 8.000 mètres ; par exemple, les Anglais, qui ont fait l'extraordinaire ascension du mont Everest, sont parvenus à 8.200 mètres. D'autres sujets ne peuvent dépasser, sans troubles

graves, 3.000 ou 4.000 mètres.

« A vrai dire, atteindre de pareilles hauteurs n'est pas — même pour les plus résistants — sans inconvénients. Les sujets ressentent une fatigue intense, qui persiste alors même qu'ils sont redescendus. On peut, approximativement, admettre que la pression atmosphérique décroît de moitié à

chaque élévation de 5.400 mètres, tandis que la densité de l'air, dans l'atmosphère dite normale, diminue de moitié toutes les fois qu'on s'élève de 6.000 mètres en chiffres ronds. A 12.000 mètres, par exemple, elle n'est donc plus que le quart de ce qu'elle est au niveau de la mer.

« Il y a deux moyens pour parer au danger qui en résulte.

« Celui qui est, à l'heure actuelle, universellement employé substitue, pour la respiration, l'oxygène pur à l'air atmosphérique. Le voyageur — pilote ou passager — emporte des bouteilles d'oxygène sous pression, qui, par le truchement d'un petit tube muni d'un détendeur, alimente un masque posé et bien ajusté devant la bouche.

« L'air renferme environ 23 % d'oxygène en poids, soit une proportion de $\frac{1}{4,3}$. On peut vivre, en général, pendant quelque temps dans une atmosphère ne contenant que la moitié de cette proportion d'oxygène, soit $\frac{1}{8,6}$, ce

qui se produit, nous avons dit, à 6.000 mètres d'altitude environ.

— Théoriquement, jusqu'à quelle altitude peut monter l'homme, si l'alimentation de l'appareil respiratoire se fait avec de l'oxygène pur ?

— D'après ce que nous venons de voir, on peut monter encore jusqu'à ce que la pression soit réduite au huitième environ de celle du sol, ce qui correspond à une hauteur égale à trois fois 5.400 mètres, soit 16.200 m.

« Effectivement, dans les cloches d'épreuve qu'on emploie maintenant pour examiner, au sol même, la résistance des sujets, on a constaté que différents pilotes pouvaient demeurer aisément, pendant des heures entières, dans une dépression correspondant à une altitude voisine de 13.000 mètres, à condition de respirer de l'oxygène pur, additionné d'un peu d'acide carbonique, qui, paraît-il, favorise les échanges dans le poumon et le système sanguin.

« L'autre moyen ? Il consisterait à placer le pilote, et éventuellement les passagers, dans une chambre close, hermétique, où une pression voisine de celle au sol — pas inférieure, en tout cas, à la moitié — serait entretenue. Il est évident que ce moyen serait

plus efficace que le précédent, car il permettrait d'atteindre toutes les altitudes. Malheureusement, jusqu'à ce jour, on n'a fait que l'envisager. A ma connaissance, on ne l'a pas encore réalisé. Il y a, en effet, à vaincre des difficultés assez sérieuses d'ordre technique. Lesquelles ? Vous le devinez. D'abord, une augmentation de poids notable de l'appareil volant. Ensuite, le maintien d'une pression bien constante à l'intérieur de cette chambre close, malgré les fuites possibles au passage des commandes à travers la paroi.

Le fonctionnement du moteur

« Voyons, maintenant, le deuxième élément du problème : la possibilité, pour l'appareil lui-même, de se maintenir aux hautes altitudes.

« Il faut, en s'élevant très haut, maintenir la puissance du moteur. Or, à égalité de vitesse de rotation, les moteurs à essence donnent une puissance sensiblement proportionnelle à la densité de l'air. Je dis sensiblement, car, à cause des résistances passi-

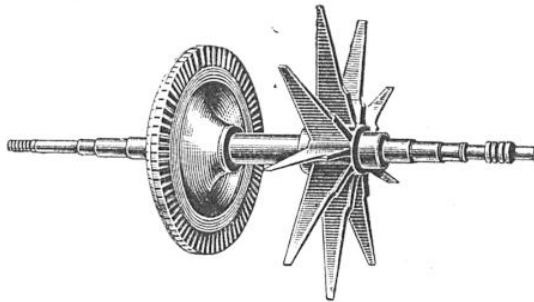
ves, elle décroît un peu plus vite que la densité.

« Avec les moteurs actuels de grande puissance (650 C.V.) et avec les avions à grande surface d'ailes, étudiés en vue du vol à grande altitude — on les appelle avions de grande finesse — on peut déjà monter à plus de 10.000 mètres. Remarquez, à cet égard, que, si on construisait des moteurs de plus grande puissance encore et ne pesant pas davantage, on pourrait augmenter encore le plafond.

— Quels procédés peut-on employer pour augmenter la puissance du moteur ?

— Le premier consiste à forcer la compression. Le rendement du moteur est augmenté très sensiblement ; donc, sa puissance. Mais, inutile de vous dire que, dans cette voie, on atteint vite une limite extrême.

« Le deuxième — dit procédé de sous-alimentation — tend à utiliser un moteur beaucoup plus fort, c'est-à-dire de cylindrée plus grande que celle du moteur ordinaire. Ce moteur n'est rempli, à la pression de l'atmosphère ambiante, que lorsqu'on est parvenu aux hautes altitudes. Dans la marche au sol, ses cylindres ne supporteraient pas l'alimentation à la pression de l'atmosphère envi-



MODÈLE D'UN TURBO-COMPRESSEUR DESTINÉ A SURALIMENTER DES MOTEURS DE 300 C. V.

ronnante ; les organes fatigueraient trop, l'arbre et les bielles, en particulier. On ne les remplit, au sol, qu'avec de l'air à pression diminuée, et, pour cela, on étrangle l'aspiration du moteur de manière que, dans la période de remplissage par le mélange explosif, la pression ne dépasse pas ce qu'il peut supporter. Avec ce procédé, on comprend que, les cylindres étant plus gros que ceux des moteurs ordinaires, le poids du moteur soit plus considérable : donc gêne au point de vue de la vitesse dont l'avion est susceptible.

« Le troisième procédé, à mon avis le meilleur de beaucoup, est celui auquel, après avoir examiné attentivement toutes les solutions possibles, j'ai consacré tous mes efforts (1).

« Il ne répudie pas les moteurs habituels : ils'en sert ; mais il les suralimente en altitude. Pour cela, il faut avoir recours à un appareil susceptible de comprimer l'air ambiant avant de l'introduire dans le moteur. Et cela à une pression qui sera aussi forte que possible, sans toutefois dépasser celle du sol de plus de 10 à 15 %.

« Pour arriver à ce résultat, il y a différents procédés. Je vais vous en indiquer deux que j'ai étudiés avec un soin particulier.

« D'abord, on peut actionner, au moyen du moteur lui-même, un compresseur qui peut être, soit centrifuge, soit volumétrique, à pistons, ou encore, comme on dit, à *cap-sulisme*, tels que les ventilateurs Root.

« Après discussion approfondie de toutes les solutions possibles, j'ai nettement conclu que le meilleur procédé consiste à faire actionner un ventilateur centrifuge par une turbine motrice recevant le gaz d'échappement du moteur. On a ainsi un petit turbo-ventilateur ou turbo-compresseur, relativement léger, tournant très vite, et sans liaison mécanique avec le moteur. Par un simple volet d'échappement libre, on peut, à volonté, le mettre en action ou hors d'action ; et même graduer l'ouverture de cet échappement libre de manière à donner au moteur le degré de suralimentation voulu.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 52.

« Le premier turbo-compresseur de cette sorte réalisé par moi en 1917 et qui, dès l'origine, était satisfaisant, a été cependant perfectionné. Il est composé d'une seule roue de ventilateur centrifuge, d'une seule roue de turbine à gaz, montées sur le même axe, et a été conçu pour doubler la pression ou, plus exactement, la densité initiale de l'air. Un simple regard jeté sur ce schéma suffit à faire comprendre le fonctionnement de l'appareil. Grâce à lui, on peut maintenir au moteur la pression — mieux, la densité — au sol jusqu'à l'altitude de 5.400 mètres. Au delà de 5.400 mètres, si le volet d'échappement libre des gaz est fermé, l'appareil marche à plein — 30.000 tours à la minute

pour les appareils adjoints à des moteurs de 300 C. V. — le turbo-compresseur ne fait plus que doubler la densité de l'atmosphère ambiante. Il en résulte que, à égalité de vitesse de rotation, le moteur a une puissance double — même un peu plus que double — de ce qu'il aurait sans le

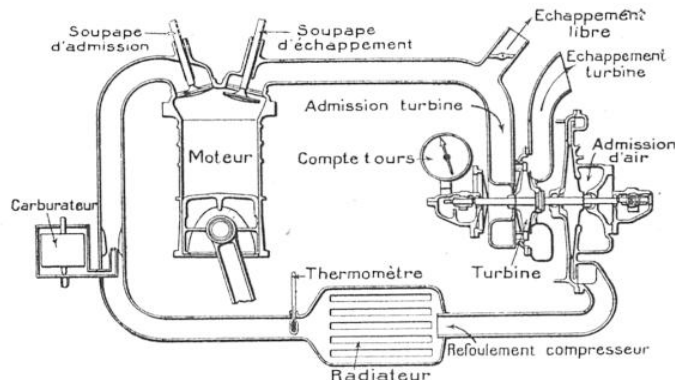


SCHÉMA DU SYSTÈME DE SURALIMENTATION DES MOTEURS PAR LE TURBO-COMPRESSEUR RATEAU

dispositif. En somme, grâce à un poids supplémentaire de 65 kilogrammes environ, on on arrive, par ce moyen, à doubler la puissance d'un moteur quelconque dans les vols à grande altitude. Le résultat ? C'est que le plafond d'un appareil quelconque, est élevé de 3.000 à 4.000 mètres, suivant sa hauteur initiale.

« D'autre part, la puissance du moteur étant plus grande, la vitesse en palier et, aussi, la vitesse en montée sont fortement accrues. Un avion qui avait, par exemple, une vitesse de 170 kilomètres à l'heure passe, à la même altitude, à 220 kilomètres à l'heure.

« J'ajoute à cela qu'il n'y a pas de difficulté à réaliser des turbo-ventilateurs qui comprimeraient l'air à une pression plus forte que le double, par exemple au quadruple. Ainsi, au lieu de rétablir la puissance normale du moteur à l'altitude de 5.400 mètres, on la rétablirait au double : 10.800 mètres.

« Il faut noter, toutefois, que, pour le moment, ces appareils portant la pression au quadruple, ne paraissent pas bien utiles. Le

turbo-compresseur ne convient bien, à l'heure actuelle, qu'aux appareils militaires dont les pilotes et passagers doivent rester à découvert et longtemps. Comme ceux-ci ne peuvent bien supporter, dans ces conditions, la respiration artificielle par l'oxygène que jusqu'à 10.000 mètres environ, il ne paraît

pas très opportun de chercher à aller au delà. Mais, le jour où l'on aura réalisé la cabine étanche, il n'y aura plus de difficulté à voler à 12.000 mètres au-dessus du sol et à franchir des étapes d'environ 2.000 kilomètres en quatre heures, soit le tour de la terre en moins de quatre jours. » P. CHANLAINE.

UNE NOUVELLE APPLICATION DES RAYONS X : VÉRIFICATION RAPIDE DES INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES

LORSQUE Crookes fit ses premiers tubes à vide, et que Roentgen commença ses expériences avec les rayons X, ils ne se doutaient assurément pas que leurs travaux permettaient, un jour, à un ouvrier plombier, de chercher et de découvrir la défectuosité d'un tuyau enrobé par un mur, sans qu'il ait besoin de toucher à ce mur...

Les rayons X ne sont qu'une forme de radiation, ayant des longueurs d'onde plus faibles que la lumière. Les ondes de T. S. F. ne sont, elles aussi, qu'une autre forme de la radiation, mais qui affecte une longueur d'onde beaucoup plus grande que la lumière.

La Science et la Vie a déjà parlé (voir le n° 50 de Mai 1920), des rayons X et montré comment on les produit au moyen de tubes comportant une cathode et une anode (pôles — et +) reliés à une source d'électricité, et une anticathode qui renvoie le rayonnement issu de la cathode sous forme de rayons X. Le tube Coolidge, actuellement le plus employé, offre la particularité suivante : c'est l'anode elle-même qui fait fonc-

tion d'anticathode et renvoie les rayons.

Le Dr Coolidge est parti de cette réalisation pour construire un tube à rayons X de dimensions plus faibles qu'il a enfermé dans

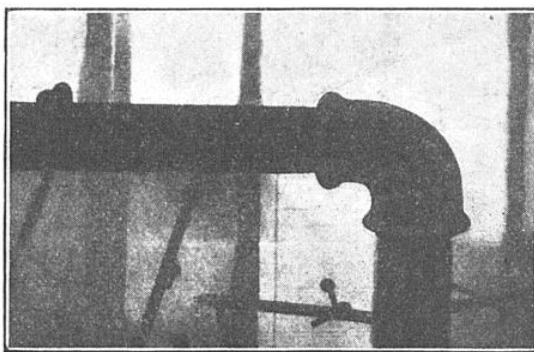
une boîte noire. On le branche sur une prise de courant de voltage ordinaire.

La construction actuelle, qui se complique d'un nombre de plus en plus important de canalisations d'eau, de gaz et d'électricité, est appelée à bénéficier de cet appareil. Le souci qu'ont eu, jusqu'à présent, les architectes de pouvoir réparer rapidement, en cas d'accident, toute cette tuyauterie, les a contraints à la placer à l'extérieur des murs, ce qui est inélégant. Ils pourront, désormais, la cacher à l'intérieur en conservant la possibilité, s'il arrive un accident, d'en trouver l'emplacement sans aucune difficulté.

De plus, dans les pays où la température est, l'hiver, assez basse, l'acheminement de tuyaux adducteurs d'eau chaude à travers les murs, donnera à ceux-ci une température douce. Le chauffage pourra donc être ralenti. Une économie très appréciable en résultera certainement.



GRACE AUX RAYONS X, L'ÉLECTRICIEN PEUT, SANS DÉTÉRIORER LES MURS, VÉRIFIER LES CANALISATIONS QU'ILS RENFERMENT



VOICI COMMENT APPARAÎT À L'OUVRIER UNE LIGNE ÉLECTRIQUE NOYÉE DANS UN MUR

CENT MILLE TONNES DE SOIE ARTIFICIELLE ONT ÉTÉ FABRIQUÉES DANS LE MONDE ENTIER EN 1926

Par G. HERMANT
INGÉNIEUR-CHIMISTE

L'industrie de la soie artificielle est à la fois l'une des industries les plus récentes, les moins connues du public, les plus prospères, puisque sa production va dépasser 100.000 tonnes en 1926. Son invention est d'origine essentiellement française. C'est, en effet, en 1885 que le comte de Chardonnet déposa son premier brevet. Actuellement, il existe plusieurs procédés d'obtention de la soie artificielle ayant fait leurs preuves industrielles, procédés qui reposent tous sur l'utilisation de la cellulose. Cette industrie garde jalousement ses secrets, ce qui rendait particulièrement difficile la documentation à ce sujet. LA SCIENCE ET LA VIE a su vaincre les résistances chez certaines grandes firmes étrangères, dont la maîtrise est universelle et qui ont bien voulu nous autoriser à faire connaître la technique de la soie artificielle et à reproduire les photographies prises à notre intention. C'est, croyons-nous, l'étude la plus précise, la plus accessible, la mieux présentée qui ait été publiée sur la soie artificielle à ce jour. La plupart des renseignements scientifiques et des illustrations schématisques et photographiques sont absolument inédits. Cette magnifique industrie, l'une des conquêtes de la chimie moderne, intéressera tous ceux qui entendent parler journellement de la soie artificielle sans savoir comment on la prépare. La science, grâce à un savant français, aura, une fois de plus, concurrencé la nature.

La naissance de la soie artificielle

C'EST en 1734 que Réaumur, chimiste français, eut le premier l'idée de produire un textile artificiel possédant l'éclat de la soie ; malheureusement, ses expériences tombèrent dans l'oubli. C'est seulement en 1855, plus de cent ans après, que l'Anglais Andennais, de Lausanne, prenait un brevet pour la production de la soie artificielle et, en 1884, J. Wilson Swan en fabriquait dans son laboratoire de Bromley, en Angleterre.

Pour donner une idée des progrès réalisés

depuis la naissance de cette remarquable invention, nous rappellerons brièvement le mode opératoire décrit dans le brevet de l'Anglais Andennais : réduire en pâte de jeunes pousses de mûrier, purifier cette pâte, la blanchir et la transformer en une matière explosible (vraisemblablement la nitrocellulose), dissoudre cette substance dans un mélange d'alcool et d'éther, y ajouter une solution éthérée de caoutchouc ; enfin, transformer en fil le mélange visqueux ainsi obtenu. Pour cette dernière opération, l'inventeur utilisait une simple pointe d'acier trempée dans le mélange, puis retirée ; cette pointe entraî-

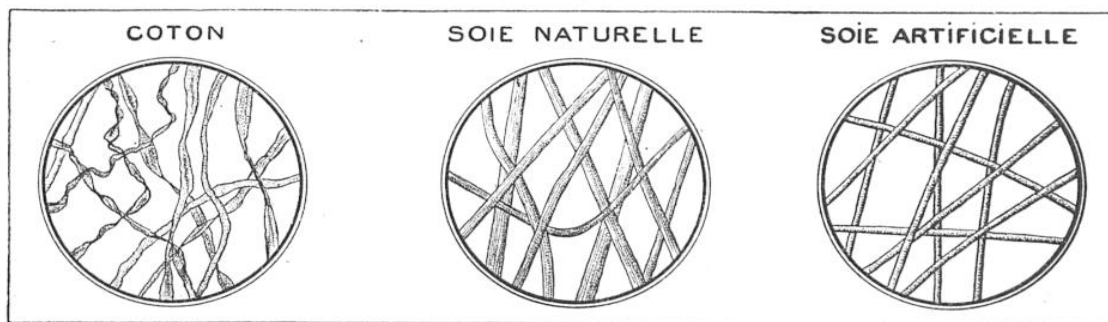
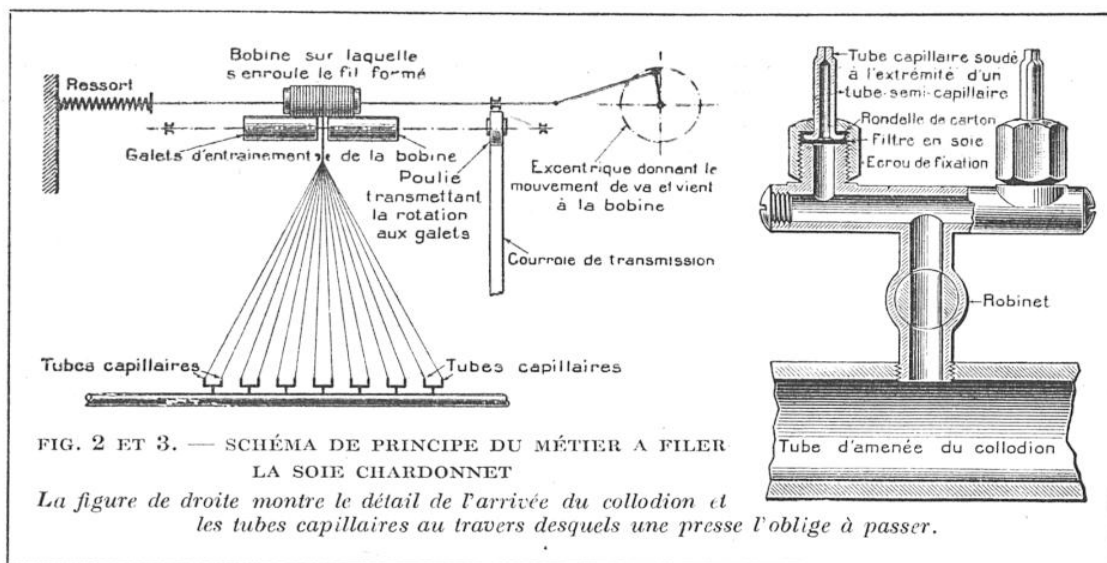


FIG. 1. - STRUCTURES COMPARÉES DU COTON, DE LA SOIE NATURELLE ET DE LA SOIE ARTIFICIELLE. Tandis que les fibres du coton mûr sont, ordinairement, très tordues, celles de la soie naturelle sont presque droites et lisses, celles de la soie artificielle ont leur forme cylindrique et présentent souvent un canal central plus ou moins marqué suivant le procédé de fabrication.



nait un fil visqueux, qui se desséchait à l'air et que l'on enroulait enfin sur une bobine.

Ce procédé n'était pas susceptible de recevoir une application pratique, et l'idée de Réaumur paraissait devoir sombrer de nouveau, lorsque le comte Hilaire de Chardonnet prit, en 1885, un premier brevet, suivi bientôt d'une multitude de brevets d'addition, pour la production de la soie artificielle à base de nitrocellulose.

Rapidement, il parvint à mettre au point un procédé pratique de fabrication, qui reçut aussitôt son application industrielle à l'usine de Besançon. Les produits obtenus parurent pour la première fois à l'Exposition de Paris, en 1889.

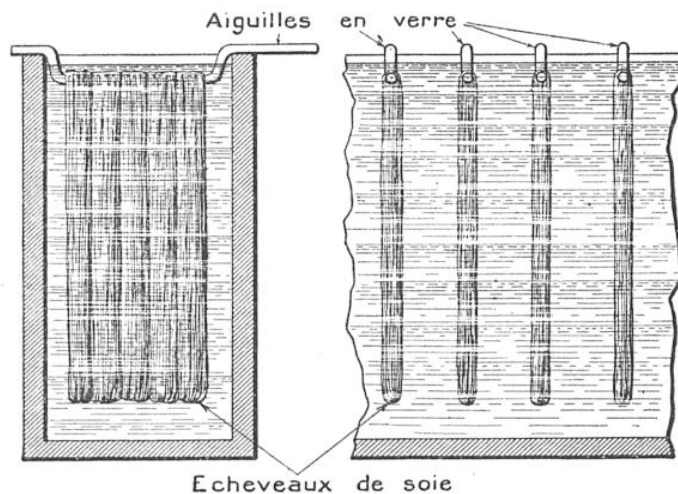
Cependant, bien que les échantillons qui figurèrent à cette Exposition attirèrent l'attention de tous les visiteurs et eurent un grand succès, la réalisation de la fabrication se heurta à de grosses difficultés, qui ne furent surmontées que peu à peu, de sorte qu'on peut dire que c'est seulement à partir

de 1900 que cette industrie réussit à se développer. Depuis lors, la soie artificielle a fini par s'implanter fortement et sa consommation s'est accrue dans des proportions formidables. Il suffit de considérer qu'en 1909, la production mondiale était d'environ 7.000 tonnes, alors que, cette année, elle atteindra près de 100.000 tonnes, et que le nombre de personnes occupées par cette industrie est évalué à plus d'un million.

Les différents procédés de fabrication

Il était aisé de prévoir que la fortune si rapide du nouveau textile devait attirer l'attention des chercheurs. Le fait n'a pas manqué de se produire, ainsi que l'atteste le nombre considé-

table de brevets pris depuis lors, les uns ayant trait à des modifications du procédé primitif de Chardonnet, les autres se rapportant à de nouvelles méthodes de fabrication. Parmi ces dernières, signalons : la soie visqueuse, la soie Schweitzer ou cupro-ammoniacale, la soie à l'acétate de cellulose, la soie au chlorure



de zinc, la soie de gélatine et les soies provenant de compositions plastiques diverses.

Nous ne retiendrons que les trois premiers procédés, avec la soie Chardonnet.

Celle-ci est, d'ailleurs, fortement menacée par la viscose, qui, à elle seule, fournit actuellement les trois quarts de la production mondiale.

Par ordre d'importance, ces procédés de fabrication se classent dans l'ordre suivant :

1° Soies à la viscose ;

2° Soies cupro-ammoniacales (Schweitzer) ;

3° Soies à la nitrocellulose (Chardonnet) ;

4° Soies à l'acétate de cellulose.

Dans leur étude, nous avons préféré commencer par celle du procédé Chardonnet, le premier en date et le plus connu.

Le premier procédé de fabrication de la soie artificielle : c'est le procédé français inventé par Chardonnet

Remarquons, tout d'abord, que, quelle que soit la méthode employée, la base de la fabrication de la soie artificielle étant la cellulose, nous retrouverons cette matière, sous des formes différentes, au début de chaque procédé.

La matière première utilisée pour la fabri-

cation de la soie Chardonnet est le coton *débouilli*, c'est-à-dire privé de toutes ses impuretés et principalement de sa graisse. Le débouillissage des balles de coton brut se fait

dans de grandes chaudières verticales, contenant une lessive de soude à faible concentration et dans lesquelles arrive de la vapeur. Par barbotage de cette vapeur dans la lessive, le coton se trouve brassé sous une pression de 4 kilogrammes, tout en subissant l'action de la lessive caustique qui le débarrasse de sa graisse par saponification (1). Après un lavage abondant, le coton purifié est essoré et séché ; il se trouve prêt à être employé dans la fabrication proprement dite.

Celle-ci débute par la *nitration*, c'est-à-dire par la transformation de la cellulose du coton en nitrocellulose. Le coton est immergé, par charges de 2 kilogrammes, dans des pots en grès spécial, contenant un mélange d'acide

sulfurique à 66° Baumé et d'acide nitrique fumant. Au bout d'une heure environ, la réaction est terminée : la cellulose est deve-

(1) La saponification consiste à transformer un corps gras, insoluble dans l'eau, en savon soluble en traitant ce corps gras par un alcali.

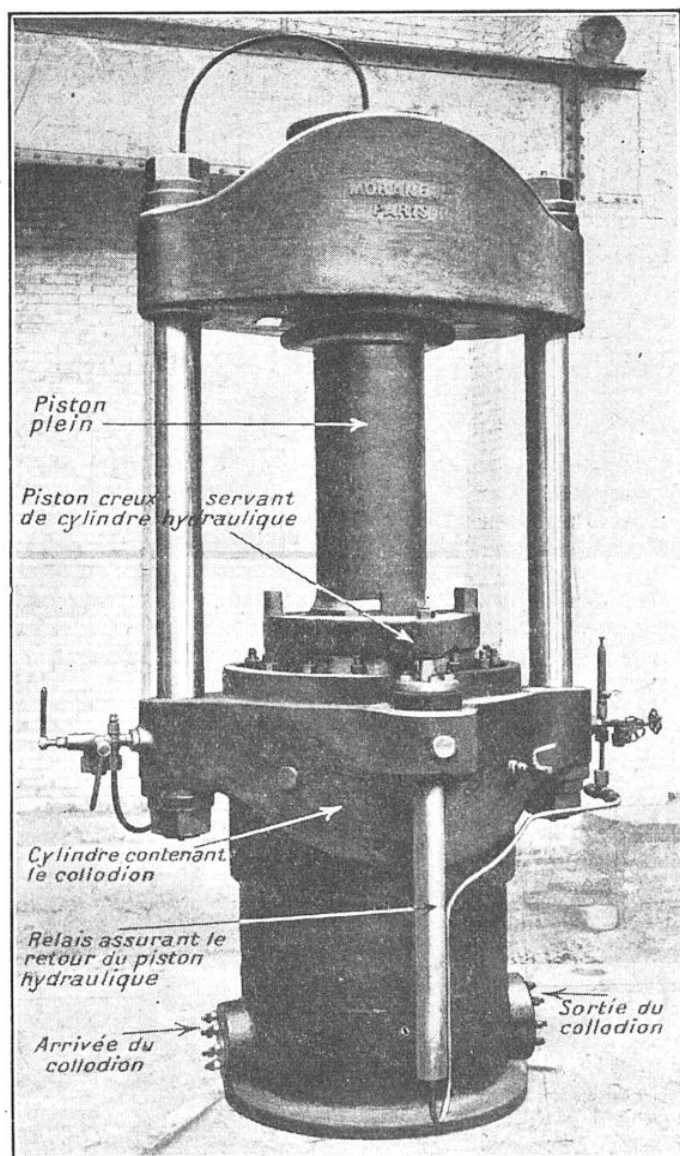


FIG. 5. — CETTE PRESSE SERT À CHASSER LE COLLODION, SOUS UNE PRESSION DE 40 KILOGRAMMES, VERS LES TUBES CAPILLAIRES QUI LUI DONNENT LA FORME DE FILS

nue nitrocellulose, corps présentant toutes les apparences du coton, mais éminemment explosif.

Après essorage, on procède immédiatement à un lavage et à un foulage méthodiques dans un fort courant d'eau, qui débarrasse le produit de toute trace d'acide.

Un nouvel essorage ne laisse au coton nitré qu'une quantité d'eau voisine de 30 %. Puis un rapide déchiquetage à la

forme la base du celluloïd (1). Pour le débarrasser des impuretés insolubles, on le dirige, au moyen d'une pompe, sur les filtres-presses, où il traverse deux membranes de séparation : la première constituée par une simple mousseline, la seconde comprenant une feuille de coton finement cardé, enveloppé entre deux mousselines. Après filtrage, il est envoyé dans de grands réservoirs en attendant d'être filé. C'est alors que va se

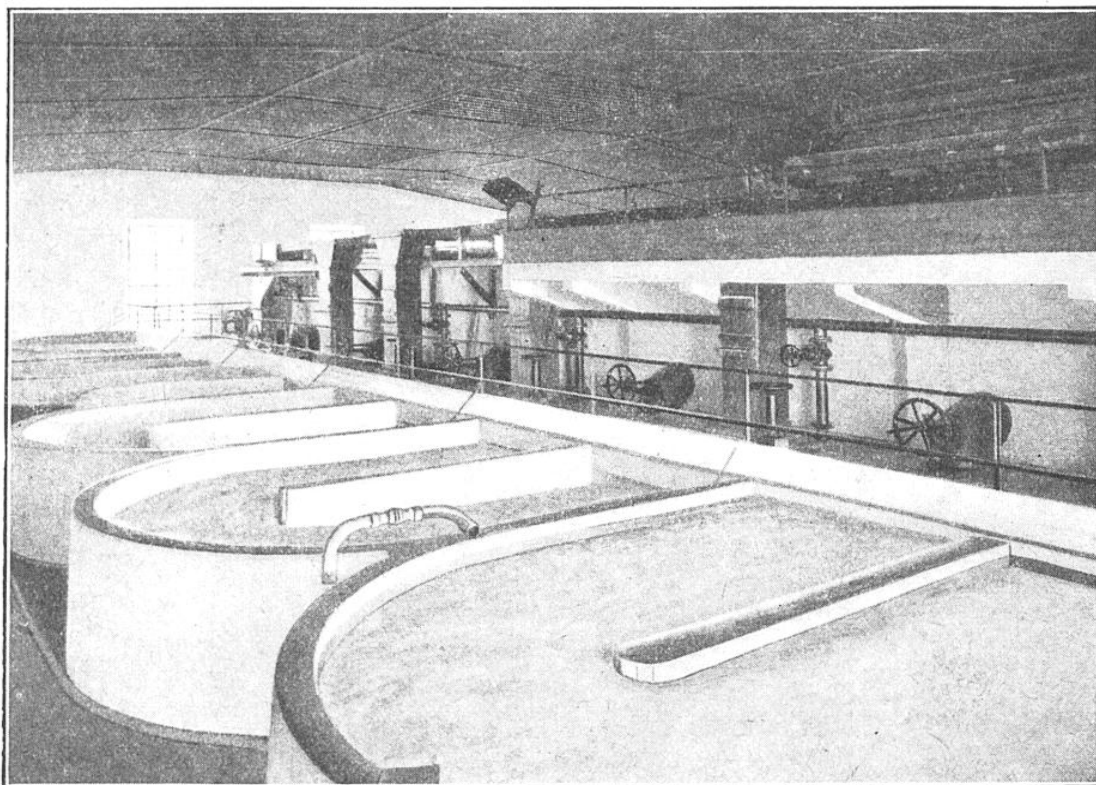


FIG. 6. — DANS LE PROCÉDÉ DIT « LA SOIE VISCOSE », ON UTILISE COMME MATIÈRE LA PÂTE DE BOIS. CELLE-CI EST TRANSFORMÉE, DANS UN BAIN DE SOUDE, EN ALCALI-CELLULOSE

main prépare la matière à la dissolution, qui s'effectue dans un malaxeur, sorte de cylindre horizontal, animé d'un mouvement de rotation peu rapide sur son axe et muni d'une ouverture par laquelle on introduit les pyroxilles (coton nitré).

Un malaxeur de 1 m. 50 de diamètre sur 2 mètres de longueur est chargé avec 350 kilogrammes de pyroxilles et 1.225 litres de mélange éthéro-alcoolique (deux parties d'alcool pour une d'éther). Après dix-huit heures de rotation environ, la dissolution est terminée. On se trouve alors en présence d'une masse plastique visqueuse : c'est le *collodion*, qui, allié au camphre,

reproduire mécaniquement le travail du ver à soie éjectant, par sa filière, une humeur visqueuse, qui se coagule à l'air sous forme d'un fil soyeux dont il s'entoure en formant son cocon.

Le collodion est chassé par une presse hydraulique (fig. 5), sous une pression de 40 kilogrammes par centimètre carré, dans des tuyaux de 100 millimètres de diamètre, étamés intérieurement (comme tous les appareils utilisés depuis le malaxage) et sur lesquels sont branchées des filières en verre

(1) Voir l'article sur la fabrication du celluloïd paru dans le n° 59, de novembre 1921, de *La Science et la Vie*.

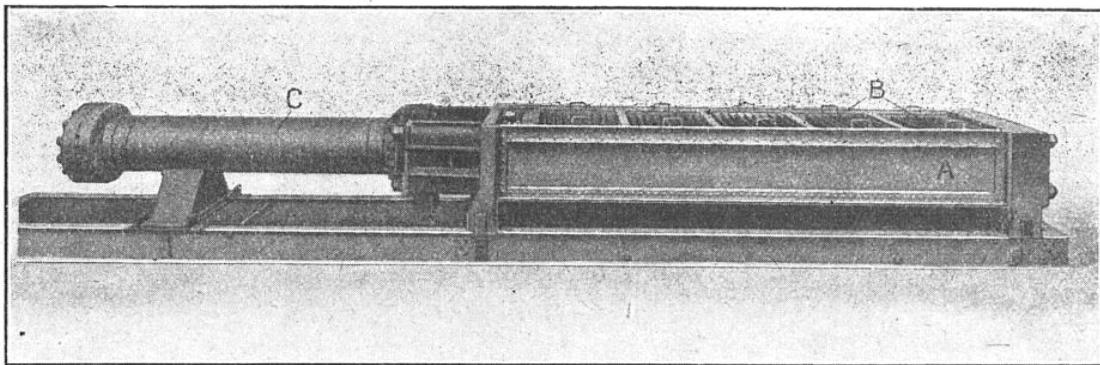


FIG. 7. — PRESSE HYDRAULIQUE SERVANT A EXPRIMER L'EXCÈS DE SOUDE CAUSTIQUE RETENUE PAR CAPILLARITÉ PAR LA PÂTE D'ALCALI-CELLULOSE

de 50 à 80/1.000^e de millimètre de diamètre intérieur. Le produit en sort sous forme de filaments visqueux, extrêmement ténus, qui se solidifient rapidement à l'air par évaporation du dissolvant alcool-éther. Dix-huit à vingt-huit brins réunis forment un fil qui s'enroule sur une bobine de bois (fig. 2 et 3).

Mais ce fil, constitué par de la nitrocellulose, ne pourrait être manufacturé sans danger ; il faut le dénitrer. (On n'a pas oublié le terrible accident dont fut victime, l'année dernière, un enfant de douze ans. Par suite de la projection accidentelle d'une allumette mal éteinte, le cache-col du jeune

homme s'enflamma, et l'enfant succomba après deux semaines de souffrances. Il a été établi que ce cache-col était fait d'une soie artificielle incomplètement dénitrée). On commence par lui donner de la torsion en le mettant en échevaux sur des hexagones. Puis les écheveaux, disposés sur des baguettes en verre, nommées « aiguilles » (fig. 4), sont immergés dans un bain de dénitrification, qui est, habituellement, une solution de sulfhydrate de sodium ou de calcium chauffée à 30° C. Un ouvrier remue constamment les aiguilles dans le bain, de façon à étaler les fibres pour leur permettre un contact parfait

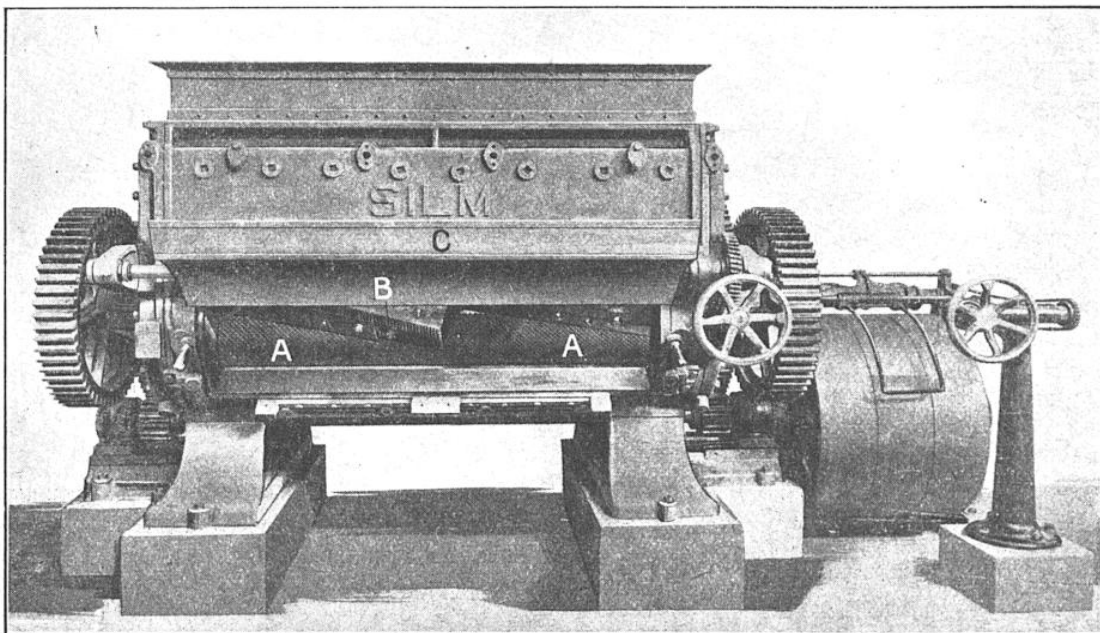


FIG. 8. — LES TOURTEAUX SORTANT DE LA PRESSE HYDRAULIQUE SONT DÉCHIQUETÉS DANS UN BROYEUR ET AMENÉS A UN ÉTAT FLOCONNEUX

avec la solution dénitrate. Cette opération terminée, les écheveaux sont placés sur de larges bobines en porcelaine, pourvues de cannelures longitudinales et animées d'un lent mouvement de rotation, pendant que des jets d'eau, projetés sur la soie, enlèvent

mécanique de la soie : celle-ci, qui a été classée d'après son nombre de deniers (1) au sortir de la filature, présente, après séchage, un aspect neigeux ; on l'assouplit par battage et torsion des écheveaux. Puis chaque catégorie de deniers est soigneuse-

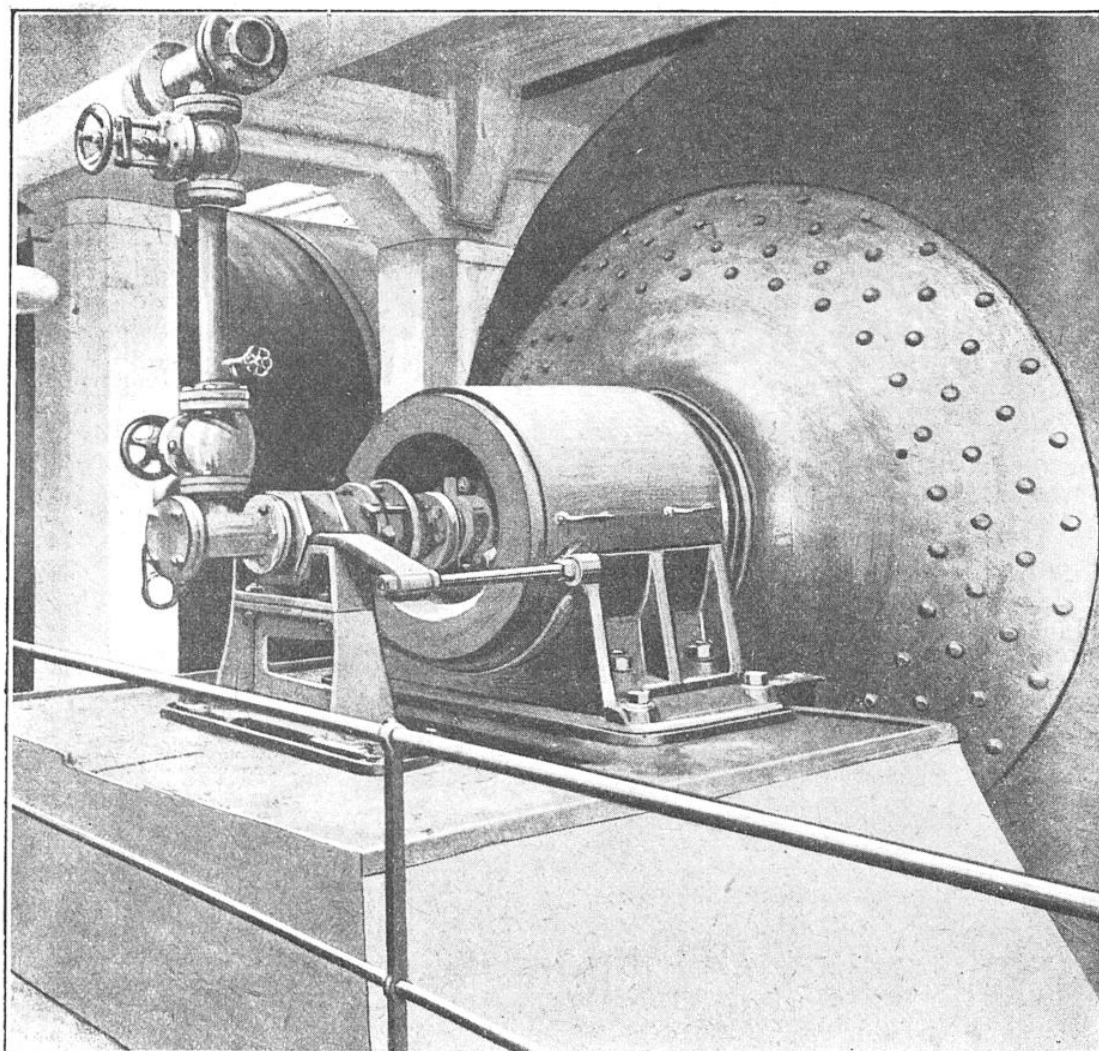


FIG. 9. — DANS CET AUTOCLAVE TOURNANT LENTEMENT, L'ALCALI-CELLULOSE SE TRANSFORME, EN PRÉSENCE DE SULFURE DE CARBONE, EN XANTHATE CELLULOSIQUE

les dernières traces de sulfhydrate. Ils sont ensuite blanchis dans un bain d'hypochlorite de chaux, puis dans un autre d'acide chlorhydrique dilué.

Un dernier lavage à l'eau enlève toutes traces d'acidité ; il est suivi d'un essorage, et les écheveaux sont mis à sécher.

Au point de vue chimique, la fabrication est terminée. Alors commence le travail

ment examinée et partagée en premier, second et troisième choix, suivant l'aspect de la soie. Des échantillons sont prélevés et essayés avec un sérimètre, appareil dont le fonctionnement est basé sur la gravité, et qui donne la mesure de la résistance du fil à la traction, ainsi que son allongement.

(1) Le denier métrique est une longueur de fil de 475 mètres, pesant 0 gr. 531.

La soie viscose

L'origine de ce procédé, le plus important actuellement, remonte à 1892. Les inventeurs en sont deux Anglais, MM. Cross et Bevan. Cherchant à engager la cellulose dans une combinaison soluble d'où l'on puisse la régénérer sous une forme convenable, ils découvrirent la réaction du xanthate de cellulose qui a servi de base à leur fabrication, et dont nous parlons plus loin.

Si ce procédé a pris la première place dans le monde pour la production de la soie artificielle, c'est uniquement en raison des avantages économiques qu'il présente, et non par suite de la qualité supérieure des produits. Le prix de revient de la fabrication est, en effet, bien inférieur à celui qu'entraînent les autres procédés.

La première usine utilisant ce mode de production de la soie viscose fut construite à Alost (Belgique), en 1904.

La matière première de cette soie est également la cellulose, mais au lieu de coton, on emploie, ici, la pâte de bois, qui provient en grande partie du Canada et de Scandinavie, et ne diffère en rien de celle que l'on utilise dans la fabrication du papier. Elle est donc livrée en balles sous le nom de « pâte au bisulfite ».

On commence par transformer la pâte de bois en alcali-cellulose, par l'immersion des feuilles de pâte de bois dans une solution de soude caustique à 18 % de concentration (fig. 6). La cellulose gonfle démesurément en absorbant le bain et se transforme

en alcali-cellulose, dont on exprime l'excès de soude caustique, retenu par la capillarité des fibres, en la soumettant à l'action d'une presse hydraulique (fig. 7). Le poids du tourteau ainsi obtenu doit être égal à trois fois le poids de la pâte de bois mise en œuvre, si les conditions de température requises pour la bonne marche de ces opérations ont été observées.

Le tourteau, ou galette, d'alcali-cellulose

est alors introduit dans un appareil (fig. 8) muni de lames dentées, qui le déchiquètent au point de l'amener à un état floconneux d'aspect neigeux; sous cette forme, le produit séjourne quelque temps dans un réservoir étamé où une oxydation se produit. Cette « maturation » de l'alcali-cellulose a une influence définie sur la fluidité finale de la viscose et les propriétés de la soie.

Les flocons sont ensuite placés dans un autoclave tournant sur un axe horizontal, à la vitesse ré-

duite de quelques tours par minute seulement (fig. 9). Pendant la rotation de l'appareil, on y introduit une dose déterminée de sulfure de carbone sous forme d'un léger brouillard. L'alcali-cellulose se transforme peu à peu en xanthate cellulosique, d'un aspect grumeleux et prenant une teinte brun jaunâtre par suite des réactions secondaires produites par l'excès de soude.

On procède ensuite à la dissolution du xanthate de cellulose, soit avec de l'eau pure, soit avec une faible lessive de soude, suivant les cas. Cette dissolution a lieu dans des malaxeurs (fig. 10) munis intérieurement de palettes rotatives et entourés extérieure-

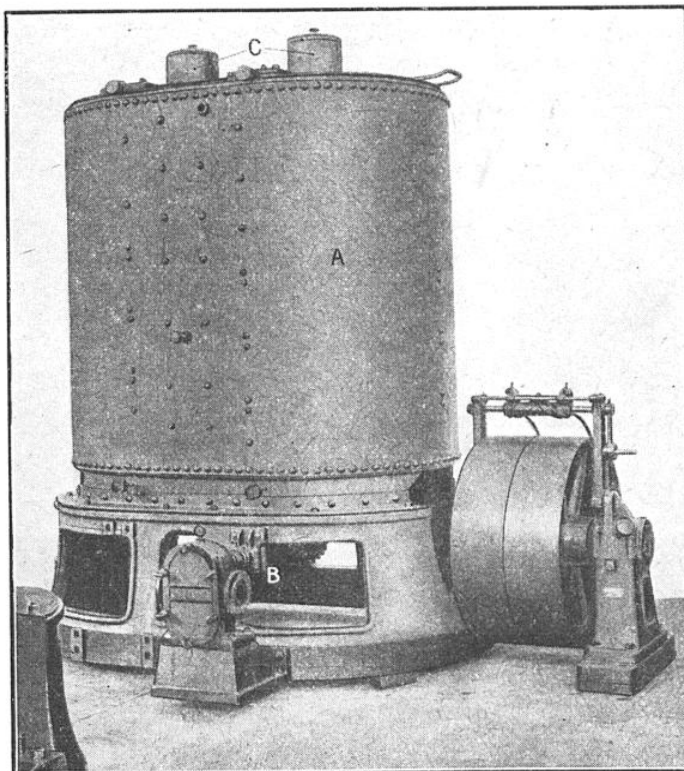


FIG. 10. — LE XANTHATE DE CELLULOSE EST DISSOUS DANS UN MÉLANGEUR AVEC DE L'EAU OU UNE SOLUTION FAIBLE DE SOUDE ET SE TRANSFORME EN VISCOSÉ

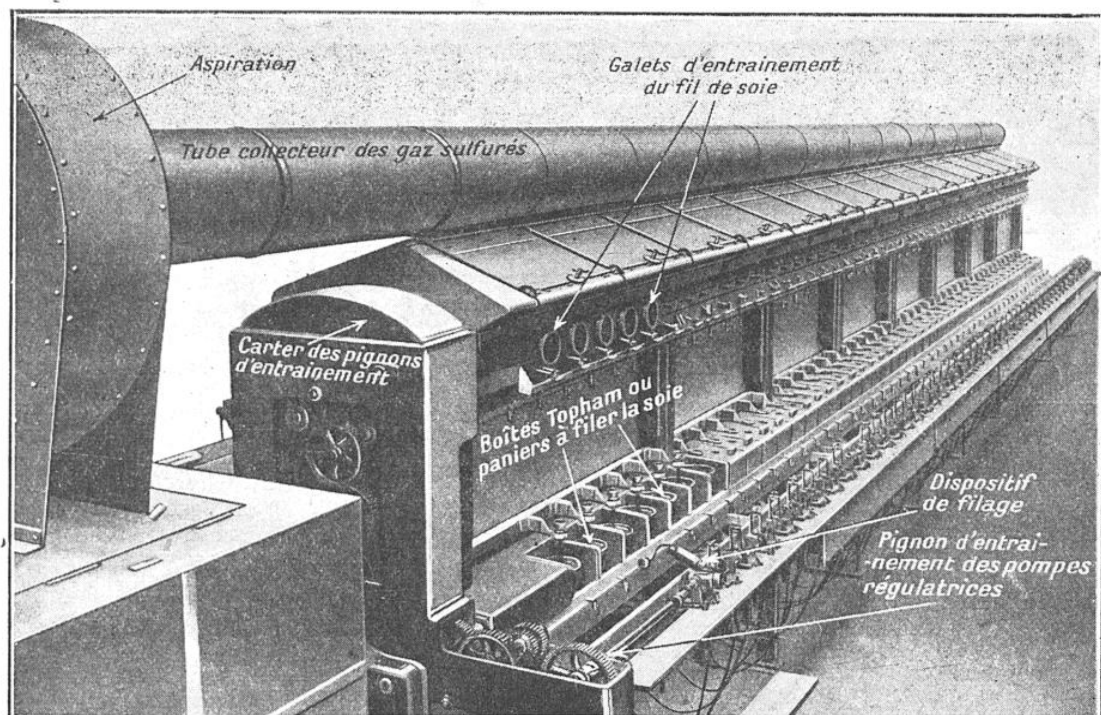


FIG. 11. — LES FILS DE VISCOSE SONT ENROULÉS PAR CETTE MACHINE PAR FORCE CENTRIFUGE

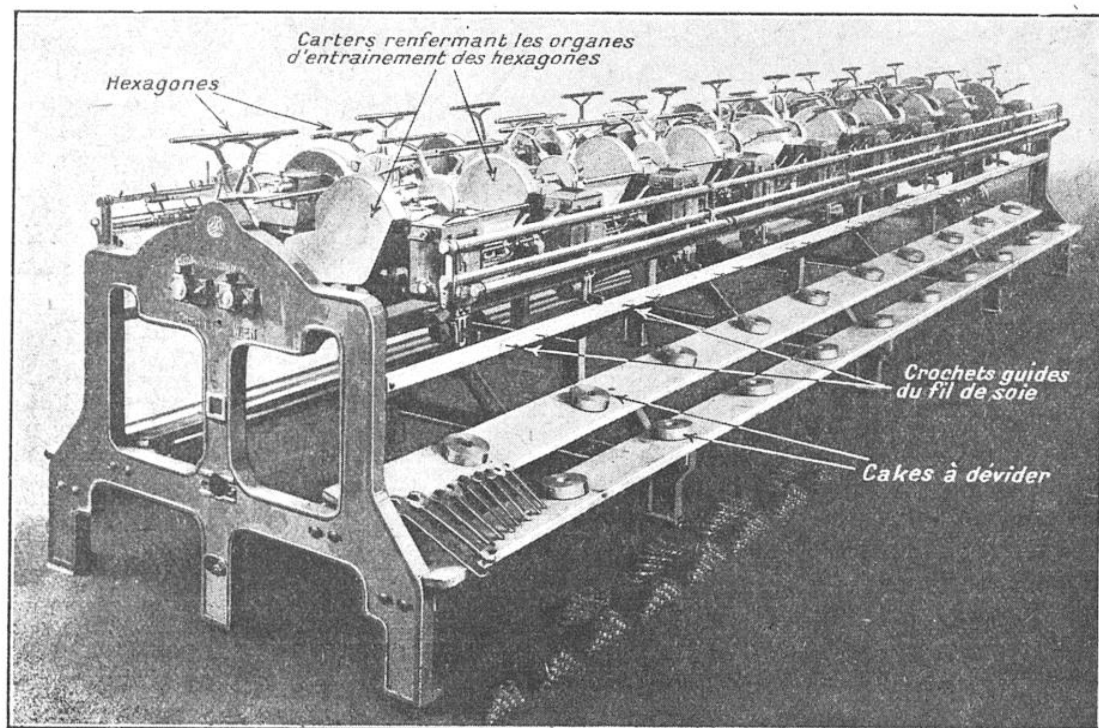


FIG. 12. — LES « CAKES » OBTENUS SONT TRANSFORMÉS EN ÉCHEVEAUX

ment d'une chemise à circulation d'eau froide, permettant de conserver une température constante à l'intérieur. On obtient ainsi un liquide visqueux brun rougeâtre, connu sous le nom de *viscose*.

La viscose est alors filtrée à travers une mousseline afin de la débarrasser des impuretés insolubles. Mais la masse peut encore contenir des bulles d'air dont chacune suffirait pour provoquer, lors du filage, une rupture du filament. La viscose est soumise, dans des réservoirs spéciaux, à l'action du vide qui fait dégager ces bulles. Puis elle est abandonnée pendant un certain temps dans ces réservoirs maintenus à une température constante. C'est la période de « mûrissement », pendant laquelle il se produit, dans la masse, des réactions chimiques complexes entre les différents constituants.

Lorsque le mûrissement a atteint le point voulu, la viscose est envoyée sous pression aux machines à filer. L'une des plus répandues est la filature Topham (fig. 13). En sortant d'une filière, en forme de mamelon, percée de nombreux trous (fig. 14), la viscose se solidifie en passant dans un bain coagulant, dont les formules de composition varient. Aujourd'hui, on emploie fréquemment une solution diluée d'acide sulfurique additionné de sulfate de soude et de glucose ; certains industriels utilisent le bisulfate d'ammoniaque ou encore une solution de sulfate de soude et d'ammoniaque. Les filaments, encore mous, sont cependant assez résistants pour être réunis et enroulés sur une bobine en porcelaine ou dans une boîte Topham. Le parcours du fil dans le bain est réglé d'après l'alcalinité de la viscose et l'acidité de la solution coagulante. Les « cakes », obtenus par enroulement centrifuge du fil humide dans les boîtes Topham, sont mis en écheveaux et ces derniers, soumis à la désulfuration (fig. 12). Cette opération a pour but d'enlever le soufre précipité dans le corps du fil par l'action du bain coagulant et qui donnerait à la soie un aspect terne et rugueux.

Les écheveaux sont trempés et remués

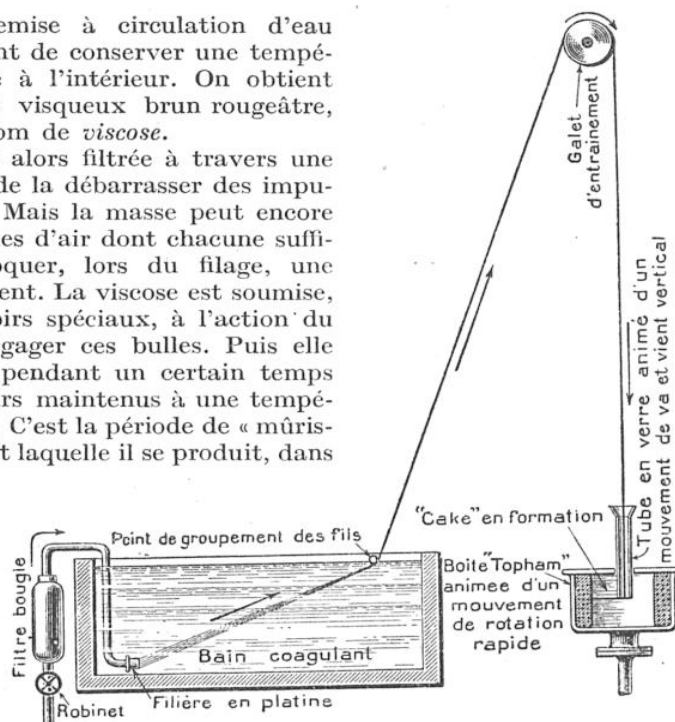


FIG. 13. — SCHÉMA D'UNE FILATURE « TOPHAM » POUR LA SOIE VISCOSE



FIG. 14. — FILIÈRE EN PLATINE
(Grandeur naturelle.)

dans des bacs contenant une solution chaude de sulfure de sodium, qui dissout le soufre. Après un lavage à l'eau, qui élimine les dernières traces du bain, on procède au blanchiment comme pour les autres textiles artificiels. On lave de nouveau, puis la soie est mise à sécher dans un courant d'air chaud. Le séchage du fil sous tension augmente le brillant.

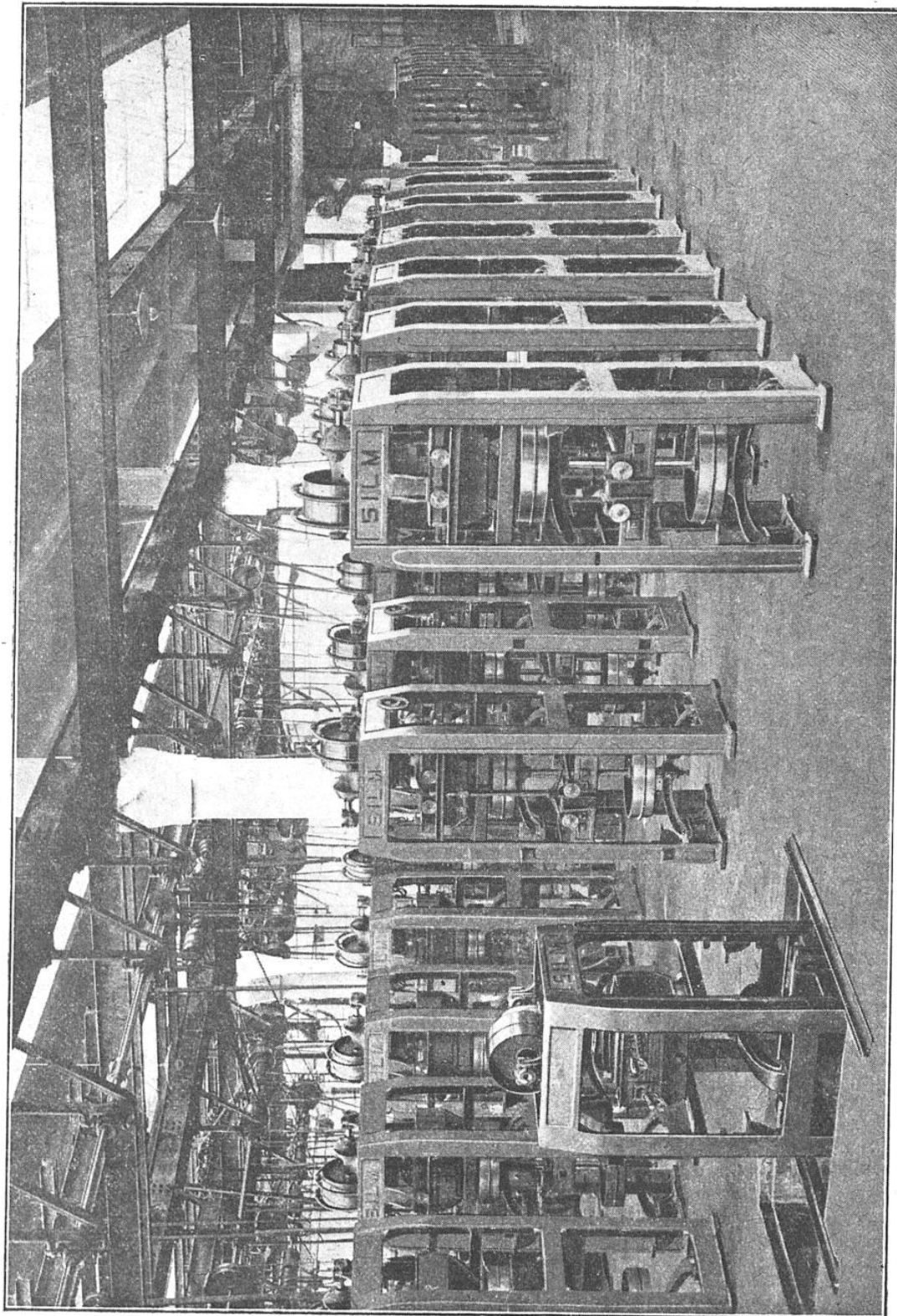
La soie cupro-ammoniacale a une origine française

Cette soie, que l'on désigne aussi sous le nom de « soie parisienne » ou cupro-ammoniacale, imaginée par le Français Despeissis en 1890, et dont la fabrication a été surtout mise au point en Allemagne, est obtenue, à partir d'une solution cellulosique, au moyen du réactif de Schweitzer.

La cellulose nécessaire à sa fabrication est empruntée, soit au coton, soit à la pâte de bois. Par des machines à carder, on défibre très soigneusement la cellulose. Cette dernière est alors mise en contact intime avec de l'hydrate de cuivre précipité et le mélange soumis, dans un malaxeur, à l'action

de l'ammoniaque. La dissolution se produit graduellement et on obtient un liquide visqueux que l'on passe au filtre-pressé pour éliminer les corps étrangers insolubles et que l'on soumet, ultérieurement, à l'action du vide pour faciliter le départ des bulles d'air.

Le filage s'opère d'une manière analogue à celui de la viscose, mais il présente cependant certaines particularités. Deux procédés sont usités. L'un consiste à solidifier complètement le fil à sa sortie de la filière dans un bain coagulant (fig. 15) ; dans l'autre, la solution visqueuse traverse une filière dont



VUE INTÉRIEURE D'UNE USINE DES PLUS MODERNES DE FABRICATION DE LA SOIE ARTIFICIELLE PAR LE PROCÉDÉ A LA VISCOSÉ, EN ITALIE

les trous sont supérieurs au diamètre des filaments, ces derniers étant coagulés progressivement dans un bain à action lente, pendant qu'ils subissent un étirage qui les amène à la ténuité voulue. C'est le procédé Thiele. Le filage s'opère dans une espèce d'entonnoir en verre, dans lequel circule le bain coagulant (ordinairement une solution sulfurique) (fig. 16). Le fil est enroulé sur une bobine ou sous forme de « cakes ». Après passage dans différents bains, comme dans le système continu, la soie est blanchie, lavée à l'eau pure, puis, comme on le fait souvent aussi pour les autres soies artificielles, immergée dans une eau savonneuse qui augmente sa souplesse. Le fil est alors tordu, s'il ne l'a pas été, au sortir de la filière (fig. 17).

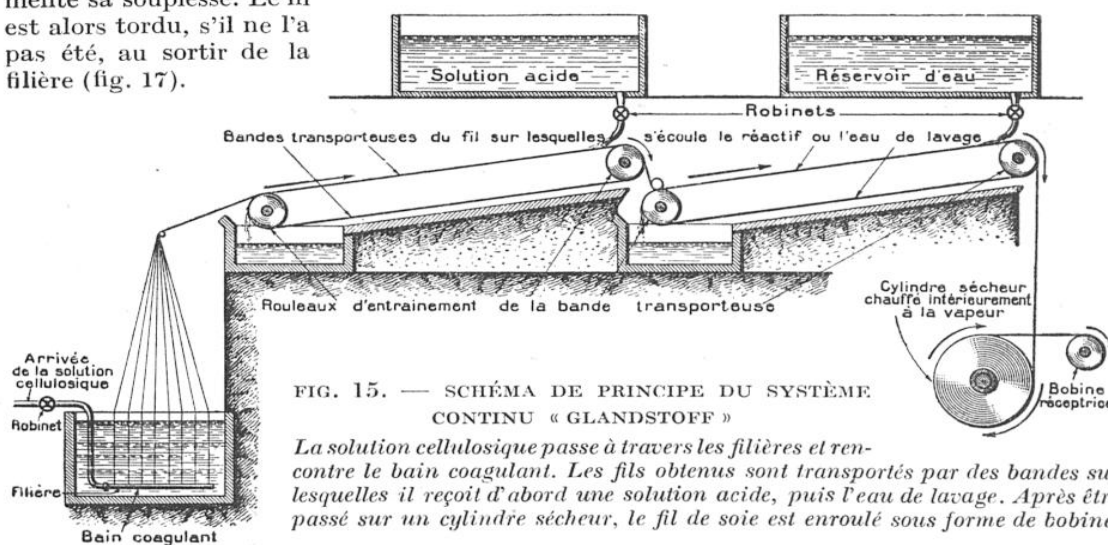


FIG. 15. — SCHÉMA DE PRINCIPE DU SYSTÈME CONTINU « GLANDSTOFF »

La solution cellulosique passe à travers les filières et rencontre le bain coagulant. Les fils obtenus sont transportés par des bandes sur lesquelles il reçoit d'abord une solution acide, puis l'eau de lavage. Après être passé sur un cylindre sécheur, le fil de soie est enroulé sous forme de bobine.

Soie à l'acétate de cellulose

Bien que la fabrication de l'acétate de cellulose remonte à 1898, la production de la soie artificielle par ce procédé est récente, mais elle se développe assez rapidement, et plusieurs usines se sont installées, tant en France qu'à l'étranger.

Schutzenberger avait déjà remarqué, en 1865, l'action de l'anhydride acétique sur la cellulose, mais c'est l'addition d'un catalyseur (1), lors de cette opération, faite par Franchimont (un peu d'acide sulfurique), qui a été le point de départ de la fabrication de l'acétate de cellulose.

On traite donc la cellulose, soit de pâte de bois, soit de coton, par l'anhydride acétique en présence d'un catalyseur. La matière est ensuite plongée dans l'eau et l'acétate

de cellulose se précipite sous forme d'une masse blanche très spongieuse. Ce produit est lavé, séché, dissous dans un solvant approprié et le liquide visqueux obtenu, est filé suivant les procédés habituels.

La soie à l'acétate de cellulose possède des propriétés particulières. Elle se distingue, notamment, des autres soies par sa faible hygroscopicité. En effet, tandis que ces dernières ont, normalement, une teneur en eau de 11 %, la soie à l'acétate n'en retient que 3 %. A l'air humide, la soie naturelle, comme la « viscose », arrivent rapidement à contenir 25 % d'eau, alors que l'acétate de cellulose atteint, au plus, 6 %. Cette pro-

priété lui fait bénéficier d'une plus grande résistance à l'humidité que les autres soies. Il a été prouvé expérimentalement que l'eau de mer est sans effet sur la soie à l'acétate, tandis que le coton, la laine, le lin et même la soie naturelle sont complètement décomposés en moins de six semaines.

La soie à l'acétate de cellulose est très recommandée comme isolant pour l'industrie électrique. De plus, son affinité pour la teinture est très différente de celle des autres textiles. Par mélange dans les tissus, elle permet d'obtenir des effets remarquables, en produisant des tons divers par un seul bain de teinture.

Usages et propriétés de la soie artificielle

Les usages de la soie sont trop connus pour qu'il soit utile de les rappeler ici. Cependant, nous devons signaler l'emploi, de plus en plus répandu, de la soie artificielle en

(1) Voir l'article de Marcel Boll : « Qu'est-ce que la catalyse ? » dans le n° 112, octobre 1926 de *La Science et la Vie*.

mélange avec les autres textiles. Les débouchés ouverts de ce côté à l'industrie de la soie sont immenses.

La soie artificielle, sauf la remarque faite plus haut concernant celle à l'acétate de cellulose, prend très bien la teinture, mais, mouillée, elle perd les trois quarts de sa résistance. On est parvenu à atténuer ce grave inconvénient par le *sthénosage*. La soie « sthénose » est celle qui a été traitée, dans des conditions requises, par le formol. L'action de cet agent est de produire sur le fibre cellulosique une sorte de contraction moléculaire augmentant sa cohésion et la rendant ainsi moins sensible à l'humidité.

On trouve parfois des tissus de soie qui finissent, après un court usage, par tomber littéralement en poussière ; d'autres qui perdent leur lustre en une multitude de petits points. Ces accidents sont les suites d'une mauvaise fabrication. Il suffit, par exemple, d'une légère anomalie dans la nitruration, d'un lavage imparfait de la soie dénitrée, pour que l'on constate, après quelques mois, l'apparition de défauts graves comme ceux que nous venons de signaler.

On voit l'importance qu'exerce le contrôle chimique dans cette fabrication où toutes les phases sont, en outre, régies par des conditions déterminées de température et d'humidité. Il ne suffit pas, en effet, d'observer strictement la concentration de l'acide de nitruration et sa température, car l'état hygrométrique de l'air ambiant, l'état hygroscopique du coton à nitrer ont une importance considérable sur la bonne marche des opérations et les qualités du produit fini. Ce que nous disons ici n'intéresse pas seulement le procédé Chardonnet ; c'est également vrai

pour les autres modes de fabrication. Pour cette raison, dans toutes les usines de soie artificielle, on trouve, à côté du matériel spécial, des installations frigorifiques destinées à maintenir, dans les différentes salles, des températures aussi uniformes que possible. D'autre part, des ventilateurs assurent une aération parfaite des locaux.

Les manipulations délicates, les réactions complexes utilisées dans la fabrication de soies artificielles ont exigé bien des tâtonnements au début et c'est à la suite d'accidents dus à des transformations moléculaires des fibres qu'une certaine méfiance s'est élevée contre les nouveaux textiles. A l'heure actuelle, on est venu à bout de ces difficultés ; aussi, qu'il s'agisse de soie, de crin ou de laine artificielle, il est très rare de rencontrer un produit de mauvaise qualité.

La consommation de la soie artificielle, répartie entre les différentes branches des industries textiles, peut s'établir ainsi : bonneterie et mercerie,

70 % ; tissage, 25 % ; fabrication des cordes, élastiques et divers, 5 %.

Pour montrer dans quelles proportions les divers pays produisent la soie artificielle, nous donnons ci-dessous un tableau des quantités fabriquées jusqu'en 1922. Si l'on se

reporte au début de cet article, où nous disions que la production atteindra près de 100.000 tonnes cette année, on imagine le développement pris par cette industrie.

PAYS	PRODUCTION EN TONNES	
	1913	1922
États-Unis	700	10.645
Allemagne.....	3.600	4.750
Angleterre.....	2.500	3.500
France	1.700	2.850
Belgique.....	1.400	2.850
Italie.....	1.000	2.750
Suisse.....	200	900
Hollande.....	—	550
Autriche.....	700	450
Pologne.....	—	425
Divers.....	—	900
TOTAUX.....	11.800	30.57

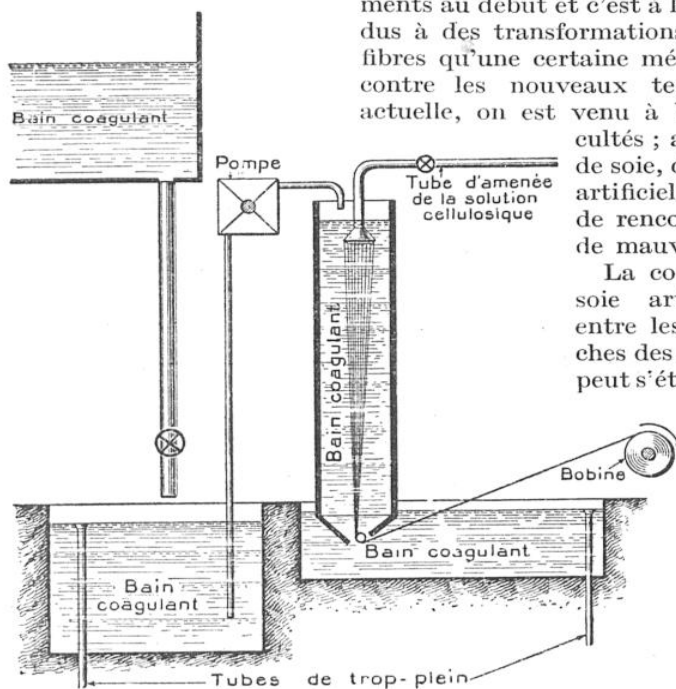


FIG. 16. — SCHÉMA DE FILATURE SYSTÈME « THIELE »
 Dans ce système, le filage s'opère dans une espèce d'entonnoir en verre où circule le bain coagulant. Le fil est recueilli sous forme de bobine.

L'Angleterre fabrique presque uniquement la soie visqueuse et exporte ses qualités inférieures surtout vers l'Inde et l'Extrême-Orient. La consommation intérieure en Angleterre a fortement diminué et les exportations reçoivent, de ce fait, une forte impulsion. Les fabriques hollandaises traitent beaucoup, en ce moment, avec l'Amérique. L'Italie ne ressent encore aucune dépression dans ses affaires, mais devra bientôt réduire sa production énorme de qualités inférieures. L'Allemagne et la Belgique traversent une période de décroissance, tandis que la soie artificielle française semble être dans une phase de grande prospérité. La Tchécoslovaquie a des commandes jusqu'en 1928. En Extrême-Orient, on s'attend à une forte augmentation de production, et bientôt le Canada devra compter parmi les principaux pays producteurs du monde.

L'invention du Français Chardonnet, qui avait attiré tous les visiteurs de l'Exposition

quable qui a assuré le prodigieux développement de cette industrie dans le monde entier.

de 1889, a donc ma ché à pas de géant. Grâce aux divers perfectionnements apportés aux divers procédés de fabrication, la soie artificielle peut être vendue à un prix bien inférieur à celui de la soie naturelle. Ce qui caractérise la fibre de soie et la rend si précieuse, c'est non seulement sa rareté et la difficulté de sa préparation qui fait que la sériciculture diminue en Europe et se développe en Orient où la main-d'œuvre est moins chère, mais encore la solidité et le brillant de cette fibre naturelle. Ce brillant est dû à la réflexion presque totale de la lumière par la fibre qui est lisse. Or, la soie artificielle, filée à travers des filières très fines, présente une surface très lisse dont le brillant est supérieur à celui de la soie naturelle. Il était donc très naturel que la soie artificielle reçoive du public l'accueil remarquable.

G. HERMANT.

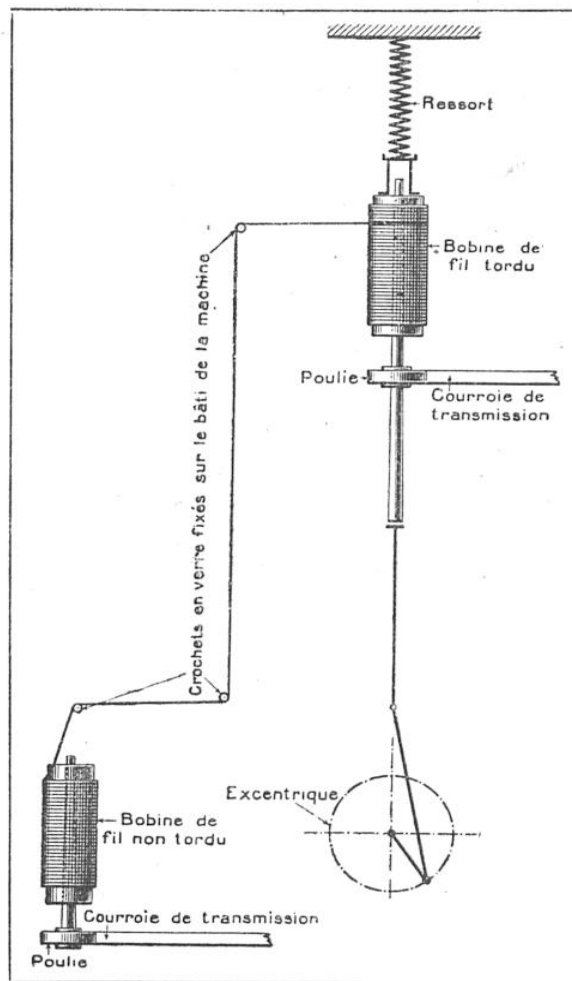
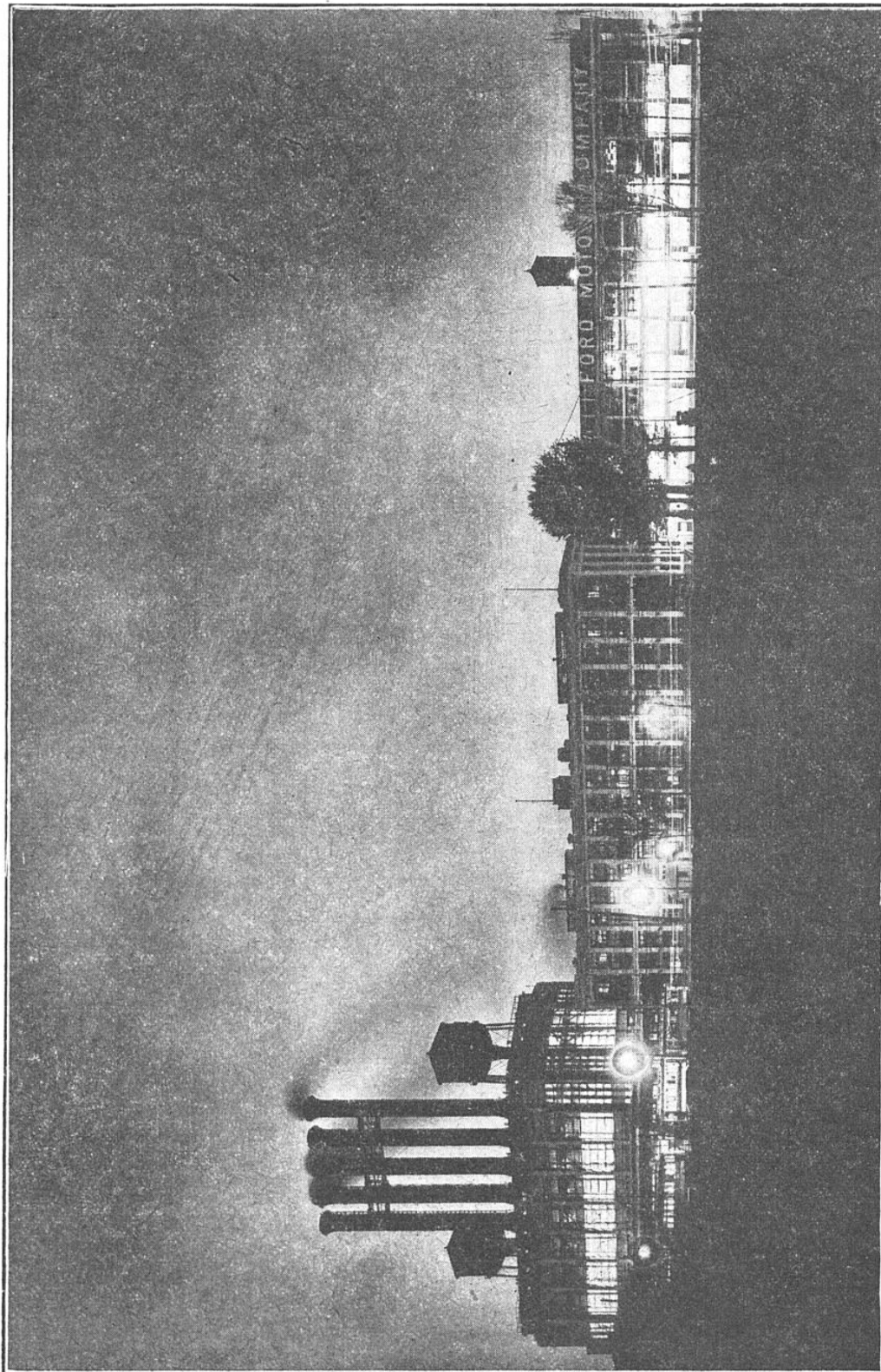


FIG. 17. — LE FIL DE SOIE ARTIFICIELLE EST TORDU AVANT D'ÊTRE LIVRÉ AU COMMERCE. Cette torsion est le résultat de la différence des vitesses de rotation des deux bobines, la bobine de fil non tordu étant animée, dans le sens du dévidage, d'une vitesse de rotation supérieure à celle du fil tordu.





GRACE A UN ÉCLAIRAGE INTENSE, QUI ILLUMINE LE CIEL, LA NUIT N'ARRÊTE PAS LES TRAVAUX DANS LES USINES DE HIGHLAND PARK
(FAUBOURG DE DETROIT), LA PLUS IMPORTANTE DES ENTREPRISES FORD

DETROIT, AUX ÉTATS-UNIS, EST LA VILLE GÉANTE DE L'AUTOMOBILE

Par René VRINAT

Dans un précédent article (1) nous avons indiqué les grandes lignes de l'organisation commerciale de l'industrie automobile américaine, organisation appliquée par tous les constructeurs. Parmi eux, Henry Ford tient indubitablement la première place. Notre collaborateur, qui a visité récemment les immenses usines de Detroit, aux États-Unis, en a rapporté une intéressante documentation concernant leur organisation technique, leur fonctionnement, leurs résultats. Il nous fait assister, en quelque sorte, à la vie même des usines. Nos lecteurs jugeront, par l'étude ci-dessous, de l'importance de l'œuvre accomplie par l'homme le plus riche du monde, qui débuta dans la vie industrielle comme simple mécanicien.

Ford est devenu le roi de l'automobile parce qu'il a su appliquer deux idées

DETROIT est la patrie de l'automobile ; on y trouve les noms de toutes les grandes marques : Cadillac, Dodge, Packard, etc., et la plus célèbre de toutes : Ford, dont les méthodes de production restent la merveille du monde industriel actuel et sont empreintes de la puissante personnalité de M. Henry Ford, leur génial fondateur, l'homme d'action à la large vision, qui, se fixant un but, l'a toujours atteint, en dépit de tous les obstacles.

En moins de vingt ans, il est devenu l'un des hommes les plus riches du monde, grâce

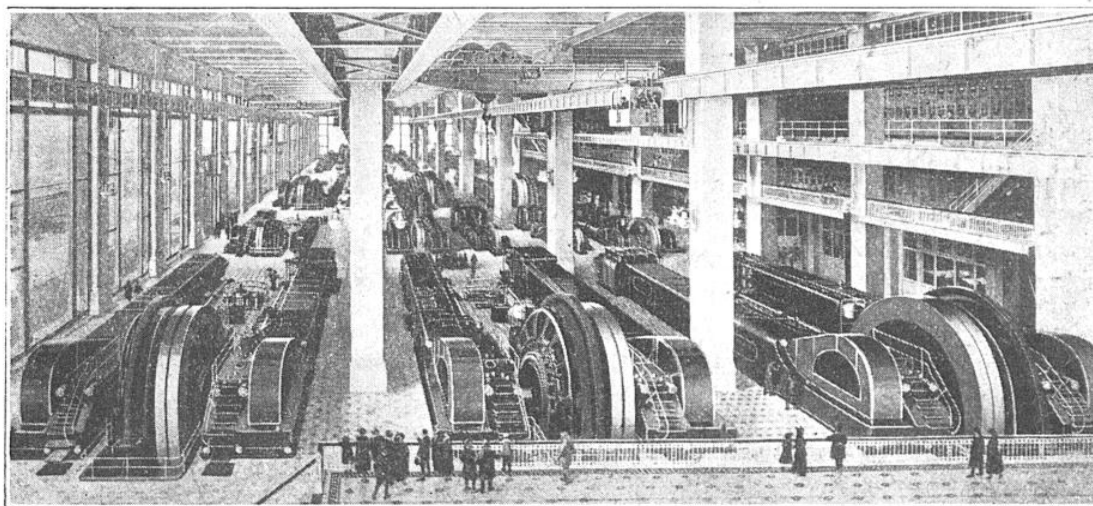
à l'observation persévérante de deux règles précises, qui ont fait de lui un caractère national parmi ses compatriotes :

1° Il a toujours payé des salaires supérieurs à ceux qu'exigeaient les conditions du marché de travail ;

2° Il a toujours vendu ses automobiles à un prix moins élevé que ne le demandait la concurrence.

Au début, ces méthodes, contraires à tout principe économique, semblèrent vouées à l'insuccès ; mais, avec une confiance et une énergie indéfectibles, il sut les défendre contre ses associés timorés, rachetant leur part dans l'usine naissante, et, aujourd'hui,

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 113, novembre 1926.



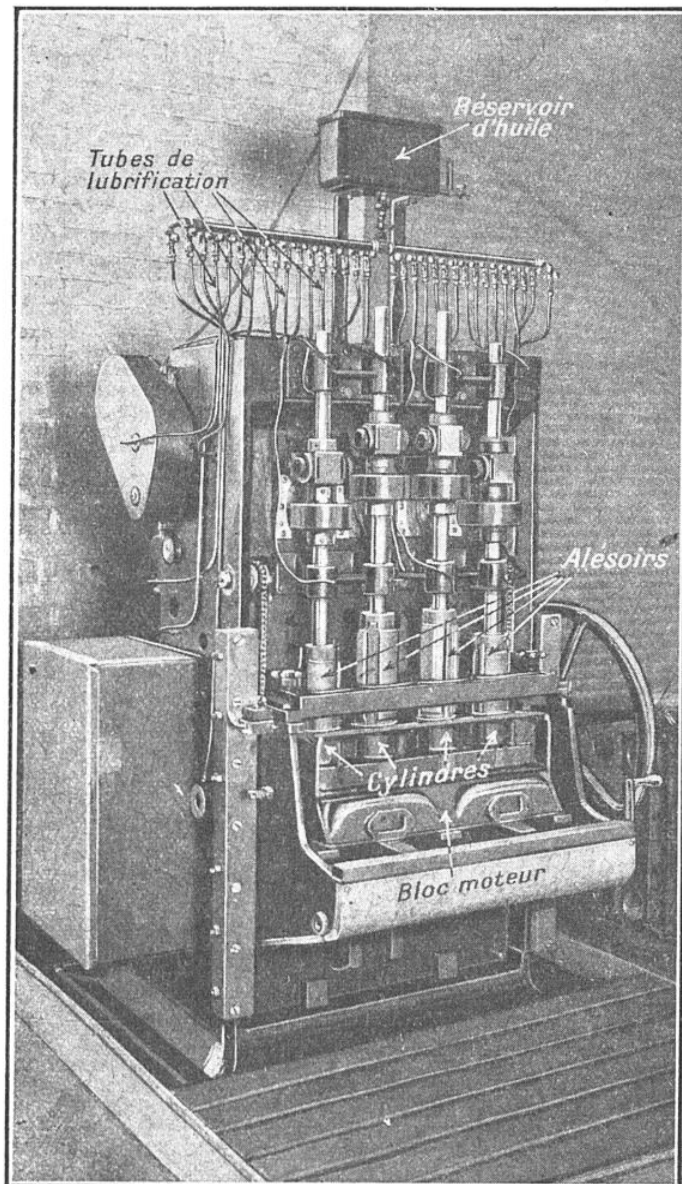
VUE DE LA CENTRALE ÉLECTRIQUE DE HIGHLAND PARK, FOURNISSANT LES 60.000 CHEVAUX NÉCESSAIRES AU FONCTIONNEMENT DES USINES FORD

il partage avec son fils Edsel les responsabilités formidables de ses activités passées et présentes.

L'usine de Highland Park reçoit, chaque mois, 40.000 visiteurs

L'usine de Highland Park (1) est la plus importante des entreprises Ford. On la visite sans difficulté.

(1) Highland Park, à Dearborn, River-Rouge, sont les faubourgs industriels de Detroit.



LE BLOC MOTEUR ÉTANT PLACÉ SUR CETTE MACHINE, LES QUATRE CYLINDRES SONT ALÉSÉS EN MÊME TEMPS

A peine la porte des ateliers s'ouvre-t-elle, que le bourdonnement des moteurs et des machines, le battement rythmé des courroies assourdissent l'oreille. La curiosité et la distraction du personnel, qui règnent, par ailleurs, au passage de visiteurs, n'existent pas ici. Les ouvriers s'intéressent uniquement à leur travail et les quarante mille personnes qui défilent devant eux chaque mois, passent inaperçues à leurs yeux.

Il semblerait bien banal de s'étendre sur

l'automatisme de la fabrication. Si elle n'existait pas ici, on ne la trouverait nulle part ailleurs. Ça et là, on voit de formidables machines, étudiées spécialement en vue d'un grand rendement : une seule machine ne perce-t-elle pas quarante-sept trous dans quatre directions à la fois.

Dans chaque atelier, chaque section effectue l'usinage complet d'une pièce

L'organisation des ateliers de mécanique offre cependant une particularité : on chercherait vainement les sections formées uniquement de machines du même type, que l'on adopte toujours chez nous comme une règle standard de bon ordre. Ici, chaque section est affectée à l'usinage complet d'une pièce. La matière brute arrive d'un côté ; de l'autre, la pièce finie est dirigée sur le service du montage. Ce système nécessite donc le groupement, dans un même section, de machines différentes, depuis la modeste perceuse jusqu'au four à braser ou à tremper. La manutention se trouve ainsi sensiblement simplifiée. D'ailleurs, la production formidable des usines Ford est due en grande partie à cette simplification de la manutention intérieure poussée à l'extrême, simplification rendue possible par le système de convoyage automatique des pièces.

Dans tous les établissements industriels, aussi bien en France qu'aux États-Unis, chaque ouvrier a deux caisses près de lui : l'une contenant les pièces à travailler ; l'autre recevant les pièces finies. Dans les usines les

plus modernes, un chariot électrique amène l'une et emporte l'autre. Rien de plus simple, me direz-vous, et certes j'en conviens, mais, chez Ford, un convoyeur aérien pour les petites pièces, un tapis roulant pour d'autres plus volumineuses, passent devant tous les ouvriers de la même section d'usinage.

Leur attention doit donc se porter sur deux choses à la fois :

- 1^o Sur la pièce en cours d'exécution ;
- 2^o Sur la pièce entraînée par le convoyeur, qu'il convient de décrocher à l'instant précis de son passage.

Aussi, pour obvier à une maladresse toujours possible, préjudiciable au rendement, les machines-outils sont-elles toujours munies d'un appareillage spécial, qui substitue l'attention réfléchie de l'individu à une série de mouvements purement instinctifs.

L'importance du convoyage automatique est mise surtout en évidence dans les différents services du montage.

L'impression d'activité qui se manifeste à chaque pas dans l'atelier, surprend toujours le visiteur, fût-il un industriel très expérimenté. Toutes ces pièces en mouvement, les gestes sobres des ouvriers et la dextérité manuelle que peut donner une longue spécialisation, en font un spectacle bi n particulier, qui intéresse puissamment.

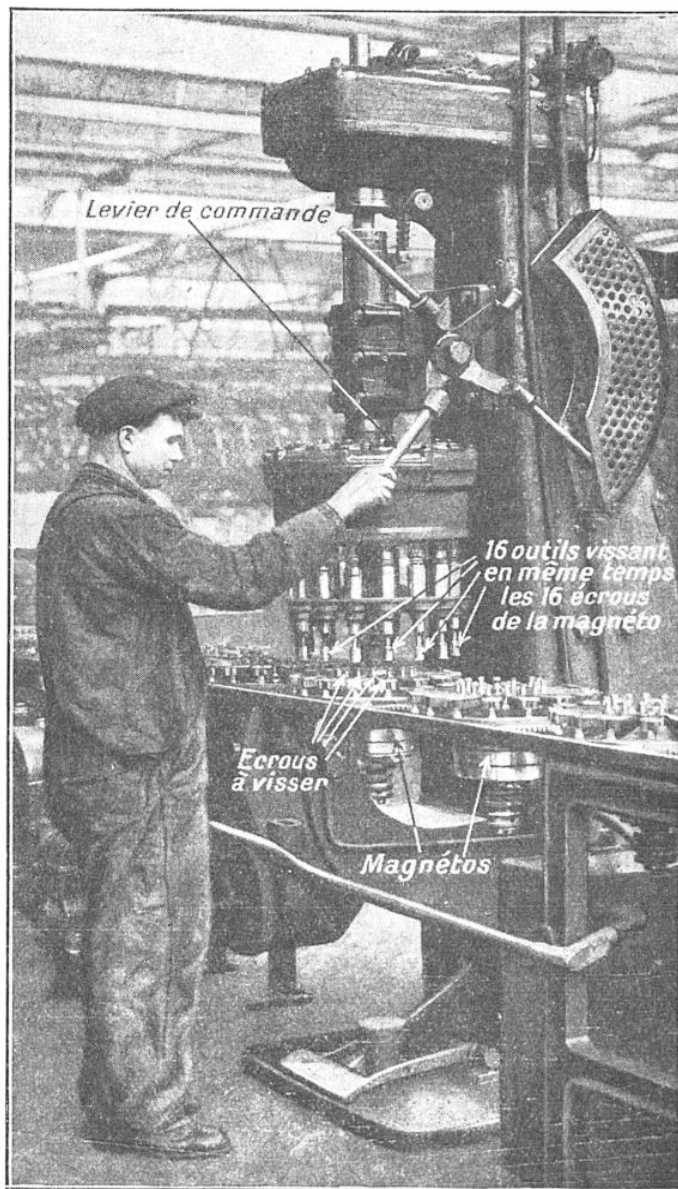
Le montage final d'une voiture se fait en 90 minutes

Certes, l'organisation minutieuse des différents services captive le technicien, mais l'étonnement du simple particulier venu en touriste est à son comble, quand le guide l'amène au banc de montage final des automobiles.

Ce banc n'est autre chose qu'un simple convoyeur à chaîne, long de 300 mètres, animé d'une vitesse de 3 mètres à la minute. A une extrémité, on place les longerons de la voiture, et, quatre-vingt-dix minutes après, le châssis naissant arrivera à l'autre extrémité, trans-

formé en conduite intérieure ou en torpédo et quittera le banc par ses propres moyens. Telle est l'œuvre de magicien, qui fait douter de la réalité des choses ! Pourtant, les travaux occultes n'ont rien à voir dans cet achèvement : la collaboration et l'habileté disciplinées d'une centaine d'ouvriers, répartis de chaque côté du banc, suffisent à l'exécution de cette tâche surprenante.

A peine le châssis a-t-il pris sa place sur le



TOUS LES ÉCROUS DE LA MAGNÉTO SONT VISSÉS EN MÊME TEMPS PAR CETTE MACHINE

convoyeur qu'on y fixe le moteur. Cette opération, considérée ailleurs comme longue et délicate, s'effectue ici presque instantanément : un premier spécialiste manœuvre le vérin à air comprimé, qui soulève le moteur ; un second guide le moteur sur son siège ; un troisième bloque les boulons de serrage. Aucun arrêt, aucune défaillance individuelle ne peuvent être tolérés. Les roues glissent une à une de l'étage supérieur et viennent à point dans la main de l'ouvrier pour être mises en place. Plus loin, un trio actif dispose la carrosserie sur le châssis, comme s'il ne s'agissait que d'un jouet d'enfant.

Chaque opération de montage est simplifiée à son maximum et exige une spécialisation absolue, afin de réduire l'effort individuel. Quelques gestes, toujours les mêmes, constituent le plan de travail de l'ouvrier.

A l'extrémité du banc, les roues arrière tombent dans deux cavités, où elles entrent en contact avec deux autres roues actionnées électriquement, qui transmettent le mouvement au différentiel, puis au moteur. Un conducteur s'installe au volant et la nouvelle Ford va rejoindre ses sœurs au parc général. Il en descend ainsi soixante-trois par heure. Quand vous saurez que Ford possède une quarantaine de bancs de montage dans toutes les grandes villes des États Unis et dans tous les pays du monde, une simple multiplication vous donnera la production horaire en voitures prêtes pour la vente. L'usine de Highland Park, à elle seule, fabrique, par jour, des pièces détachées pour la construction de plus de six mille voitures. Toutes les parties interchangeables, usinées avec la plus grande exactitude, demeurent l'élément essentiel d'une organisation à haut rendement.

Pour donner la vie et le mouvement à l'usine, il faut une force motrice respectable de 60.000 H. P., fournie par des moteurs à gaz et des machines à vapeur.

Depuis son arrivée jusqu'à sa sortie en cendres, le charbon est toujours manutentionné mécaniquement. Du neuvième étage de la centrale, où un élévateur le monte, il retombe par gravité, automatiquement pesé et distribué, dans les foyers des chaudières.

Dans l'usine de River-Rouge, Ford prépare tous les matériaux qui lui sont nécessaires

A côté du Ford mécanicien de Highland Park, on trouve le Ford métallurgiste de River-Rouge, dont l'usine s'élève, solitaire,

à l'est de Detroit, à proximité du lac Erié. Avec 16 kilomètres de routes et plus de 100 kilomètres de voies ferrées elle est, actuellement, la plus grande usine du monde, quoique à moitié construite. Un canal profond permet l'accès des plus grands bateaux des grands lacs au cœur même de l'usine. Deux immenses grues roulantes dominent de leur puissante ossature d'acier le stock de 2 millions de tonnes de minerai et déchargent les bateaux.

Les innovations les plus récentes à River-Rouge comportent l'installation de quatre fours électriques destinés à la fabrication de l'acier. La fonte de deux hauts fourneaux de 500 tonnes coule directement dans les moules, ce qui évite l'opération longue et coûteuse d'un premier coulage de gueuses, de leur refroidissement et d'une nouvelle fusion. Par ce nouveau procédé, mis au point à River-Rouge après de longues expériences, on obtient des pièces de première qualité à un prix extrêmement bas.

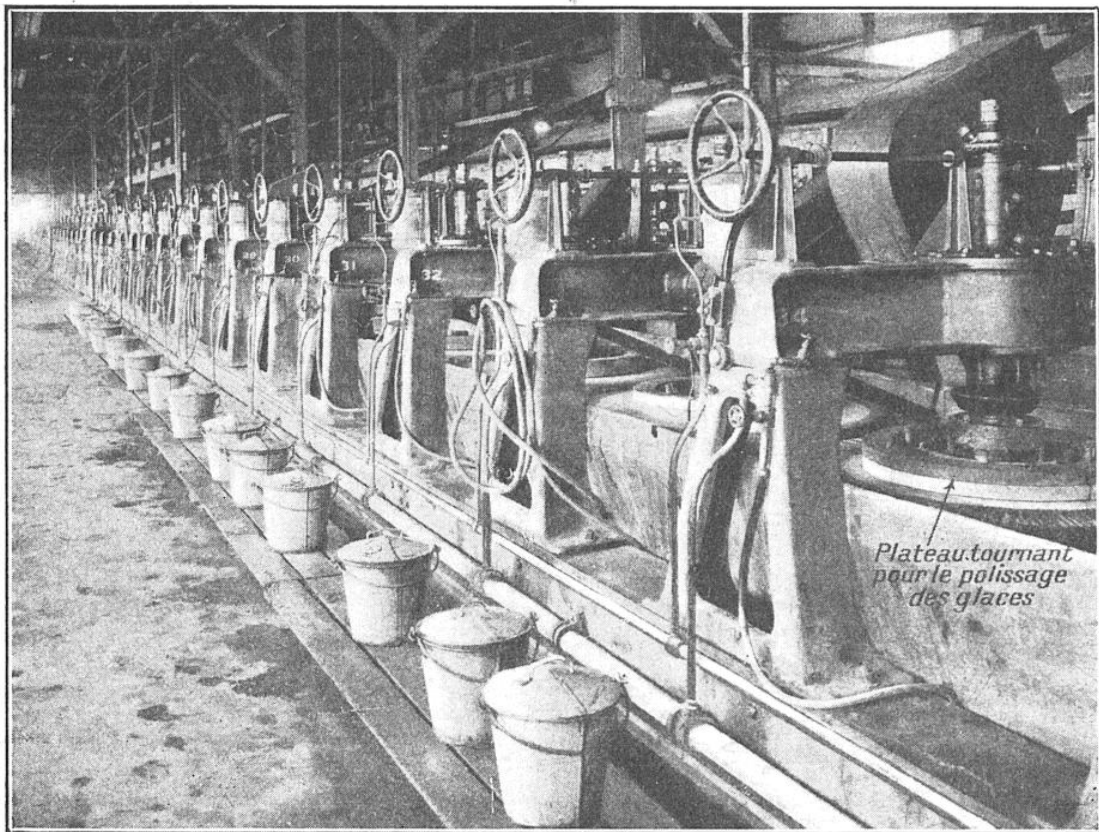
Le moindre observateur remarque la propreté méticuleuse qui règne partout. Un régiment de six cents hommes assure le nettoyage des ateliers et lave quotidiennement les vitres ; les poussières sont essuyées sur le rebord extérieur des fenêtres.

A River-Rouge, l'agencement de la Centrale défie toute imagination. Dans des salles immenses, parquetées et passées au ripolin, huit groupes générateurs aux carapaces noires et lustrées, cerclées de bandes polies, tranchent sur la blancheur de la salle. Elles fournissent les 240.000 kilovolts-ampères nécessaires à l'usine. Leur bourdonnement régulier donne une impression tout à la fois de puissance et de douceur.

Autour de la salle, des tapis souples et isolés permettent aux opérateurs de circuler devant les tableaux de distribution avec le maximum de sécurité. Deux hommes suffisent pour surveiller la répartition des 240.000 kilovolts-ampères. Ils sont vêtus de blanc et ressemblent à d'élégants gentlemen. De temps en temps, ils regardent leur tableau et ils agissent sur un levier poli pour modifier la marche d'un alternateur.

A l'étage inférieur, une batterie de huit chaudières brûlant du charbon pulvérisé ou du goudron, fournissent la vapeur nécessaire aux turbines.

River-Rouge est la patrie des tracteurs Fordson, et l'organisation que l'on a vue à Highland Park se retrouve identiquement ici. Même usinage progressif, même banc de montage. Tout arrive lentement, régulièrement sans heurt néfaste sans accélération



UNE BATTERIE DE MACHINES SERVANT AU POLISSAGE DES GLACES

Comme on le voit, dans les usines Ford toutes les parties de l'automobile sont fabriquées sur place. Les achats à l'extérieur sont donc exclusivement limités, la Compagnie disposant elle-même des matières premières nécessaires.

déplacée. Les tracteurs quittent le banc par leurs propres moyens et, semblables à de grosses sauterelles, bondissent sur le sol d'acier de l'atelier, puis vers leur pare, où ils touchent, pour la première fois, la terre qu'ils ont mission de faire produire.

Plus loin, on achève l'installation d'une verrerie immense avec des bancs sans fin de polissage. A côté, se dresse la fabrique de papier. C'est la première usine qui ait réussi à transformer la pulpe du bois dur en papier commercial. A River-Rouge, on fabrique encore des milliers de tonnes de ciment avec le laitier des hauts fourneaux. Ajouterai-je encore que la fonderie est la plus vaste du monde.

Le charbon provient des mines Ford, en West Virginia et Kentucky. Des broyeurs le pulvérisent dès son arrivée et l'envoient à une batterie de cent vingt fours à coke atteignant une production quotidienne de 1.600 tonnes. La récupération des vapeurs donne

quotidiennement : 72.000 mètres cubes de gaz, 90 mètres cubes de benzol, 60 mètres cubes de goudron, 25 mètres cubes d'huile raffinée et 30 tonnes de sulfate d'ammonium.

Tous ces produits, à l'exception du sulfate d'ammonium, vendu comme engrais, et du benzol, vendu pour l'alimentation des moteurs industriels dans la région de Detroit, sont utilisés pour les besoins de l'usine.

L'installation d'un port en eau profonde fut le début d'un essor nouveau pour le transport et l'exportation des produits. Le premier cargo quitta l'usine le 15 septembre 1924, chargé de 700 tonnes de marchandises à destination de l'Amérique du Sud. D'autres suivent régulièrement, sans toutefois que le tonnage puisse excéder 1.200 tonnes, charge limite permise pour la navigation sur le canal du lac Erié. Le transport par eau étant plus économique, tend à se développer, et la flotte marchande de Ford compte déjà une demi-douzaine de steamers

Ford a créé pour ses ouvriers tous les services dont ils ont besoin

Il est évident qu'une industrie qui a pris un développement aussi considérable que celle que nous venons de décrire et dont l'usine proprement dite, celle de Highland Park, forme une véritable ville, ne peut vivre sans une organisation spéciale adaptée à ses besoins. Aussi Ford l'a-t-il compris et trouve-t-on parmi son personnel toutes les professions manuelles ou libérales : bâtiments scolaires, studio pour le cinéma, épicerie, boucherie, tailleur, etc., bureau des consultations juridiques et même le journal des entreprises Ford, le *Ford News*.

Un service médical complet, possédant 7.882 fiches se rapportant à autant de situations et décrivant toutes les capacités qu'elles requièrent d'un individu, a permis d'embaucher près de 10.000 hommes infirmes, dont 10 aveugles, 37 sourds-muets, 234 unijambistes. Un médecin-chef, aidé d'une vingtaine de spécialistes, assure le service, qui dispose d'une infirmerie modèle, avec salles d'opérations, laboratoire de rayons X, etc.

Le ravitaillement du personnel s'effectue « en série »

L'organisation du travail en trois équipes, travaillant huit heures chacune, ne permet pas un long arrêt pour les repas. Un repas de quinze minutes est accordé aux ouvriers pour absorber un léger *lunch*. Les périodes du *lunch* sont fixées de 10 h. 30 à 12 h. 15, de 18 h. 30 à 20 h. 15 et de 2 heures à 4 h. 25. Il faut donc qu'en moins de deux heures, une distribution de nourriture substantielle soit faite à plus de vingt mille hommes se répartissant dans une usine de 25 hectares. Problème assez difficile à résoudre.

Dans chaque section, une sonnerie électrique annonce l'heure du *lunch*. Les ouvriers se rangent de chaque côté de l'allée principale et une série de voitures chargées de victuailles passent devant eux : voiture-soupe, voiture-sandwich, voiture-café, voiture-lait, etc... Ils préparent leur argent, prennent au passage ce qu'ils ont besoin et paient tout cela sans désordre, sans incertitude. Au coup de sonnette, les hommes sont en ligne et les voitures arrivent avec une précision mathématique pour les servir.

La préparation des *lunches* occupe plus de deux cents personnes.

Ford n'oublie pas l'apprentissage

L'œuvre scolaire de l'usine, à laquelle M. Henry Ford porte un intérêt tout

particulier, comprend quatre divisions : Une *école d'anglais*, rendue nécessaire par le nombre considérable d'étrangers employés dans l'usine ;

L'*école des apprentis* proprement dite ;

L'*école de commerce*, où sont enseignés les meilleurs principes d'organisation industrielle, en même temps que le principe de l'économie. Pour encourager cette économie, la direction ajoute un dollar supplémentaire dans l'enveloppe de paie, dollar que le jeune homme doit lui-même déposer à la banque ;

Une *école spéciale* pour l'élite étrangère qui désire étudier l'organisation Ford. N'est-il pas superflu d'ajouter que cette école est pourvue de laboratoires de physique et de chimie des mieux pourvus ?

Un mot des œuvres sociales de Ford

Nous ne pouvons terminer notre visite aux usines de Detroit et à leurs dépendances sans dire quelques mots des œuvres sociales de Ford. Elles portent toutes l'empreinte de cette idée : bienveillance de la direction sur le personnel, basée : 1° sur la croyance dans la bonne volonté de la nature humaine ; 2° croyance dans le sentiment de justice de l'individu.

On a même reproché à Ford d'embaucher d'anciens forçats ou d'anciens condamnés de droit commun.

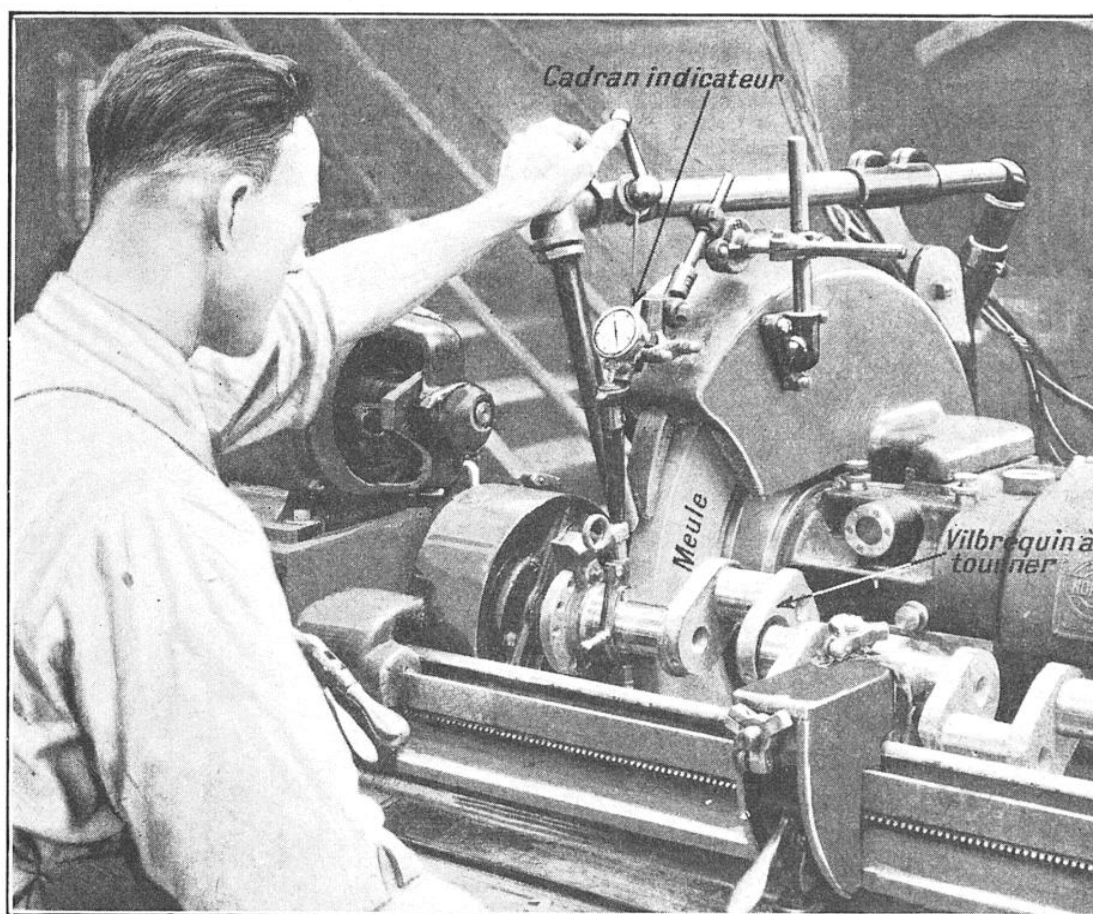
Henry Ford fait participer chaque ouvrier aux bénéfices de son affaire, par l'application du *bonus plan*, qui récompense l'habileté professionnelle de chaque ouvrier.

En outre, l'*investment plan* donne aux ouvriers la faculté de placer une partie de leur argent à la Compagnie même, qui, par ce fait, lui semble un peu la sienne et à laquelle il s'intéresse personnellement.

Nous signalerons, pour terminer, la construction de l'hôpital Ford, dont le but est de soigner les malades au tarif le plus bas. Les mêmes principes de standardisation qui sont en honneur dans les usines, sont appliqués ici. Un millionnaire et un modeste ouvrier paieront le même prix pour les mêmes soins.

L'œuvre gigantesque de Ford est le triomphe de la méthode scientifique

Telle est la récente création de Ford. Il nous serait possible d'en citer cent autres : exploitations forestières, distillation des bois, etc... On pourrait consacrer tout un ouvrage à la fameuse usine de *Muscle Shoals*, sur la rivière Tennessee, où l'on fabrique des nitrates synthétiques avec l'azote de l'air. Mais, en accordant à l'hôpital Ford la juste place qu'il est en droit d'occuper parmi les



MACHINE A RECTIFIER LE VILBREQUIN DU MOTEUR

L'ouvrier n'a qu'à lire les indications d'un petit cadran placé devant lui, pour connaître avec précision le diamètre de la manivelle qu'il rectifie et arrêter la meule au moment voulu.

créations de l'illustre industriel, nous avons voulu montrer que la largeur d'esprit qui le caractérise ne s'astreint pas aux besoins matériels de l'homme, mais s'efforce de pourvoir à ses défaillances physiques.

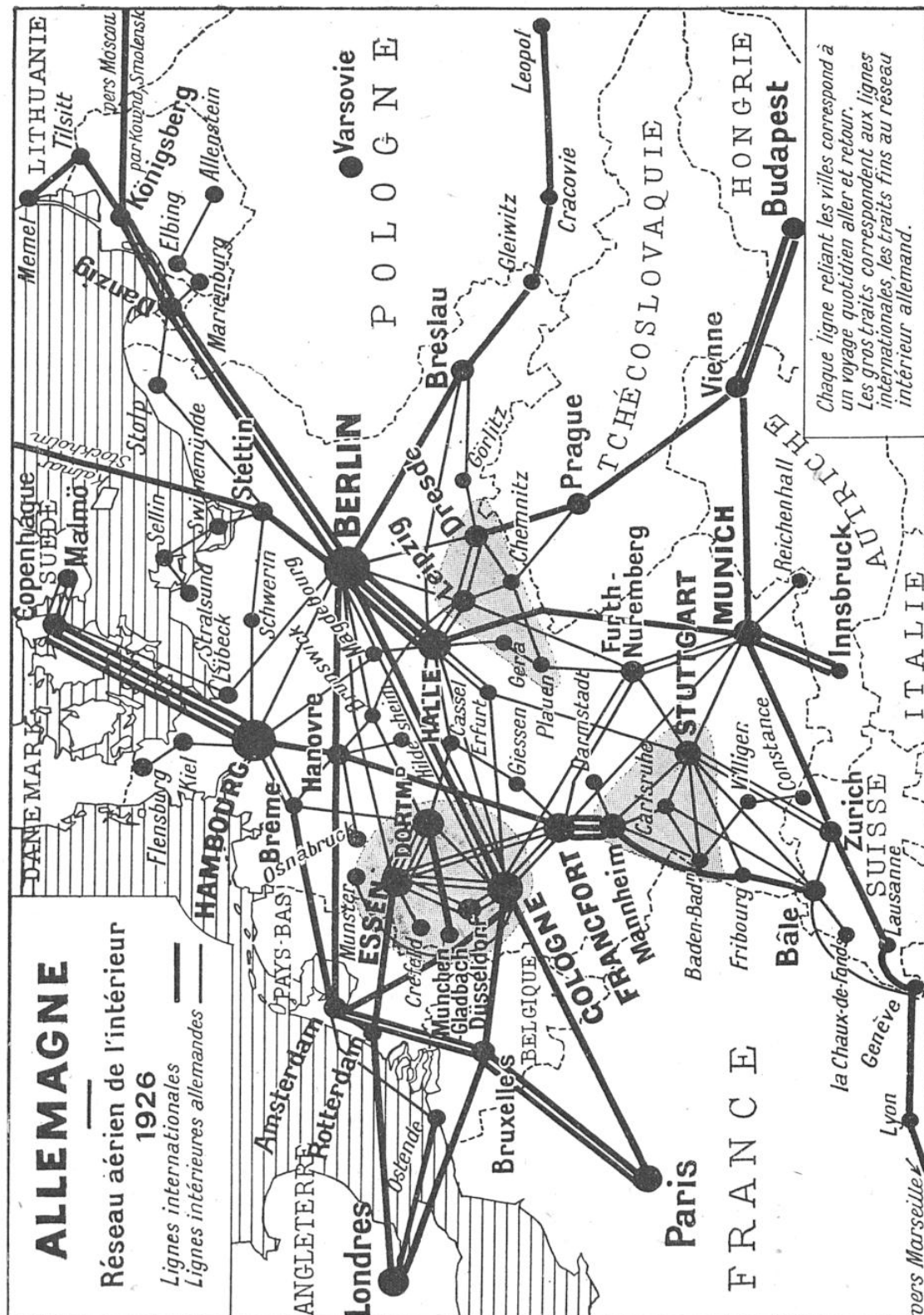
A côté des immenses usines de Detroit, qui emploient plus de cent mille ouvriers, M. Ford possède d'autres installations plus modestes : Nankin Mill ne dispose que de 60 C. V. ; un autre atelier, installé près d'un barrage, dispose d'une force hydraulique de 20 C. V. Il n'est pas question de dividendes et de placements dans la création de ces ateliers minuscules s'occupant d'une seule fabrication. Il s'agit simplement d'expériences.

M. Ford rêve de fournir du travail aux paysans pendant les longues saisons où l'agriculture ne requiert pas leur énergie. Il pense que le fermier, équipé avec l'outillage moderne, fera la plus grande partie de son

travail annuel en vingt à trente jours. Il préconise la décentralisation des usines. Dans un discours par T. S. F., il s'exprimait de la façon suivante :

« La marche convergente des hommes de la campagne vers la cité est maintenant contre-balancée par l'exode des hommes de la ville vers les champs. La marée a changé son sens d'écoulement. Les grandes agglomérations ne seront plus ; elles ne peuvent plus supporter leur charge. Il n'existe pas une grande cité dans le pays qui ne plie sous le fardeau écrasant qui incombe à ses administrateurs : problème du logement, hygiène sociale, écoles, éclairage, transports, téléphone, etc... La ville moderne prend sa nourriture sur les étagères de l'épicier et ses opinions dans les cerveaux d'hommes trop absorbés par leurs affaires. Cela ne peut plus être. »

RENÉ VRINAT.



LES ENQUÊTES DE « LA SCIENCE ET LA VIE »

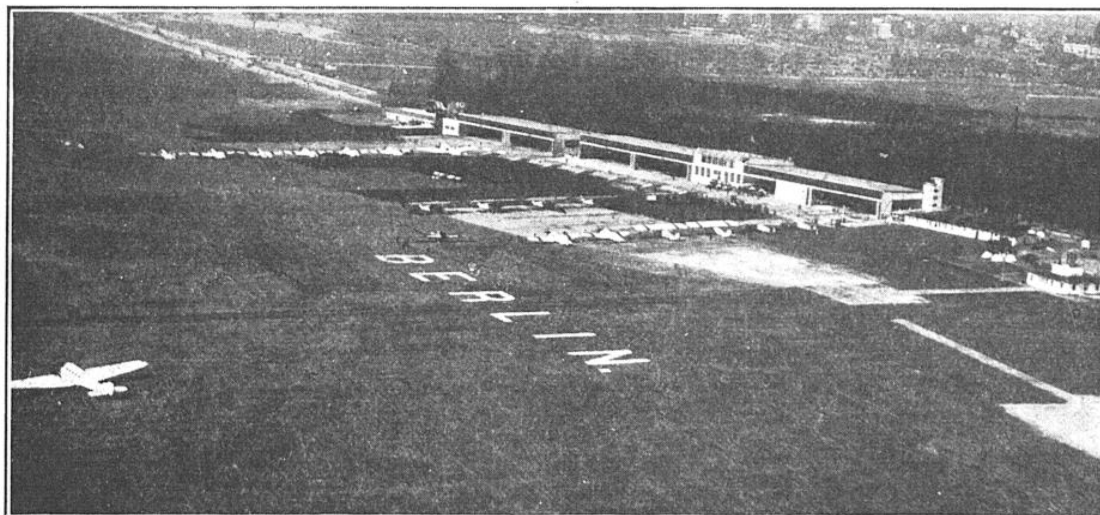
OU EN EST L'AVIATION ALLEMANDE ?

Par Jean MARCHAND

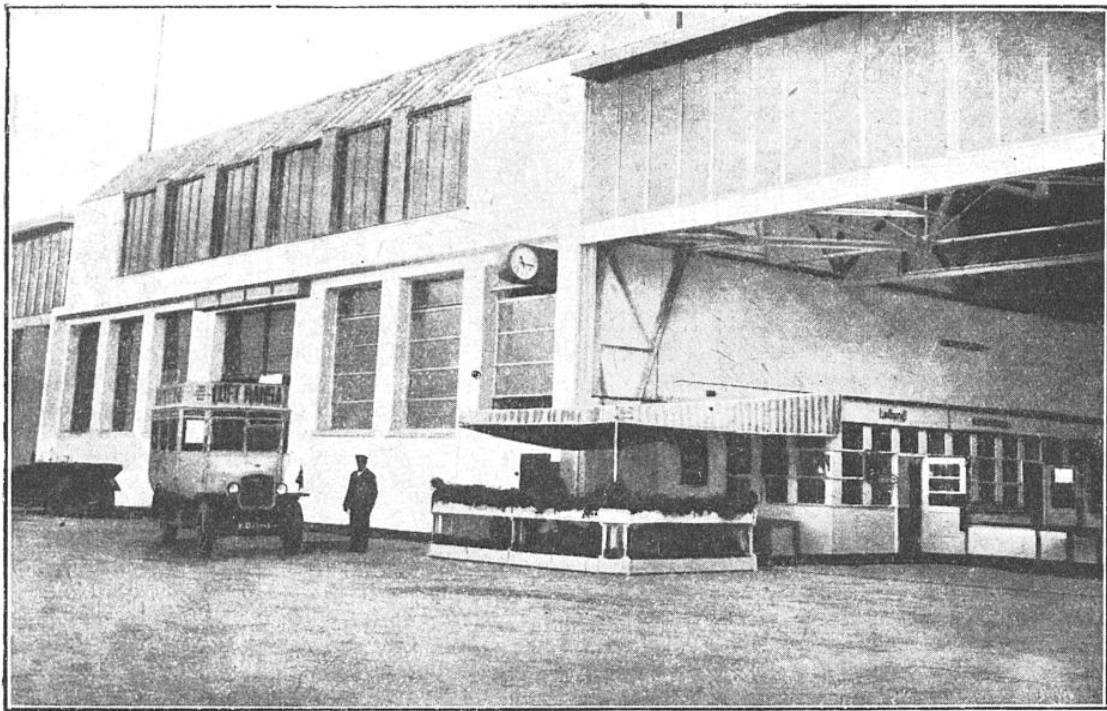
Créer, au moment critique où la nation se trouve dans une situation financière des plus périlleuses, quand sa monnaie n'a plus aucune valeur, un vaste réseau aérien, semble, à première vue, du domaine de l'irréalisable. L'Allemagne a cependant réussi ce tour de force d'établir un nombre imposant de lignes aériennes commerciales, grâce à l'appui raisonné des chambres de commerce, des municipalités, des banques et de l'Etat. Notre collaborateur montre ici comment des entreprises régionales, ayant commencé à équiper des réseaux locaux, ont compris l'intérêt qu'elles avaient à former un réseau intérieur national. Le Reich s'est préoccupé également des grandes lignes internationales qu'il a su rapidement tracer à travers le continent. Grâce à un matériel bien étudié et mis au point, à des pilotes expérimentés, les voyageurs sont assurés du maximum de sécurité et de confort et n'hésitent plus à emprunter l'avion comme moyen de locomotion pratique et rapide. Mais, malgré l'intensité du trafic — 40.000 kilomètres sont parcourus par jour — les recettes sont encore inférieures aux dépenses. Seul, un service « marchandises » peut, comme sur les chemins de fer, assurer des bénéfices à l'exploitation. Quoi qu'il en soit, l'Allemagne met au premier rang de ses préoccupations son aviation commerciale, qui est à la fois un outil d'intérêt général et un organe de propagande.

L suffit de jeter un coup d'œil sur la carte ci-contre du réseau aérien allemand publiée dans les indicateurs de la Luft Hansa, qui détient actuellement le monopole de l'aviation allemande, pour être immédiatement édifié sur l'extension prise chez nos voisins de l'Est par les lignes aériennes. Telle une grande compagnie de chemins de

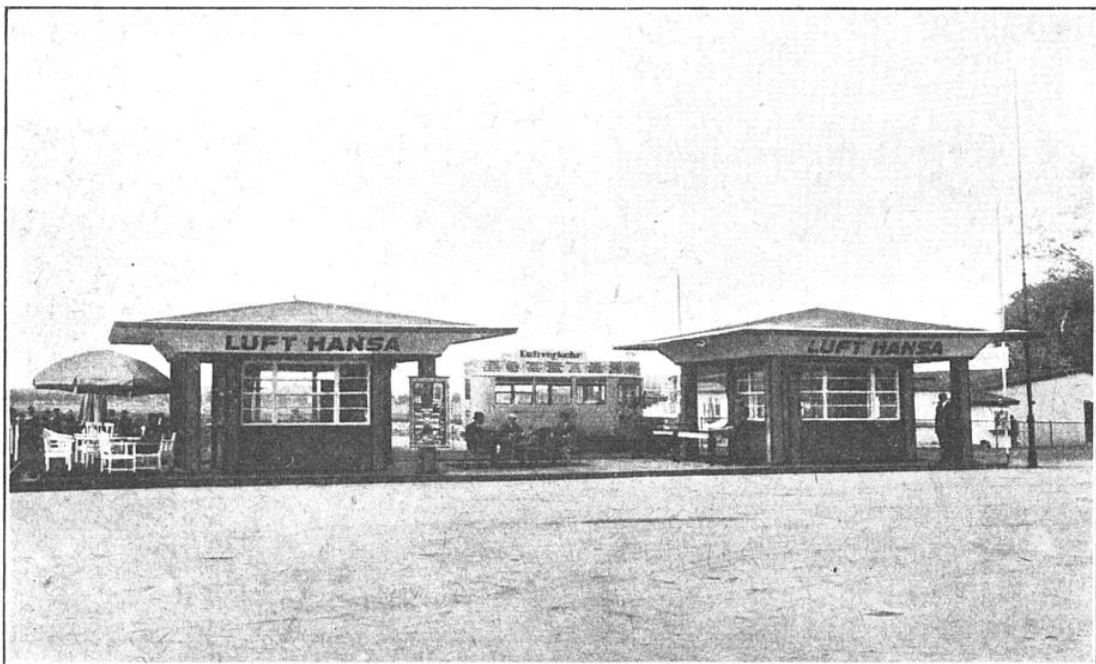
fer, la Luft Hansa, en effet, a édité un véritable indicateur des horaires des départs et arrivées des avions dans chaque aéroport, les correspondances, ainsi que les prix de chaque voyage. D'ailleurs, cette carte ne donne-t-elle pas l'impression, par le nombre des lignes en exploitation qui y sont représentées, d'un très important réseau ferré,



L'AÉROGARE DE BERLIN, SITUÉ SUR L'ANCIEN CHAMP DE MANŒUVRE DE LA GARDE
Situé tout près de la ville, l'aéroport va lui être relié par un chemin de fer métropolitain; déjà les correspondances lui sont transmises par tubes pneumatiques.



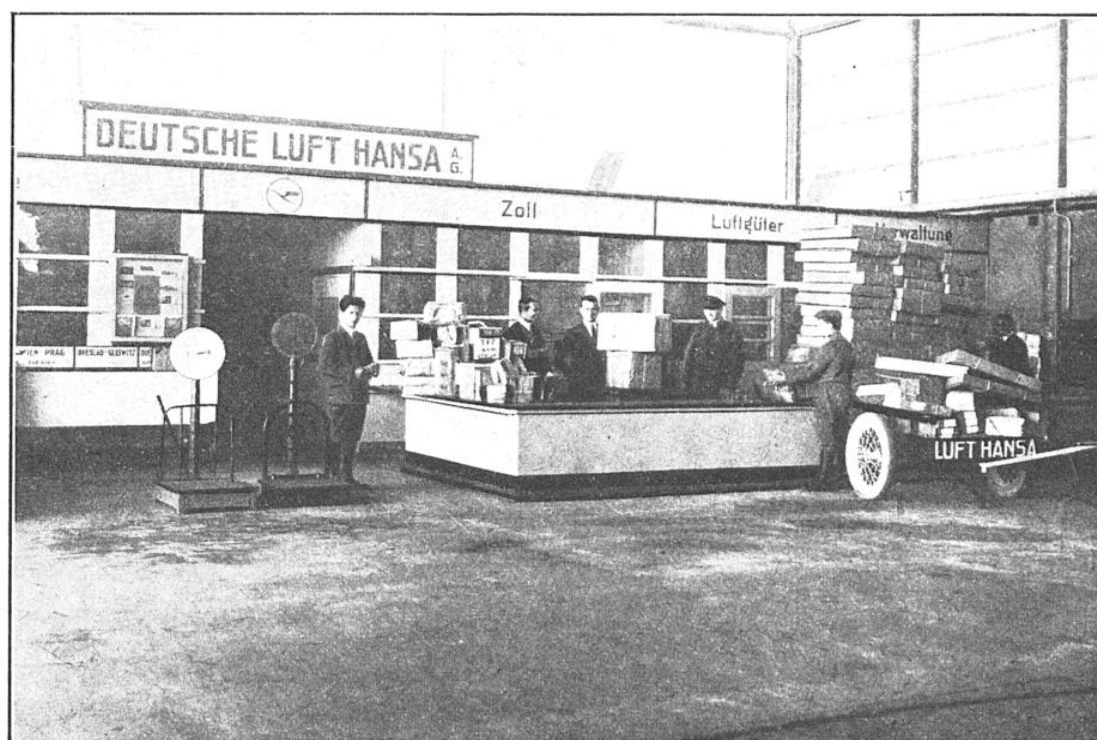
L'ENTRÉE DE L'AÉROPORT DE TEMPELHOF, A BERLIN
On remarque l'autobus qui amène les voyageurs de la ville à l'aérogare.



LES SALLES DU BUFFET DE L'AÉRODROME
Les voyageurs y trouvent tout le confort désirable, été comme hiver.



LE BUREAU DE LA DOUANE DE L'AÉROPORT DE TEMPELHOF
C'est une salle claire et propre, où les opérations de douane se font dans le plus grand ordre.

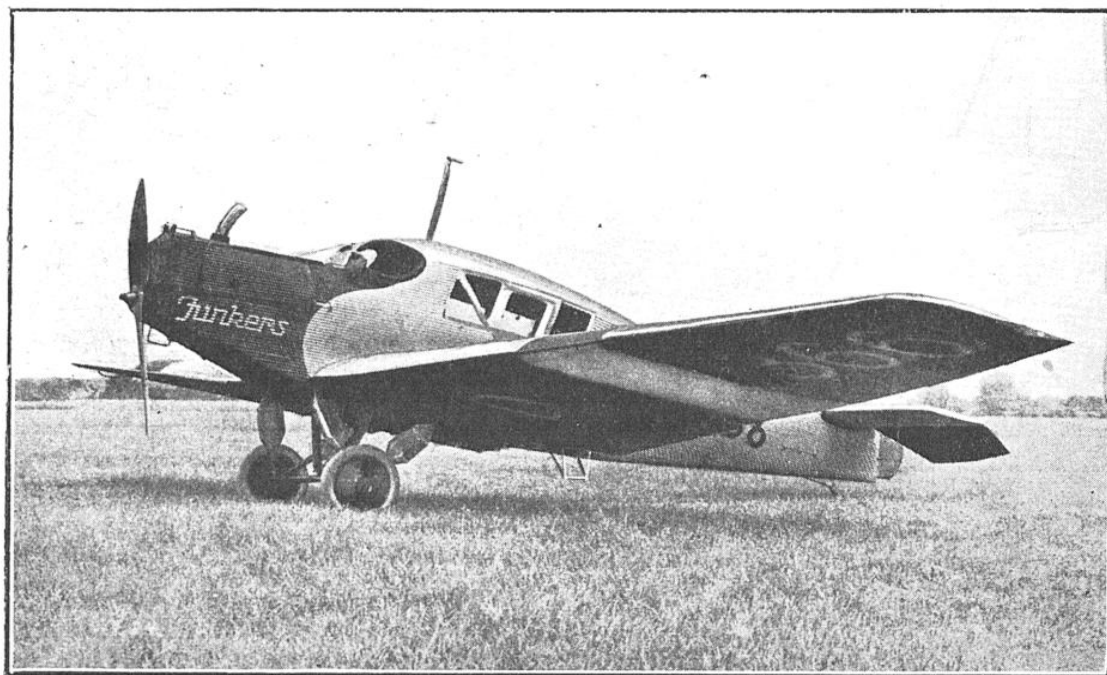


SALLE DE PESAGE ET D'ENREGISTREMENT DES BAGAGES DE VOYAGEURS
Nombreux sont les colis et bagages pesés et étiquetés chaque jour dans cette salle.

avec ses cinquante-deux lignes, d'un développement de plus de 17.000 kilomètres, au long desquelles ses avions parcourent 40.000 kilomètres chaque jour ! Tel est le résultat auquel est parvenue l'Allemagne en quelques années. Si l'on songe qu'elle a commencé l'étude et la réalisation de cette puissante organisation au moment même où le mark avait une valeur quasi nulle, quand le déficit du budget de l'Etat se chiffrait par des nombres astronomiques, on ne peut que se

nales. Ainsi, nous avons indiqué sur la carte trois régions qui réussirent à relier, par voie aérienne, leurs plus grands centres. Le triangle Leipzig-Plauen-Dresde, la région Mannheim-Baden-Baden-Stuttgart, enfin, la province industrielle par excellence de l'Allemagne, Essen-Crefeld-Dusseldorf-Cologne-Dortmund.

Ces régions ont ensuite compris l'intérêt qu'elles avaient à se relier entre elles, et ainsi s'est constitué le puissant réseau aérien inté-



L'AVION JUNKERS F-13, POUR LE TRANSPORT DES VOYAGEURS

C'est le même type d'avion qui a été utilisé, en Amérique, pour détruire, par projection de gaz délétères, les insectes qui dévastaient les forêts.

demander comment s'est accomplie cette œuvre remarquable.

Comment est né le réseau aérien allemand

L'Etat ne pouvait, faute de moyens financiers, assumer la charge de cette organisation. En outre, ses services administratifs n'auraient pu suffire à l'œuvre technique énorme à accomplir, et il est infiniment probable que le but de son entreprise aurait été méconnu de ceux mêmes qui devaient être appelés à en utiliser les services.

Un certain nombre d'entreprises autonomes, libres de leurs mouvements, utilisant leurs propres ressources, prirent alors la charge d'organiser des lignes aériennes régio-

riour de l'Allemagne. Le triangle Leipzig-Plauen-Dresde, par exemple, se raccroche au réseau par l'aérodrome de Halle et Cassel ; la région Mannheim-Baden-Baden-Stuttgart est en liaison avec ce réseau par Francfort, Giessen et Cassel ; enfin, la province industrielle d'Essen est également reliée au réseau par Francfort et Cassel.

Qu'a fait l'État allemand pour son aviation commerciale ?

L'Etat, de son côté, tout en favorisant, autant qu'il le pouvait, les entreprises régionales, s'est préoccupé de coordonner tous les efforts et de créer les lignes internationales.

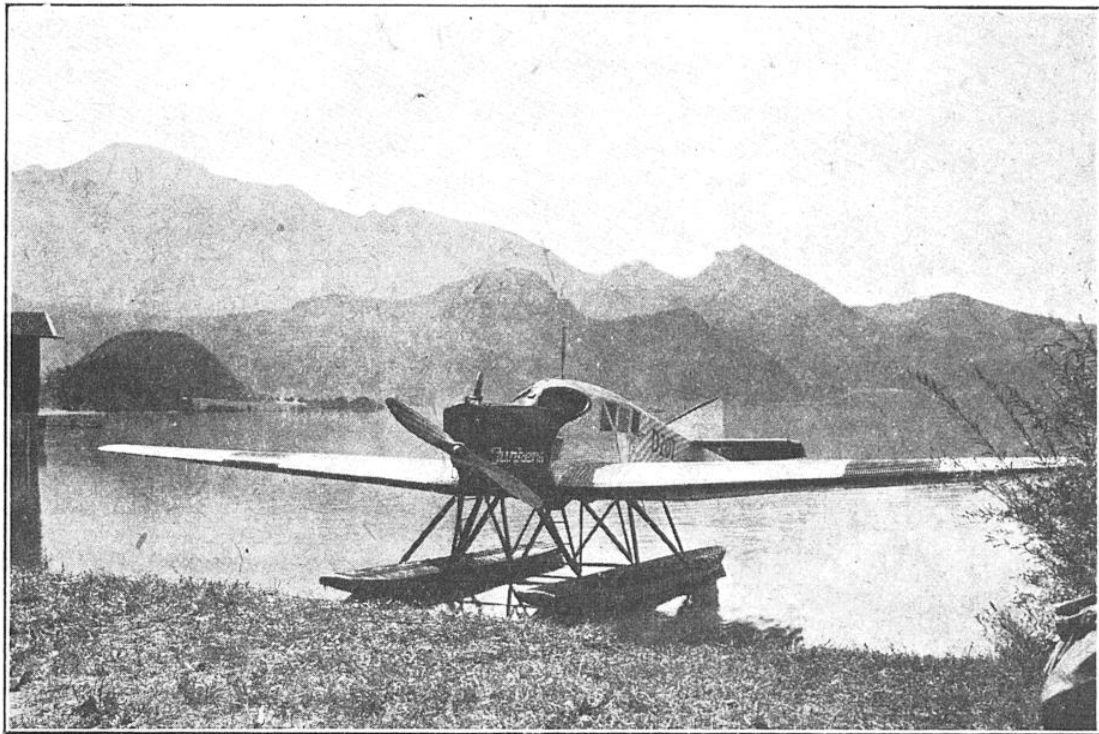
Il est évident que les avantages du trafic aérien croissent avec la distance ; donc les

grandes lignes ont un rôle de tout premier ordre.

Ces grandes lignes seront d'autant plus fréquentées qu'elles seront mieux jalonnées et aménagées.

Le premier réseau créé par l'Etat comprend les grandes transversales : Copenhague, Hambourg, Bâle, Genève et Marseille ; Stockholm, Stettin, Berlin, Hall, Munich et l'Italie ; de l'ouest à l'est, les voies qui, d'Amsterdam,

temps, susceptible de relier les Indes à l'Angleterre. Déjà sont organisés des bases de départ, des relais le long du littoral nord de la mer Noire et à Tiflis. Si elle équipe la première cette ligne, il est fort probable que les avions internationaux l'emprunteront. Ramener ensuite le trafic par la Méditerranée sera difficile, car, tandis que l'Allemagne commencera à recueillir les bénéfices de son exploitation et pourra maintenir la ligne en parfait état



L'APPAREIL F-13-W, MÊME TYPE QUE LE PRÉCÉDENT, ÉQUIPÉ EN HYDRAVION
Construction métallique. L'aile est placée à la partie inférieure de l'appareil. Elle est recouverte d'un alliage métallique léger.

Bruxelles et Paris convergent sur Berlin et bifurquent de là sur Königsberg et Breslau.

Les lignes existantes desservent, à l'heure actuelle, la Suède, la Norvège, la Pologne, la Russie, la Perse, l'Autriche, la Suisse, la Hollande, la France et, bientôt, l'Espagne et tout le Sud-Est de l'Europe.

Il est évident que la meilleure voie aérienne qui puisse relier l'Angleterre aux Indes passe par la Méditerranée, donc par la France, non seulement à cause des avantages du climat, mais encore par l'absence de massif montagneux à franchir. Cependant, l'Allemagne équipe une ligne permettant le vol de jour et de nuit et la navigation par tous les

de navigation, la création d'une voie nouvelle exigera de fortes dépenses qui ne seront pas équilibrées par des recettes suffisantes. Voilà un exemple qui montre bien que le jalonnement et l'organisation terrestres d'une ligne aérienne sont d'une grande importance et sont de nature à faire dévier le trafic aérien à son profit.

Comment on équipe une ligne aérienne

Aménager une ligne aérienne, c'est assurer aux avions qui devront la parcourir, toute la sécurité possible et les terrains d'atterrissage convenables. L'aménagement comporte donc : la création d'aéroports bien équipés

pour abriter, ravitailler, réparer les avions et moteurs, et pour se tenir en communication constante avec eux ; l'installation d'un réseau radiotélégraphique ; un service météorologique, des moyens rapides de dépannage ; un balisage lumineux de la ligne et bientôt, peut-être, un balisage par phares hertziens ; des terrains de secours en cas de panne.

Pour qu'il y ait intérêt soit à emprunter l'avion plutôt que le chemin de fer ou l'auto,

moins dix-huit sur la carte — possèdent un aéroport parfaitement aménagé.

Nos photographies montrent les salles claires, bien aérées du bureau de douane, des salles de tri des colis postaux et l'ensemble de l'aéroport de Berlin-Tempelhoff.

Constamment, des avions s'envolent ou se posent : biplans anglais ou belges, monoplans de toutes nations, Farman français, etc...

En une heure, on peut compter le départ



INTÉRIEUR DE LA CABINE DE L'AVION JUNKERS G-24

Installés dans de confortables fauteuils, les voyageurs peuvent admirer le paysage que survole l'avion.

soit à lui confier une correspondance urgente, il faut, en outre, prévoir des moyens de communication rapide avec la ville la plus voisine du terrain d'atterrissage et avec les centres importants de la région desservie par l'aéroport.

Les Allemands ont très bien compris cette nécessité. C'est ainsi qu'une ligne spéciale de chemin de fer métropolitain va relier Berlin à son aéroport et qu'un système de tubes pneumatiques assure la transmission des lettres du bureau de poste au départ de l'avion, et inversement.

Les aéroports allemands et les lignes aériennes

A l'heure actuelle, la plupart des grandes villes allemandes — on peut en compter au

de sept avions commerciaux, tous emportant le maximum de leur charge.

Nous avons montré comment avaient été établies les lignes aériennes régionales, comment elles ont été soudées au réseau intérieur de l'Allemagne, enfin, comment elles sont reliées au réseau international.

Sur le terrain d'atterrissage de Halle qui est précisément un point de jonction de ces réseaux, on compte, entre 8 heures du matin et 6 heures du soir, quatorze arrivées et quatorze départs de ou pour tous les points de l'Allemagne.

La clientèle qui prend le départ de Halle n'est pas toujours composée de voyageurs désirant aller à de grandes distances. Bien que cette ville ne soit qu'à 150 kilomètres de

Berlin, et desservie par d'excellents trains de jour et de nuit, on constate que beaucoup de médecins, de dentistes, d'étudiants, de propriétaires fonciers, d'artistes empruntent l'avion. Cela est tout naturel, car tous voient passer dans leur ciel vingt-huit avions par jour, ce qui leur prouve la réalité du transport aérien. De plus, ils ont payé pour l'organisation des lignes, et la presse locale ne cesse d'attirer l'attention sur le trafic aérien. L'avion se présente à l'heure, comme

sommes que nous venons de mentionner.

Aujourd'hui, cette lutte n'existe plus, car les deux groupements se sont fondus et ont formé la Luft Hansa, qui contrôle toute l'aviation commerciale. C'est elle qui reçoit les subventions officielles.

Mais on peut se demander si les organismes régionaux verront le même intérêt à subventionner cette vaste compagnie qui peut répartir à son gré les sommes obtenues. De plus, les impôts de 1926 sont beaucoup plus lourds



L'AVION JUNKERS G-24 PRÊT A PRENDRE LE DÉPART

Appareil métallique, cet avion à trois moteurs de 300 chevaux est en service sur les lignes à grand trafic.

le train, il assure des correspondances avec d'autres départs sur d'autres aéroports.

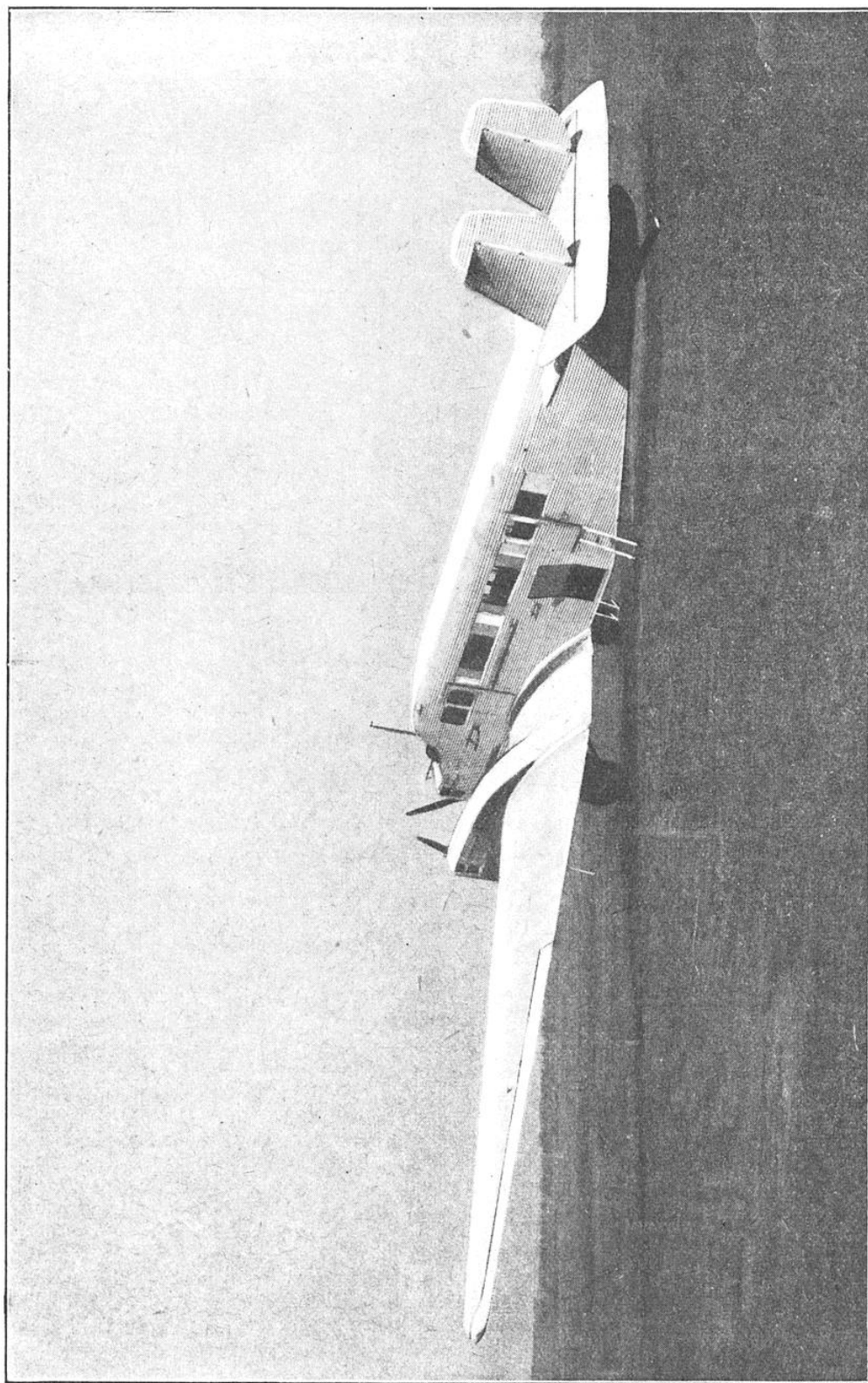
L'organisation financière

Nous avons dit comment, au début, les municipalités, les chambres de commerce, avaient aidé le développement de l'aviation commerciale allemande, que l'Etat, en mauvaise posture financière, n'aurait pu entreprendre. En 1925, trente villes ont donné 13 millions de marks pour les transports aériens. En 1924, la situation de l'aéronautique était gênée. Une lutte existait entre l'Aéro-Lloyd et les lignes Junkers. Ces deux groupements demandèrent aux Etats, aux organismes bancaires, aux villes, l'appui dont ils avaient besoin. Ainsi furent trouvées les

et, dans bien des budgets, un déficit risque de paraître.

Les ressources régionales de la Luft Hansa sont donc en diminution. Le budget de l'aéronautique du Reich, qui est de 18 millions de marks, pourra-t-il être employé pour aider les lignes intérieures ?

La Luft Hansa demande au Reich 2 marks par kilomètre de vol effectué, c'est donc une somme de 80.000 marks par jour, puisque nous avons vu que 40.000 kilomètres sont parcourus quotidiennement. Si l'on compte 300 jours de vol par an, cela fait 24 millions de marks. Les bénéfices seraient ainsi répartis : deux tiers aux sociétés exploitantes, un tiers aux groupements régionaux qui seraient chargés de l'entretien des aéroports.



LE SUPERAVION COMMERCIAL G-31 1926, DE LA FIRME JUNKERS, CONSTRUIT IL Y A QUELQUES SEMAINES
D'une puissance de 1.260 C. V., cet avion, muni par trois moteurs, est capable d'enlever vingt-cinq passagers, plus un équipage de quatre hommes. Son fuselage, à deux étages, mesure trois mètres de largeur. (Document inédit.)

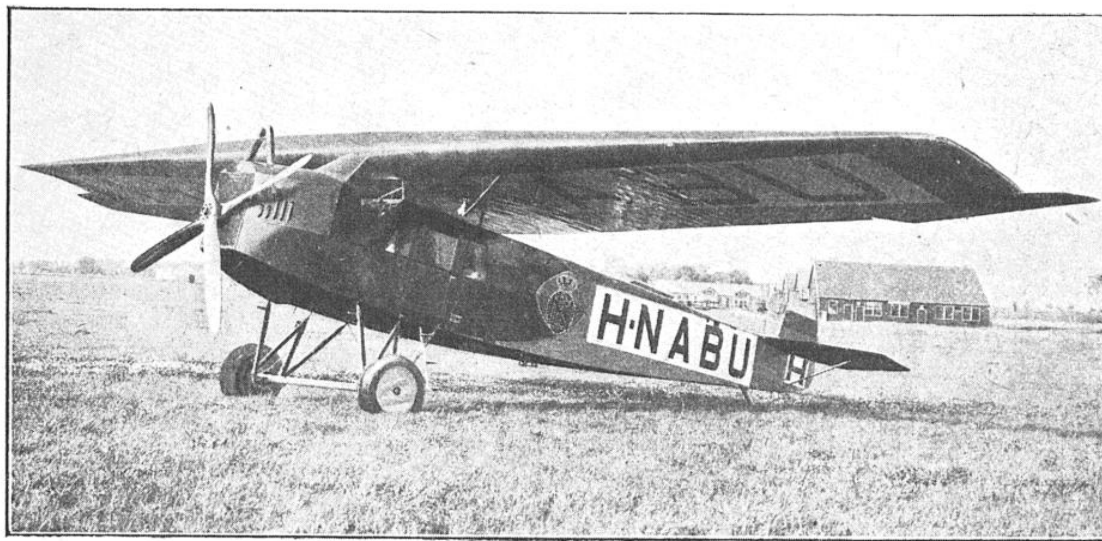
Le matériel volant des lignes commerciales allemandes : sécurité, régularité

L'Allemagne n'a pas cherché à produire des appareils susceptibles d'effectuer des performances et d'établir des records. Son but est d'assurer, par la construction en série de types bien étudiés, la régularité de fonctionnement des lignes, de nuit comme de jour, par n'importe quel temps, avec des avions chargés.

Des avions de tonnage moyen, d'une puissance de 400 chevaux, enlèvent 1.100 kilo-

n'a pas de réseau intérieur, mais seulement des grandes lignes internationales, doit posséder des avions à grand rayon d'action. Les subventions du Reich peuvent être consacrées tout entières à l'aviation commerciale.

Cependant, pour leurs lignes internationales, les Allemands fabriquent aussi des avions à grande puissance. Ainsi la firme Junkers vient d'établir un superavion trimoteur de 1.200 C. V., avec cabine à deux étages, compartiments séparés. Les accords de Paris ayant rendu la liberté à l'industrie aéronautique allemande, la mise en service d'un tel



AVION FOKKER F-III, DE 360 CHEVAUX, MOTEUR ROLLS-ROYCE

Un certain nombre d'avions de ce type assure la liaison aérienne entre Berlin, Königsberg, Smolensk, Moscou.

grammes de charge utile (10 passagers et les menus bagages).

La construction des appareils a été réalisée dans le but de fournir le plus grand nombre d'heures de vol possible. Les moteurs peuvent tourner deux cents heures sans révision. Les Allemands utilisent des moteurs à refroidissement par l'air, licence Jupiter, ce qui permet de réaliser une notable économie et de gagner les 200 kilogrammes qui représentent la quantité d'eau nécessaire au refroidissement ainsi que la place du radiateur.

Ce qui a permis à l'Allemagne de développer dans de telles proportions son aviation commerciale, c'est la défense qui lui est faite par le traité de Versailles d'avoir une aviation militaire. Les courts trajets effectués sur les réseaux régionaux s'accommodent fort bien d'avions de tonnage réduit (jusqu'à 75 chevaux), tandis qu'un pays comme la France, qui

avion est devenue possible. Le G.-31 Junkers possède une surface portante d'environ 100 mètres carrés. Son fuselage à deux étages est presque le double de celui des avions sortis précédemment des usines Junkers. L'intérieur, d'une largeur de près de 3 mètres, est divisé en six compartiments, de sorte qu'il est possible d'y loger aussi bien les grands bagages des passagers que les colis groupés et les marchandises encombrantes. Le perfectionnement le plus remarquable apporté à cet avion géant est l'installation d'une chambre de machines auxiliaires comprenant un moteur utilisé pour l'éclairage, le remplissage des réservoirs, la T. S. F. et le compresseur de démarrage. Au moment où nous écrivons cette étude, l'avion poursuit ses essais au-dessus de Dessau et semble donner toute satisfaction aux constructeurs. (Nous donnons ci-contre une photographie de cet avion.)

Les pilotes sont spécialement formés pour donner confiance au voyageur

L'exploitation régulière des lignes aériennes exige un personnel nombreux et spécialisé. La formation des pilotes allemands a été conçue de manière à donner aux voyageurs le maximum de sécurité.

Les élèves-pilotes doivent d'abord être admis dans une école de pilotage, que l'on trouve dans la plupart des grandes villes. Cette admission est surtout basée sur les qualités physiques du futur pilote et l'on prend de préférence les jeunes gens titulaires d'un brevet sportif (*sporttalzeichen*).

La formation du pilote d'avion de transport (*verkehrspilot*) se fait en deux étapes. La première comprend l'obtention du brevet A, c'est-à-dire le brevet d'aviateur sportif, après que le candidat est en possession d'un brevet intermédiaire pour lequel il a dû effectuer trente vols seul, trois atterrissages dans un champ long de 250 mètres, large de 50 mètres, et un vol d'adresse.

Pour le brevet A, le pilote exécute un vol en hauteur (une heure au-dessus de 2.000 m.) et une randonnée de 300 kilomètres, avec deux atterrissages fixés à l'avance, et en moins de trois heures. Cet apprentissage dure six mois et coûte à l'élève-pilote 5.000 marks-or, soit 40.000 francs environ.

L'obtention du brevet B (pilote d'avion commercial) est plus difficile. Le candidat ne doit pas avoir plus de vingt-cinq ans (trente ans pour les aviateurs de guerre) : il doit posséder un certain degré de culture (correspondant à peu près à la première partie de notre baccalauréat), ou des connaissances techniques spéciales.

Dix-huit mois sont nécessaires pour former un bon pilote expérimenté. Les candidats couvrent environ une distance de 20.000 kilomètres. Les frais se montent à 15.000 marks. Mais le pilote n'est pas obligé de verser cette somme immédiatement, et il peut signer une reconnaissance d'honneur par laquelle il s'engage à payer, au fur et à mesure que ses moyens le lui permettront.

L'examen pour le brevet B comprend trois atterrissages dans un champ de 250 mètres sur 50 mètres, une descente, moteur arrêté, d'une hauteur de 500 mètres et deux atterrissages de nuit.

Malgré ces conditions difficiles, le nombre de pilotes est tel qu'ils ne peuvent compter sur un engagement immédiat. C'est surtout le prestige attaché, en Allemagne, à la profession de pilote et qui ne tend qu'à s'accroître, qui a amené un si grand nombre de candidats.

Toutes les exigences de l'aviation commerciale du Reich ont contribué beaucoup à son développement, en donnant le maximum de garanties aux voyageurs.

L'aviation allemande réalisera-t-elle un jour des bénéfices ?

Malgré l'organisation que nous venons d'étudier, malgré le grand nombre de vols effectués à pleine charge, l'aviation commerciale allemande est en déficit. Et cependant nul ne songe à la supprimer. Pense-t-on à arrêter les chemins de fer parce que leurs dépenses excèdent leurs recettes ?

L'Allemagne considère son réseau aérien comme une œuvre nationale, au même titre que les chemins de fer. C'est pour elle une œuvre de propagande, et nous avons vu comment elle entend intensifier cette propagande par la création de grandes lignes internationales nouvelles.

Mais, de même que, pour les chemins de fer, ce sont les trains de voyageurs qui coûtent le plus cher aux compagnies (seuls les trains de marchandises « paient »), de même sur les routes aériennes, c'est le transport des voyageurs qui coûte cher à l'exploitation.

Il semble bien que, par une organisation bien étudiée du transport des correspondances et des petits colis au moyen d'avions de faible tonnage, l'exploitation puisse, au contraire, devenir rémunératrice.

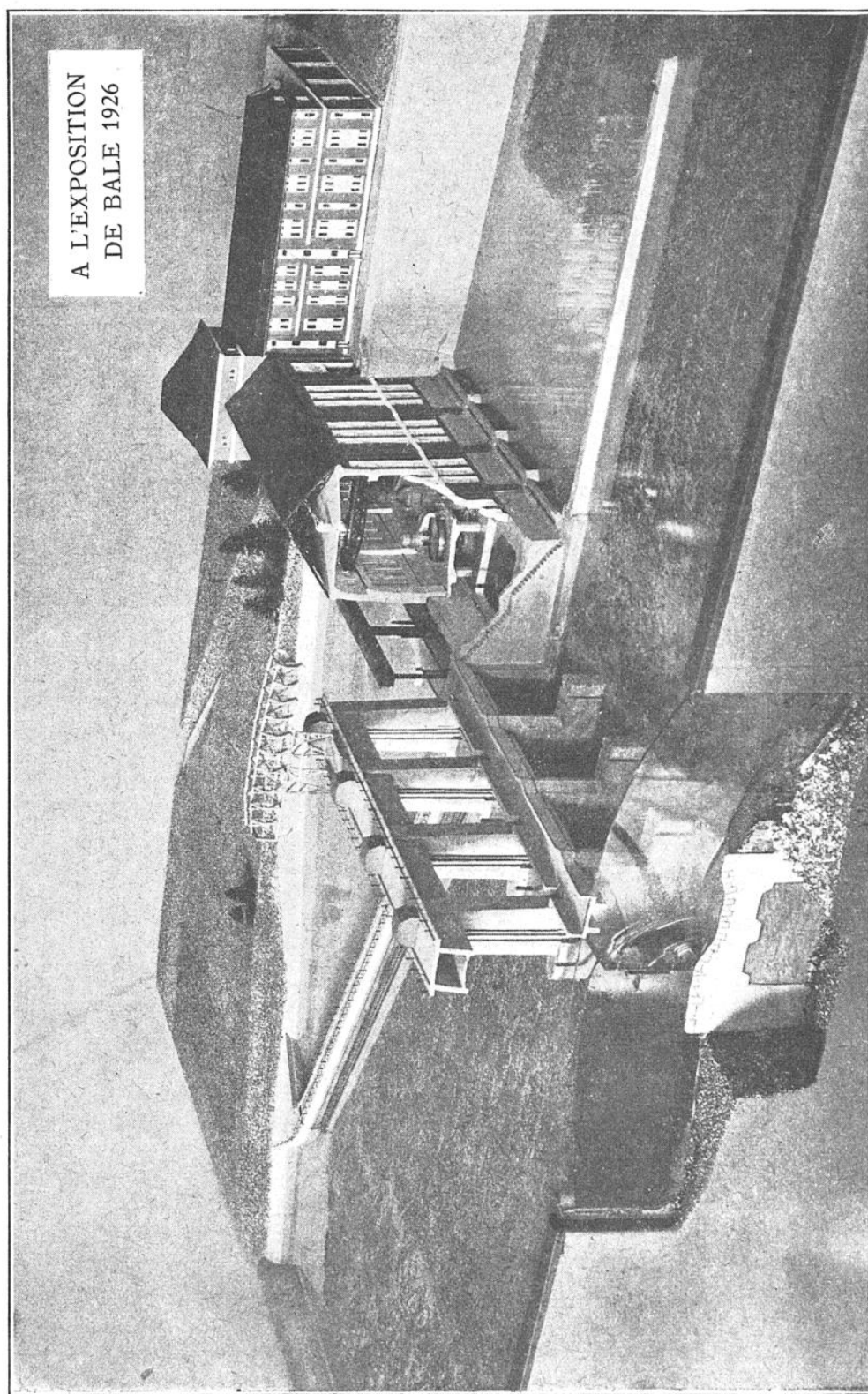
L'aviation allemande — et l'aviation en général — n'est pas dans la phase rémunératrice. La qualité primordiale est sa rapidité, qui lui assure, dans de nombreux cas, la suprématie sur les autres moyens de transport. Une nation *forte* se doit d'entretenir une *forte* aviation, même coûteuse.

Nous avons tenu à exposer, en toute impartialité, l'état actuel de l'aviation allemande au même titre que celle des autres pays que nous avons étudiés ici (1), à savoir l'aviation anglaise et l'aviation américaine et, bien entendu, l'aviation française.

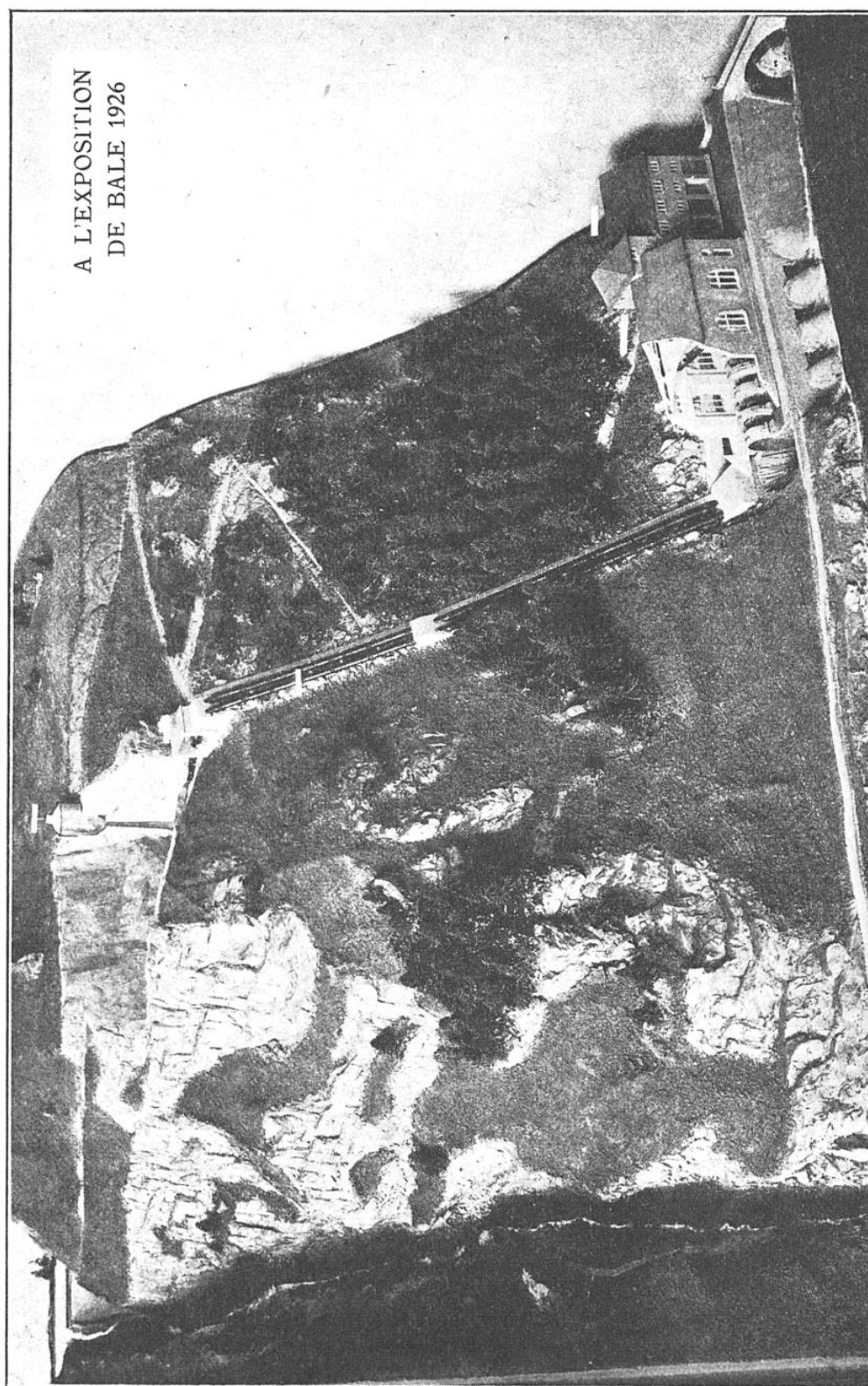
Celle-ci retient de plus en plus l'attention des masses, témoin l'effort du Comité français de propagande aéronautique, qui cherche précisément à intéresser le Français au développement de la locomotion aérienne. Bientôt, la France inaugurera la première ligne aérienne de son réseau intérieur (Le Bourget-Nord de la France) et nous espérons qu'elle sera accueillie favorablement par les industriels et commerçants de la région du Nord, mis ainsi en relations rapides avec la région parisienne.

J. MARCHAND.

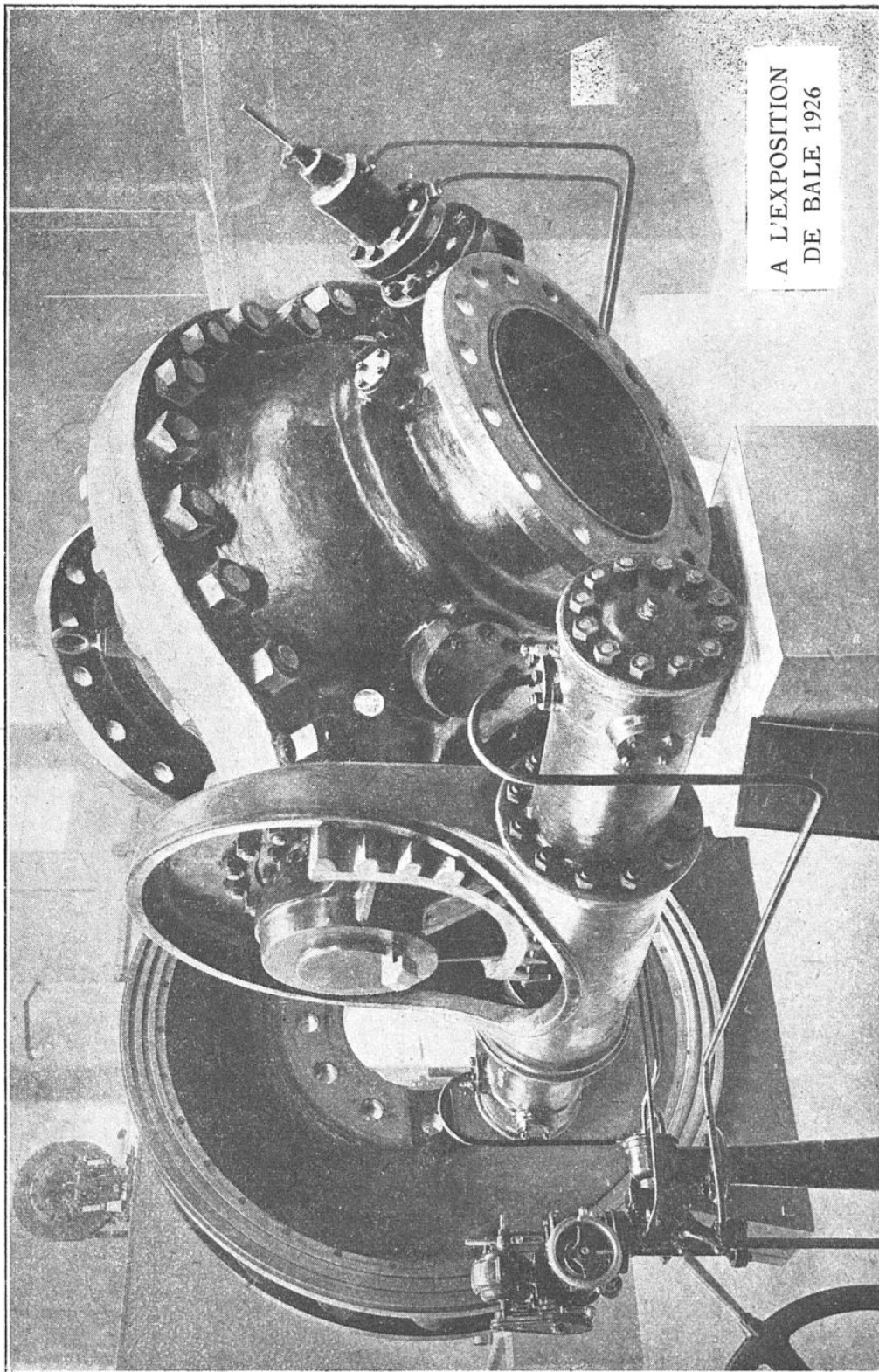
(1) Voir les nos 102, 109, 113 de *La Science et la Vie*.



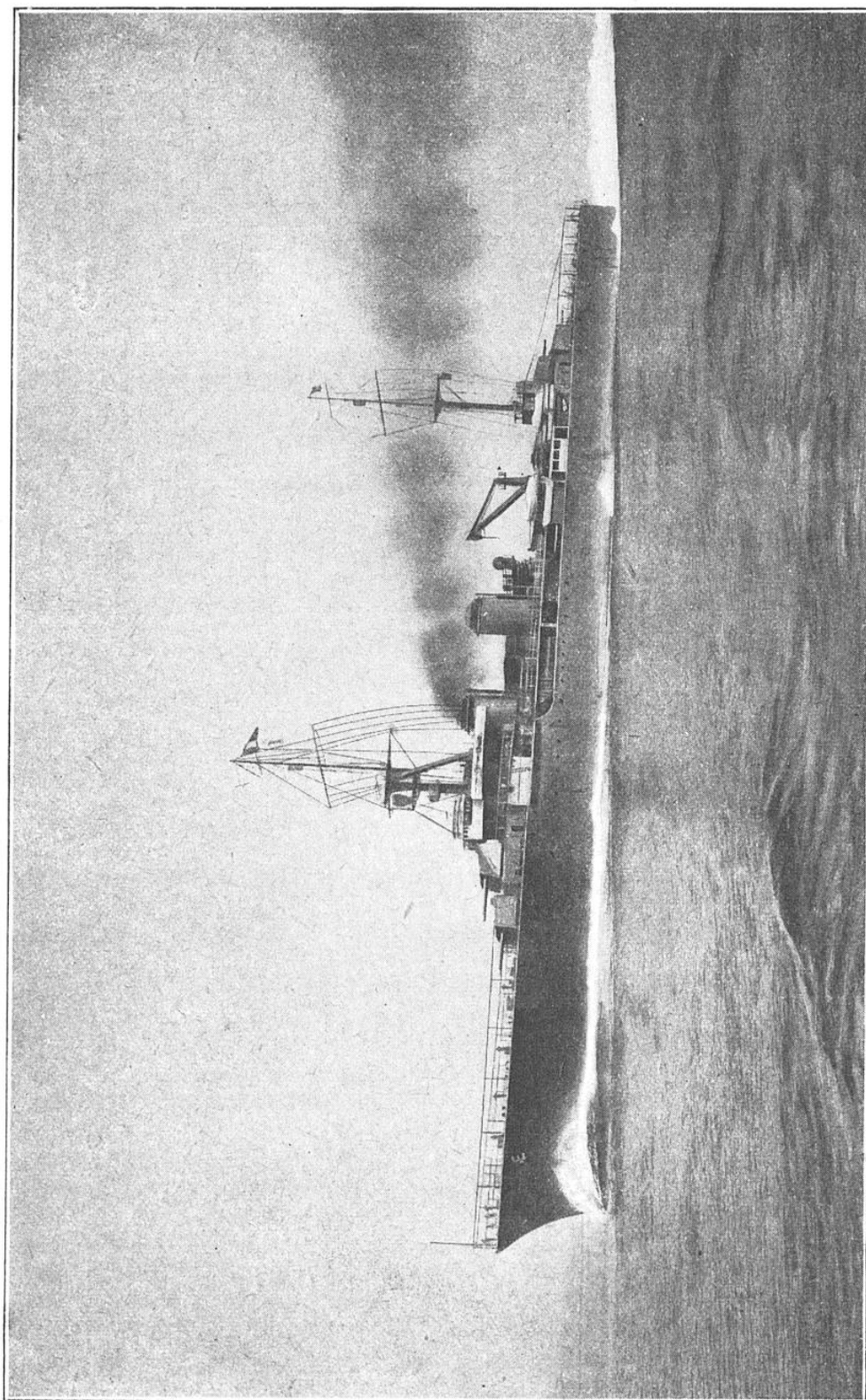
On a remarqué, à la dernière exposition de navigation intérieure et de l'exploitation des forces hydrauliques de Bâle, qui s'est tenue récemment, de nombreuses maquettes d'usines modèles. La photographie ci-dessus représente une usine utilisant un grand débit sous une faible chute. On remarque: le barrage mobile divisé en trois sections, fermées chacune par une vanne ; à l'arrière-plan, à gauche, la prise d'eau ; au centre, le bâtiment des machines et le canal de fuite. Cette maquette permet d'embrasser d'un coup d'œil l'ensemble de l'installation.



Voici une maquette de l'ensemble des installations d'une usine hydroélectrique utilisant un faible débit sous une haute chute. En haut et à gauche, la prise d'eau à laquelle succède le canal d'amenée aboutissant à la partie supérieure des conduites forcées. Celles-ci amènent l'eau directement au bas de la montagne où se trouve l'usine avec ses turbines et ses machines électriques. On remarquera la cheminée d'équilibre, en haut des conduites, destinée à éviter les surpressions dangereuses provenant de la fermeture trop rapide des vannes de turbines.



Le réglage de l'arrivée de l'eau sur les turbines est délicat, car on doit éviter les « coups de bélier » qui feraient éclater les conduites. Cette photographie représente une vanne sphérique permettant de régler, au bas des conduites forcées, l'arrivée de l'eau sur les turbines. La surface sphérique qui fait office d'obtendeur est commandée par l'engrenage visible sur la figure. Cet engrenage est mû par un servo-moteur hydraulique.



LE « DUGUAY-TROUIN », CROISEUR FRANÇAIS DE 8.000 TONNES, EN PLEINE VITESSE, TERMINÉ CETTE ANNÉE

Le « Duguay-Trouin », l'un des derniers croiseurs de la marine française, d'une longueur de 181 mètres et ayant un déplacement de 7.880 tonnes, possède un puissant armement : 8 canons de 155 m/m, 4 canons de 75 m/m contre avions, 4 tubes triples lance-torpilles. Deux hydravions lancés par catapultes prennent place sur le pont. Sa vitesse atteint 34 nœuds 5 (63 kilomètres 900 à l'heure). Son équipage se compose de 27 officiers et 551 marins.

A PROPOS DU PROGRAMME NAVAL

LES CROISEURS MODERNES

Conversation entre un officier américain et un officier français au sujet des types respectivement adoptés par les marines des deux nations.

Rapportée par le Capitaine de corvette de réserve LABOUREUR

Bridées par le traité de Washington et aussi par leurs difficultés financières, les puissances autres que celles qui prétendent à l'hégémonie navale, semblent s'en tenir aux croiseurs d'un tonnage inférieur à 10.000 tonnes et aux torpilleurs de 1.500 à 2.500 tonnes, dont le nombre n'est pas limité par ce traité. Les grandes puissances navales les suivent, naturellement, dans cette voie, où se révèlent des armes nouvelles et perfectionnées. La course est donc organisée aux croiseurs de 7.000 à 10.000 tonnes entre toutes les puissances navales. Notre collaborateur, des plus qualifiés dans l'art et la science navals, nous expose, dans l'article suivant, sous la forme d'une conversation entre un officier américain et un officier français, à propos de la visite récente du croiseur américain Memphis à Saint-Nazaire, comment la question a été résolue respectivement par la France et les Etats-Unis. Tout lecteur impartial estimera que la construction navale française n'est pas inférieure à ses rivales au point de vue technique.

PARMI les derniers croiseurs modernes lancés par la marine américaine et la marine française, le *Memphis* et le *Duguay-Trouin* sont les types caractéristiques par excellence des tendances de la construction navale en honneur chez ces deux grandes nations. Voici les caractéristiques comparées du *Memphis* et du *Duguay-Trouin*, ce qui permet, au premier aspect, de se rendre compte de leurs points de ressemblance, qui sont assez nombreux, et de leurs dissemblances :

Sur les quais de Saint-Nazaire

— Mais nous avons douze pièces au lieu de huit !

Cette phrase, prononcée avec un fort accent britannique, m'arrête net sur le quai de Saint-Nazaire. La division navale française de la Manche et une division américaine sont mouillées sur rade. Les canots majors viennent d'accoster et les officiers des deux nations fraternisent.

Mais de quoi peuvent bien s'entretenir

CARACTÉRISTIQUES	« MEMPHIS »	« DUGUAY-TROUIN »
Longueur	169 mètres	181 mètres
Largeur	16 m. 70	17 m. 50
Tirant d'eau	4 m. 60	5 m. 10
Déplacement prévu	7.500 tonnes	7.880 tonnes
Déplacement en surcharge	9.500 tonnes	9.350 tonnes
Puissance des machines en chevaux	90.000	100.000
Vitesse	33 nœuds 7 (1)	34 nœuds 5 (1)
Artillerie principale	12 canons de 152 $\frac{m}{m}$; 4 en 2 tourelles doubles à l'avant et à l'arrière, 4 en demi-tourelles devant et derrière. Toutes ces pièces derrière des masques d'acier tournant.	8 canons de 155 $\frac{m}{m}$ en 4 tourelles axiales superposées.
Artillerie contre avions	4 canons de 76 $\frac{m}{m}$.	4 canons de 75 $\frac{m}{m}$.
Armement en torpilles	4 tubes triples.	4 tubes triples.
Hydravions	2 hydravions lancés par catapultes.	2 hydravions lancés par catapultes.
Officiers	34	27
Équipages	330	551

(1) Une vitesse de 34 nœuds signifie que le navire parcourt à l'heure 34 milles marins (mille = 1.852 mètres).

deux officiers canonniers, sinon de canons ?

J. T. Reeves, lieutenant commander à bord du *Memphis*, et Yves Guillen, lieutenant de vaisseau canonnier à bord du *Voltaire*, se lancent dans une vive discussion sur les mérites relatifs du croiseur américain *Memphis* et du croiseur français *Duguay-Trouin*, récemment visité à Brest.

Tout en ayant l'air de considérer attentivement la silhouette du *Memphis*, à la mâture trop haute et trop chargée, à laquelle les deux groupes de cheminées, flanquées de sortes de tours Eiffel portant les projecteurs, donnent un aspect étrange et réellement américain, j'écoute attentivement la discussion.

— Mais nous avons 12 pièces au lieu de 8 ! dit l'officier américain.

— C'est exact, répond Guillen, mais notre *Duguay-Trouin*, s'il n'a que 8 pièces, porte des 155 millimètres. Votre *Memphis* ne porte que des 152 millimètres, et 3 millimètres de plus, c'est appréciable. Nos obus pèsent 50 kilos, les vôtres, 47 seulement. En style de boxe, le *Duguay-Trouin* est un poids lourd, le *Memphis*, un poids moyen. Quel est celui des deux qui cognera le plus dur ?

— Mais quel est celui qui cogne le plus vite et a ses bras le mieux plantés ? Voyez mon *Memphis* : il peut tirer avec 6 pièces en chasse et 6 pièces en retraite. Le *Duguay-Trouin*, lui, ne peut opposer, en chasse ou en retraite, que ses 4 canons de 155.

— Très bien, mais que direz-vous de la bordée du *Duguay-Trouin*, qui, par le travers, oppose ses 8 pièces de 155 aux 8 pièces de 152 du *Memphis* ? Mon boxeur retrouve

toute la supériorité du poids de ses poings. Et c'est réellement par le poids de la bordée que se mesure la puissance offensive d'un navire de guerre. Voyez les exemples de la dernière guerre : les combats sur mer furent presque toujours des combats parallèles où peut jouer toute la bordée d'artillerie. Le *Memphis* ne tiendrait pas dans un combat

à contre-bord contre le *Duguay-Trouin*.

— Cette infériorité du poids de la bordée, reprend J. T. Reeves, sera certainement compensée par la rapidité de tir, car nos

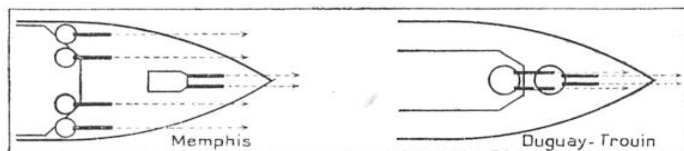
canons tirent plus vite que les vôtres.

— Et d'abord, cette supériorité de rapidité de tir, pouvez-vous l'utiliser réellement ? Comparons nos effectifs. Tandis que le *Duguay-Trouin* porte 551 hommes pour 8 pièces, toutes choses égales par ailleurs, le *Memphis* n'en porte que 330, par suite de l'exiguïté de ses logements. Cet effectif est certainement insuffisant pour un bon rendement de tous les moyens d'action. Ensuite, nos 155 portent plus loin, je ne sais au juste combien, mais 2 ou 3 kilomètres au moins. Or, sur mer, il importe de porter les premiers coups. Les premiers coups comptent double.

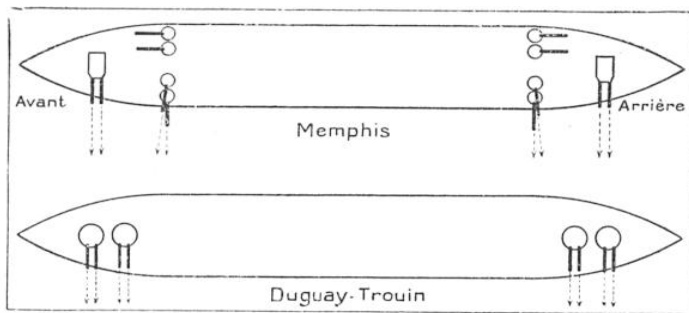
Sans préjudice de l'effet moral causé sur le personnel, le tir du *Duguay-Trouin* sera réglé avant que le *Memphis* n'ait pu riposter, et vous serez, pour le moins, *groggy* avant d'avoir pu tirer un coup de canon. Que devient alors votre pseudo-

supériorité de rapidité de tir ? Tenez, c'est comme si nous nous battions l'un contre l'autre, vous avec une mitrailleuse, et moi avec un fusil qui porte plus loin !

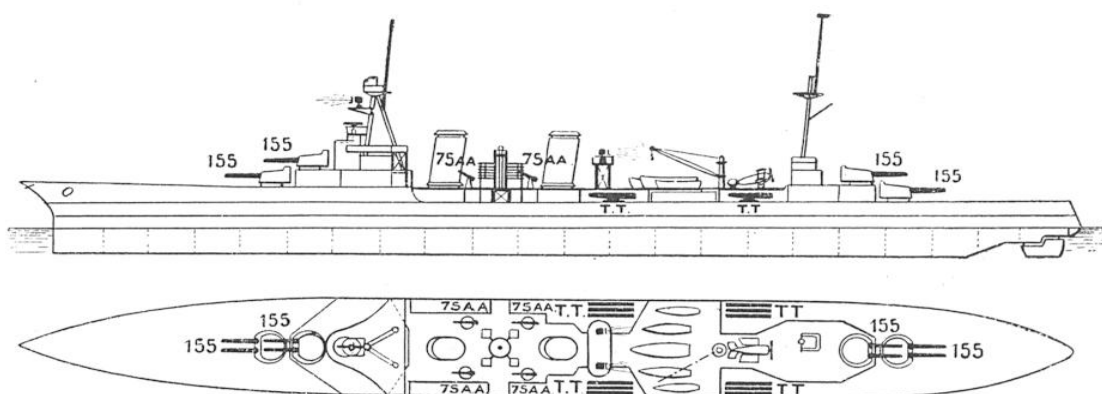
« Ajoutez à cela que le *Duguay-Trouin*, ayant 100.000 chevaux (et peut-être plus)



EN POSITION DE CHASSE, LE « MEMPHIS » PEUT UTILISER 6 CANONS DE 2 MILLIMÈTRES, TANDIS QUE LE « DUGUAY-TROUIN » NE PEUT LUI OPPOSER QUE 4 CANONS DE 155 MILLIMÈTRES



DANS LE TIR DE TRAVERS, LES DEUX CROISEURS DISPOSENT DU MÊME NOMBRE DE PIÈCES, DE 155 MILLIMÈTRES POUR LE « DUGUAY-TROUIN » ET DE 152 MILLIMÈTRES SEULEMENT POUR LE « MEMPHIS »



ÉLÉVATION ET PLAN DU « DUGUAY-TROUIN », MONTRANT SON ARMEMENT

Outre les 8 pièces de 155 millimètres, on remarque les 75 A. A. (anti-aérien), un des deux hydravions que porte ce croiseur et les douze tubes lance-torpilles T.T.

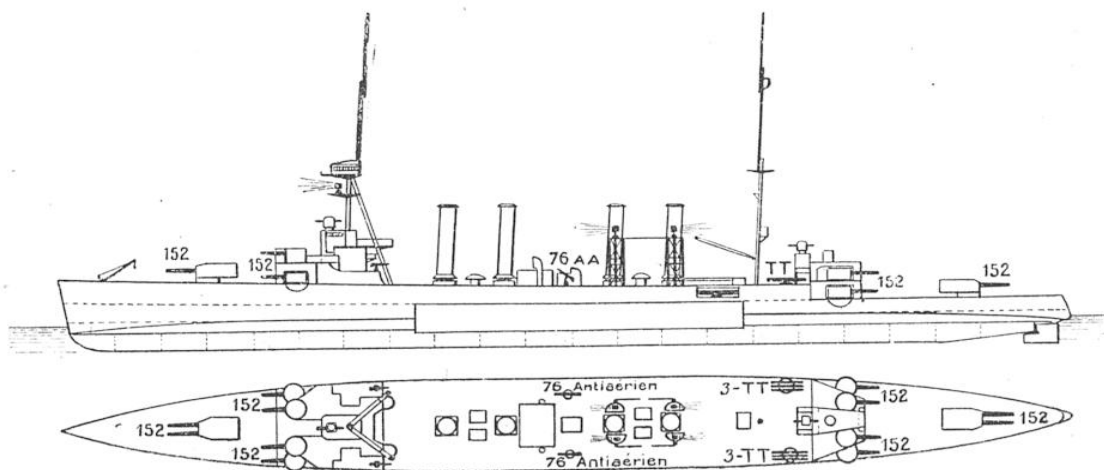
— car nous espérons au moins 110.000 — à opposer aux 90.000 du *Memphis*, pour le même tonnage, donnera sûrement une vitesse plus forte. Nous espérons dépasser 35 nœuds. Résultat : supériorité de vitesse, supériorité de portée d'artillerie. Le *Duguay-Trouin* pourra donc imposer au *Memphis* le combat qu'il voudra. Pour revenir à mon image, tirant de plus loin et plus mobile avec mon fusil que vous avec votre mitrailleuse, je pourrai tourner autour de vous comme je voudrai et vous canarder comme à la cible !

J. T. Reeves sembla puiser de nouveaux arguments dans la contemplation de son *Memphis* :

— Si l'on a réellement envie de se battre, ajoute-t-il, on se battra de plus près. Je

connais trop, d'ailleurs, le mordant des Français pour supposer qu'ils s'attardent à échanger de loin des coups douteux, alors qu'ils peuvent obtenir de plus près une décision rapide. Et, dans un combat rapproché de croiseurs, c'est celui qui frappe le plus vite qui a l'avantage.

— Au combat, comme à la boxe, il ne suffit pas de frapper, il faut aussi encaisser. Vous rappelez-vous cette jolie image de Winton Churchill comparant le combat de deux croiseurs sans protection au combat de deux coquilles d'œufs se cognant l'une contre l'autre à coups de marteau. Or, le *Duguay-Trouin* et le *Memphis* sont peu protégés ; on ne peut pas tout avoir : vitesse, artillerie et protection. Mais il s'agit de



L'ARMEMENT DU « MEMPHIS », VUE EN ÉLÉVATION ET EN PLAN

On reconnaît le même genre d'armement que ci-dessus. Ce croiseur porte également deux hydravions, que l'on peut lancer par catapultes.

savoir lequel est le moins mal protégé, car cette coquille d'œuf-là aura des chances de se servir bien plus longtemps que l'autre de son marteau. Je ne veux pas vous donner de chiffres, ayant le droit d'avoir mes petits secrets, mais je soutiens que le *Duguay-Trouin* est mieux protégé que le *Memphis*, tant au point de vue de sa coque que de ses

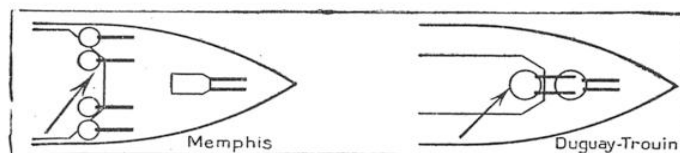
soutes à munitions et de son artillerie.

— C'est exact, Guillen, vos pièces en tourelles sont mieux protégées que les nôtres, surtout que celles en batteries. Mais ce désavantage sera compensé par notre plus grande rapidité de tir due au groupement de nos pièces, car, au fond, le meilleur moyen de défense n'est-il pas d'opposer au feu un feu encore plus intense?

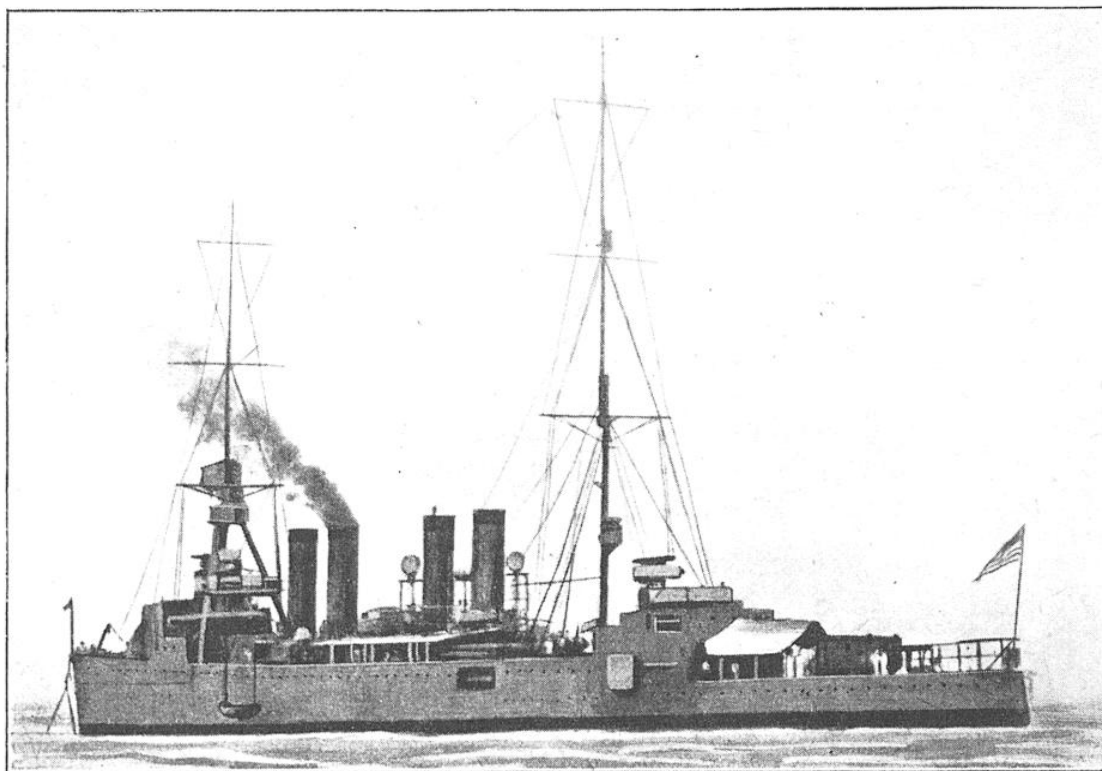
— Nous parlions, tout à l'heure, de coquilles d'œufs, répond l'officier français. Ecoutez maintenant ce dicton populaire :

« Il ne faut pas mettre trop d'œufs dans le même panier ». Regardez nos 8 pièces en tourelles, protégées, bien distantes les unes des autres. Considérez maintenant vos groupes de batteries de 4 pièces de 152 milli-

mètres à l'avant et à l'arrière du *Memphis*, protégées seulement par des masques d'acier d'une faible épaisseur. Il est hors de doute qu'un de nos obus, éclatant là-dedans, mettra, d'un seul coup, les 4 pièces hors de service et le personnel hors de combat. Et voilà par terre un tiers de la puissance offensive du *Memphis*. Vous avez mis trop d'œufs dans le même panier. Moins il y a de

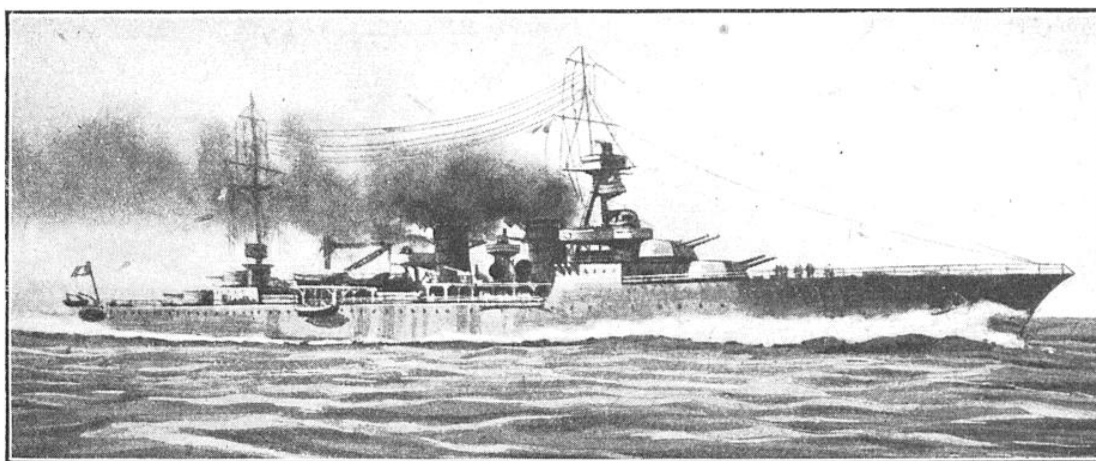


LA CHUTE D'UN OBUS SUR LE « MEMPHIS » PEUT METTRE HORS DE SERVICE 4 PIÈCES D'UN COUP, TANDIS QU'IL NE DÉMOLIRA QU'UNE TOURELLE DE DEUX PIÈCES SUR LE « DUGUAY-TROUIN »



LE « MEMPHIS »

Remarquer les quatre cheminées, les grands mats et la forme droite de l'étrave, à l'avant.



LE « DUGUAY-TROUIN »

Il ne comporte que deux cheminées, il semble plus ramassé sur lui-même et la forme de son étrave fait qu'il tient remarquablement la mer.

protection et plus l'armement doit être dispersé. Voilà la sage règle suivie par nos ingénieurs. Un coup direct sur une de nos tourelles pourra mettre 2 pièces hors de combat, mais ce ne sera jamais, à la merci d'un coup heureux, que le quart de l'armement, au lieu du tiers sur le *Memphis*.

— Mais, dit l'Américain, vous parlez comme si nos deux croiseurs devaient se battre demain ! Vous avez devant vous le *Memphis* « fin prêt » au combat, résultat de cinq années d'expériences et de perfectionnements sur ses neuf prédécesseurs du même type. Tout y est au point : les machines donnent leur vitesse, l'artillerie et les torpilles sont réglées dans les moindres détails, les avions s'élancent de leurs catapultes. Le personnel ne fait plus qu'un avec le matériel. En un mot, le bateau a son âme ! Et vous voulez lui opposer une coque qui commence à peine ses essais ? Combien vous faudra-t-il de temps, à vous et à vos hommes, pour vous familiariser avec un matériel auquel les incessants progrès de la technique navale apportent chaque jour de nouvelles complications ? Vous aurez, demain, l'outil, mais

quand aurez-vous l'ouvrier indispensable ?

— Après-demain, car le Français a de meilleures qualités d'adaptation. Ce matériel ne nous prendra pas au dépourvu : il a déjà été, en majeure partie, installé sur les bâtiments plus anciens, qui ont été ainsi modernisés. Nous y sommes déjà acclimatés. Bien plus délicate fut, après la guerre, l'acclimatation aux navires de surface et sous-marins allemands, livrés par l'armistice, et très différents des nôtres. Elle fut cependant, pour ainsi dire, instantanée. Nous comparons actuellement le *Duguay-Trouin* et le *Memphis* dans leurs grandes lignes. Mais il ne faut pas oublier que le *Duguay-Trouin* aura profité des plus

récents progrès de la technique navale ; il sera un bâtiment plus jeune, plus *up to date*, comme vous dites. Et je crois vous avoir démontré que, pour tout ce qui touche à l'artillerie, sa supériorité

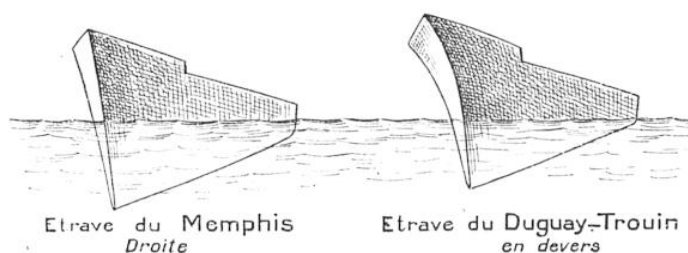


SCHÉMA MONTRANT LA DIFFÉRENCE DE FORME DES ÉTRAVES DES DEUX CROISEURS

sur le *Memphis* est indiscutable.

— Laissons, mon cher Guillen, cette question d'artillerie, où nous avons chacun nos idées irréductibles et nos raisons de préférer nos croiseurs. Les autres moyens offensifs ne sont guère intéressants à comparer, puisque tous deux ont 12 tubes lance-torpilles et

portent 2 hydravions, qu'ils peuvent lancer par catapultes. Mais parlons un peu des qualités marines du *Memphis* et du *Duguay-Trouin*. Vous me disiez, tout à l'heure, que le *Duguay-Trouin* marchera plus vite que le *Memphis*. Il est permis d'en douter, car si votre croiseur dispose de 10.000 chevaux de plus, n'oubliez pas aussi qu'il a 12 mètres de plus de long, 0 m. 80 de plus de large et un tirant d'eau plus fort.

— C'est exact, mais la vitesse est une question de rendement qui, à égalité de puissance et de tonnage, dépend de la finesse des formes et de l'étude des lignes d'eau. Mettez 10.000 chevaux sur un chaland et il ne marchera pas le quart de la vitesse d'un torpilleur de même tonnage et de même puissance. Le rapport de la longueur à la largeur pourra nous représenter grossièrement le coefficient de finesse, un bateau étant d'autant plus fin que ce coefficient est plus fort. Or, nous trouvons 10,36 pour le *Duguay-Trouin* et 10,14 pour le *Memphis*.

« Souvenez-vous aussi des formes élégantes de l'avant du *Duguay-Trouin*, avec une étrave en *guibre* bien défendue contre la mer. Le *Memphis* a l'étrave presque droite, sans devers (1). Il doit tenir moins bien la mer.

« Le *Duguay-Trouin* a, en outre, un tirant d'eau un peu plus fort, autre avantage, car il roulera moins, d'autant moins qu'il n'est pas aussi chargé dans les parties hautes. Votre mâture même est trop haute, trop fragile. Vous parliez, tout à l'heure, de votre supériorité de rapidité de tir. Mais si le *Memphis* est incapable d'utiliser cette supériorité par grosse mer, avouez qu'elle demeure bien illusoire. Mieux vaut avoir moins de canons avec une bonne stabilité de plateforme que deux fois plus de pièces à peu près inutilisables par grosse mer.

« En résumé, le *Duguay-Trouin* est plus rapide, mieux défendu de l'avant contre la mer et roule moins. Il est donc bien meilleur marin.

— Les qualités marines du *Memphis* sont également très satisfaisantes ; sur un point en particulier, il présente une grosse supériorité sur le *Duguay-Trouin* : je veux parler du rayon d'action. Tandis que le *Duguay-Trouin* ne peut parcourir que 4.500 milles à 15 nœuds et 3.000 milles à 20 nœuds, le *Memphis*, véritable lévrier des mers, peut marcher 10.000 milles à 15 nœuds et 7.000 milles à 20 nœuds. Comment expliquez-vous cela ?

— Le plus simplement du monde ! Le

(1) Forme évasée de certains bateaux, destinée à rejeter de part et d'autre les lames et les embruns.

Memphis a un approvisionnement de 2.000 tonnes de mazout, tandis que le *Duguay-Trouin* n'en porte que 1.000. Nous avons reporté ces 1.000 tonnes sur la puissance de nos machines, la force et la protection de notre artillerie. Et c'est, à mon avis, une meilleure utilisation des poids. Il suffit, pour s'en convaincre, d'examiner quels peuvent être les rôles possibles de ces croiseurs.

— Je les vois d'abord comme croiseurs d'escadre, dit Reeves.

— Bien ! Dans ce cas, leur rôle se bornera à accompagner et éclairer les escadres cuirassées. Ils n'ont donc pas besoin d'un plus grand rayon d'action que ces unités : c'est environ celui du *Duguay-Trouin*, qui est donc, à ce point de vue, mieux conçu que le *Memphis*. Tenez, si nous considérons le *Memphis* en tant que croiseur d'escadre, je ne saurais mieux le comparer qu'à un voyageur dont l'arrivée à l'auberge est certaine chaque soir et qui emporte cependant, sur le dos, trois jours de vivres, ce poids superflu l'empêchant, par ailleurs, de prendre des armes suffisantes.

— Entendu, malgré l'exagération manifeste de vos comparaisons. Mais si nous considérons le rôle de corsaire, ici la question du rayon d'action devient primordiale. Rappelez-vous les difficultés que rencontrèrent pour leur ravitaillement les fameux corsaires allemands : l'*Emden*, le *Kœnigsberg* et bien d'autres. Exemple frappant : le croiseur corsaire *Dresden*, forcé de rallier l'île de Juan Fernandez pour se ravitailler en combustible, est surpris et coulé au mouillage, en mars 1915, par les trois croiseurs anglais *Kent*, *Glasgow* et *Orama*. Un corsaire doit avoir un énorme rayon d'action pour éviter les risques des ravitaillements à la mer, sur les côtes ennemies ou neutres. Et j'espère que, sur ce point, vous reconnaîtrez la supériorité du *Memphis*.

— En vérité, Reeves, je la reconnais. Mais la vraie conclusion de toute notre discussion ne serait-elle pas la suivante : le *Duguay-Trouin*, grâce à cet avantage de sa protection, de sa vitesse et du calibre de ses pièces, réalise le type parfait du croiseur d'escadre de son tonnage ; le *Memphis*, qui a plus de souffle, ne pourrait s'opposer au *Duguay-Trouin*, mais serait plus apte au rôle de corsaire. Fut-il construit dans ce but ? Ceci est une question qui nous dépasse.

Et les deux interlocuteurs terminèrent là leur intéressante discussion, heureux l'un et l'autre d'avoir défendu les conceptions et les réalisations navales de leur pays respectif.

COMMANDANT LABOUREUR.

POUR L'AGRICULTURE FRANÇAISE

LA BATAILLE DU BLÉ

Par Victor BORET

ANCIEN MINISTRE DE L'AGRICULTURE
PRÉSIDENT DE LA SOCIÉTÉ NATIONALE D'ENCOURAGEMENT À L'AGRICULTURE

L'une des grandes préoccupations du gouvernement français est d'assurer à notre pays des ressources suffisantes en blé pour réduire le plus possible les « appels » à l'étranger qui font sortir de France des milliards de francs (pour l'acquisition de devises étrangères appréciées) en vue de l'achat des céréales nécessaires à notre subsistance. Ce problème est l'un des plus pressants de l'heure. Notre éminent collaborateur, M. Victor Boret, montre, dans cet article, que le rendement cultural à l'hectare, en France, notamment en ce qui concerne les céréales, est inférieur de 8 à 10 quintaux à celui de quelques-uns des pays voisins, bien que notre sol soit aussi fécond que celui de la Belgique, du Danemark, de l'Allemagne. Soulignant, notamment, les mesures prises par le gouvernement italien en faveur de la culture du blé, il constate qu'une puissante action, énergiquement engagée depuis un an, a produit déjà des effets étonnants, tant par l'augmentation des terres emblavées que par l'accroissement du rendement qui s'est manifesté dans toutes les provinces italiennes, et a donné plus de 9 millions de quintaux de blé supplémentaires. Si le gouvernement français pouvait doter l'agriculture nationale d'encouragements aussi importants que ceux accordés par nos voisins ; si, également, il prenait des mesures précises pour résoudre la crise de la main-d'œuvre, la France, non seulement pourrait bientôt se suffire à elle-même, mais elle passerait rapidement au rang de pays exportateur, pour le plus grand bien de ses finances. L'article vivante que l'ancien ministre de l'Agriculture vient d'écrire pour La Science et la Vie, sera bien accueilli non seulement des agriculteurs, mais de tous ceux qui s'intéressent au développement des forces de production du pays.

La production agricole représente, en France, les deux tiers de la production nationale

DANS leur enquête sur la capacité de paiement de la France, les financiers américains ont affirmé que le revenu du Français n'était, en moyenne, que de 100 dollars par tête, tandis que celui de l'Anglais s'élevait à 410 dollars et celui de l'Américain, à 590 dollars. Bien que ces chiffres soient discutables, il n'en reste pas moins vrai que, dans l'ensemble, le revenu général de la France s'est notablement abaissé depuis la guerre, de 7 milliards de dollars en 1913 à 4 milliards en 1925,



M. VICTOR BORET

alors que les charges se sont considérablement élevées. C'est donc vouloir résoudre la quadrature du cercle que de chercher à arrêter la crise actuelle autrement que par la seule solution possible : l'augmentation intense de la production nationale dans tous ses domaines.

Or, la guerre a amplement démontré que de la prospérité de notre agriculture dépend, dans une large mesure, notre prospérité nationale.

On oublie, en effet, trop facilement que la production agricole de la France constitue les deux tiers de la production totale du pays et forme la source première de notre richesse nationale

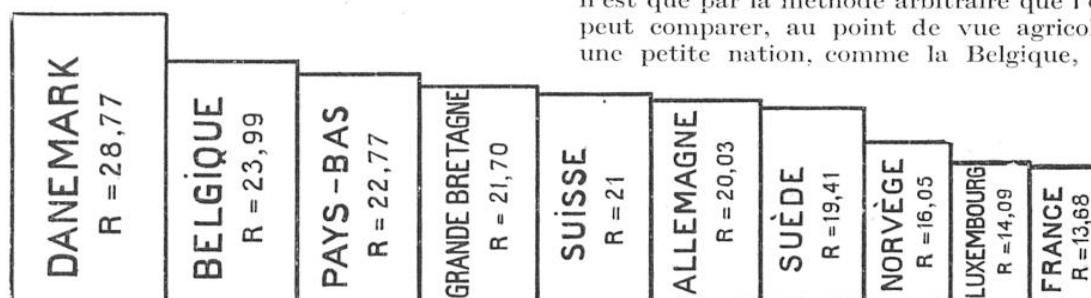
et la base d'un grand nombre de nos industries de transformation.

Mais, sous une apparence prospère, la situation de l'agriculture française est plus inquiétante que jamais et peut se caractériser par ce seul fait :

Dans le rapport portant fixation du budget de l'exercice 1925 pour le ministère de l'Agriculture, on voit que ce budget, s'élevant à la somme de 192 millions sur un budget total de dépenses actives de 15 milliards (non compris la dette publique), représentait le soixante-dix-septième du budget général du pays, tandis que la production qu'il est chargé d'organiser et d'accroître forme, à

exportait, en 1905, autant de chevaux qu'elle, trois fois plus de bétail sur pied, dix-huit fois plus de viande abattue et de pores salés, quatre fois plus de beurre, 300 millions d'œufs, tandis que la France en importait 130 millions, etc... Mais il faut dire aussi que l'enseignement agricole est infiniment plus répandu au Danemark qu'en France (10.000 élèves au Danemark pour 3.000 en France).

Il faut toutefois reconnaître que ces chiffres ne sauraient être appliqués à notre pays qu'avec des coefficients proportionnels et compensateurs. On ne doit comparer que choses comparables, et il va de soi que ce n'est que par la méthode arbitraire que l'on peut comparer, au point de vue agricole, une petite nation, comme la Belgique, la



LES DIX PAYS PRODUCTEURS DE BLÉ DANS LE MONDE AYANT LES PLUS HAUTS RENDEMENTS
R désigne le rendement en quintaux métriques (100 kilogrammes) à l'hectare. Les chiffres représentent le rendement moyen pendant la période 1919-1923.

elle seule, les deux tiers de la production générale de la nation.

La conséquence de cet état de choses est la suivante, dans la triste éloquence des chiffres :

La France arrive au dixième rang pour le rendement de la production du blé dans le monde

Si l'on considère les résultats présentés par les statistiques, en ce qui concerne les rendements culturaux en Europe, la France arrive au dixième rang pour le blé, au seizième rang pour le seigle, au douzième pour l'orge, au dixième pour l'avoine, au onzième pour le maïs, au dixième pour la betterave, au dix-neuvième pour la pomme de terre, au quatrième pour les vins, au neuvième pour la densité du bétail à l'hectare.

Pour les céréales, ses rendements sont inférieurs, en moyenne, de 8 à 10 quintaux par hectare à ceux de la Belgique, du Danemark, de la Hollande, de la Suède, de la Suisse, de la Grande-Bretagne, de l'Allemagne.

Le Danemark, quatorze fois plus petit, quinze fois moins peuplé que la France,

Suisse ou le Danemark, et un grand pays comme la France.

Si la France était réduite à la seule Normandie, à peu près de même étendue que le Danemark, elle apparaîtrait une puissance agricole très avancée en matière d'élevage.

Si la France était réduite à la Beauce, à la Brie et au Soissonnais, c'est-à-dire à peu près à la superficie de la Belgique, notre pays s'inscrirait en tête des nations sur le palmarès de l'agriculture mondiale, notamment au point de vue du rendement en céréales.

C'est là une observation judicieuse due à l'un de nos plus éminents économistes, M. Pierre Caziot. Gardons-nous donc d'exagérer dans un sens ou dans l'autre.

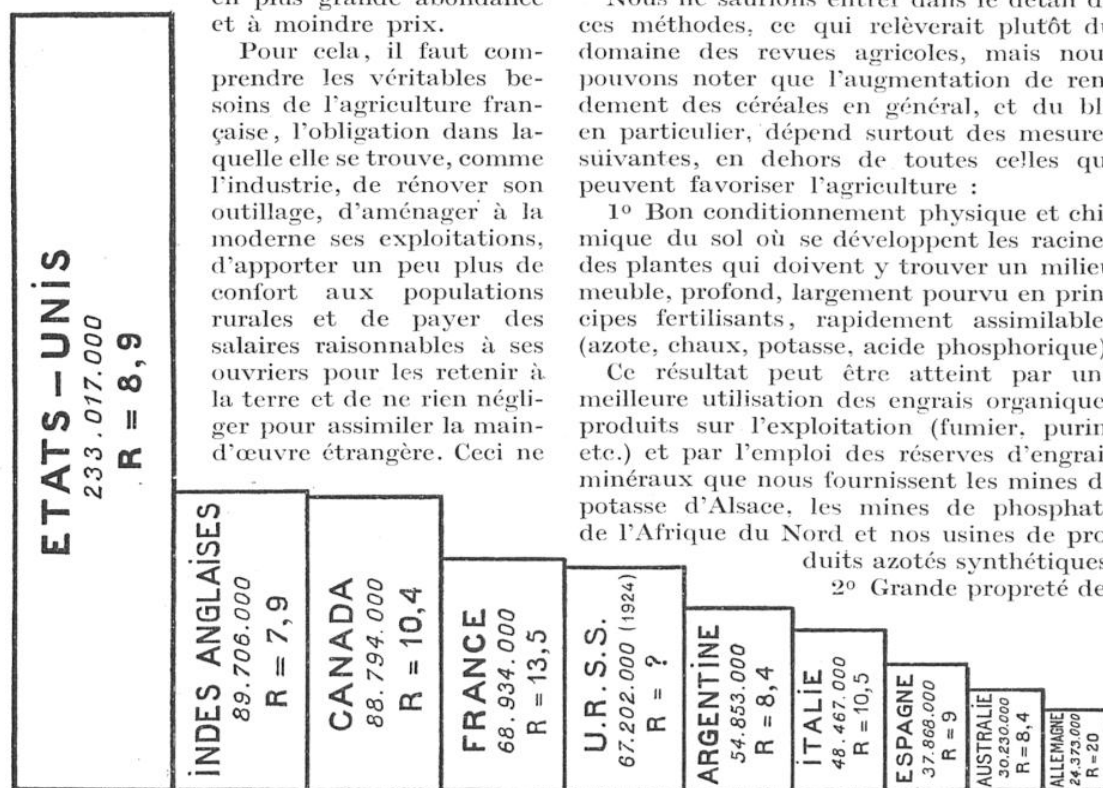
La France peut augmenter sa production en blé

Nous sommes convaincu de rester dans la stricte vérité en écrivant que la France peut, dans un nombre d'années relativement limité, — dix à douze, pour fixer un chiffre, — augmenter de 20 à 30 % sa production agricole, c'est-à-dire disposer d'une masse de manœuvre en produits exportables d'au moins 10 à 15 milliards de francs au cours

actuel du change, tout en contribuant d'une façon efficace à la diminution du coût de la vie, par des produits consommés sur place

en plus grande abondance et à moindre prix.

Pour cela, il faut comprendre les véritables besoins de l'agriculture française, l'obligation dans laquelle elle se trouve, comme l'industrie, de rénover son outillage, d'aménager à la moderne ses exploitations, d'apporter un peu plus de confort aux populations rurales et de payer des salaires raisonnables à ses ouvriers pour les retenir à la terre et de ne rien négliger pour assimiler la main-d'œuvre étrangère. Ceci ne



LES DIX PLUS GRANDS PAYS PRODUCTEURS DE BLÉ DANS LE MONDE, EN VALEUR ABSOLUE

Les chiffres représentent la moyenne générale de la production pendant la période 1919-1923 en quintaux métriques (100 kilogrammes). R est le rendement en quintaux métriques à l'hectare. Total général de la production de toutes les nations du monde : 823.257.000 quintaux métriques. Superficie cultivée en blé dans le monde : 85.806.000 hectares.

peut se faire qu'à la condition de rendre à l'agriculture française la liberté dont jouit l'industrie.

Mais notre agriculture demande plus encore, après la longue période d'anémie dans laquelle elle a vécu depuis des siècles : il lui faut le concours entier, moral et matériel, de la nation; il lui faut aussi des crédits extraordinaires pour faire pénétrer dans tous les esprits, jusque dans les campagnes les plus reculées, les méthodes modernes agromiques, découvertes le plus souvent par nos savants, mises au point et appliquées depuis longtemps par nos meilleurs praticiens, mais encore méconnues dans la majorité de nos exploitations, ou impossibles à appliquer dans les conditions économiques actuelles, car elles demandent des capitaux pour l'achat d'outillage, d'engrais, etc.

Comment accroître le rendement cultural

Nous ne saurions entrer dans le détail de ces méthodes, ce qui relèverait plutôt du domaine des revues agricoles, mais nous pouvons noter que l'augmentation de rendement des céréales en général, et du blé en particulier, dépend surtout des mesures suivantes, en dehors de toutes celles qui peuvent favoriser l'agriculture :

1^o Bon conditionnement physique et chimique du sol où se développent les racines des plantes qui doivent y trouver un milieu meuble, profond, largement pourvu en principes fertilisants, rapidement assimilables (azote, chaux, potasse, acide phosphorique).

Ce résultat peut être atteint par une meilleure utilisation des engrais organiques produits sur l'exploitation (fumier, purin, etc.) et par l'emploi des réserves d'engrais minéraux que nous fournissent les mines de potasse d'Alsace, les mines de phosphate de l'Afrique du Nord et nos usines de produits azotés synthétiques.

2^o Grande propreté des

terres, grâce à un assolement et à des travaux de culture appropriés pour éliminer le plus possible les mauvaises herbes, qui diminuent souvent les rendements de 30 à 50 %. Vulgarisation de l'emploi, pendant la végétation, des pulvérisations de solution d'acide sulfurique à 10 %, d'après le procédé mis au point par l'inspecteur général de l'Agriculture, M. Rabaté.

3^o Semis en lignes et emploi de semences vigoureuses, bien constituées, entièrement débarrassées au trieur de toutes mauvaises graines et, par des solutions anticryptogamiques, des germes de rouille, de carie, de charbon, maladies qui, surtout en année humide, diminuent aussi beaucoup les rendements.

4^o Ces semences doivent être soigneusement sélectionnées et adaptées aux condi-

tions climatiques des régions dans lesquelles on veut les cultiver. On peut ainsi obtenir des blés à grand rendement pouvant donner, en bonnes terres, jusqu'à 30 et 40 quintaux par hectare. C'est grâce à ces semences sélectionnées que le département de l'Eure a vu ses rendements en blé passer de 12 quintaux à l'hectare, en 1906, à 22 quintaux en 1922.

5° Remembrement de plus en plus indispensable des terres, trop souvent morcelées en lopins presque incultivables, afin de pouvoir généraliser l'utilisation, dans les exploitations agricoles, d'un matériel à grand travail pour les labours, les semailles,

rendrait la culture du blé enfin rémunératrice, permettrait aux agriculteurs de faire tous les frais nécessaires pour obtenir une production abondante, les encouragerait à étendre leurs emblavements, d'où augmentation considérable des rendements qui déterminerait, par elle-même, la baisse des prix aux consommateurs français, tout en laissant aux agriculteurs une rémunération raisonnable de leurs efforts.

La science agronomique s'applique à la grande comme à la petite propriété

M. Maupas, agriculteur de grand mérite, et qui, étant prisonnier de guerre en 1918, fut

SITUATION DU MARCHÉ DU BLÉ DANS LE MONDE

DANS LES PRINCIPAUX PAYS EXPORTATEURS DU BLÉ MOYENNE ANNUELLE PAR ORDRE DE QUANTITÉS EXPORTÉES DE 1921 A 1924				
PAYS	PRODUCTION EN QUINTAUX MÉTRIQUES	CONSOMMATION INTÉRIEURE	QUANTITÉS EXPORTÉES EN QUINTAUX MÉTRIQUES	POPULATION EN 1924
Canada	97.769.432	41.953.967	55.815.465	9.227.000
États-Unis	230.607.978	187.773.046	42.833.932	112.078.100
Argentine	56.187.015	22.160.888	34.027.127	9.556.000
Australie	35.711.439	17.357.137	18.354.302	5.873.000
Indes anglaises.....	92.097.065	88.477.628	3.619.437	315.083.000
Roumanie	23.355.033	22.732.277	622.756	16.750.000
U. R. S. S.....	81.372.325	80.807.288	565.037	95.942.000

le nettoyage des terres, les moissons, les battages, etc. (1).

6° Amélioration des conditions de transport. Création de magasins coopératifs pour entreposer, conditionner et manutentionner les grains. Établissement de types-standards de céréales, facilitant le classement des grains et la fixation de leur valeur marchande. Extension des warrants agricoles pour soutenir le crédit du cultivateur.

7° Multiplication des foires de semences et des concours du blé, pour inciter les cultivateurs à n'utiliser de plus en plus que des semences irréprochables et à ne les semer que dans des conditions culturales excellentes, en rapport avec leur prix élevé.

8° Suppression des interdictions d'exportation demandées avec insistance par les milieux ruraux, pour ouvrir aux blés indigènes le marché étranger. Cette mesure, qui

(1) Cet outillage pourra être généralisé dans les petites exploitations familiales, force actuelle de l'agriculture française, soit par la coopération syndicale, soit par l'entreprise industrielle.

employé dans une ferme de 4 hectares, en Westphalie, a montré, dans un petit ouvrage très instructif, comment, dans cette ferme, en terre moyenne, avec une main-d'œuvre raréfiée, grâce à un nettoyage minutieux du sol, à des façons culturales répétées, à l'utilisation judicieuse des matières fertilisantes recueillies sur le domaine, les propriétaires obtenaient cependant des rendements de 25 à 30 quintaux en céréales : blé, orge, seigle, avoine, alors qu'en France nos rendements étaient en 1923 : blé, 13 q. 55 ; orge, 14 q. 38 ; seigle, 10 q. 35 ; avoine, 14 q. 29.

De semblables résultats pourraient être également obtenus sur la terre de France.

Sur nos 54 millions d'hectares, 24 sont en terres labourables ; sur ces 24 millions d'hectares, 13 sont en céréales, et, sur ces 13 millions, 6 sont en blé, qui, par son prix élevé et son rôle primordial dans l'alimentation humaine, doit être considéré comme la culture maîtresse de notre pays.

C'est donc sur la culture du blé, dont nous

avons, en certaines années, importé des quantités dépassant 10 à 12 millions de quintaux (soit, à 230 francs le quintal de blé étranger, une exportation de 2 milliards et demi de francs-papier), que doit porter notre premier effort. Notons, en passant, qu'il existe, le plus souvent, une marge importante entre le prix du blé français et celui du blé étranger, soit un manque à gagner correspondant pour l'agriculteur français, dont la culture est en déficit dès que les rendements descendent au-dessous de 16 à 18 quintaux, ce qui est la très grande majorité des cas.

grano (la Bataille du blé), pour intensifier cette culture dans tout le pays.

C'est d'abord un appel général à la nation et à toutes les forces productives : financières, techniques, intellectuelles, spirituelles, organisations agricoles, milieux industriels et commerciaux, professeurs, instituteurs, clergé, pour les unir en vue de cet objectif fondamental : la libération de l'Italie vis-à-vis de l'étranger, au point de vue de sa subsistance. Cet appel a été souligné par la visite de Sa Majesté le roi d'Italie et de Son Excellence Mussolini aux champs d'expé-

SITUATION DU MARCHÉ DU BLÉ DANS LE MONDE

DANS LES PRINCIPAUX PAYS IMPORTATEURS DE BLÉ MOYENNE ANNUELLE PAR ORDRE DE QUANTITÉS IMPORTÉES DE 1921 A 1924				
PAYS	PRODUCTION EN QUINTAUX MÉTRIQUES	CONSUMMATION INTÉRIEURE	QUANTITÉS IMPORTÉES EN QUINTAUX MÉTRIQUES	POPULATION EN 1924
Grande-Bretagne et Irlande	16.515.557	66.244.436	49.729.379	45.061.000
Italie	51.492.750	77.675.252	26.182.502	39.657.000
Allemagne	26.040.585	37.163.738	12.123.153	62.642.000
Belgique	3.503.335	14.126.820	10.623.485	7.744.259
France	76.444.480	86.538.156	10.093.676	39.310.000
Pays-Bas	1.706.756	7.143.324	5.436.568	7.298.000
Suisse.....	860.250	5.037.352	4.177.102	3.902.000
Grèce	2.919.262	6.265.048	3.345.786	6.435.000
Tchécoslovaquie.....	9.577.685	12.155.706	2.578.021	13.613.000
Autriche	8.516.863	10.639.737	2.122.874	6.535.759
Suède	10.812.350	12.918.163	2.165.813	6.036.000

Ce qu'a fait l'Italie pour gagner la bataille du blé

Dernièrement, *La Science et la Vie* publiait le résumé d'un entretien de l'un de ses rédacteurs avec le Premier italien, entretien dans lequel celui-ci affirmait sa volonté de porter la puissance économique de son pays au plus haut degré, en utilisant toutes les données de la Science moderne. L'une de ses premières préoccupations a été de chercher à libérer l'Italie de l'importation de denrées que son sol peut produire en quantité suffisante, notamment le blé, dont les besoins s'élèvent à 70 millions de quintaux, ce qui nécessite une importation de 25 millions de quintaux de blé et entraînerait une exportation de plus de 3 milliards de lire par an.

Sans perdre de temps, le gouvernement italien a établi une véritable campagne symbolisée sous ce titre : *la Battaglia del*

rience de la ferme de Castel-Sorziano, où des variétés d'élite de blé tendre et de blé dur précoces dépassent des rendements de 35 quintaux à l'hectare. Puis apport supplémentaire, par l'Etat, d'une contribution extraordinaire de plus de 100 millions de lire par an, pour les différentes organisations prévues : *Comité national du blé*, que préside le premier ministre en personne, pour en souligner l'importance ; comités provinciaux, formés de techniciens et de praticiens renommés ; trois cents chaires agricoles ambulantes, dotées, chacune, d'un personnel important et d'un crédit variant de 200.000 à 1 million de lire, pour installer dans chaque village des champs d'expérience d'au moins un hectare, mobiliser, encadrer et guider les institutions locales, administratives, techniques, scolaires, syndicales ; subventions pour la production et l'achat de graines sélectionnées, d'engrais, d'insecticides et

de produits chimiques destinés à la destruction des maladies cryptogamiques et des mauvaises herbes ; utilisation d'instruments de culture mécanique, etc...

La propagande par la presse et par le cinéma a été intensifiée largement ; les propriétaires ont été encouragés à prêter leurs terres pour faciliter les expériences ou à les poursuivre à leurs frais ; des concours régionaux et nationaux ont été institués où les rendements (20 à 30 quintaux) des concurrents ont dépassé de 100 % et même 200 % la moyenne générale du pays (10 quintaux) ; des entrepôts coopératifs ont été créés pour stabiliser les cours.

Par cet ensemble de mesures, d'ores et déjà, l'Italie a obtenu, dès 1926, dans une année culturale médiocre au point de vue climatérique, une augmentation de 9 millions de quintaux sur 1925.

La France doit non seulement se suffire à elle-même, mais encore vendre du blé au monde

Ce que l'Italie accomplit à cette heure, la France, au sol tout aussi riche, aux productions plus variées, au climat favorable à une production intensive, ne serait-elle pas capable de l'accomplir ? Depuis la guerre, toutes les associations agricoles françaises, dans tous leurs congrès, dans leur activité intérieure, ont, sans cesse, affirmé avec une unanimité complète, avec une inlassable énergie, la volonté de leurs membres de prendre leur part entière des charges de la Nation, mais aussi d'avoir la liberté et les moyens indispensables pour agir.

Il faut, tout d'abord, donner à l'agriculture l'égalité douanière, base de toute rénovation agricole, et son corollaire : la liberté d'exportation.

Il faut organiser vers la terre une migration puissante des capitaux, qui serviront à féconder notre bonne terre de France.

Il faut assurer une répression impitoyable des fraudes sur les denrées alimentaires et

agricoles, qui dressent producteurs contre consommateurs, en les dépouillant les uns et les autres.

Il faut organiser méthodiquement notre exportation des produits agricoles, demain source d'incalculables revenus pour le pays.

Il faut conserver et développer nos offices agricoles et les adapter aux besoins nouveaux du monde paysan. La création d'un enseignement primaire rural s'impose à cet égard, mais il faudrait aussi donner aux directeurs des services agricoles et aux professeurs d'agriculture, dont la science est profonde et le dévouement à la terre, total, les moyens de remplir la tâche qui doit être la leur, au lieu de les noyer sous

une lourde et stérile paperasserie administrative. Il faut donner à ces « commis voyageurs de la science agricole » la possibilité de se déplacer librement.

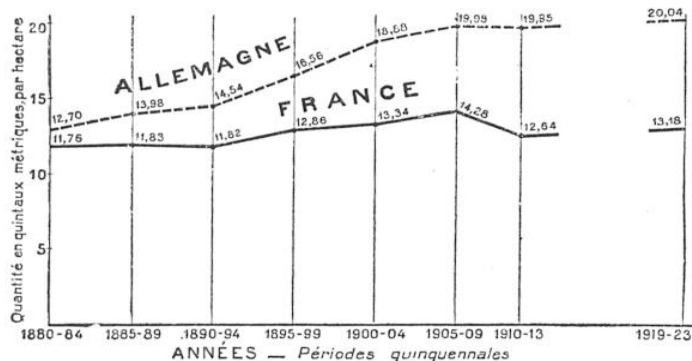
Il faut enfin s'attaquer résolument à la lutte contre l'exode rural par l'accession des travailleurs agricoles à la petite pro-

priété, celle qui donne le plus de denrées alimentaires utiles à l'hectare.

Il faut assurer le développement de l'outillage agricole et de l'électrification rurale, cette dernière en bonne voie de réalisation d'ailleurs, ainsi que la généralisation des méthodes de zootechnie rationnelle d'élevage, d'alimentation du bétail et de contrôle laitier mises au point dans de récentes manifestations agricoles organisées par la Société nationale d'Encouragement à l'Agriculture, le *Journal d'Agriculture Nouvelle*, etc., etc. Et tout cela doit converger vers le succès de la bataille du blé. Il nous faut aussi notre victoire du blé ; mais, pour que « l'épi sauve le franc », il faut que la nation tout entière s'associe à l'effort des agriculteurs.

La France, entourée de pays qui importent plus de 100 millions de quintaux de blé, deviendra exportatrice quand elle produira 20 quintaux de blé à l'hectare. Elle le peut, elle le doit.

VICTOR BORET.



PROGRESSION DES RENDEMENTS EN BLÉ EN FRANCE ET EN ALLEMAGNE, DE 1880 A 1923

Moyennes quinquennales en quintaux métriques (100 kilogrammes) à l'hectare. Augmentation du rendement en Allemagne : 57 % ; augmentation du rendement en France : 15 %.

UTOPIES D'HIER, POSSIBILITÉS D'AUJOURD'HUI, RÉALISATIONS DE DEMAIN

Par Marcel BOLL
DOCTEUR ÈS SCIENCES

De tous temps, l'imagination humaine s'est plu dans la conception soit du merveilleux, soit de l'hypothèse scientifique permettant d'interpréter les phénomènes. Témoin les œuvres d'un Wells ou d'un Jules Verne, les hypothèses d'un Képler ou d'un Ampère. Parmi les anticipations des savants de toutes les époques, certaines d'entre elles ont été concrétisées et même dépassées dans la réalisation. Il en est, cependant, qui n'ont jamais reçu la consécration de la pratique et que nous classons, jusqu'à nouvel ordre, dans le domaine des utopies. Notre savant collaborateur s'est attaché, ici, à montrer pourquoi, dans l'état actuel de la science, il y a des conceptions et des hypothèses dont on ne peut envisager la réalisation ou la vérification. Il indique, au contraire, notamment, les possibilités que permet déjà d'entrevoir la formidable énergie intratomique de la matière. Le champ de la science est illimité et ses applications dans les différents domaines de la vie moderne sont infinies. Utopies d'hier, réalités de demain !

La folle du logis

LA folle du logis..., chacun le sait ou, du moins, l'a deviné, cette périphrase désigne l'imagination, et on pourrait dire d'elle ce que le fabuliste Esope disait de la langue : c'est à la fois la meilleure et la pire des choses au monde. En termes plus précis, l'imagination n'est, en elle-même, ni bonne ni mauvaise : elle dépend au suprême degré du caractère et des autres aptitudes de son maître, plus particulièrement de ses « nerfs » s'il est artiste, de son jugement s'il s'occupe d'invention ou de recherche scientifique.

Les femmes, qui se détournent — à tort — de la « froide raison », prennent volontiers la défense de l'imagination, plus accessible à elles et plus facilement génératrice de joie. Dans la vie pratique, l'imagination prend souvent le nom d'intuition ; mais, le plus fréquemment, les personnes qui se vantent « d'en avoir une forte dose » ont une imagination vagabonde, et elles ne s'aperçoivent pas que leurs pressentiments ne se réalisent qu'une fois sur dix.

Mais ce même mot d'intuition peut être pris dans une signification moins désobligeante : il s'agit, dans ce cas, de rapports très rapidement énoncés par des gens à la fois impressionnables, imaginatifs, très intelligents et longuement entraînés à dominer leur attention : voilà, certes,

l'ensemble de propriétés mentales le plus favorable dans les domaines théorique et pratique. L'instantanéité et la justesse des affirmations ne vont pas sans causer de l'étonnement chez les auditeurs et jusque chez la personne elle-même ; il se peut, d'ailleurs, que ni l'une, ni les autres ne soient psychologues ; mais c'est une illusion de croire à l'intervention d'une « étincelle secrète » (pour parler comme Boileau), puisqu'il n'y a là qu'une juxtaposition de faits familiers, qui ont été finement analysés, par Edgar Poë notamment.

On parle souvent de l'imagination créatrice ; or, notre esprit est incapable de créer ; il vaudrait mieux dire « imagination combinatrice », puisque nous nous bornons à rapprocher nos perceptions les unes des autres, à les réunir par contiguïté (le bleu fait penser au violet), par ressemblance (le loup, au chien), par contraste (le silence, au bruit). Là où nous nous apercevons le plus nettement que l'imagination ne fait que combiner, c'est dans l'examen des personnages légendaires : de cette Sirène, trône de femme ajusté à une queue de poisson ; de ce Janus, formé de deux profils montés sur le même cou. Comment n'être pas frappé par la pauvreté de telles « créations » ?

Personne ne m'en voudra de ne pas parler ici du rôle de l'imagination dans les arts. L'importance, dans les sciences pures

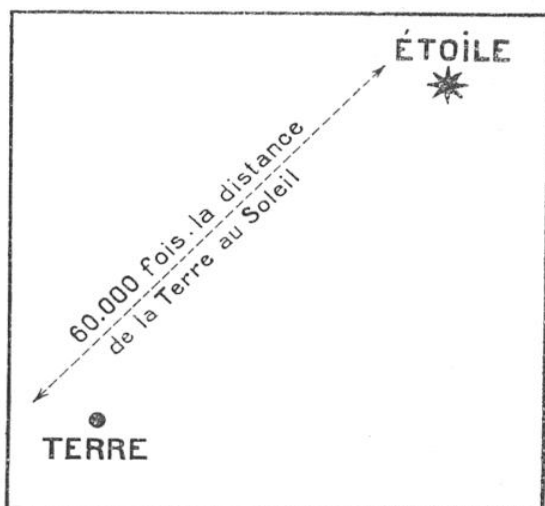


FIG. 1. — POUR VOIR LA TERRE COMMENT ELLE SERA DANS DEUX SIÈCLES

L'expérience dit « du boulet de Langevin » exige qu'on choisisse une étoile qui soit 60.000 fois plus éloignée de nous que le Soleil. (Voir la suite, figures 2, 3 et 4.)

et appliquées, de cette aptitude intellectuelle ne saurait être rabaissée ; mais elle est tour à tour stérile et féconde : une connaissance approfondie des résultats déjà acquis, un jugement impeccable, un souci de vérification expérimentale, toujours plus sévère et plus minutieuse, telle est la supériorité, l'immense supériorité des réalisations de demain sur les utopies d'hier.

L'élixir de longue vie et la machine à explorer le temps

Nos « utopies d'hier », nous les emprunterons pour la plupart aux alchimistes : il faut, d'ailleurs, se garder, vis-à-vis de ces lointains ancêtres, d'une opinion trop favorable. Sans doute découvrirent-ils des procédés curieux, isolèrent-ils des substances intéressantes, mais peut-on manipuler des liquides dans des cornues, pendant des siècles, sans jamais rien trouver ?

L'or, métal brillant et peu attaquable, était réputé « roi des métaux » ; la longévité, pensaient les alchimistes, pourrait fort bien provenir de l'ingestion d'or ; mais l'or solide traverse le corps sans s'y fixer ; il suffisait donc de prendre de l'or liquide ou « or potable », obtenu en traitant le roi des métaux par l'eau royale ou « eau régale ». Que de royautes dans tout cela ! Nous savons, aujourd'hui, que la solution noire ainsi obtenue contient de l'or colloïdal, poison violent. Mais aussi, pourquoi vouloir

à tout prix confondre les deux notions de « résistance aux actions chimiques » et d'« influence heureuse sur l'organisme des mammifères » ? Il était à peine possible d'étaler plus complaisamment une plus candide ignorance des sciences naturelles, vingt siècles après Hippocrate et Aristote. Pour eux comme pour nous, l'élixir de longue vie s'obtiendra par approximations successives, grâce à une connaissance toujours plus sûre de la Science, et non au moyen d'une sorte d'« attaque brusquée » à l'or potable.

Mais ce n'est pas de cela que je veux vous entretenir : nos rêveries portent certes, parfois, sur une longévité accrue, mais, parfois aussi, nous nous prenons à regretter de ne pouvoir faire un *saut dans l'avenir*. Ce fut le thème d'une charmante fiction du romancier anglais Wells, « La machine à explorer le temps », qui, naturellement, reste bien vague dans les détails de réalisation. Eh bien ! cette machine à explorer le temps est, sinon réalisable aujourd'hui, du moins possible, ainsi que l'a écrit l'un des maîtres de la physique actuelle, Paul Langevin, « les faits expérimentaux, les plus sûrement établis, nous permettent de l'affirmer » (1).

Ce savant a développé en détail les conditions d'une expérience, devenue, aujourd'hui, célèbre sous le nom de « boulet de Langevin » ; elle repose sur ce résultat

(1) *La physique depuis vingt ans*, p. 294, Doin, Paris, 1923.

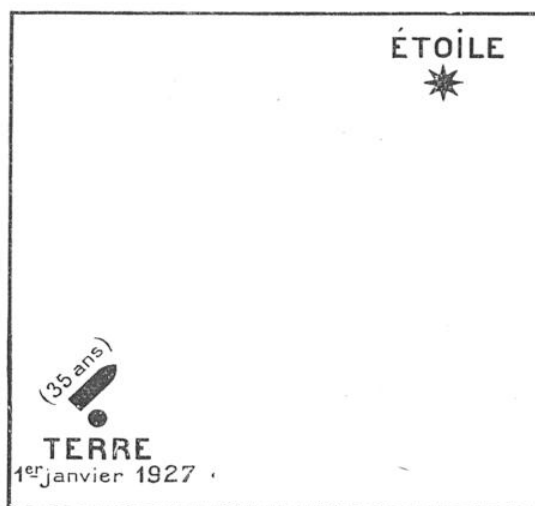


FIG. 2. — LE BOULET DE LANGEVIN : LE DÉPART

Un observateur, âgé de trente-cinq ans, est lancé à l'intérieur d'un obus le 1er janvier 1927, dans la direction de l'étoile choisie (fig. 1). Sa vitesse doit être de 299.850 kilomètres par seconde.

indubitable que le temps n'est pas mesuré de la même façon par deux observateurs qui se déplacent l'un par rapport à l'autre : par suite, lorsqu'ils se rencontrent une première fois, se séparent, puis se retrouvent, ils n'auront pas vieilli l'un autant que l'autre. Avis à celui qui voudrait consacrer deux années de son existence pour savoir ce que sera la Terre dans deux siècles ! Il faut, tout d'abord, (fig. 1), jeter son dévolu sur une étoile, qui soit à une année de lumière de nous, c'est-à-dire 60.000 fois plus loin de la Terre que ne l'est le Soleil ; puis le voyageur s'enfermerait dans un projectile que la Terre lancerait à une vitesse suffisamment voisine de celle de la lumière, exactement 299.850 kilomètres par seconde (fig. 2). Cet obus rencontrerait l'étoile au bout d'un an de voyage : pendant cette année, l'explorateur aurait vu la Terre accomplir les gestes de deux jours, tandis qu'inversement, pour les terriens, le voyage d'aller paraîtrait s'accomplir en deux siècles (moins deux jours). A ce moment (fig. 3), l'étoile renverrait l'obus vers la Terre ; les conditions du retour seraient exactement inversées : l'explorateur, en un an, verrait la Terre accomplir les gestes de deux siècles (moins deux jours), alors que, sur Terre, la deuxième partie du voyage se trouverait complètement effectuée en deux jours. Depuis son départ, cet homme n'aurait

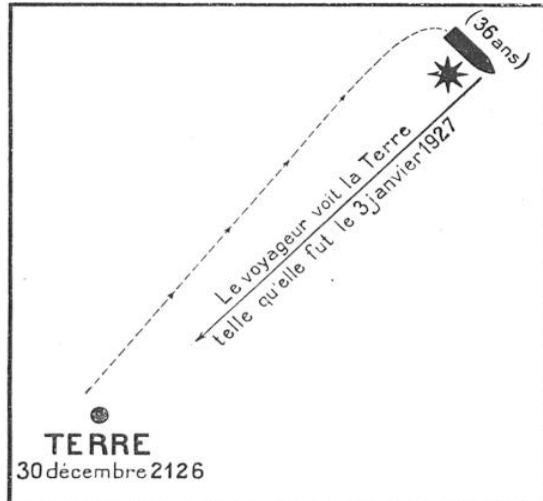


FIG. 3. — LE BOULET DE LANGEVIN (SUITE) : LA FIN DU VOYAGE D'ALLER

Le voyageur, qui a maintenant trente-six ans, tourne autour de l'étoile : pendant que, pour lui, un an s'est écoulé, la Terre a vieilli de deux siècles (moins deux jours) ! Mais, à ce moment, il aperçoit la Terre telle qu'elle fut deux jours après qu'il l'a quittée.

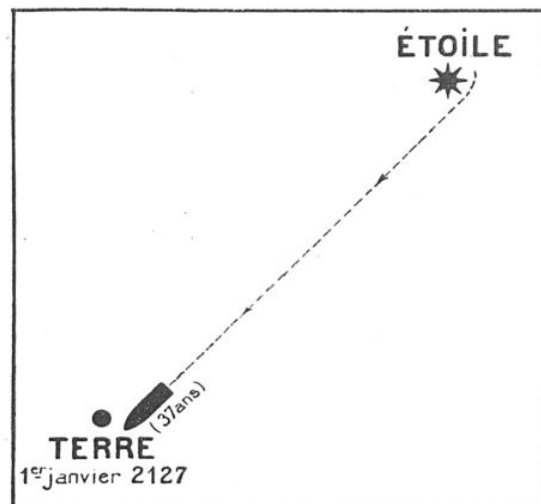


FIG. 4. — LE BOULET DE LANGEVIN (SUITE ET FIN) : L'ARRIVÉE

Le voyageur, âgé maintenant de trente-sept ans, retrouve la Terre vieillie de deux siècles exactement : le voyage de retour qui, pour lui, a duré un an, a semblé, aux observateurs terrestres, s'effectuer en deux jours.

effectivement vécu que deux ans, c'est-à-dire qu'en fait il n'aurait pris que sept cent trente déjeuners et sept cent trente dîners. Mais, à son retour, la Terre aurait vieilli de deux cents ans, et il aurait ainsi l'avantage, au point de vue curiosité, de se retrouver au milieu de ses arrière-arrière-petits-enfants (fig. 4). Comme dit Langevin, « les faits expérimentaux, les plus sûrement établis, nous permettent de l'affirmer ».

Mais il nous prévient immédiatement que l'exécution de ce programme se heurte à quelques difficultés. En supposant le boulet d'une tonne seulement et une durée de lancement réduite à une année, il faudrait faire fonctionner, sans arrêt, pendant cette année-là, 300 milliards de kilowatts, ou, d'une manière plus suggestive, consumer un cube de houille de 10 kilomètres de côté. Et encore, ces complications ne sont rien, par rapport à celles de la réflexion sur l'étoile et à celles de l'arrivée sur Terre : il faudrait agencer là-bas un système capable d'emmagasiner l'énorme énergie du projectile, puis de la restituer pour le renvoyer, en sens opposé, avec la même vitesse ; enfin, à moins de précautions minutieuses, l'obus, en retrouvant notre monde, s'arrêterait seulement à une certaine profondeur dans le sol, sans même laisser de trou là où il serait tombé.

L'anticipation rigoureusement scientifique du boulet de Langevin laisse loin derrière

elle, par son audace, tout ce qu'on a pu raconter sur le monde dans quelques siècles ; et nous évaluons l'abîme qui s'étend entre une possibilité d'aujourd'hui et... ce qui ne sera sans doute pas une réalisation de demain.

La pierre philosophale et les transmutations

Revenons encore sur les alchimistes du moyen âge : ils avaient trouvé tout seuls la réclame fameuse (et d'ailleurs fausse) : « Que faut-il pour être heureux ? Un peu d'or », ils travaillaient (en paraphrasant Racine) :

Afin qu'en un or pur, un plomb vil soit
[changé ;

c'était le « grand œuvre ». Le procédé le plus parfait consistait à teindre les métaux en or d'une façon intime, grâce à l'intervention d'un principe colorant ou « poudre de projection », appelée aussi *pierre philosophale* : on cuisait le mélange convenable, à feu modéré, dans un tube fermé, jusqu'à ce que la matière devint noire ; on augmentait le feu, elle blanchissait, et un feu plus ardent la teignait en rouge ; « c'était de l'or », du moins quelque chose qu'on croyait tel ou qu'on s'ingéniait à faire passer pour tel.

Si l'on voulait, à nouveau, vérifier que l'or ne se produit pas dans de telles conditions (fig. 5), il serait facile d'appliquer les considérations suivantes :

1° L'or est près de deux fois plus lourd que l'argent (exactement 1,84 fois) ; une simple balance de pharmacien, un cheveu et un bâton de cire à cacheter montreraient l'échec de cette transmutation, avec une précision dix fois supérieure à celle dont on aurait besoin ;

2° La lumière émise, dans l'arc électrique, par l'argent et par l'or, n'est pas formée des mêmes radiations (fig. 6) : il suffirait de prélever un échantillon — gros comme une tête d'épingle — de la matière avant et après le chauffage, pour constater que l'or n'est pas apparu. Inutile d'ajouter que cette expérience de contrôle, *vraiment sérieuse*, n'a même pas été tentée.

La transmutation, cette utopie d'hier, est cependant devenue une réalisation d'aujourd'hui ; et, comme toujours, c'est en ne la cherchant pas qu'on l'a trouvée. Mais, comme les corps simples sont, environ, une

centaine, il y avait *une chance sur cent* pour que le résultat de la première transmutation constatée fût, précisément, le métal qu'on avait choisi comme étalon monétaire, c'est-à-dire l'or. En réalité, la première transmutation spontanée fut celle du radium et donna naissance à de l'hélium (1902) ; la première transmutation artificielle, produite grâce au radium, permit de passer de l'azote à l'hydrogène (1919). J'ai parlé en

détail (1) de ces remarquables phénomènes ; mais, dans les quinze mois qui viennent de s'écouler, il ne s'est manifesté, dans ce domaine, aucune découverte sensationnelle qui vint rectifier mes dires : les synthèses de l'or, même les moins fantaisistes (Miethe, Nagaoka), sont tout aussi invraisemblables qu'en octobre 1925. En particulier, les

résultats de Nagaoka ont été contestés, au cours de cette année, par l'illustre savant allemand Fritz Haber, prix Nobel 1918 : ainsi que je le faisais moi-même pressentir, celui-ci montre que l'or provenait des parties métalliques de l'appareil utilisé (2). La vérité d'aujourd'hui reste la suivante : « l'or est à la fois trop léger pour exploser spontanément, et beaucoup trop lourd pour qu'on puisse espérer scinder son noyau par le choc des particules actuellement connues. »

Comme l'a si bien montré le savant anglais Frederick Soddy (prix Nobel, 1921), la pierre philosophale a joué de

tout temps d'un double privilège : transmuter les métaux et fournir de l'énergie. La pierre philosophale était également élixir de longue vie. La transmutation des métaux a perdu à peu près tout son intérêt, car, s'il était possible de désintégrer artificiellement un atome plus lourd que celui de l'or et d'obtenir, ainsi, de l'or, la quantité d'énergie dégagée serait probablement tellement grande qu'en compa-

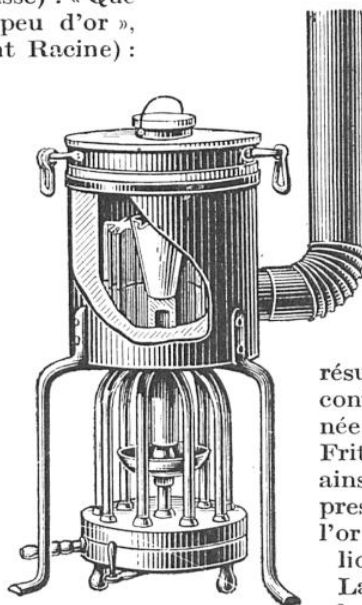


FIG. 5. — UTOPIE D'AUJOURD'HUI

Certains chercheurs se figurent obtenir de l'or en chauffant, dans un creuset, pendant une heure, vers 1.000° ou 1.200°, de l'argent avec un peu de sulfure d'arsenic et d'oxysulfure d'antimoine. (Voir fig. 6.)

(1) « La synthèse de l'or est-elle possible ? » (*La Science et la Vie*, octobre 1925, p. 261-268.)

(2) Un des collaborateurs de Haber faisait une analyse délicate, lorsqu'il fit le geste machinal de porter la main à son binocle d'or : il retrouva de l'or dans le produit qu'il étudiait et qui n'en contenait pas auparavant !

raison, l'or obtenu serait un sous-produit de valeur tout à fait négligeable. C'est donc l'énergie qui est la chose essentielle, et non la reproduction d'une représentation fictive et conventionnelle de la richesse.

Le mouvement perpétuel

Il y a, dans l'activité humaine, un certain nombre de problèmes qui tentèrent les chercheurs de plusieurs générations successives, mais qui furent abandonnés par les savants, lorsqu'on les reconnut insolubles sous la forme du moins où ils étaient posés : en plus de l'élixir de longue vie et de la pierre philosophale, on pourrait citer la quadrature du cercle, le gain prolongé aux jeux de hasard (1) et surtout le mouvement perpétuel.

tionnaient que sur le papier et qui, une fois construites, se seraient invariablement refusées à marcher. Et, cependant, quelle n'eût pas été la supériorité de la nation qui aurait réalisé le mouvement perpétuel ! L'activité scientifique et industrielle suscitée par la guerre fut cependant, par contre-coup, féconde en résultats remarquables ; aussi ne doit-on pas manquer de signaler que cet effort, entrepris simultanément dans tous les pays, est venu, une fois de plus — s'il en était encore besoin — démontrer à posteriori la stérilité de toutes les recherches de mécanique pratique qui viseraient à rendre possible le mouvement perpétuel. Il y a beau temps que l'Académie des Sciences se refuse à prendre en considération les « découvertes »

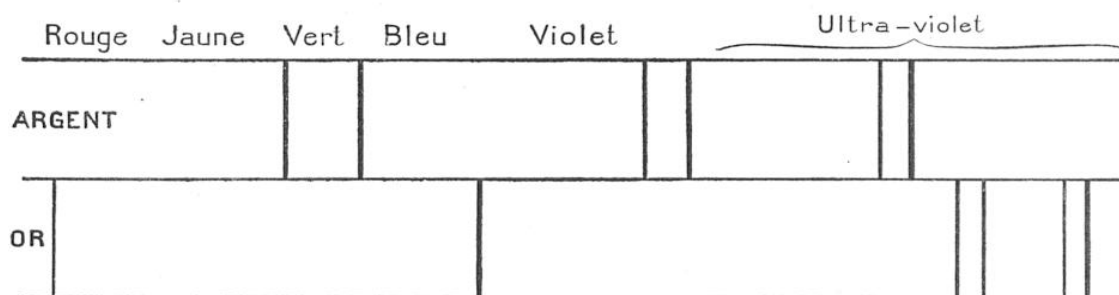


FIG. 6. — L'IDENTIFICATION D'UNE TRACE D'OR DANS L'ARGENT

Lorsqu'on porte de l'argent dans un arc électrique et qu'on photographie à travers un prisme, on a, comme cliché, l'apparence de la première bande. Si c'est de l'or, on obtient la bande inférieure. Pour que l'expérience précédente (fig. 5) fût concluante, il faudrait que l'or n'apparût pas au début et qu'il se manifestât à la fin. Or, les chercheurs en question n'ont, de leur propre aveu, jamais obtenu rien de pareil.

Si ces problèmes sont tombés en désuétude, il n'en est pas moins intéressant de se demander quelles sont les raisons des déceptions répétées qu'ils occasionnèrent : de telles réflexions sont utiles, à la fois pour ne pas retomber dans les mêmes errements et pour voir dans quelle mesure les lois des phénomènes conduisent au maximum de rendement pratique.

De cet angle, le mouvement perpétuel est particulièrement suggestif. Tout le monde sait qu'on entend par là la réalisation d'une machine qui se maintiendrait indéfiniment à sa vitesse de régime, sans qu'il fût nécessaire d'entretenir le déplacement de ses organes au moyen d'une dépense quelconque. Il était naturel que ce rêve ait séduit des hommes frustes, à une époque où il semblait plus légitime d'inventer le monde que de l'observer ; et nous fûmes, pendant la guerre, submergés par les soi-disant découvertes de Français bien intentionnés ; c'étaient toujours des projets de machines qui ne fonc-

de mouvements perpétuels, et elle a raison, tout comme les savants de la Sorbonne renoncent à voir apparaître de l'or en chauffant d'autres métaux dans des creusets.

Nous verrons, dans un instant, sous quelle forme le mouvement perpétuel se trouve réalisé effectivement dans le monde ; mais ce qu'on peut affirmer une fois pour toutes, définitivement, sans crainte d'un démenti ultérieur de l'expérience, c'est que, si les conditions de l'industrie se trouvent bouleversées dans un avenir plus ou moins lointain, ce ne sera pas par de naïves combinaisons de leviers, de poulies, de ressorts ou de déclics (fig. 7) ; il y a là une vérité incontestable, avec laquelle les inventeurs occasionnels feraient bien de se familiariser. La cause en est dans ce fait d'observation banale que le travail résistant ne peut dépasser le travail moteur ; or, le travail résistant se compose de deux parties : l'une, le travail utile, auquel on vise ; l'autre, le travail des résistances passives, qu'on peut réduire par une construction soignée, mais qui ne sau-

(1) *La Science et la Vie*, août 1926, page 103.

rait être supprimé. Les résistances passives dissipent toujours une fraction de l'énergie primitive sous forme de chocs et de frottements, lesquels produisent une élévation de température qu'il est impossible de capter. Plus on multiplie les organes, moins il restera de travail utile accompli.

Tous ceux qui, insuffisamment armés, se lancent dans « l'invention », devraient réfléchir à la part de vérité que renferment ces aphorismes d'Henri Le Châtelier, l'illustre chimiste : « Sur cent inventions, il n'y en a pas une qui ait le sens commun, et, sur cent bonnes inventions, il n'y en a pas une qui profite à celui qui l'a faite. Les découvertes, en apparence les plus imprévues, sont généralement l'aboutissement de la succession lente d'une infinité de petits perfectionnements. Les inventions ne sont pas un des éléments essentiels du progrès des sciences, elles sont seulement un témoignage de l'imperfection de nos méthodes de travail. »

L'examen d'un projet de mouvement perpétuel est plus une question de psychologie qu'un problème véritablement scientifique. Si l'inventeur est quelque peu mécanicien, il reconnaîtra qu'il subsiste bien quelques frottements, mais, obnubilé par le but à atteindre et par l'opinion avantageuse qu'il a de lui-même, il se laissera aller à affirmer que ce n'est « presque rien » et que sa machine « marchera quand même » ; or, il oublie que, dès que le rendement n'est pas rigoureusement égal à un, c'en est fait du mouvement perpétuel qu'il rêve. Nos montres, qu'une faible dépense d'énergie suffit à remonter pour vingt-quatre heures, réalisent, elles aussi, « presque » le mouvement perpétuel.

À l'heure actuelle, — et sous les réserves que je ferai tout à l'heure —, on s'occupe bien plus, dans l'industrie, d'améliorer le rendement que de le rendre égal à l'unité. Ainsi que notre génial compatriote, Sadi Carnot, l'a montré, il y a plus d'un siècle, les machines à vapeur ont un rendement déplorable, de l'ordre de 10 % : les neuf dixièmes de l'énergie du combustible sont perdus, irrémédiablement perdus ; on est, toutefois,

arrivé à doubler ce rendement grâce aux moteurs à explosion et aux turbines à vapeur.

Restent les turbines hydrauliques et les moteurs électriques, qui, fort heureusement, se rapprochent beaucoup plus de l'idéal de 100 %. Il convient de remarquer, à ce sujet, que le courant continu régnait seul au début, il y a cinquante ans, mais que, grâce à des progrès où les Français ont une large part, le courant alternatif, considéré d'abord comme une inutilité, est en train de concurrencer son rival et de prendre même, souvent, d'importants avantages sur lui.

L'énergie intratomique et la nature de la lumière

Et, cependant, le mouvement perpétuel est là, sous nos yeux...

Il semble bien que les planètes effectuent leur course autour du soleil avec une vitesse qui ne diminue pas du tout avec le temps ; en d'autres termes, leur déplacement à travers l'espace n'est accompagné d'aucun frottement ; mais il n'est pas possible de réaliser sur ce modèle une machine terrestre qui ne repose-rait sur rien et qui fonctionnerait dans le vide : les lois inéluctables de la pesanteur s'y opposent.

Ainsi que l'infiniment grand, l'infiniment petit réalise le mouvement perpétuel, qui échappe à l'homme : tout le monde a entendu parler de ces curieux mouvements browniens, qu'on observe au microscope sur une particule quelconque extrêmement petite,

quand elle est mise en suspension dans un liquide, et qui ont été étudiés avec tant d'ingéniosité par Jean Perrin : ce mouvement s'effectue éternellement, sans aucune espèce d'amortissement, mais les moyens qu'on pourrait imaginer pour l'employer exigeraient une dépense d'énergie énorme par rapport à celle qu'on pourrait recueillir. Et, de plus, il ne fait aucun doute que, si on parvenait à le capter, à recueillir son énergie, ce mouvement cesserait, par cela même, d'être perpétuel.

C'est bien plutôt sur les immenses réserves d'énergie intratomique que pourrait s'exercer la sagacité des inventeurs ; mais une découverte fondée sur la désintégration des élé-

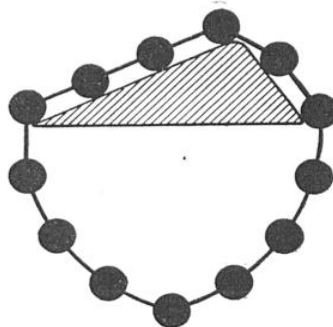


FIG. 7. — UN ÉCHEC DANS L'OBTENTION DU MOUVEMENT PERPÉTUEL

Sur un système de deux plans inclinés, on place une chaîne fermée composée de chaînons pesants : comme il y a quatre chaînons sur le plan de gauche et deux sur le plan de droite, on pourrait croire que l'ensemble se mettra à tourner en sens inverse des aiguilles d'une montre. Or, l'ensemble reste immobile : la mécanique montre que chaque chaînon de droite produit une force double de celle d'un chaînon de gauche.

ments plus stables et moins rares que le radium ne peut se concevoir que par des savants qui y auraient consacré leur vie, car l'énergie intratomique est encore plus difficile à rendre utilisable que les mouvements désordonnés de particules dont les dimensions ne dépassent pas le millième de millimètre. J'ai rappelé autre part (1), dans ce même fascicule, que chaque gramme de matière renferme des trésors d'énergie dont nous ne savons profiter ; s'il nous était donné d'agir sur eux, la Terre deviendrait un éden.

Pour préciser quelque peu ce rêve qui,

peut-être, se réalisera partiellement demain, considérons un gramme de charbon : ce sera, par exemple, une mine de crayon de 2 millimètres de diamètre et de 35 millimètres de longueur (fig. 8). Eh bien ! cette mine renferme en elle une énergie de plus de 200 millions de kilowatts-heure. Si nous brûlons ce gramme de charbon, nous en extrairons moins de 10 watts-heure ; quelle médiocre source d'énergie que la houille noire, dont notre industrie est cependant si fière !

Il faut avouer que nous n'apercevons aucun moyen d'aller dénicher ces 200 millions qui nous narguent ; on en libérerait près du centième, soit 2 millions de kilowatts-heure, si on pouvait transformer notre mine de crayon en hydrogène, mais, hélas ! les transmutations artificielles obtenues par Rutherford ont un rendement tellement déplorable que, pour réaliser cette petite transformation qui, aux yeux du profane, n'a l'air de rien du tout, il faudrait peut-être dépenser un million de fois plus d'énergie qu'on n'en recueillerait. Tel Gribouille, qui, par peur de la pluie, se jette à l'eau pour ne pas se mouiller !

(1) Voir page 452 de ce numéro,

Regrets provisoirement superflus... Les neuf dixièmes de l'énergie dont on a besoin sur Terre proviennent de la combustion du charbon et la France transforme annuellement en fumées 50 millions de tonnes de houille : le jour où ce rêve (fig. 8) deviendrait une réalité, quatre sacs de 100 kilogrammes suffiraient à la consommation entière de notre pays. Tirer du charbon 200 millions de fois plus d'énergie qu'on ne le fait couramment, ce ne serait certes pas le mouvement perpétuel, qui est irréalisable à l'échelle humaine, mais on convien-

dra sans peine qu'on s'en serait alors singulièrement approché.

Nos connaissances sur la structure de l'atome amèneront, d'ici peu, des précisions sur un problème qui passionne l'humanité depuis Aristote, le problème de la nature de la lumière. La première hypothèse scientifique fut proposée par Newton, pour qui la lumière était due à la propagation à travers l'espace de petits corpuscules extraordinairement ténus ;

cette théorie de l'émission fut combattue par Huygens, autre savant anglais, qui assimilait la lumière au son. La théorie d'Huygens, ou théorie des ondulations, triompha au siècle dernier, pour aboutir à la découverte des ondes électromagnétiques, véhicules de la radiotélégraphie et de la radiophonie. On dit, parfois, que l'époque contemporaine assiste à un retour à la théorie de l'émission, et on en tire prétexte à railleries sur la fragilité des conceptions humaines : vérité d'avant-hier, erreur d'hier, vérité d'aujourd'hui... Sous cette forme, un peu simpliste, la critique n'est pas défendable : la théorie de Newton est morte, bien morte. Peut-être allons-nous assister à un compromis, à une

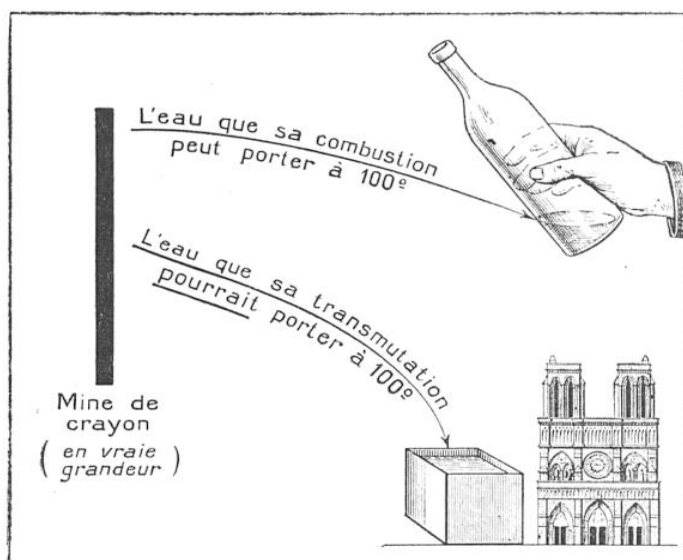


FIG. 8. — LE RÊVE ET LA RÉALITÉ

Un gramme de charbon, représenté à gauche, en vraie grandeur, peut, en brûlant, chauffer à 100° un décilitre d'eau. Si on trouvait le moyen de le transformer intégralement en hydrogène, on libérerait ainsi une énergie capable de porter à l'ébullition une masse d'eau contenue dans un cube dont le côté aurait pour longueur les deux cinquièmes de Notre-Dame.

théorie plus générale, qui, tout en acceptant les grandes lignes de la théorie d'Huygens et de Maxwell pour la propagation de la lumière, concilierait des hypothèses notablement différentes — et même, à première vue, contradictoires — sur la production et la disparition de l'énergie rayonnante : il s'agit de l'extraordinaire *théorie des quanta* (1). Encore qu'il soit bien difficile de dire, à ce sujet, quelque chose de précis sans entrer dans de hautes abstractions mathématiques, on se rendra compte, je pense, qu'il ne saurait être question de ressusciter les particules matérielles, imaginées par Newton.

Le progrès social et le bonheur

On a vu, par les développements qui précèdent, de quelle importance est la mise à notre portée de quantités toujours croissantes d'énergie utilisable. Et, si l'on voulait caractériser le trait essentiel de l'évolution humaine il faudrait citer, en premier lieu, la substitution du travail mécanique au travail humain et au travail animal. A ce point de vue, le dernier siècle a plus fait que les vingt siècles qui l'ont devancé ; rappelons-nous que le grand philosophe grec Aristote justifiait alors l'esclavage en ces termes : « Quand la navette marchera toute seule, alors on pourra supprimer l'esclave. » Cette utopie d'hier est devenue — ou presque — une réalisation d'aujourd'hui : de plus en plus, le rôle de l'homme sera de surveiller et de diriger ce qu'on appelle souvent les « forces aveugles »... Au cours de l'année qui s'achève, *La Science et la Vie* a demandé, à diverses personnalités : « si la science pouvait contribuer à supprimer la guerre » (2), ce qui, somme toute, se ramenait à rechercher si la science peut modifier le « moral » de l'homme. La plupart des réponses m'ont paru manquer de hardiesse : les hommes éminents qui furent interviewés limitèrent la science à la physique et à ses dépendances, en laissant de côté ces sciences nouvelles, encore jeunes, mais pleines d'avenir, que sont la biologie, la psychologie et la sociologie. Aussi terminerai-je en disant quelques mots d'un rêve, qui s'appuie sur des expériences psychologiques déjà convaincantes et dont la réalisation serait incomparablement plus intéressante, pour nous, que toutes les précédentes conjectures.

Le bonheur, c'est là presque une banalité, résulte de la satisfaction de l'ensemble de nos dispositions, et chacune d'elles intervient avec l'intensité qu'elle possède en nous

dès la naissance. C'est ce que tout le monde admet, presque sans réflexion. Mais l'opinion n'est pas suffisamment répandue que certaines personnes se satisfont *infiniment* plus facilement que d'autres ; on connaît la distinction entre optimistes « qu'un rien contente » et pessimistes « qui maugréent contre tout » ; et on ne saurait trop exagérer le caractère fondamental de cette opposition, qui comprend, d'ailleurs, tous les intermédiaires possibles. Le psychologue Paul Hartenberg écrit fort justement : « Les impressions externes ne sont pas la cause directe de nos plaisirs, mais seulement leurs prétextes occasionnels et relatifs ; le problème du bonheur se résout en une question de tempérament. » Les derniers résultats de la psychologie (1) sont venus apporter des preuves à la sagacité de cette remarque : la *cénesthésie* est le retentissement confus de la tonalité du système nerveux sympathique, et une humeur agréable est toujours le fait d'une bonne cénesthésie ; on peut dire qu'en gros un homme n'est pas heureux parce que la vie lui réussit, mais que la vie réussit à ceux qui sont nés heureux. Sans doute, l'intelligence, la santé (au sens vulgaire du mot), la fortune modifient quelque peu les hasards de la cénesthésie innée ; mais la seule chance essentielle — et jusqu'ici immuable — c'est de naître avec une bonne santé nerveuse. Inversement, il pèse une sombre fatalité sur un grand nombre de disgraciés : la mauvaise cénesthésie — encore que presque personne ne le sache — est, sans doute, le pire des fléaux qui assaillent l'humanité.

Il n'est pas interdit d'espérer que la physiologie fixera les conditions d'un bonheur artificiel — je ne dis pas : d'un bonheur factice, car « se croire heureux », c'est, exactement, « être heureux » — ! Ce jour-là, l'homme sera redevable à la Science de la seule chose qui, au fond, lui importe, puisqu'elle lui aura fourni une thérapeutique qui, naturellement, devra être sans danger, mais dont nous ne pouvons nous faire aucune idée à l'heure actuelle ; on peut dire que, lorsque tous les systèmes nerveux fonctionneront bien, tout le monde sera heureux. Ce qu'il importe de savoir, c'est que du bonheur universel, cette utopie d'hier, la science a déjà fait une possibilité d'aujourd'hui : souhaitons qu'elle en fasse une réalisation de demain, afin que les lecteurs qui ont bien voulu me suivre puissent personnellement en profiter.

MARCEL BOLL.

(1) Voir page 454 de ce numéro.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° d'avril 1926.

(1) F.-Achille Delmas et M. Boll : *La personnalité humaine, son analyse*. (Paris 1926).

QU'EST-CE QU'UN COLLOÏDE ?

Des particules de matières de quelques millièmes de millimètres

Par A. BOUTARIC

PROFESSEUR A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE DIJON

Qu'il s'agisse de produits naturels ou de substances préparées dans nos laboratoires, nous avons constamment affaire aux colloïdes. Les tissus des animaux et des végétaux sont des colloïdes ; l'argile, l'humus des terres arables ont beaucoup des propriétés des colloïdes ; le caoutchouc et les gommes, les couleurs d'aniline et les dérivés de la cellulose, un très grand nombre d'aliments, appartiennent au même groupe. Comment a-t-on été amené à caractériser cette classe si importante de corps ? Quelles propriétés les distinguent des substances qui peuvent exister à l'état de cristaux et que, pour cette raison, on appelle des cristalloïdes ? Comment peut-on les isoler ou les préparer ? De quelles mystérieuses transformations sont-elles le siège ? Telles sont les questions envisagées par M. Boutaric, qui a consacré de longues recherches originales à l'étude des colloïdes, sujet peu connu et qui, cependant, mérite de retenir l'attention de tout esprit cultivé.

Le terme de *colloïde* a été introduit dans la science par Graham, en 1861, à la suite d'expériences sur la diffusion. Si l'on superpose avec précaution une solution plus dense que l'eau, par exemple une solution de sulfate de cuivre et de l'eau pure, de manière que les deux couches liquides soient séparées par une ligne de démarcation bien nette (fig. 1), on constate qu'au bout d'un temps plus ou moins long cette surface s'estompe, qu'une zone de transition de plus en plus étendue sépare la solution de l'eau pure et qu'au bout d'un temps suffisant l'ensemble constitue un mélange homogène dans lequel la concentration est partout la même : on dit qu'il y a eu diffusion du corps dissous — ici, le sulfate de cuivre — dans l'eau pure, à travers la surface de séparation de la solution et de l'eau pure.

La mesure des vitesses de diffusion relatives à un grand nombre de substances dissoutes a conduit à diviser ces substances en deux grandes classes : 1° celles qui diffusent rapidement, comme le sucre, les sels, l'urée, etc., et que Graham a désignées sous le nom de *cristalloïdes*, parce qu'elles se présentent, à l'état solide, sous un aspect cristallin ; 2° celles qui diffusent lentement et que Graham a proposé d'appeler *colloïdes*, parce que ce groupe comprend les gommes, les gélatines et les colles.

On sépare les cristalloïdes des colloïdes dans les dialyseurs

La même différence se présente, avec un caractère plus accentué, dans la diffusion à travers les membranes animales ou végétales : vessie de porc, papier parcheminé, cellophane, etc. Il suffit, pour observer cette diffusion, de placer la solution dans un vase peu élevé, appelé *dialyseur* (fig. 2), dont le fond a été remplacé par une membrane et d'enfoncer partiellement ce vase dans un cristalliseur contenant de l'eau pure. Si la solution mise dans ce dialyseur contient un cristalloïde (sucre, sel marin, glucose), le corps dissous diffuse rapidement de la solution vers l'eau pure. La diffusion est très lente, à peu près nulle, avec une solution de gomme arabique, de caramel, de gélatine, etc. Les cristalloïdes diffusent rapidement à travers les membranes ; les colloïdes ne diffusent pas.

L'expérience précédente est utilisée, sous le nom de *dialyse*, pour séparer les cristalloïdes des colloïdes mélangés

dans une même solution. On met la solution dans le dialyseur : les cristalloïdes diffusent vers l'eau du cristalliseur, tandis que les colloïdes demeurent dans le dialyseur. En renouvelant un grand nombre de fois l'eau du cristalliseur, on arrive à éliminer les cristalloïdes et à n'avoir dans le dialyseur que les colloïdes.

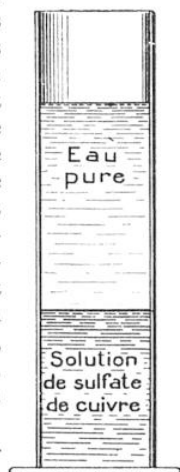


FIG. 1. — EXPÉRIENCE DE DIFFUSION

Au bout d'un certain temps, la solution de sulfate de cuivre et l'eau pure ne forment plus qu'un mélange homogène. On dit que le sulfate de cuivre a diffusé dans l'eau.

La dialyse est utilisée depuis longtemps à la purification du sucre de betteraves. A côté du sucre, le jus de betteraves contient des matières protéiques analogues à l'albumine, qui l'empêchent de cristalliser. Si l'on fait circuler le jus dans des cloisons en papier parcheminé plongées dans l'eau, le sucre seul traverse les parois, les matières protéiques restent. On obtient ainsi, par dialyse, une solution pure donnant facilement des cristaux par concentration.

Les colloïdes sont constitués par des particules de 2 à 100 millièmes de millimètre de diamètre

Quelle différence essentielle doit-on supposer entre colloïdes et cristalloïdes ? L'ensemble des recherches faites sur les solutions conduit à cette conclusion que, dans la solution d'un cristalloïde, dans une solution de sucre par exemple, le corps dissous existe à l'état de molécules extrêmement petites, animées dans tous les sens de mouvements très rapides. Ces mouvements expliquent l'intensité des phénomènes de diffusion que présentent les cristalloïdes. Dans le cas des colloïdes, les particules en suspension ont des dimensions beaucoup plus grandes ; leurs mouvements sont beaucoup plus lents. On s'explique ainsi que les particules colloïdales, beaucoup plus grosses que les molécules des cristalloïdes, diffusent beaucoup plus lentement et traversent beaucoup plus difficilement les membranes animales ou végétales.

Bien d'autres effets curieux viennent à l'appui de l'hypothèse que les solutions colloïdales comprennent des particules relativement grosses en suspension dans un liquide.

1° On a remarqué de tout temps que les solutions colloïdales sont souvent troubles et qu'il est impossible de les clarifier complètement par filtration. Il y a, à cet égard, de grandes différences de l'une à l'autre, mais on peut toujours constater le trouble de

solutions colloïdales par la méthode d'examen suivante : on verse la solution étudiée dans une cuve de verre à faces parallèles *C* (fig. 3), on y concentre, par une lentille *L*, un faisceau lumineux provenant d'une source de lumière aussi intense que possible.

En regardant de côté, on aperçoit toujours, dans le cas des solutions colloïdales, une sorte

de brouillard lumineux qui dessine le passage du faisceau. Ce brouillard tient à la diffusion de la lumière qui se produit sur les particules en suspension ; il est d'autant plus intense que ces particules sont plus grosses.

Dans le cas des solutions de cristalloïdes, la trace du faisceau est à peu près imperceptible ; c'est ce qu'on a traduit pendant long-

temps en disant que les solutions des cristalloïdes sont *optiquement vides*.

2° On peut d'ailleurs voir individuellement les particules en suspension dans les solutions colloïdales par une technique extrêmement sensible, celle de l'ultramicroscope. Cette technique repose sur l'expérience précédente. Elle consiste à éclairer, par un faisceau lumineux issu d'une source intense *S* (fig. 4), une tranche extrêmement mince du liquide étudié et à examiner cette tranche par le microscope *M* suivant une direction perpendiculaire à celle des rayons lumineux, contrairement à la méthode microscopique habituelle, dans laquelle on examine suivant la direction de ces rayons (fig. 5). Pratiquement, un grand nombre de dispositifs ont été imaginés pour permettre la vision d'objets ultra-microscopiques.

Dans celui de Cotton et Mouton (fig. 6), on éclaire la préparation, contenue comme d'ordinaire entre lame et lamelle, à l'aide d'un faisceau suffisamment oblique arrivant par-dessous ; les rayons de ce faisceau subissent la réflexion totale sur la face supérieure du couvre-objet en contact avec l'air et sont rejetés vers le bas. Aucun d'eux ne peut pénétrer dans le microscope, dont le champ reste obscur ; seules, les petites particules,



FIG. 2. — COUPE D'UN DIALYSEUR

La solution d'un cristalloïde (sucre, sel marin, glucose) diffuse rapidement, à travers la membrane, tandis qu'une solution de colloïde (gomme arabique, gélatine) ne diffuse pas.

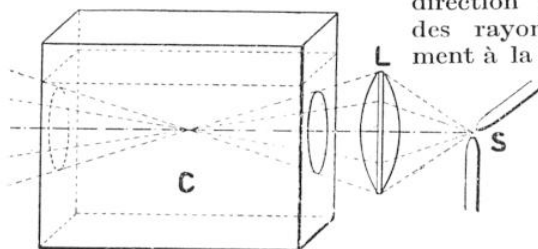


FIG. 3. — DIFFUSION DE LA LUMIÈRE PAR LES COLLOÏDES

La lumière de la source S, concentrée par la lentille L, est diffusée par le colloïde percé dans la cuve de verre C, ce qui permet de voir le passage du faisceau lumineux.

qui rompent l'homogénéité du milieu obscur, diffusent la lumière, en envoient de tous les côtés et en particulier dans le microscope.

Le condensateur parabolique de Zeiss (fig. 7) est constitué par une pièce de verre *C*, ayant la forme d'un paraboloïde de révolution d'axe vertical coupé par deux plans horizontaux. La face plane supérieure sert de point d'appui à la lame porte-objet *L* et la face inférieure est munie d'un écran circulaire *E*, qui ne laisse pénétrer le faisceau de rayons parallèles venant du bas que par une couronne extérieure à l'écran *E*.

Les rayons parallèles à l'axe du condensateur sont réfléchis par la surface du paraboloïde et viennent se grouper en un foyer ponctuel, situé un peu au-dessus de la lame porte-objet, de telle sorte que ce foyer se trouve dans la masse de l'objet à examiner. La marche des rayons est telle que l'axe du microscope est le centre d'un cône obscur et qu'aucun rayon lumineux venu du dispositif d'éclairage ne pénètre directement dans le microscope.

Dans le cas d'une solution d'un cristalloïde, on ne voit rien dans le microscope ; le champ est complètement noir. Dans le cas d'une solution colloïdale, chaque particule vivement éclairée diffuse la lumière dans tous les sens et est perçue comme un point brillant se détachant sur un fond noir. L'aspect rappelle celui d'un ciel étoilé : chaque particule colloïdale apparaît comme une étoile sur un fond sombre.

3° Des observations à l'ultra-microscope permettent de mesurer le diamètre des particules colloïdales. Elles fournissent, dans un grand nombre de cas, des diamètres *relativement* considérables, compris entre 2 et 100 millièmes de millimètre, alors que les molécules des cristalloïdes ont des diamètres d'un ordre de grandeur compris entre 0,1 et 1 millièmième de millimètre.

Les particules colloïdales sont appelées « micelles »

On a proposé le nom de *micelles* pour distinguer les

particules colloïdales des molécules.

La micelle est un système complexe, dont les propriétés diffèrent beaucoup de celles que présentent les molécules ordinaires des cristalloïdes. Tandis que les molécules des cristalloïdes sont des formules chimiques simples (H^2O , $NaCl$, C^2H^5OH , etc.), les micelles colloïdales répondent à des formules d'une extrême complexité, où les symboles représentant les corps simples ont des exposants très élevés, parfois fractionnaires.

Tandis que les molécules cristalloïdes ont toujours la même com-

position, quels que soient l'origine de la substance et le temps depuis lequel elle a été préparée, la constitution des micelles colloïdales dépend de la technique utilisée pour leur préparation et de leur âge.

Les micelles colloïdales possèdent la propriété de fixer dans leur structure toutes les substances qui existent, à l'état dissous, dans le liquide qui les contient. Ajoute-t-on à une solution d'hydrate ferrique une trace d'ammoniaque, de chlorure de sodium ou d'un sel quelconque, on est assuré de retrouver, par analyse, cette substance dans la micelle. Inversement, en vieillissant, les micelles d'une solution colloïdale perdent progressivement une partie des impuretés qu'elles avaient fixées lors de la préparation. Des échanges continuels se produisent entre les micelles et le liquide dans lequel elles sont en suspension.

Les micelles mûrissent et donnent naissance à des flocons

Ces échanges entraînent une évolution de la solution colloïdale. Les micelles s'appauvrissent en impuretés et grossissent. Au bout d'un temps plus ou moins long, les micelles, devenues suffisamment grosses, finissent par se ras-

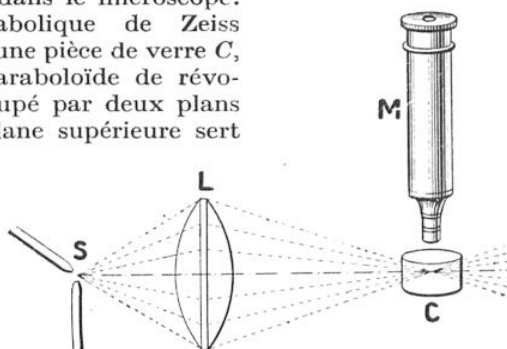


FIG. 4. — PRINCIPE DE L'ULTRA-MICROSCOPE : ÉCLAIREMENT LATÉRAL

On examine, au moyen du microscope M, une tranche extrêmement mince du liquide étudié C, éclairé fortement par une source lumineuse S et une lentille L.

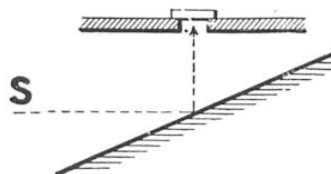


FIG. 5. - ÉCLAIREMENT DANS LE MICROSCOPE ORDINAIRE

Les rayons lumineux qui éclairent la préparation à examiner pénètrent dans le microscope suivant son axe.

sembler en flocons. Le mûrissement de la micelle, qui se termine par la floculation, est un phénomène d'importance essentielle chez un colloïde. On la constatera aisément sur la figure 9, empruntée à un travail de M. A. Lumière, qui se rapporte à l'évolution des grains de bromure d'argent émulsionnés dans la gélatine, qu'on utilise dans la photographie. En mélangeant, en présence de gélatine, des solutions étendues de nitrate d'argent et de bromure de potassium, on obtient une suspension formée de grains très fins de bromure d'argent qui, par la plupart de ses propriétés, se comporte comme un colloïde. En chauffant à 40° cette émulsion préalablement additionnée d'une petite quantité d'ammoniaque, on voit les granules grossir progressivement jusqu'à la floculation et la précipitation, qui se produisent quand le grain est devenu suffisamment gros. La figure reproduit les micro-photographies prises au cours de ces transformations.

On peut provoquer la floculation artificielle des solutions colloïdales

La floculation entraîne une séparation entre les micelles et le solvant, qui détruit la solution colloïdale.

Cette évolution peut être accélérée et se produire en un temps aussi court qu'on le désire sous diverses influences : les solutions d'albumine floculent instantanément quand on les chauffe vers 80° C. ; la caséine du lait se coagule et se sépare du liquide par l'action de la présure ; un grand nombre de solutions colloïdales floculent sous l'influence de très petites quantités d'acides, de bases ou de sels, le temps nécessaire à la floculation étant lié à la quantité de substance introduite. La figure 8, empruntée à un travail de M. A. Lumière, précise nettement les conditions de la floculation d'un colloïde particulier, le ferrocyanure de cuivre. On l'a réparti dans une série de tubes à essais. Le premier étant pris comme témoin, on ajoute à chacun des autres de une à dix gouttes d'une solution convenable de sulfate de cuivre. Au bout de vingt-quatre heures,

on constate, au fond de chacun des tubes, une couche dont l'épaisseur va en croissant avec le nombre de gouttes utilisées. Cette couche est formée de grosses micelles, qui tendent à se déposer, mais qui peuvent encore être mises en suspension persistante par agitation sommaire. La floculation est brusque et complète dans le dernier tube ;

on a beau l'agiter énergiquement, on ne peut obtenir une solution stable ; au bout de quelques minutes, le précipité se rassemble à nouveau au fond du tube. Il y a eu séparation complète entre les micelles et l'eau.

Ce que l'on entend par sols et gels

Il arrive parfois que les modifications dont la solution colloïdale est le siège l'amènent à se prendre en masse, en donnant une sorte de gelée plus ou moins consistante et plus ou moins stable, qui se détruit au bout d'un temps variable en séparant les micelles et le solvant.

Graham a proposé le nom de *sol* pour désigner les solutions colloïdales ; une solution colloïdale faite dans l'eau comme solvant est un *hydrosol* ; une solution dans l'alcool, un *alcoosol*, etc... Il a proposé également le terme de *gel* pour désigner les colloïdes floculés ou gélifiés ; un *hydrosol* donne naissance à un *hydrogel* ; un *alcoosol* donne naissance à un *alcoogel*.

On peut protéger les colloïdes contre la floculation

La floculation des colloïdes est un phénomène de la plus grande importance, tant au point de vue des applications industrielles que pour élucider la marche des actions vitales qui s'accomplissent toujours entre colloïdes et que modifie profondément la floculation. Cette floculation des colloïdes a fait l'objet d'un très grand nombre de recherches. Et cependant nous sommes loin d'en comprendre le mécanisme et même simplement d'en avoir fixé toutes les particularités.

Dans des recherches que je poursuis sur les colloïdes depuis plusieurs années, je me suis attaché en particulier à déterminer l'in-

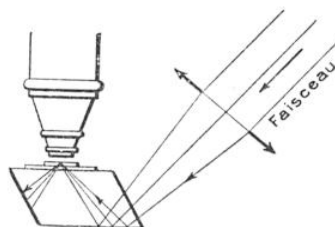


FIG. 6. — DISPOSITIF D'ULTRA-MICROSCOPE DE COTTON ET MOUTON

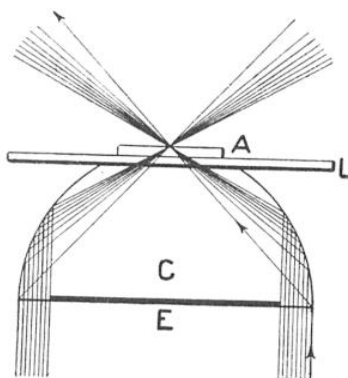


FIG. 7. — CONDENSATEUR PARABOLIQUE DE LUMIÈRE DE ZEISS

fluence qu'exerce, sur la floculation d'un colloïde, l'addition de très petites quantités de substances étrangères. Cette influence est parfois considérable ; elle peut modifier du tout au tout la résistance qu'oppose le colloïde à l'agent floculant, cette résistance étant tantôt accrue, tantôt réduite. J'ai effectué principalement ces expériences sur des colloïdes qu'il est relativement facile de reproduire toujours dans les mêmes conditions, tels que des sols de sulfure d'arsenic et d'hydrate ferrique, des suspensions de gomme-gutte, de résine-mastic.

Un certain nombre de substances, telles que la gélatine, les gommes, la dextrine, etc., ajoutées en faible quantité à ces colloïdes, retardent ou accélèrent la floculation suivant la dose ajoutée et la nature de l'agent floculant.

Nous avons déjà dit que les électrolytes, acides, bases ou sels, introduits sous des doses différentes, font floculer les solutions colloïdales. Cependant, ajoutés en quantité très faible, ils peuvent protéger le colloïde contre la floculation par d'autres électrolytes. Ainsi une trace d'ammoniaque, telle qu'en peut absorber un sol de sulfure d'arsenic au voisinage duquel se trouve un flacon d'ammoniaque débouché, protège le sol très nettement vis-à-vis des floculations par les chlorures alcalins et le chlorure d'aluminium. La potasse se comporte de manière analogue. De même, potasse et ammoniaque protègent les suspensions de gomme-gutte et de résine mastic vis-à-vis des floculations par les chlorures alcalins et le chlorure d'aluminium.

Des influences protectrices du même genre sont produites par un grand nombre de sels. Ne pourrait-on comparer l'action bienfaisante de traces de substances étrangères introduites dans le colloïde aux traitements homéopathiques par des doses très faibles de médicament ?

Peut-être pourrait-on pousser plus loin

la comparaison avec l'action des médicaments sur l'organisme. L'introduction de substances étrangères ne protège pas toujours le colloïde vis-à-vis de tous les agents floculants. Si elle accroît la résistance des colloïdes vis-à-vis de certains de ces agents, elle accroît parfois leur vulnérabilité vis-à-vis de certains autres. Ainsi l'ammoniaque, la potasse, le silicate de potassium, qui protègent le sulfure d'arsenic et la gomme-gutte contre la floculation par l'acide chlorhydrique, les chlorures alcalins, le chlorure d'aluminium, rendent ces mêmes colloïdes plus sensibles au chlorure de baryum, au chlorure de

magnésium, au chlorure de zinc, etc.

C'est donc avec prudence qu'il convient d'introduire des substances étrangères dans les colloïdes, tout comme dans les êtres vivants.

Un phénomène encore plus curieux est la protection qu'exerce l'addition d'un électrolyte en quantité très faible dans un colloïde contre

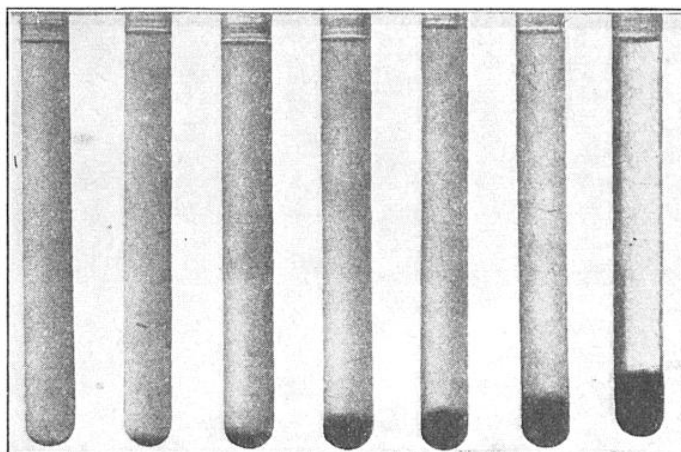


FIG. 8. — FERROCYANURE DE CUIVRE COLLOÏDAL

Une goutte ($1/150^{\circ}$ de milligramme) suffit pour provoquer la floculation (à droite) dans le dernier tube de la figure précédente (Cliché Lumière).

la floculation produite par des doses plus fortes du même électrolyte. Dans un grand nombre de cas, l'introduction préalable d'un électrolyte sous des doses très faibles, trop faibles pour en provoquer la floculation, protège ensuite le colloïde contre la floculation par des fortes doses du même électrolyte.

C'est là un phénomène très général. Je l'ai constaté sur les divers colloïdes artificiels que j'ai étudiés, pour un grand nombre d'électrolytes. L'analogie avec les phénomènes d'accoutumance de l'organisme à certaines substances toxiques est trop évidente pour qu'il soit nécessaire d'y insister ; un sujet peut arriver progressivement à absorber des doses toxiques qui seraient mortelles pour un sujet normal.

Les phénomènes que j'ai découverts rappellent aussi les phénomènes de vaccination. L'analogie, dans ce cas, peut être poussée assez loin. Ainsi l'effet de protection réalisé

sur un colloïde dépend de la dose préparante, j'allais dire vaccinnante, introduite ; quand on augmente cette dose progressivement, l'effet de protection croît d'abord, passe par un optimum et décroît ensuite. De même un certain temps d'incubation est nécessaire : la protection réalisée par l'introduction d'une dose donnée de la substance préparante, généralement nulle ou très faible au début, croît avec le temps, passe par un optimum au bout d'un certain temps qui dépend de la nature du colloïde et de celle de l'électrolyte, puis semble s'atténuer lentement.

Il existe un grand nombre de colloïdes naturels

Le rôle des colloïdes est particulièrement important dans le règne animal et le règne végétal. C'est là qu'ils sont le plus nombreux ; les tissus des êtres vivants sont presque entièrement formés de colloïdes soit à l'état de sols, soit à l'état de gels. Citons un certain nombre de ces colloïdes naturels parmi les plus importants et les mieux connus à ce jour.

On trouve :

Dans le groupe des composés ne renfermant que deux éléments, carbone et hydrogène : le caoutchouc, la gutta-percha ;

Dans le groupe des composés ternaires renfermant du carbone, de l'hydrogène, de l'oxygène : l'amidon, le glycogène, la dextrine, la gélose, le tannin, les gommes et mucilages, la cellulose et ses nombreux dérivés artificiels (nitrocellulose, acétate de cellulose, viscose) ;

Dans le groupe des composés complexes renfermant, en plus, de l'azote et souvent du soufre, du fer, du phosphore et d'autres éléments : l'albumine du blanc d'œuf, la fibrine

du sang, la caséine du lait, la gélatine, l'oséine et toutes les substances, dites *protéiques*, qui forment la presque totalité des tissus vivants.

Le rôle des colloïdes dans la nature minérale est beaucoup moins important. Les eaux ne renferment pas de matières colloïdales, à l'exception peut-être de la silice, qui est dissoute en petite quantité dans toutes les eaux. La plupart des roches et des minéraux ont une structure cristalline ; cependant, les propriétés de l'argile, qui est essentiellement amorphe, la rapprochent des colloïdes. La houille se rattache également aux colloïdes par son origine. Enfin certains minéraux conservent dans leur apparence la trace de leur formation aux dépens de solutions colloïdales ; c'est,

par exemple, le cas de l'agate, qui est de la silice amorphe, par opposition au cristal de roche, qui est de la silice cristallisée.

La chimie prépare encore plus de colloïdes que la nature

Le nombre des colloïdes

préparés artificiellement est considérable, et leur diversité est beaucoup plus grande encore que celle des produits naturels. On en trouve dans tous les groupes de la chimie, depuis les corps simples jusqu'aux corps les plus complexes. Il serait trop long de les énumérer.

Un grand nombre de colloïdes d'origine organique ou minérale, naturels ou préparés synthétiquement, sont utilisés par la médecine, l'agriculture ou l'industrie. L'importance pratique des colloïdes ne saurait être exagérée. Leurs applications en sont multiples et variées. C'est un très gros livre qu'il faudrait écrire pour les étudier avec quelques détails.

A. BOUTARIC.

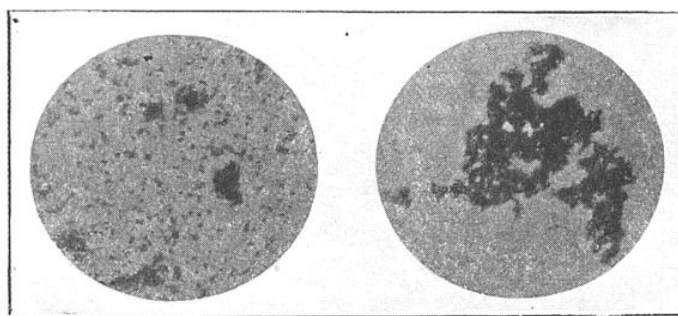


FIG. 9. — GROSSISSEMENT PROGRESSIF DU GRAIN D'UNE ÉMULSION DE BROMURE D'ARGENT SOUS L'INFLUENCE DE LA CHALEUR ET DE L'AMMONIAQUE (Cliché Lumière)



UN SPORT SCIENTIFIQUE : LE YACHTING

Par Alphonse BERGET

PROFESSEUR A L'INSTITUT OCÉANOGRAPHIQUE,
MEMBRE DU CONSEIL DU YACHT-CLUB DE FRANCE

Pour la première fois, à Paris, un « Salon nautique » s'est ouvert, du 7 au 17 octobre 1926, en même temps que le Salon annuel de l'Automobile. Ce salon a été un événement. Il a permis aux visiteurs de constater, de juger les efforts considérables tentés dans ces dernières années en matière de navigation à moteur et d'apprécier l'importance des résultats obtenus. A ce propos, nous avons demandé au professeur Berget, de l'Institut océanographique, membre du Conseil du Yacht-Club de France, de présenter ici un tableau général de ce « sport » de la navigation de plaisance, qui est, du premier chef, un sport essentiellement scientifique.

Le « Yachting »

SI l'on considère le sport comme un ensemble d'actions qui ouvre un champ, aussi vaste que possible, à la valeur physique et morale de l'être humain, on peut affirmer sans crainte que le yachting en est l'expression suprême et complète.

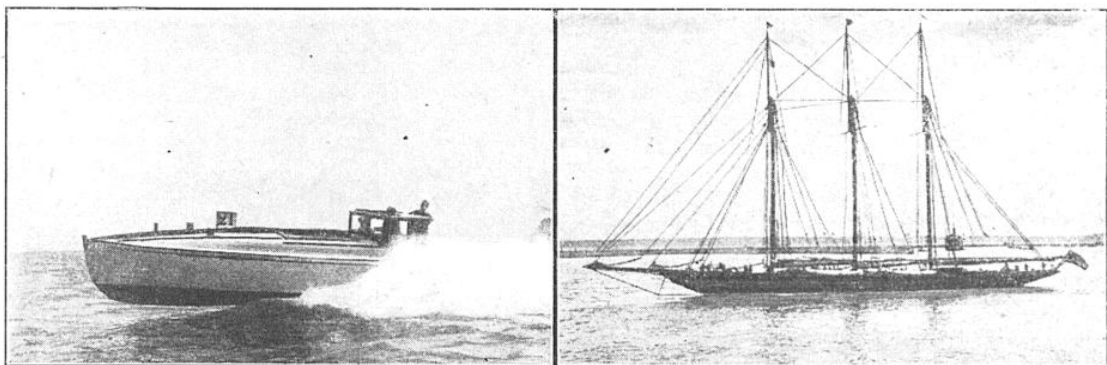
Qu'est, en effet, l'existence du yachtsman ? C'est l'acceptation volontaire, à titre de distraction, de la vie la plus périlleuse et la plus rude : celle du marin. C'est la perpétuelle mise en action de toutes ses puissances musculaires, de toutes ses forces vitales, mais dans l'air le plus pur qui soit au monde. C'est aussi la mise en jeu de toutes les facultés intellectuelles et morales, dans le milieu le plus riche en imprévu : c'est une grande école de courage, d'endurance, de sang-froid et d'énergie.

Les plaisirs du yachting

Mais, à côté de ces points de vue qui nous présentent le sport nautique sous son aspect noble et austère, que de joies, que de satisfactions ne procure-t-il pas à celui qui s'y adonne !

Tout d'abord, il y a celle de se sentir indépendant. Quand on a « largué » sa dernière amarre, quand on pique vers le large, on a rompu toute attache avec la terre, avec ses ennuis, ses obligations, ses ridicules. Dans son yacht, on est chez soi, dans sa maison, mais dans une maison qui se déplace, qui va où l'on veut, où l'on ignore la promiscuité des hôtelleries.

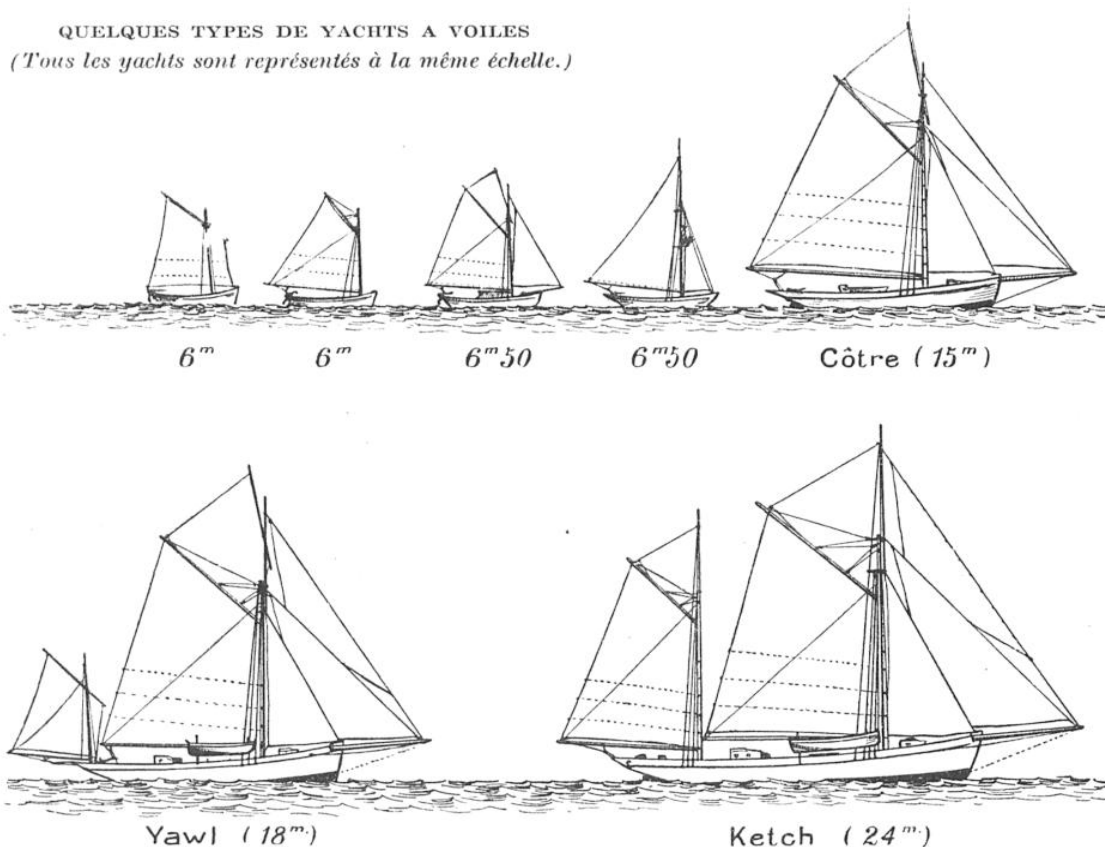
Ajoutez à cela les plaisirs d'ordre intellectuel que comporte la pratique de la navigation : l'étude de la route, la lecture des cartes marines, la connaissance de la



DEUX TYPES DE YACHTS BIEN DIFFÉRENTS

A gauche, une vedette automobile de course en pleine vitesse (la plus grande vitesse obtenue a été de 103 kilomètres à l'heure). A droite, l'Utowanah, trois-mâts goélette américain.

QUELQUES TYPES DE YACHTS A VOILES
(Tous les yachts sont représentés à la même échelle.)



correction des « compas », celle, indispensable, de la météorologie, la réception des signaux et des avertissements de T. S. F., la pratique de la manœuvre et de la conduite du navire : vous comprendrez alors que les jouissances du yachtman sont complètes et intéressent l'esprit autant que le corps.

Qu'est-ce qu'un yacht ?

Le mot *yacht*, d'origine hollandaise, sert à désigner « tout bateau à voiles ou à moteur mécanique consacré d'une manière exclusive à la navigation de plaisance ».

On peut naviguer de plusieurs manières : à l'aviron, en utilisant l'énergie musculaire ; à la voile, en profitant de la force et de la direction du vent ; au moteur, en empruntant l'énergie nécessaire à une force mécanique : vapeur, électricité, explosion d'un mélange d'air et de vapeur d'essence.

Nous ne parlerons pas de l'aviron, qui ne permet pas de faire, à proprement parler, de la navigation : c'est un sport athlétique, mais c'est peut-être le plus complet d'entre eux. Nous ne nous occuperons que des bateaux pouvant naviguer à voile ou au moteur. Et, ici, nous sommes en présence

de trois variétés bien distinctes : les yachts uniquement à voile ; les yachts uniquement à moteur et, enfin, les yachts dans lesquels on utilise un moteur à titre *auxiliaire*, pour suppléer à l'absence du vent, qui rend les voiles momentanément inutiles : ce sont les yachts à moteur *auxiliaire*.

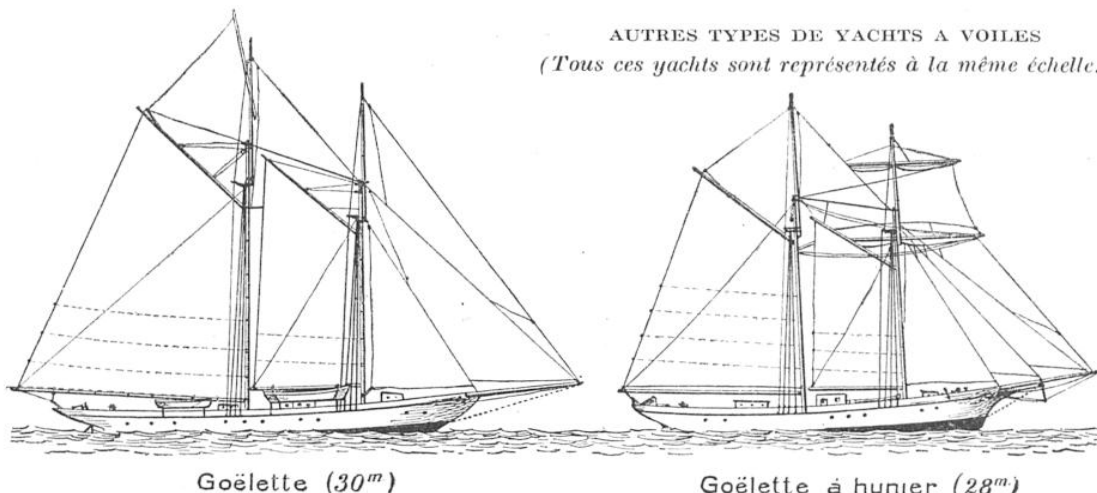
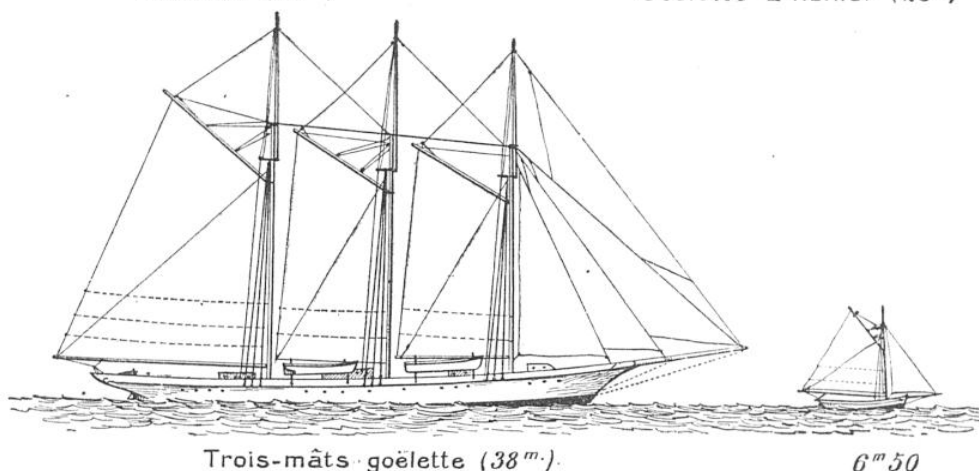
Les yachts à voiles et leurs gréements

La navigation à voile est l'expression la plus élevée, la plus sportive du yachting : c'est elle qui présente le plus d'attrait pour les véritables « amants de la mer ». C'est à son école que se sont formés les marins illustres qui ont couvert de gloire notre pavillon, non seulement dans la guerre, comme les Jean Bart, les Duquesne, les Tourville, les Suffren, mais encore dans les travaux de la paix et les recherches scientifiques, comme les La Pérouse, les Bougainville, les Dumont d'Urville, les de Tessan...

Disons, tout d'abord, qu'il y a des yachts de toutes tailles, depuis les petites « coquilles de noix » de 5 à 6 mètres de long jusqu'aux plus grands, qui sont de véritables navires à bord desquels on peut faire — et l'on a fait — des voyages de grande navigation et

AUTRES TYPES DE YACHTS A VOILES

(Tous ces yachts sont représentés à la même échelle.)

Goëlette (30^m)Goëlette à hunier (28^m)Trois-mâts goëlette (38^m)6^m50

même le tour du monde. Suivant leur importance, les bateaux à voiles ont un, deux ou trois mâts. Les plus petits, en général, n'en ont qu'un. Le nombre des mâts, la nature et l'agencement des voiles constituent le *gréement* des yachts de divers types.

Le gréement le plus simple est celui de la « voile au tiers », que portent les embarcations et les petits bateaux : un seul mât, une seule voile portée par une seule vergue, reliée au mât par un anneau, le « rocambeau », situé au tiers de sa longueur, de là son nom. C'est le gréement par excellence pour subir l'initiation à la pratique de la navigation.

Ensuite viennent des gréements de petits bateaux de 6, 7, 8 mètres ; ils portent, généralement, une *voile à corne*. Sur quelques-uns, cette voile est unique ; sur d'autres, elle se complète, à l'avant, par une voile triangulaire qui s'amure sur l'étrave ou sur un petit mât horizontal faisant saillie et qu'on appelle le *bout-dehors*. Cette voile triangulaire est un *foc*. Des dispositions spéciales (des *ris*)

permettent de réduire la dimension de la voile quand le vent fraîchit ; on y arrive aussi en enroulant, d'un ou plusieurs tours, la partie inférieure de la voile sur un *gui*, à la façon d'un store. Dans les petits yachts modernes, la *corne* est supprimée : le mât, plus haut et plus effilé, porte une voile triangulaire qui s'apèque jusqu'à son sommet ; c'est le gréement « bermudien », que l'on appelle aussi « gréement à mât Marconi ».

Le gréement type du yacht est le gréement de *cotre*. Au lieu d'une voile unique à son mât, il en comporte deux : une *grand'voile* à corne et une voile de *flèche*. A l'avant, au lieu d'une voile triangulaire unique, il y en a deux : l'une amurée sur l'étrave : c'est la *trinquette* ; l'autre sur le bout-dehors : c'est le *foc*. En outre, quand le bateau est tout à fait « vent arrière », on « traverse » la grand'voile et on établit, sur l'autre bord, une grande voile triangulaire allant de la tête du mât à l'extrémité d'un long « tangon » de bois qui déborde la coque : cette voile est le *spinnaker*.

Le bateau est-il plus grand? On modifie le gréement de cotre en lui adjoignant, sur l'extrême arrière, un petit mât dont le nom expressif de «tape-cul» indique suffisamment la fonction : c'est le gréement du *yawl*. Si le bateau est encore plus grand, on donne plus d'importance au tape-cul ; celui-ci devient alors un véritable mât, emplanté sur l'avant du gouvernail et comportant voiles de corne et de flèche. Il s'appelle alors l'*artimon*, et le gréement ainsi modifié est celui de *ketch*.

Quand la taille du bateau dépasse 20 mètres, le gréement type, le modèle de l'élégance nautique, est celui de *goélette* : c'est un ketch «renversé», dont le mât le plus petit (mât de *misaine*) est à l'avant, tandis que le *grand mât* est à l'arrière. Enfin, pour les très grands yachts à voile, dont la longueur dépasse 30 mètres, on a le gréement de *trois-mâts goélette*. C'est le mât d'arrière qui est le plus haut ; c'est à sa tête que l'on hisse le *guidon* triangulaire, marque distinctive des yachts et portant les couleurs du Yacht-Club de leurs pays respectifs.

Tous ces gréements sont, naturellement, les mêmes si le bateau comporte un moteur auxiliaire.

Les aménagements et le budget des yachts

Le yacht étant un bâtiment de *plaisance*, doit comporter, pour ses passagers, le maximum de confortable. Il est donc nécessaire que ses aménagements intérieurs soient aussi bien compris qu'il est possible.

Le luxe, ou tout au moins le confort d'un yacht, n'a de limites que celles de la fortune de son propriétaire : les grands yachts, principalement les grands yachts à vapeur ou «auxiliaires», sont de véritables villas flottantes. Mais on peut avoir tout le confort nécessaire dans des yachts plus petits et moins coûteux. Sur de tout petits bateaux, de 8 à 9 mètres de long, on peut avoir une bonne chambre, avec deux divans, qui, la nuit, se transforment en couchettes ;

une petite cuisine, l'indispensable endroit, et, à l'avant, un «poste» pour un ou deux matelots. Le yacht devient-il plus grand (12 mètres)? On peut alors avoir, séparément, un salon et une chambre à deux lits. Quand la longueur dépasse 15 mètres, on peut avoir, en plus, une chambre à un lit et une salle de bain. Sur les grands yachts, qui dépassent 30 mètres, ce sont de véritables appartements. Mais ce n'est pas toujours sur ces «transatlantiques privés» que l'on goûte le mieux les joies de la navigation ; et tel propriétaire d'un bateau de 12 à 15 mètres, qui navigue avec sa femme, ses enfants et deux ou trois matelots, est souvent plus parfaitement heureux que le nouveau riche à bord de son yacht de 2.000 tonnes, monté par quarante hommes d'équipage, poussé par une machine de 3.000 chevaux, et à bord duquel, en somme, il est bien plus «passager» que «marin».

Et le budget d'un yacht? C'est une question importante par ces temps de vie chère. Une légende bien répandue fait du yachting un sport de milliardaire ; rien n'est plus faux. Évidemment, les grands yachts, les «villas flottantes» ne sont accessibles qu'aux favoris de la fortune ; mais combien plus agréable est la vie active que l'on peut

mener sur un bateau moyen, de 15 mètres de long, par exemple, ayant un salon, deux cabines avec trois lits, etc!... Un tel bateau, sans moteur, coûtait, neuf, avant la guerre, de 15.000 à 18.000 francs ; d'occasion, on en trouvait d'excellents pour la moitié ou le tiers de cette somme. Certes, le prix des constructions navales est, actuellement, multiplié par 6 ou 7. Mais ceux des autres sports le sont aussi, et il suffit de réfléchir aux 200.000 francs que coûte une «Rolls-Royce» pour voir que pour le tiers de ce prix-là, on peut avoir un bon bateau qui, non seulement vous transporte, mais encore vous *loge*. Si l'on réfléchit à ce que coûte la location de la moindre villa au bord de la mer, on comprend que le



DEUX JEUNES FILLES «MARINES»

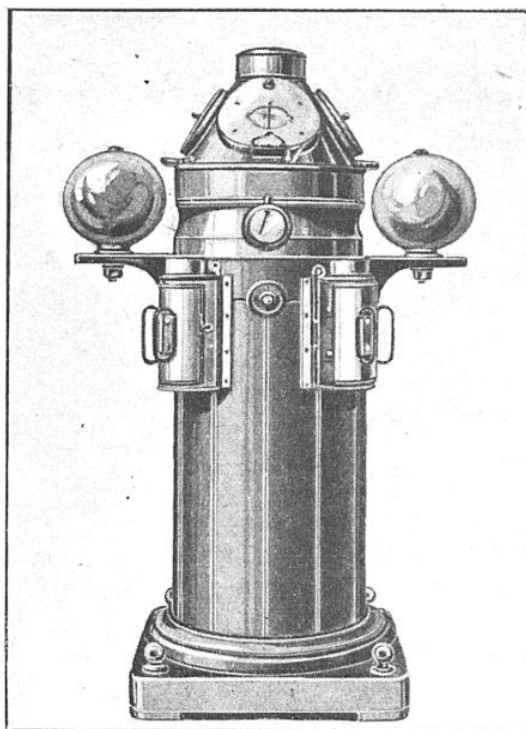
Le yacht *Perlette*, ayant à son bord M^{lle} de Saussure et M^{lle} Maillart, dans le port de Toulon, venant de Corse, sans autre équipage.

yachting est un sport économique. Et, si l'on se contente du petit bateau pour deux personnes, que l'on habite avec sa femme ou un ami et un unique matelot, c'est le sport démocratique par excellence : j'en connais qui ont fait ainsi des croisières magnifiques.

La « croisière » et la « régate »

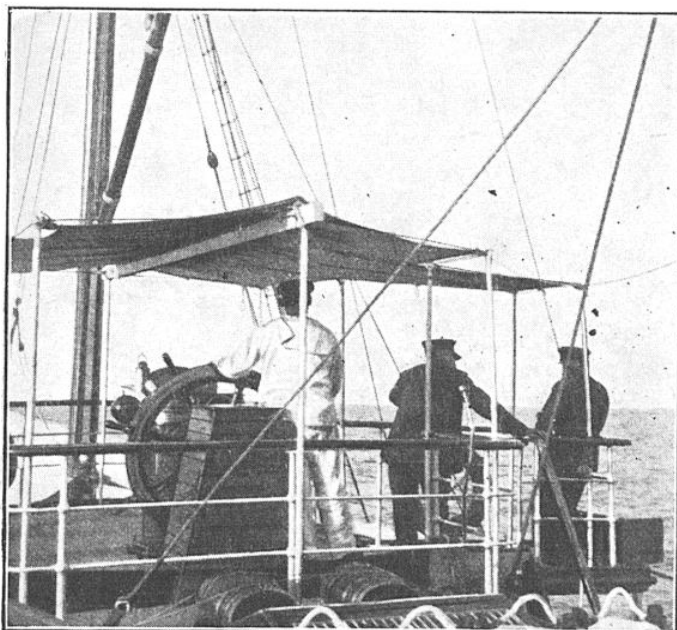
J'ai prononcé le mot croisière ; le sport nautique, en effet, se pratique sous deux formes distinctes : la *croisière*, qui est la navigation pure, et la *régate*, qui est la lutte de vitesse entre plusieurs yachts construits spécialement pour la course. L'un et l'autre ont leurs adeptes enthousiastes. Les *régates*, les régates à voile en particulier, sont l'une des formes les plus parfaites de l'émulation sportive, et rien n'est joli comme le spectacle de toutes ces voiles blanches qui semblent de grands oiseaux glissant sur la mer. Les régates deviennent de plus en plus suivies par le public depuis qu'il y a des séries de *monotypes*, bateaux tous de même forme et de mêmes dimensions, pour lesquels il n'y a aucun « rendement » de temps à calculer ; partis ensemble, c'est le premier arrivé qui sera le gagnant de l'épreuve.

Une régate célèbre est celle de la *Coupe de France*, fondée par le *Yacht-Club de*



LES INSTRUMENTS SCIENTIFIQUES
DU YACHT

La boussole (ou compas). La figure montre, de chaque côté de l'« habitacle » en bois, les deux boules de fer dont on règle les positions pour compenser l'action des pièces de fer du navire.



A BORD D'UN GRAND YACHT

Le propriétaire et le capitaine sur la passerelle. L'homme de barre, serrant la roue du gouvernail, a sous les yeux le « compas » compensé par des boules de fer, qui indique la direction suivie.

*France. Cette Coupe nous avait été ravie par les Norvégiens, qui l'ont conservée pendant plusieurs années ; elle vient d'être reconquise, au début de juillet 1926, par le cotre *Cupidon*, à M. Philippe de Rothschild.*

Le côté scientifique du yachting

Cet article est intitulé : « Un Sport scientifique » ; nous allons justifier ce titre.

Le sport du yacht est scientifique, d'abord par les connaissances qu'il exige de celui qui veut le pratiquer : il doit connaître les lois de l'océan, le régime des vents, des marées et des courants ; il doit être météorologiste ; il doit pouvoir déterminer les variations de la boussole, savoir naviguer « à l'estime »

près des côtes, ou en « faisant le point » s'il s'aventure au large. S'il monte un bateau à moteur, il doit pouvoir conduire et réparer, au besoin, son engin ; il faut qu'il possède des notions de médecine et de chirurgie pour donner les premiers soins à un matelot ou à un passager.

Mais le yachting permet, en outre, de « faire de la science » au sens le plus vaste et le plus élevé, en un mot, de « chercher » et de

« trouver ». Quel plus grand attrait, en effet, celui qui navigue pour son seul plaisir peut-il donner à son voyage que celui de contribuer à étendre le domaine de nos connaissances, soit par lui-même, soit par les travaux des savants qu'il embarque à son bord ?

Étude de l'eau de mer, de sa densité, de sa température, de sa transparence, recherches sur ces organismes flottants qu'on appelle le *plankton* et qui servent de nourriture aux poissons migrateurs, tout est matière à des travaux scientifiques pour le navigateur. Et que l'on ne croie pas que cela nécessite un navire de grand tonnage : sur de tout petits bateaux, tout en goûtant le charme de la vie en mer, que de trouvailles, de découvertes même ne peut-on pas faire ?

Et les instruments scientifiques dont il sera appelé à se servir ? Ils sont nombreux. D'abord la boussole (le *compas*, comme disent les marins), avec toutes les délicatesses de sa compensation par des *aimants* convenablement placés ; ensuite, le *loch* enregistreur, qui indique, à chaque instant, la vitesse du bateau ; puis la *carte marine*, véritable instrument de navigation sur laquelle il devra faire, avec un rapporteur, la construction géométrique des « segments capables », pour marquer la position de son yacht en vue des côtes. Ce

n'est pas tout : il y a le *compas de relèvement* qui lui donne les angles sous lesquels il aperçoit les objets de la côte ; il y a le *sexant*, qui lui sert, par la mesure de la hauteur du

soleil, à connaître sa latitude ; il y a les *chronomètres* et la T. S. F., aujourd'hui indispensable à bord, qui, en lui donnant l'heure du premier méridien, lui permettront de calculer sa *longitude* ; il y a le *baromètre*, grâce auquel il

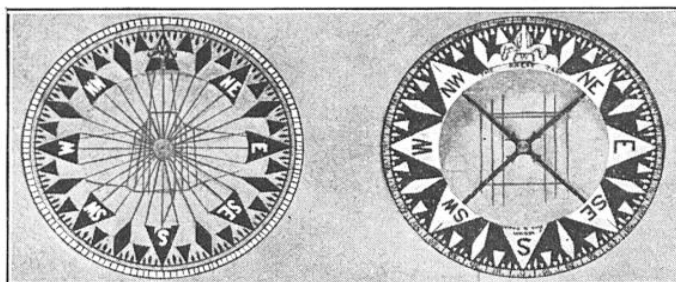
peut pressentir le temps à venir ; il y a la *machine à sonder*, qui lui indique sa profondeur ; il y a, s'il est naturaliste, le *microscope*, qui lui permet d'étudier les organismes très petits qu'il récolte ; l'*aréomètre*, qui lui indique la densité de l'eau de mer sur laquelle il navigue... et d'autres encore, sans parler de son poste de radiotéléphonie, qui lui permet, bien qu'en pleine mer, de recevoir les messages et les concerts du continent.

Ce rôle scientifique du yachting est démontré par d'illustres exemples : le prince de Monaco, qui a débuté comme yachtman, a fondé l'Océanographie ; le Dr Charcot, débutant aussi sur de petits yachts, a exploré les océans Arctique et Antarctique. Plus récemment, n'avons-nous pas vu Alain Gerbault parcourir *seul*, à bord d'un bateau de 11 mètres, l'Atlantique d'abord et le Pacifique ensuite, grâce à sa science de la navigation ? et deux charmantes

jeunes filles, M^{lle} de Saussure et M^{lle} Marthe Oullié, faire seules aussi, sur un cotre de 10 mètres, une longue croisière dans la mer Egée, permettant à M^{lle} Oullié, une brillante élève de la Fa-

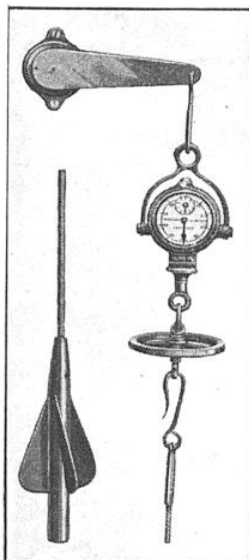
culté des Lettres, de faire, dans ce berceau de la civilisation grecque, des découvertes archéologiques du plus haut intérêt ?

A. BERGET.



LES INSTRUMENTS SCIENTIFIQUES DU YACHT

La « rose » du compas, dont la graduation sur papier est entraînée par les aiguilles aimantées lors de l'orientation de celle-ci.



COMMENT ON MESURE LA VITESSE D'UN YACHT

Le loch, petite hélice qu'on met à la traîne et dont le nombre de tours enregistrés par un compteur placé à bord, donne la vitesse du yacht.

L'ÉTAT ACTUEL DE LA TÉLÉVISION

Par Lucien FOURNIER

La télévision est l'un des grands problèmes de science appliquée qui préoccupe à juste titre les chercheurs de l'heure présente. Elle est sur le point d'être bientôt réalisée, en dépit de certaines difficultés restant encore à surmonter. Plusieurs techniciens français consacrent actuellement toute leur science à la résoudre, et leurs travaux, des plus délicats et pleins d'ingéniosité, méritent de retenir l'attention de tous. Notre collaborateur, M. Fournier, spécialiste lui-même dans le domaine des transmissions à distance, expose ici, aussi clairement et simplement que possible, l'œuvre accomplie en France, respectivement par MM. Belin et Holweck, Dauvillier et enfin M. Valensi.

Une mise au point historique est nécessaire

APRÈS les expériences de Carley (1880), de Lazare Weiller, de Rignoux (1906)

qui posa le principe de l'exploration par double sinusoïde (figure page suivante), le seul expérimentateur vraiment original fut Rosing. Pour cette raison, nous devons rappeler ses travaux.

Le système transmetteur emprunté à Weiller comprend deux tambours portant sur leur périphérie un certain nombre de miroirs plans. Ces tambours sont orientés de telle manière que leurs axes soient perpendiculaires l'un à l'autre ; les miroirs respectifs de chaque tambour épousent donc cette orientation.

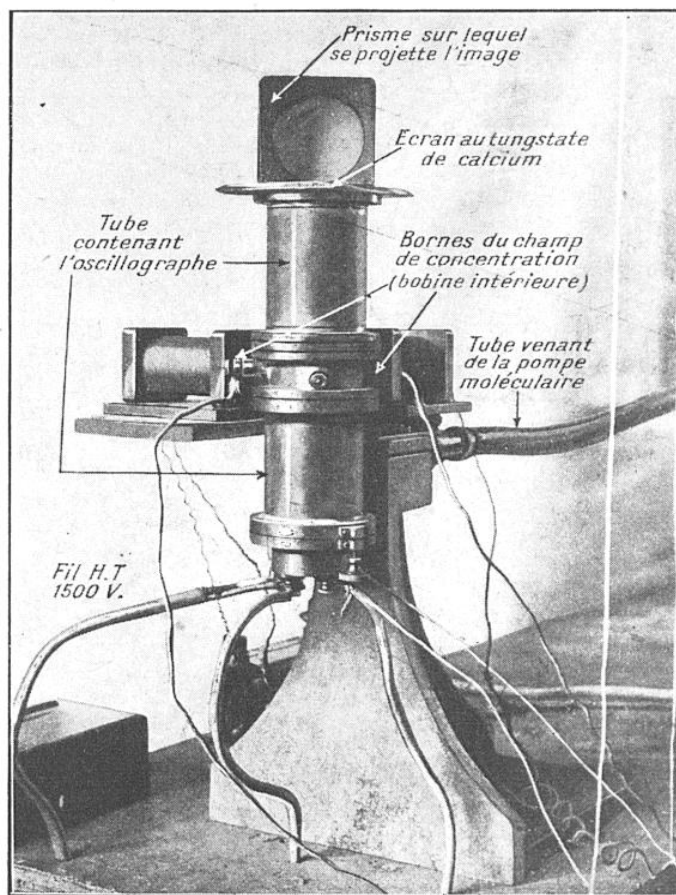
Les miroirs

étant en rotation et animés de vitesses très différentes : 1.000 tours par minute pour l'un et 10 tours pour l'autre, par exemple, l'image de l'objet se déplace de gauche à droite et de haut en bas sur l'écran, de telle

manière que tous les points de lumière de cette image passent l'un après l'autre par le trou du diaphragme.

Derrière ce diaphragme, Rosing plaçait une cellule photo-électrique à l'amalgame de sodium, déjà connue à cette époque depuis une dizaine d'années, grâce aux travaux d'Elster et Geitel.

Ce qu'il convient d'admirer dès maintenant dans le système Rosing, c'est l'emploi du tube de Braun comme appareil récepteur. On l'a appelé l'*œil électrique* de Rosing, mais le savant russe l'a emprunté au



L'OSCILLOGRAPHE HOLWECK UTILISÉ COMME RÉCEPTEUR
DANS LES APPAREILS BELIN-HOLWECK

très nouveau matériel de physique de l'époque pour lui demander, en effet, de se comporter comme un œil artificiel, un œil électrique qui verrait au loin par l'intermédiaire des fils conducteurs.

Le tube de Braun est un tube émetteur de rayons cathodiques, qui terminait, à ce moment, la série des œufs électriques dont le prototype fut celui de Davy, auxquels ont succédé ceux de Faraday, de Geissler et de Crookes, et qui a donné naissance aux oscillographes cathodiques. Dans ces appareils, la cathode émet des ions négatifs (électrons) que l'on canalise par un petit tube métallique dans une direction rectiligne. Le faisceau cathodique vient alors frapper la paroi terminale du tube de verre et fait apparaître une petite tache lumineuse sur l'écran fluorescent appliqué sur cette paroi.

Le « bombardement cathodique » possède un certain nombre de propriétés, celle, entre autres, d'être dévié en présence d'un champ magnétique ou électrique.

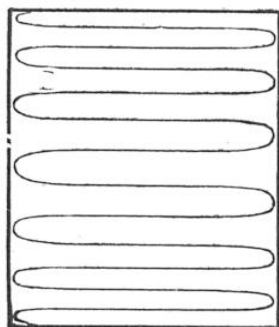
C'est cette propriété que Rosing a utilisée pour réaliser le synchronisme électrique. Voici comment :

Chaque tambour de miroir possède des masses magnétiques qui, pendant la rota-

tion, se déplacent devant des bobines en série sur deux conducteurs terminés par un électro-aimant produisant un champ magnétique devant le rayon cathodique. Les deux

bobines sont situées à angle droit, l'une par rapport à l'autre, comme les tambours des miroirs. Dès que les miroirs tournent, des courants induits circulent sur les fils à une fréquence correspondant à la vitesse de rotation des tambours : 1.000 et 10 périodes par seconde, par exemple. Il y a donc synchronisme absolu entre l'émission de ces courants et les mouvements de l'image de l'objet sur l'écran du poste transmetteur et, par conséquent, avec les déviations du faisceau cathodique en présence des aimants récepteurs. C'est ainsi que le synchronisme électrique a été réalisé, très

simplement, il faut en convenir. Signalons encore que les deux fils de ligne partant du photo-élément aboutissent, à l'intérieur du tube de Braun, à deux plaques entre lesquelles passe le faisceau cathodique. Rosing demandait à ce condensateur de diaphragmer le faisceau en modifiant l'éclat de la tache cathodique selon l'éclat de l'image à transmettre. Ce système de modulation se retrouve dans tous les appareils modernes.

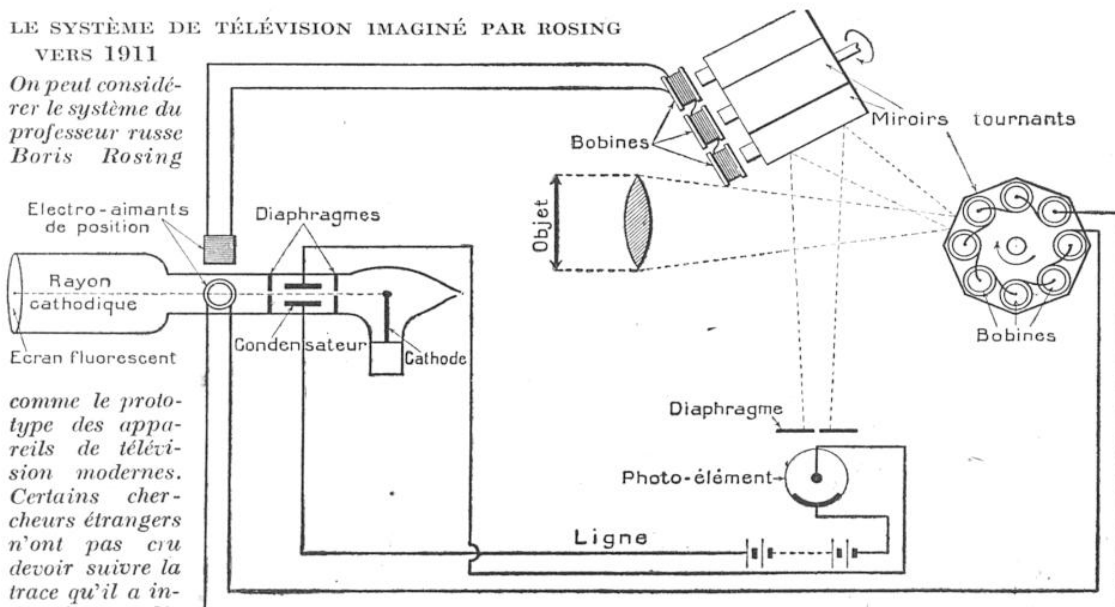


SYSTÈME D'EXPLORATION PAR DOUBLE SINUSOÏDE DE RIGNOUX

En pratique, les lignes se touchent.

LE SYSTÈME DE TÉLÉVISION IMAGINÉ PAR ROSING VERS 1911

On peut considérer le système du professeur russe Boris Rosing



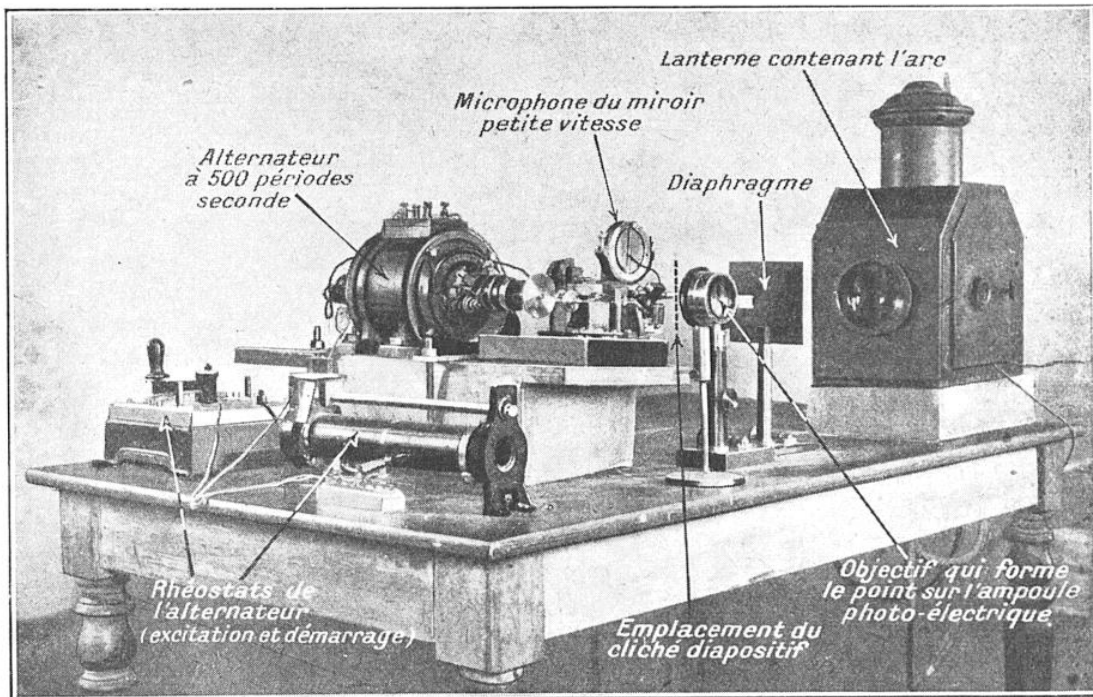
comme le prototype des appareils de télévision modernes. Certains chercheurs étrangers n'ont pas eu devoir suivre la trace qu'il a indiquée, tandis que les savants français se sont généralement inspirés de sa méthode. L'avenir nous renseignera.

La télévision par le système Belin-Holweck

M. Édouard Belin n'a jamais considéré que le problème de la télévision pouvait ou, tout au moins, devait être résolu sans passer par plusieurs étapes intermédiaires. Il poursuit ses expériences depuis plusieurs années, en recherchant uniquement la transmission d'une image fixée sur un diapositif, plaque ou film, dont l'aboutissement normal serait

seconde et le miroir supérieur, à la fréquence de 6 à 16 oscillations seulement par seconde. On comprend, en suivant le schéma figuré page suivante, que le miroir inférieur, recevant le faisceau lumineux, imprimera au faisceau réfléchi 500 oscillations qui seront reçues par le miroir supérieur ; celui-ci les projettera sur le diaphragme suivant la résultante des deux mouvements qui sera la double sinusoïde de Rignoux.

L'écran intervient ici également pour



ENSEMBLE DES APPAREILS DE TRANSMISSION DANS LE SYSTÈME BELIN-HOLWECK

transmis par sans fil à un ou plusieurs postes équipés pour recevoir les images du film récepteur. Celui-ci serait ensuite développé et projeté comme un film ordinaire.

Ce premier pas franchi, il resterait à aborder la transmission de paysages ou de scènes pris sur le vif par l'intermédiaire d'un objectif et reçus directement sur un écran.

Exploration de l'image. — Précédemment (1), nous avons montré comment M. Édouard Belin réalisait l'exploration de l'image en utilisant un tambour de miroir tournant et oscillant. Ce système a été récemment remplacé par deux miroirs oscillants placés l'un au-dessus de l'autre, dans une position perpendiculaire. Le miroir inférieur oscille à la fréquence de 500 périodes par

isoler successivement tous les points de lumière placés sur la double sinusoïde ; il ne laisse donc passer qu'un point lumineux à la fois, lequel point parcourt l'image à transmettre, qui est un diapositif, suivant la double sinusoïde. Ce cliché comporte des parties sombres, des demi-teintes et des parties claires. Le point de lumière qui le traverse avant d'être dirigé sur l'ampoule photo-électrique, subira toutes les variations d'intensité correspondant aux teintes du cliché et déterminera, par l'intermédiaire de l'ampoule, la formation d'un courant de transmission modulé.

En réalité, les expériences actuelles n'ont pas encore lieu sur un cliché photographique ; on n'utilise qu'un diapositif sans demi-teintes, c'est-à-dire constitué seulement par

(1) Voir *La Science et la Vie* n° 105 (avril 1926)

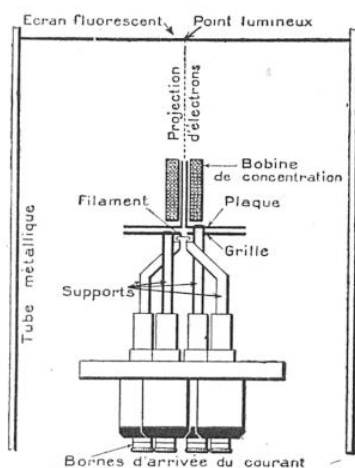
des parties obscures et des parties claires. Les demi-teintes paraissent, en effet, présenter des difficultés de transmission que l'ampoule photo-électrique sera peut-être incapable de résoudre.

D'après ce que nous venons de dire, il est facile de comprendre que si l'on désire obtenir une reproduction très réduite, comme une image de film cinématographique de 18 millimètres sur 24 millimètres, les points de lumière seront beaucoup plus rapprochés et plus nombreux par unité de surface que sur un écran de 2 mètres sur 3 mètres, par exemple. Or, sur un film, un point de 2 dixièmes de millimètre sera suffisant pour reproduire l'image dans de bonnes conditions. L'exploration de l'image à transmettre sera donc limitée à la production de 10.800 points. Comme toute la surface de cette image est balayée en un dixième de seconde, chaque point de cliché ne pourra être exploré que pendant $1/108.000^e$ de seconde.

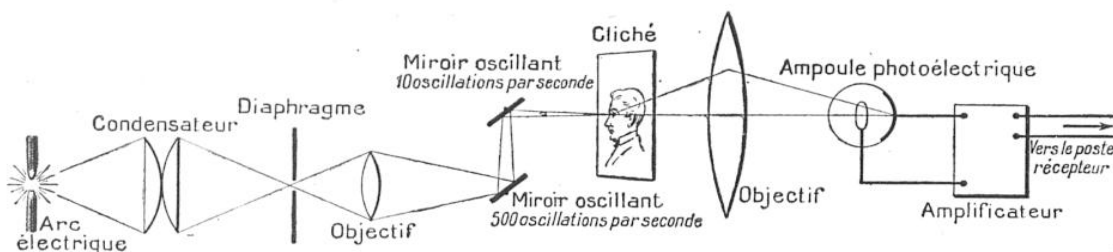
Les parties très claires du diapositif laissent passer suffisamment de lumière pour permettre à l'ampoule de remplir ses fonctions, mais les parties sombres exigeront probablement que l'intensité lumineuse de l'arc soit très fortement augmentée. Si le

remplissant également les fonctions d'alternateur pour envoyer au poste récepteur du courant à 500 périodes. Le miroir à 6-16 périodes est également entraîné par le même moteur, mais le courant de basse fréquence est envoyé au poste récepteur par l'intermédiaire d'un microphone ordinaire : une légère tige métallique appuyée, en permanence, sur la plaque vibrante et, à la fin de chaque oscillation du miroir, un courant est envoyé. Par conséquent, ces courants de synchronisme sont directement commandés par le même mécanisme que celui qui actionne les miroirs. Le microphone est, d'ailleurs, destiné à disparaître. Il n'est pas nécessaire, en effet, de transmettre deux courants différents à des fréquences différentes pour s'accorder avec le récepteur ; il suffit de transmettre un courant de 500 périodes pour que le synchronisme soit assuré, ceci

parce que les mouvements des deux miroirs étant conjugués mécaniquement, sont produits par un même moteur, qui est l'alternateur à 500 périodes. A l'arrivée, un dispositif transformateur abaisse la fréquence de 500 à 10 périodes (de 6 à 16) et dirige la portion de courant intéressé dans un deuxième électro-aimant, une partie du cou-



DÉTAILS DE L'OSCILLOGRAPHIE
HOLWECK



SCHEMA DE LA TRANSMISSION DE L'IMAGE PRISE SUR UN CLICHÉ DIAPOSITIF PAR LE
SYSTÈME BELIN-HOLWECK

diapositif est plus grand, les dimensions du point lumineux devront être également élargies ; c'est pourquoi nous disions plus haut que l'on peut se demander si l'ampoule photo-électrique, malgré sa très grande sensibilité, sera suffisamment obéissante.

Dans cet appareil, le synchronisme électrique est réalisé de la manière suivante : le miroir inférieur est actionné par un moteur

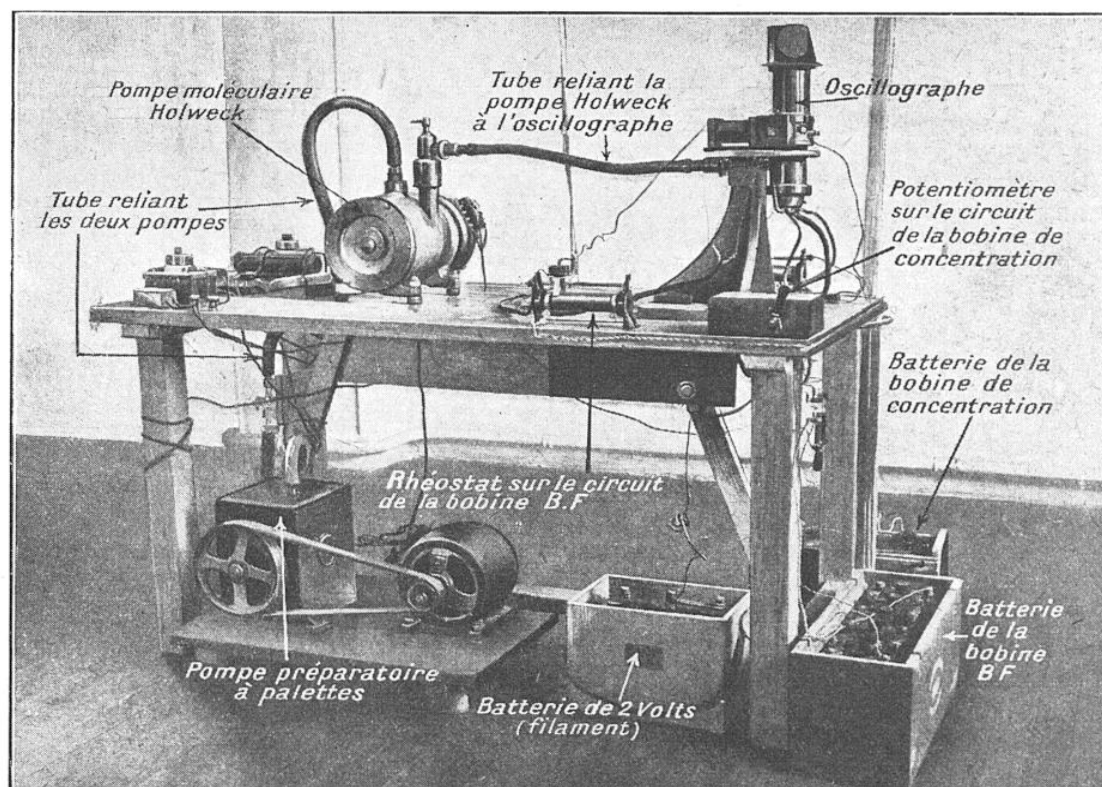
à 500 périodes étant utilisée directement dans un premier électro.

La réception. — La réception est assurée par l'oscillographe cathodique de M. Holweck. Voici comment l'appareil est construit. Un tube métallique contient l'oscillographe proprement dit, constitué à peu près comme une lampe de T. S. F. Au-dessus du filament (figure ci-dessus) est située la grille, disque

percé d'un trou en son milieu ; au-dessus de celle-ci, un autre disque semblable forme la plaque également percée d'un trou central surmonté d'un petit tube de cuivre. Le filament est alimenté par un accumulateur de 2 volts. La tension du courant modulé est appliquée entre la grille et le filament ; la plaque est mise sous une tension constante de 1.500 volts par une batterie spéciale.

avec les variations du courant modulé transmis. Le point lumineux produit sur l'écran fluorescent de l'oscillographe variera donc d'intensité, selon que le point de lumière du poste d'émission traversera des parties claires ou des parties sombres du diapositif. Ce phénomène est très apparent.

D'autre part, les courants de synchronisme transmis par l'alternateur et le miroir



ENSEMBLE DES APPAREILS RÉCEPTEURS DANS LE SYSTÈME BELIN-HOLWECK

Pendant le fonctionnement, il se produit, entre le filament et la plaque, une émission d'électrons canalisée dans le tube vertical entouré d'une petite bobine. Celle-ci a pour fonction de concentrer en un faisceau extrêmement serré le pinceau invisible des électrons. On voit sur notre photographie que le vide est assuré à l'intérieur du tube par une pompe moléculaire Holweck.

Considérons maintenant le courant modulé, issu de l'ampoule photo-électrique. Il peut être envoyé au poste récepteur par deux fils ou par ondes. Les fils aboutissent au filament et à la grille de l'oscillographe ; les courants vont introduire une perturbation, qui sera mathématiquement combinée

aboutissent à deux électro-aimants, situés à 90 degrés l'un de l'autre, en face du passage du pinceau cathodique dans l'oscillographe. Chacun des champs magnétiques développé exercera sur le pinceau cathodique une action déviatrice, rigoureusement synchronisée avec les mouvements du faisceau lumineux quittant le miroir. Le point cathodique répétera donc ces mouvements avec une précision rigoureuse. C'est-à-dire l'exploration par double sinusoïde réalisée au départ. Théoriquement, l'image doit apparaître.

Les résultats obtenus jusqu'ici ont confirmé la théorie ; nous pouvons ajouter qu'ils continuent sans interruption.

Les appareils de M. Dauvillier

M. Dauvillier, chef du laboratoire de recherches physiques sur les rayons X de M. de Broglie, a été le premier à décrire un dispositif correct, complet, de télévision, ayant donné lieu à une réalisation expéri-

mentale, en combinant, dès 1923, le principe de Rosing avec celui de Rignoux. Le phénomène électrique devenait ainsi l'image fidèle du phénomène mécanique, et la réalisation technique prenait un aspect remarquablement simple. Comme le proposait Rignoux, M. Dauvillier utilise

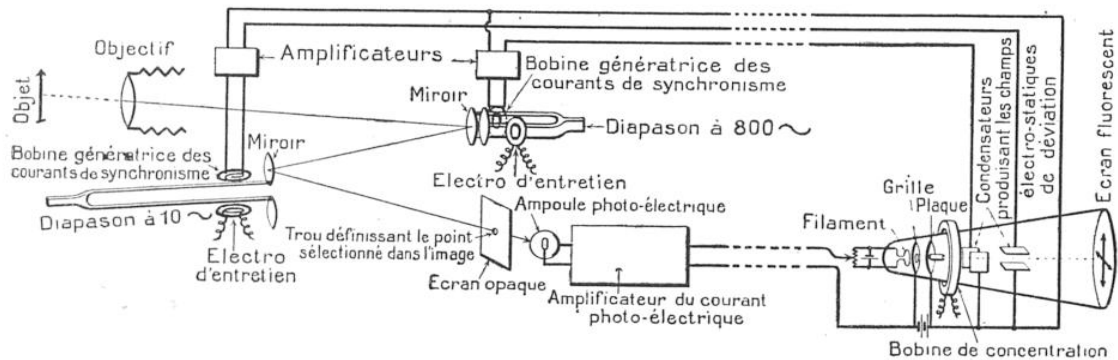
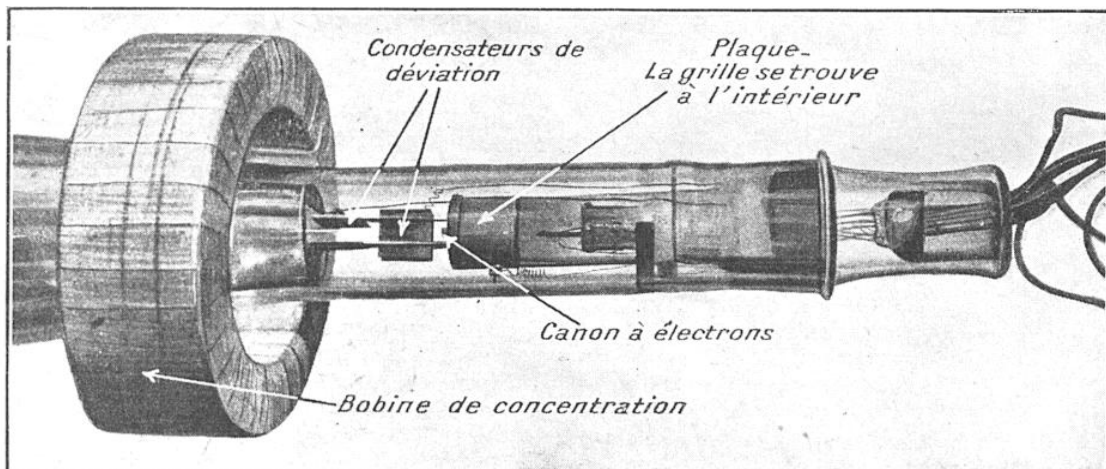


SCHÉMA MONTRANT LA TRANSMISSION ET LA RÉCEPTION DANS L'APPAREIL DAUVILLIER

mentale, en combinant, dès 1923, le principe de Rosing avec celui de Rignoux.

L'idée de Rosing, bien qu'étant géniale dans son principe, était mauvaise dans sa réalisation. D'autre part, le système d'exploration de Rignoux paraît être le plus simple et le plus facile à réaliser,

au poste transmetteur deux diapasons entretenus électriquement et produisant en même temps des courants induits. L'un des diapasons vibre à 1.000 périodes et le second, à 10 périodes. Les courants induits ont donc la même caractéristique. Ce sont des courants de synchronisme ou de positions, que



VUE DE L'OSCILLOGRAPHE DE M. DAUVILLIER EMPLOYÉ POUR LA RÉCEPTION DES IMAGES

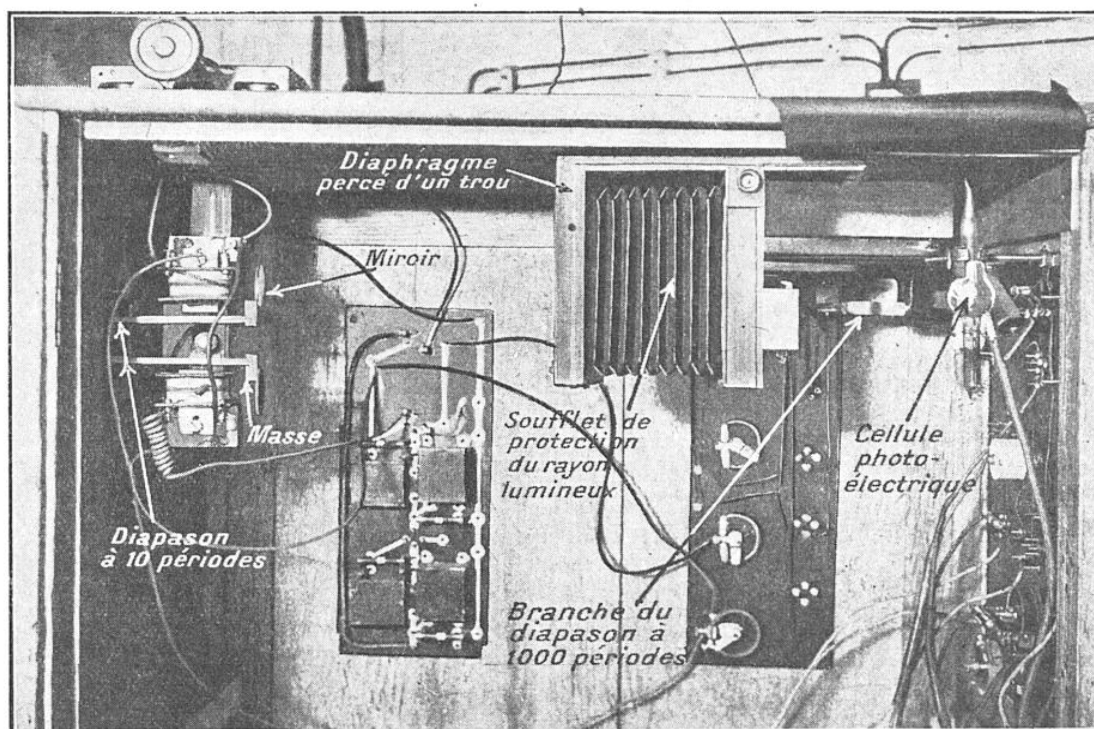
les mouvements les plus parfaits étant, en mécanique, ceux d'oscillation et de rotation. Enfin, puisque les courants de synchronisme doivent être variables dans le temps et que, en électricité, la forme idéale d'un courant variable est celle du courant alter-

des fils transportent aux champs électrostatiques introduits dans l'oscillographe cathodique récepteur.

L'analyse doublement sinusoïdale de l'image peut, d'ailleurs, s'effectuer autrement qu'avec des miroirs et des diapasons.

M. Dauvillier a décrit dans ses brevets de 1925 des systèmes de fentes droites ou curvilignes percées dans des diaphragmes oscillants ou des disques tournants, qui conduisent au même résultat. Pour la réalisation d'un poste « téléphotique » associé à un poste téléphonique, l'inventeur a même décrit un système par éclairage ultra-violet, qui permettrait aux correspondants de se voir sur l'écran, quoique étant tous deux

chit sur le miroir du diapason à 10 périodes, dont les branches sont disposées verticalement. Cette image est reçue sur un écran opaque percé d'un trou fin, et un point lumineux vient frapper l'ampoule photo-électrique. Nous reconnaissons l'application pure et simple du principe d'exploration de Rignoux, la double sinusoïde étant obtenue par les mouvements combinés des deux miroirs. Par conséquent, un courant



ENSEMBLE DES APPAREILS DE TRANSMISSION DANS LE SYSTÈME DAUVILLIER

dans l'obscurité. L'appareil réalisait ainsi la *vision de l'invisible* ! Dans ce cas, le système optique comporterait un miroir unique animé du double mouvement oscillant, toujours selon le même principe.

L'auteur de ces travaux pose directement le problème de la télévision, c'est-à-dire qu'il cherche à permettre à deux correspondants en communication téléphonique de se voir mutuellement. C'est pourquoi il a donné à ses appareils le nom de *téléphote*.

Les correspondants sont placés devant un objectif photographique. Considérons l'un d'eux (voir schéma page précédente).

L'image donnée par l'objectif vient frapper le miroir porté par le diapason à 800 périodes, dont les branches sont disposées horizontalement, puis elle se réflé-

modulé sera transmis sur la ligne par l'intermédiaire de l'ampoule photo-électrique et après amplification. Nous n'insisterons pas sur la technique spéciale relative à la production des courants induits de positions pour ne pas compliquer l'exposé du système.

A l'arrivée, le courant modulé est reçu par l'élément filament-grille d'un oscillographe cathodique spécial à champs accélérateurs multiples, modifiant l'émission cathodique en concordance avec les différentes intensités du point de lumière reçu par l'ampoule photo-électrique.

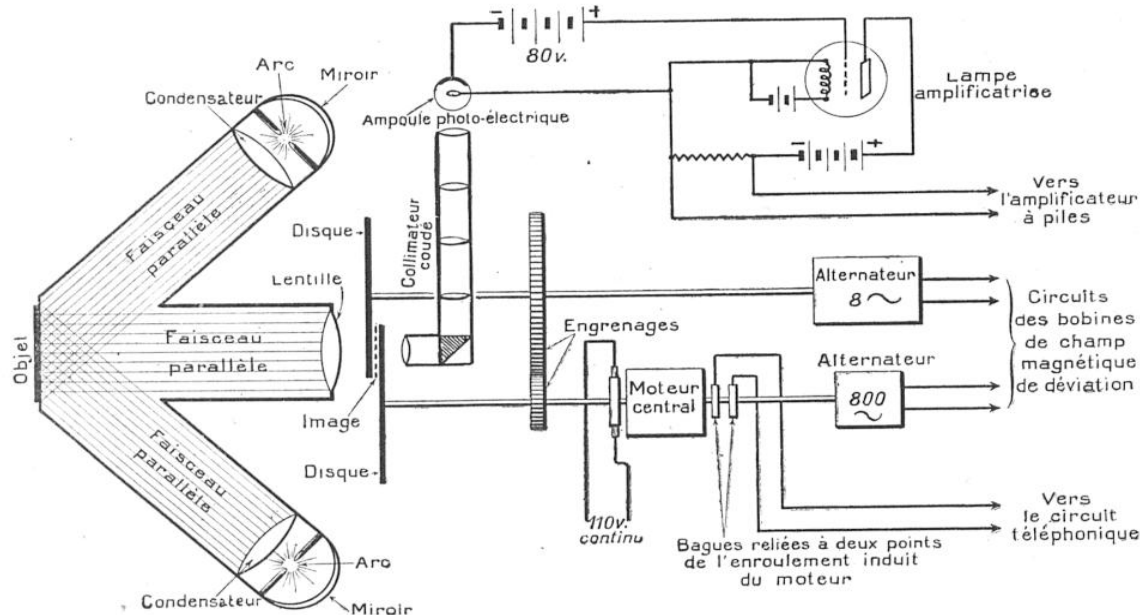
D'autre part, les courants de synchronisme ou de positions sont reçus par deux champs électrostatiques (condensateurs) placés à angle droit l'un par rapport à l'autre

à l'intérieur du tube cathodique. Par leur intermédiaire, les courants de positions agissent sur le faisceau cathodique pour l'obliger à répéter fidèlement l'allure de la double sinusoïde tracée au poste de transmission. Ajoutons enfin que le faisceau est concentré par une grande bobine entourant l'oscillographe et que l'on peut déplacer à volonté vers l'origine ou vers l'extrémité du faisceau. L'image est reçue sur l'écran fluorescent.

Ce système, qui s'attaque directement au problème de la vision à distance, est, jus-

Le système de M. Valensi

M. Valensi, ingénieur en chef des Postes et Télégraphes, est un des premiers inventeurs qui aient songé à utiliser l'émission cathodique. Ses premiers brevets datent du 29 décembre 1922, pour la réception, et du 3 janvier 1923, pour la transmission ; ils ont été complétés, d'ailleurs, depuis cette époque par de nombreux certificats d'addition. Nous allons simplement poser les principes de ses premières expériences, effectuées en 1923-1924 ; depuis, il a été conduit



DESSIN SCHÉMATIQUE MONTRANT LA DISPOSITION DES APPAREILS DANS LE POSTE TRANSMETTEUR DE M. VALENSI

qu'ici, le plus simple que l'on puisse imaginer, puisque les organes mécaniques y sont réduits à deux diapasons. C'est, à vrai dire, un système de télévision par « tubes à vide », ceux-ci y jouant un rôle essentiel, comme détecteur, amplificateurs, oscillateurs et récepteur. On sait, d'ailleurs, que les diapasons entretenus par triode sont déjà utilisés dans les grands postes de T. S. F. comme oscillateurs de base. Les efforts de l'inventeur portent particulièrement sur l'amplification du courant photo-électrique et la sensibilité du tube cathodique récepteur. Celui-ci est assez sensible pour répondre à un éclairage instantané de l'ordre de la bougie. Par l'utilisation de nouvelles lampes amplificatrices spéciales, M. Dauvillier pense obtenir prochainement la télévision dans toute l'acception du mot.

à s'éloigner fortement des conceptions courantes : notamment, il supprime, dans ses essais actuels, la lumière fluorescente, dont l'éclat lumineux lui paraît trop faible.

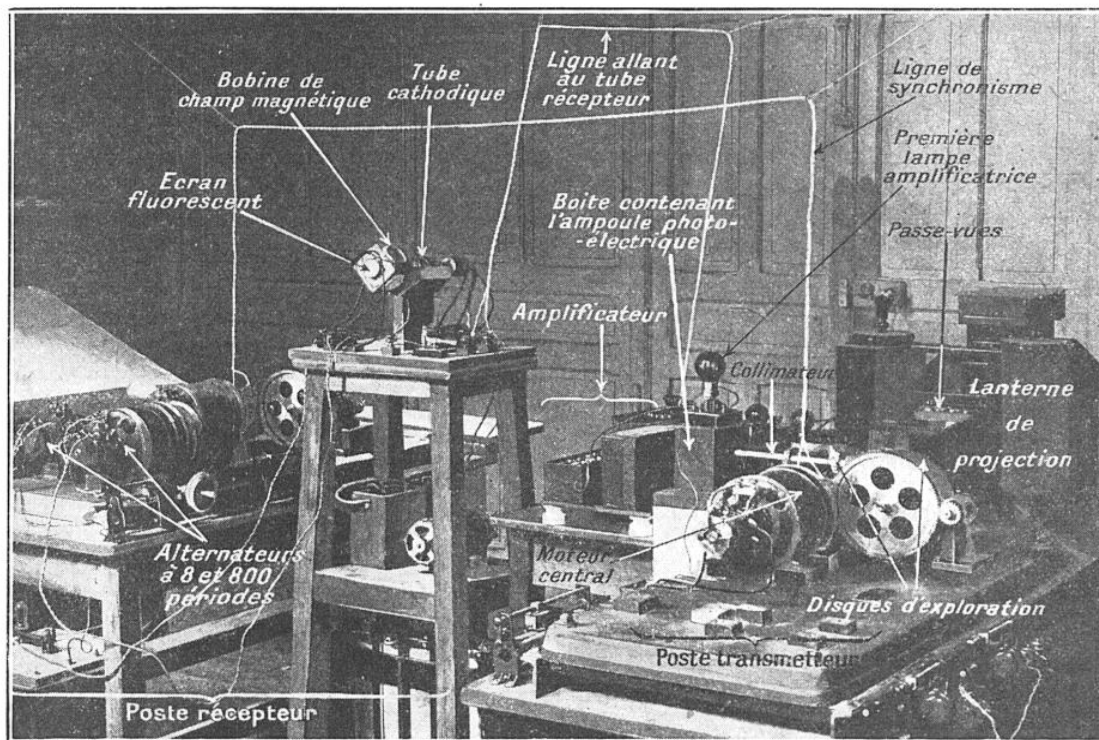
C'est dans le laboratoire des P. T. T., installé, d'ailleurs, par ses soins, que M. Valensi a construit et expérimenté ses appareils. Théoricien et technicien des communications électriques, l'auteur a construit, non un appareil récepteur et un appareil transmetteur, mais un poste complet de transmission et de réception, tels que ceux dont chacun des correspondants devrait être pourvu. De plus, il envisage l'utilisation simultanée des appareils de vision et des appareils téléphoniques, et simultanée également l'utilisation des ondes et celle du circuit téléphonique, afin de permettre à l'un des deux abonnés en conversation de

faire voir un objet en mouvement ou un dessin explicatif à son correspondant. La téléphotographie et la télécinématographie seront *a fortiori* résolues si le problème ainsi posé a reçu une solution pratique satisfaisante.

Le système que nous allons décrire est encore bien compliqué, mais il doit se résoudre prochainement en un appareil extrêmement simple, utilisant un même organe

n'a rien de particulier. Il comprend deux lampes à arc, que l'on peut rendre aussi puissantes qu'on le désire, envoyant la plus grande partie de leur lumière sur l'objet dont l'image est à transmettre. L'image de cet objet fortement éclairé se forme à un endroit précis placé entre deux disques stroboscopiques (schéma page précédente).

Ces disques sont représentés page 540. On voit que l'un comporte une ligne sinu-



VUE D'ENSEMBLE D'UNE EXPÉRIENCE DE TÉLÉVISION NON RÉVERSIBLE PAR LES APPAREILS DE M. VALENSI

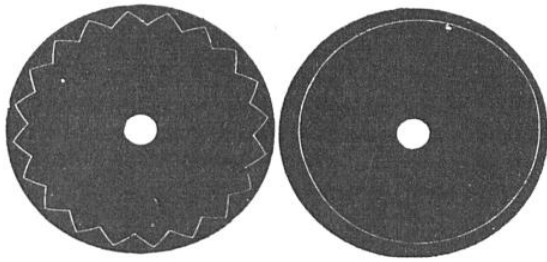
A gauche, poste récepteur ; à droite, poste transmetteur.

pour la transmission et pour la réception. Nos lecteurs seront tenus au courant au moment favorable des modifications apportées par M. Valensi à son dispositif initial, que nous allons décrire.

Ici encore, les deux principes essentiels sont l'exploration et le synchronisme. Nous allons voir que, dans l'un et l'autre cas, M. Valensi s'éloigne des solutions que nous avons exposées.

L'exploration de l'image. — L'image peut être un diapositif placé dans une lanterne de projection ou un objet : dessin, carte postale, montre, etc..., installé dans un projecteur pour corps opaques. Le projecteur

soïdale composée d'arcs de spirales de forme spéciale, tandis que l'autre ne comporte qu'une seule ligne décentrée sur le disque. Tous deux sont en liaison par l'intermédiaire de deux engrenages qui leur communiquent, au premier, une vitesse de deux mille quatre cents tours par minute et, au second, une vitesse de quatre cent quatre-vingts tours. Ainsi que le montre notre dessin schématique, les deux disques se recouvrent de telle sorte que, pendant la rotation, un point quelconque d'une des lignes soit toujours en face d'un point quelconque de l'autre. Un rayon lumineux peut donc passer constamment au point d'intersection des deux courbes.



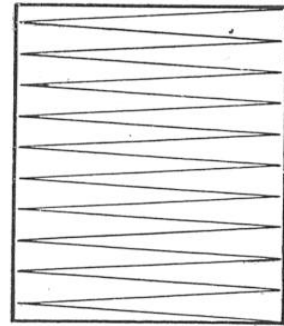
LES DEUX DISQUES QUI PERMETTENT L'EXPLORATION DE L'IMAGE (VALENSI)

Dans ces conditions, l'image n'est pas explorée, comme précédemment, suivant une double sinusoïde, mais suivant une série de lignes droites la balayant uniformément de gauche à droite et de droite à gauche, et faisant entre elles, à chaque extrémité, un angle très aigu. Ce dispositif présente l'avantage suivant : dans l'exploration à double sinusoïde, le rayon de lumière ralentissant son allure à son approche des extrémités de l'image explorée, celles-ci se trouvent plus éclairées que la partie centrale (1).

M. Valensi obtient, au contraire, une exploration uniforme, à vitesse constante, représentée schématiquement par la figure ci-dessus, étant bien entendu que chacune des lignes

allons continuer l'examen du système transmetteur.

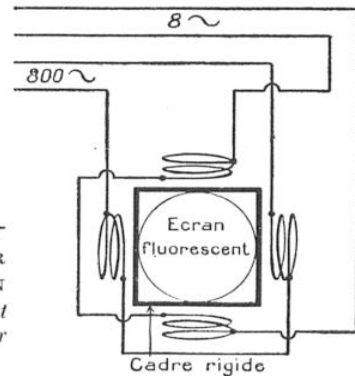
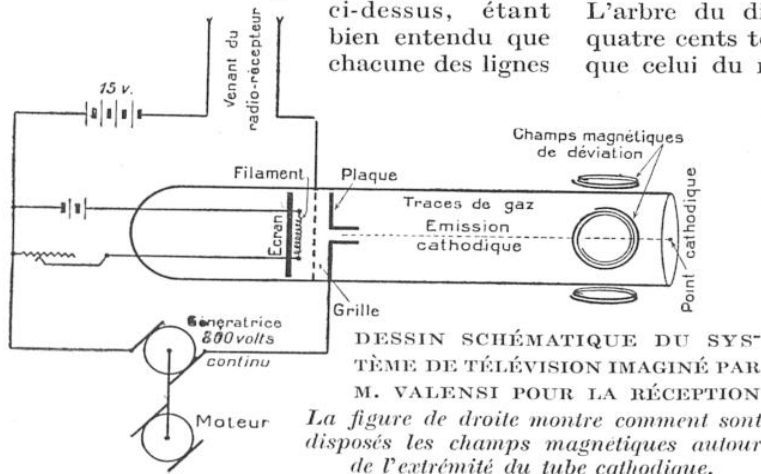
L'image étant placée entre les deux disques, ceux-ci ne laissent donc passer qu'un point lumineux à la fois. Ce point est reçu dans un collimateur coudé qui le renvoie sur une ampoule photoélectrique où se reproduisent les phénomènes que nous avons décrits et qu'il est inutile de



L'IMAGE EST EXPLORÉE PAR DES LIGNES DROITES FAISANT ENTRE ELLES UN ANGLE TRÈS AIGU

répéter. On voit sur notre schéma que les courants modulés issus de l'ampoule photoélectrique sont dirigés dans une première lampe amplificatrice qui les renvoie dans un second amplificateur à lampes à trois électrodes, couplées par des piles et des résistances, dont la sortie agit sur le radio-transmetteur. Donc, ici, la transmission des courants modulés s'effectue par sans fil.

Emission des courants de synchronisme. — L'arbre du disque à denture (deux mille quatre cents tours à la minute) est le même que celui du moteur central et d'un alter-



qui la constituent vient se coller, en quelque sorte, à la précédente (2).

Avant de parler du synchronisme, nous

(1) Pour bien comprendre ce phénomène, il suffit de considérer un pendule en mouvement : sa vitesse est plus grande dans la partie centrale de l'oscillation qu'à chaque extrémité.

(2) On peut obtenir le même résultat en employant deux disques identiques (pourvus de fentes en forme de denture composée d'arcs de spirales appropriées), mais tournant en sens inverses autour du même axe et avec des vitesses très voisines l'une de l'autre.

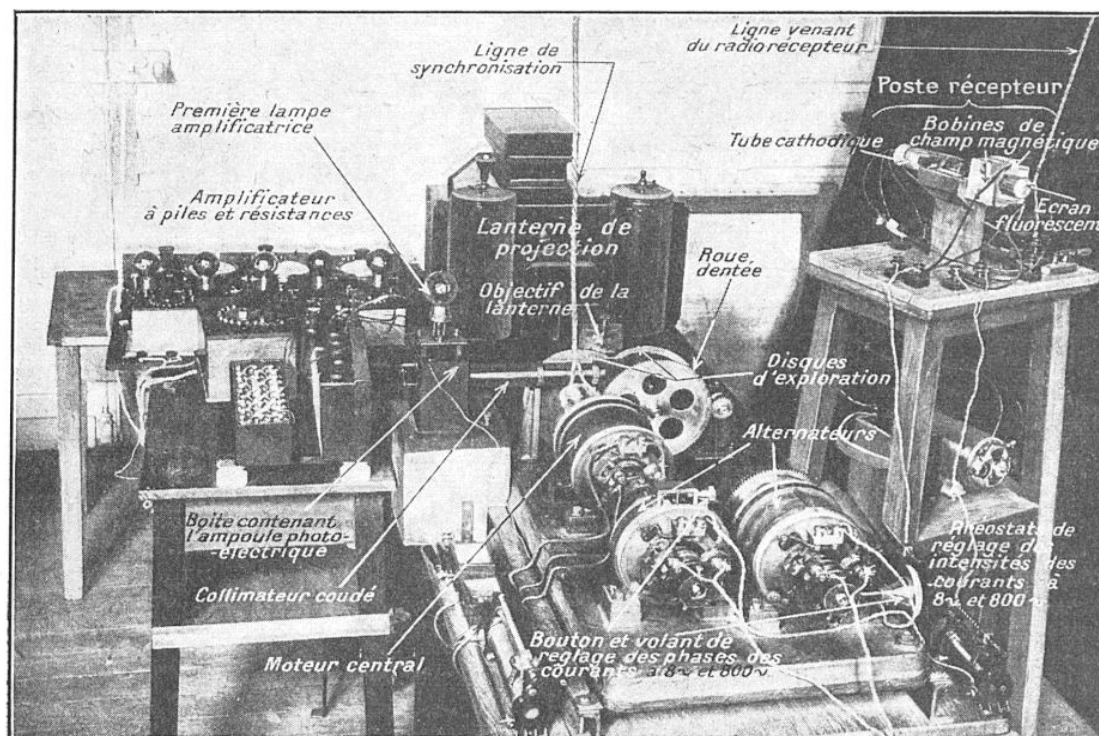
nateur à 800 périodes ; on voit que, par engrenage démultiplié, cet arbre commande celui du disque à quatre cent quatre-vingts tours, lequel est également associé à un alternateur à 8 périodes. Le moteur central est alimenté par du courant continu à 110 volts ; il comporte deux bagues reliées à deux points de son enroulement induit et produisant le courant de synchronisme, qui est envoyé au poste récepteur par l'intermédiaire du circuit téléphonique et qui se

superpose à la conversation téléphonique. Par la seule manœuvre d'une manette, les deux correspondants peuvent donc se mettre « sur vision » après entente préalable au téléphone.

Le courant de synchronisme ou de positions, ainsi que nous l'avons encore appelé, est reçu dans le moteur central du poste correspondant, qui est lui aussi, en fait, un moteur alternateur (commutatrice mono-

rants photo-électriques et, d'autre part, au moyen d'alternateurs à 800 et à 8 périodes, les champs magnétiques de déviation du point lumineux, d'éclat variable sur l'écran récepteur.

Car, il est utile d'insister sur ce point essentiel : chaque poste comporte un appareil transmetteur et un appareil récepteur mécaniquement solidaires d'un même arbre moteur central ; un seul courant de syn-



POSTE RÉVERSIBLE DE TÉLÉVISION, SYSTÈME VALENSI

Ce poste comporte une lanterne de projection ordinaire pour la transmission à distance de vues photographiques diapositives.

phasée). Les deux organes qui se trouvent ainsi en liaison électrique directe tournent à la même vitesse ; si l'un d'eux augmente de vitesse, il débite sur l'autre, et le synchronisme est rétabli. Ce procédé, utilisé par M. Poirson, pendant la guerre, pour réaliser la téléphonie secrète, a permis d'obtenir entre deux arbres un synchronisme très précis, au double point de vue de la vitesse et de l'orientation.

Nous voyons donc que chaque poste, transmetteur et récepteur, est sous la dépendance directe d'un moteur-alternateur central, qui commande, d'une part, au moyen de disques stroboscopiques, l'envoi des cou-

chronisation s'écoulant par la ligne téléphonique suffit pour synchroniser complètement les deux postes de télévision correspondants.

Les appareils récepteurs. — Dès 1923 M. Johannès, des Établissements Gaiffe Gallot et Pilon, a construit pour M. Valensi un tube de Braun caractérisé par ce fait qu'avec une énergie de modulation extrêmement faible (quelques microampères sous une dizaine de volts) il était possible d'allumer et d'éteindre une tache lumineuse brillante sur un écran fluorescent. C'est ce tube que représente l'une de nos photographies. La concentration des électrons y est obtenue

d'une manière très simple au moyen de traces de gaz neutre agissant par leurs ions positifs. Les électrons, créés par l'incandescence d'un filament chauffé (cathode de Wenhelt), sont mis en mouvement par une anode (plaque perforée) placée en regard du filament. Entre le filament et l'anode se trouve un groupe de petites électrodes auxiliaires jouant le rôle de la grille des lampes triodes ordinaires.

On voit sur le schéma que les courants venant du radiorécepteur agissent sur l'émission cathodique entre grille et filament; une pile de grille, rendant la grille toujours négative par rapport au filament, ces deux éléments peuvent être extrêmement rapprochés l'un de l'autre, sans que le filament risque d'être altéré par des ions positifs se précipitant sur lui; l'émission cathodique est donc fortement influencée par les courants agissant sur la grille et venant du radiorécepteur, qui, on s'en souvient, sont provoqués par les ondes émises par le courant photo-électrique du poste de transmission.

La plaque perforée du tube de Braun (anode) est alimentée par une génératrice de courant continu à 800 volts; le faisceau d'électrons sort par le tube canaliseur appartenant à cette plaque et se propage jusqu'à l'écran fluorescent.

D'autre part, les courants à 8 périodes et à 800 périodes engendrés par les deux alternateurs sont dirigés dans quatre bobines situées sur un cadre à section carrée enveloppant l'extrémité du tube de Braun, tout

près de l'écran fluorescent. La forme d'onde de ces alternateurs est en « triangles isocèles »; l'intensité et la phase des courants à 8 périodes et à 800 périodes sont, d'autre part, réglables au moyen de rhéostats et de boutons ou volants de commande agissant sur les statots des alternateurs.

Notre schéma du poste récepteur montre comment les bobines de champs magné-

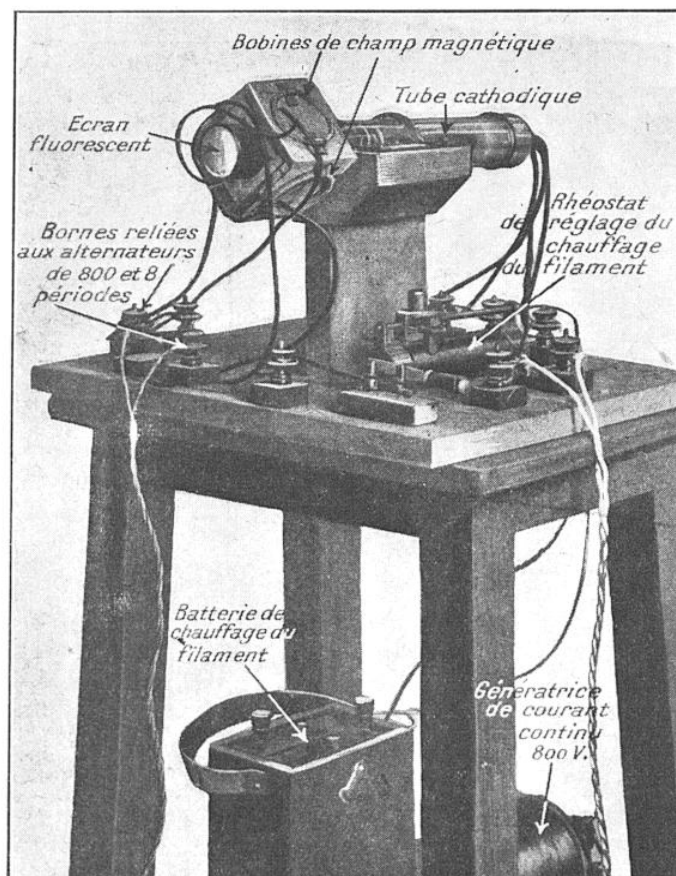
tiques sont associées pour constituer des champs très réguliers, qui produisent le même phénomène que nous avons expliqué antérieurement, c'est-à-dire une déviation du rayon cathodique en synchronisme parfait avec l'émission photo-électrique, suivant une trajectoire sinusoïdale ayant exactement la même forme que celle de l'exploration et parcourue à vitesse uniforme.

Depuis 1923, d'importantes recherches ont été entreprises par M. Valensi dans des voies toutes différentes. Nous ne croyons pas devoir entrer

dans plus de détails actuellement, car notre étude prendrait un développement excessif.

D'autant plus que plusieurs savants étrangers, entre autres M. John L. Baird, paraissent près d'aboutir, eux aussi, à des résultats pratiques. Leurs appareils doivent être connus, c'est pourquoi nous nous proposons de revenir prochainement sur ce sujet, qui est l'un des plus passionnants que la science ait à mettre au point actuellement. Mais, n'hésitons pas à le déclarer, le problème est très ardu, et peut-être aurons-nous à enregistrer des désillusions

L. FOURNIER.



LE POSTE RÉCEPTEUR DE M. VALENSI

LA CHAUSSÉE MODERNE DANS LA CITÉ MODERNE

Conversation avec M. Giraud, directeur des Travaux de Paris

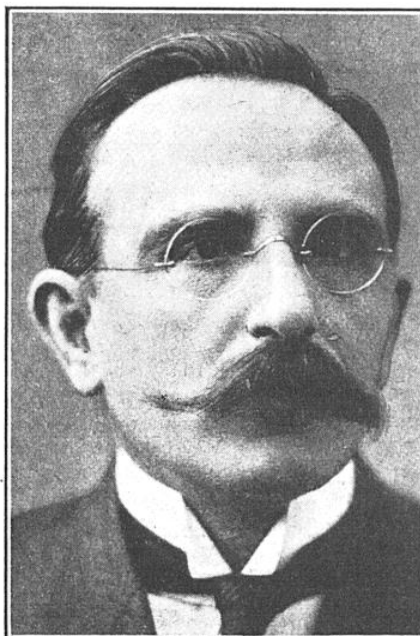
Rapportée par Pierre CHANLAINE

Le problème du revêtement des chaussées de Paris est à l'étude depuis Philippe Auguste et rien n'indique qu'une solution définitive intervienne un jour ou l'autre. Pavés de grès, pavés de granit, pavés de bois, asphalte se sont disputé toutes les rues avec plus ou moins de succès. Dans cette interview, notre collaborateur résume une conversation avec M. Giraud, directeur des travaux à la préfecture de la Seine, au cours de laquelle la question du pavage est présentée, dans son ensemble, pour ce qui concerne, non seulement les matériaux courants, mais aussi ceux qui paraissent susceptibles de donner des résultats supérieurs. Cette question du revêtement des chaussées est, certainement, l'une des plus difficiles à résoudre pour les municipalités des grandes cités.

Un dilemme !

LE nombre des accidents quotidiens de la voie ne diminue pas, hélas ! Et il est d'autant plus élevé qu'il fait plus mauvais. Il semble qu'il soit urgent de prendre des mesures. Lesquelles ? Nous sommes allé les demander à M. Morain lui-même.

— Aucun doute n'est possible, nous dit le très actif et très aimable préfet de police. Le responsable ? Ne cherchez pas bien loin. C'est le mode de revêtement de la plupart des chaussées parisiennes : l'asphalte. Qu'il pleuve, et voici la chaussée glissante ; les voitures dérapent, se traversent... Qu'un passant soit sur le faux trajet de l'une d'elles, et voilà un blessé de plus. Prescrire une vitesse moindre ? Solution platonique, sans efficacité possible. On ne peut pas mettre des agents tous les cent mètres sur la voie. Et, d'autre part, la vitesse des véhicules favorise le débit ; dans ce dur problème de la



M. GIRAUD

circulation, c'est un des éléments de la solution. Alors ? Alors, j'ai signalé la situation au préfet de la Seine. C'est à lui qu'il appartient de prendre, s'il le juge utile ou possible, les mesures nécessaires...

Le revêtement, c'est le tapis de la chaussée

Nous sommes donc allé voir M. Giraud, le très accueillant et très distingué directeur des Travaux de Paris.

— Evidemment, nous dit-il, l'asphalte, par un temps pluvieux, est glissant, mais il a des avantages qui ne nous permettent pas de l'écarter brutalement du nombre des revêtements que nous sommes en train d'essayer.

« Le revêtement, c'est le tapis de la chaussée. Il était, autrefois, en gros pavés de pierre. Il est maintenant en pavés de bois, en béton ou en hydrocarbures. Tel un tapis de laine s'étale sur un plancher, le revêtement s'étend sur une fondation. Il faut qu'il

soit suffisamment dur pour résister à l'usure. Refaire un revêtement tous les deux ou trois ans, serait extrêmement onéreux. Ce serait aussi une gêne constante et intolérable apportée à la circulation. Il faut que ce revêtement puisse résister aux chocs multiples qu'il reçoit quand passent de lourds charrois. Et aussi à la compression.

« Il ne doit pas être, non plus, trop glissant. Pourquoi? Vous le savez. Et l'adhérence doit, évidemment, être d'autant plus forte que les pentes sont plus accentuées. Son surfacément doit être exact et indéformable, de manière à présenter la voie « unie » que tous les usagers réclament. Le bombement doit être réduit au minimum, grâce à une fondation solide.

Le pavé de pierre remonte à Philippe Auguste

« Voyons, maintenant, les revêtements auxquels nous avons, jusqu'ici, fait appel.

« Le pavé de pierre? C'est un des plus vieux revêtements qui soient, puisqu'il remonte à Philippe Auguste (1184) (1). Les premiers pavés ont été fabriqués avec les grès de la forêt de Fontainebleau. Puis on exploita les carrières de Louveciennes et de la vallée de l'Yvette. On en tire actuellement plus d'un million de la carrière des Maréchaux (commune de Senlis, en Seine-et-Oise). Mais, pour les voies à forte circulation, on emploie des roches beaucoup plus résistantes : les arkoses, les granits et les quartzites de l'Ouest. La production française traverse, malheureusement, à l'heure actuelle, une crise grave. Tous les carriers n'ont pas encore compris qu'il était de leur intérêt d'industrialiser leurs méthodes ; la main-d'œuvre considérable qu'ils emploient est très chère, en sorte que la ville de Paris s'est vue, ces temps derniers, dans l'obligation d'aller chercher à l'étranger les pavés dont elle avait besoin. Le change étant en notre défaveur, il en résulte que le prix de revient du mètre carré de ce revêtement est cher. D'autre part, on lui reproche sa sonorité, et le bruit, dans nos cités modernes, est un facteur d'épuisement qu'il faut éviter.

« Mais il a des qualités. Bien posé, il est homogène, uni et résistant. Les travaux qu'il nécessite peuvent s'exécuter avec une rapidité relative, ce qui est un avantage au point de vue de la circulation.

« Pour diminuer — et faire tomber

complètement, si possible — les inconvénients signalés plus haut, on essaie, en ce moment, le revêtement mosaïque. On l'établit sur une fondation résistante, avec interposition d'une couche de sable fin de faible épaisseur, en se servant de pavés durs de petites dimensions.

« Les pavés sont de forme grossièrement cubique. Leur largeur est de 7 à 10 centimètres. Ils sont issus du pavage de rebut et taillés, soit à la main, soit au moyen d'un marteau-pilon, dans un atelier que la ville possède rue des Morillons. L'argument de cherté tombe donc puisqu'il s'agit d'un revêtement obtenu avec des rebuts. Celui de sonorité aussi. En effet, dans le cas du pavé ordinaire, ce sont des chocs continuels qui produisent le bruit. Avec le pavage mosaïque, ces chocs sont réduits, car les roues d'un véhicule reposent sur un très grand nombre d'arêtes. Ceci revient à dire que le roulement est doux et qu'il n'y a pas de sonorité. Ce pavage est disposé en rangs semi-circulaires, de 1 m. 50 environ de diamètre. Il est visible, notamment, devant Saint-Germain-des-Prés et le long de l'avenue d'Iéna. Avec lui, ni poussière ni boue. Pose rapide, puisqu'un compagnon peut en couvrir 15 mètres carrés en un jour. De tous les revêtements, c'est celui qui semble, à l'heure actuelle, le plus en faveur.

Le pavé de bois date de Louis-Philippe

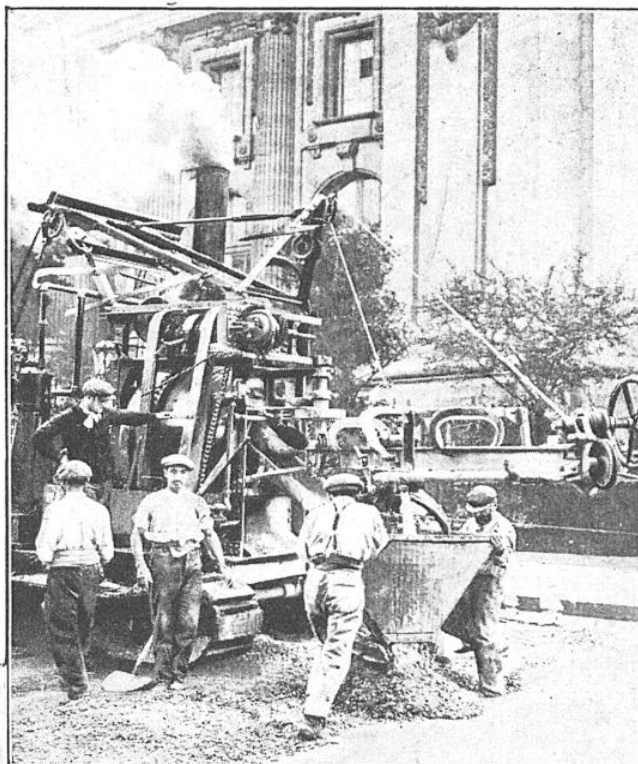
« Le pavé de bois? Revêtement ancien, lui aussi, puisqu'il remonte à 1842. Revêtement de luxe qui ne souffre pas la médiocrité. Revêtement qui, d'ailleurs, n'est à envisager que pour des voies où la circulation est intense — Champs-Élysées, par exemple — mais où il ne passe pas de poids lourds, car ceux-ci l'usent avec une rapidité inquiétante. Or, le pavé de bois ne peut attendre longtemps les soins des ouvriers ; dès qu'une « flache », c'est-à-dire un trou, se produit dans ce revêtement, elle s'agrandit immédiatement. Il faut donc réparer de suite ; il peut en résulter de multiples inconvénients, au point de vue de la circulation, notamment.

« Dans les voies où la lumière ne pénètre que parcimonieusement, où l'aération se fait mal, où la circulation est faible, le pavé de bois se pourrit.

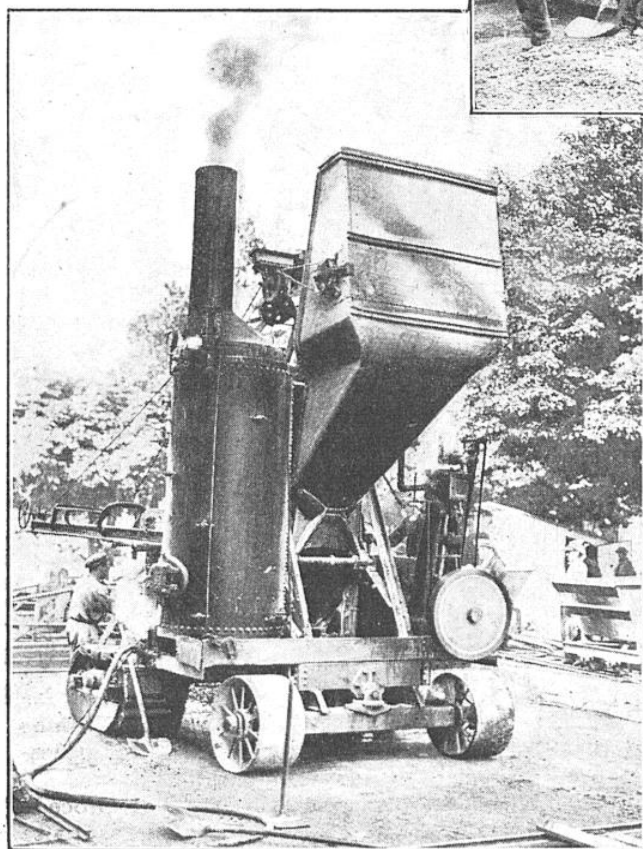
« On a lutté, depuis quelques années — depuis 1919 surtout — contre cet inconvénient. Les Anglais, qui emploient, à Londres, avec un plein succès, le pavage en bois, nous ont fourni, au point de vue technique, des enseignements précieux. C'est à eux que nous devons, en particulier, le procédé d'immu-

(1) Des vestiges de pavage remontant à Philippe Auguste ont été retrouvés au cours de la construction d'égouts, à 1 m. 30 de profondeur, d'abord rue Saint-Denis, puis rue du Petit-Pont, en 1842.

nisation par vide et pression, qui donne au bois une résistance au pourrissage très accrue. On commence par soumettre, dans un autoclave, les pavés à un vide partiel, obtenu par une pompe aspirante. On pousse ce vide jusqu'à ce que la pression tombe entre 10 et 20 % de la pression barométrique, et l'on maintient ce vide pendant un quart d'heure environ. Après quoi, on extrait de l'autoclave les matières (sève, résine) que la diminution de pression a pu faire sortir des pavés, et on y envoie de la créosote portée à une température de 80 à 100°, sous une pression de 3 à 4 kilogrammes par centimètre carré. Cet antiseptique pénètre ainsi, assez profondément, dans les fibres du bois — presque jusqu'au cœur — et le cuirasse contre la putréfaction.



APRÈS MALAXAGE, LE BÉTON EST RÉPANDU SUR LA CHAUSSEE



EN SE RELEVANT, LA BENNE DE LA BÉTONNEUSE A FAIT PASSER LES MATÉRIAUX DANS LE MALAXEUR

« La pose du pavé de bois est assez lente : avec du ciment portland ordinaire, il faut laisser s'écouler sept jours pleins entre l'achèvement de la fondation et la pose des pavés ; trois jours pleins entre cette dernière opération et le rétablissement de la circulation. Il est vrai que l'emploi de ciments (alumineux ou super-portland) à durcissement rapide réduit de cinq à sept jours le délai total nécessaire pour l'opération. Le pavage du carrefour Poissonnière, sur les Grands Boulevards parisiens, a été refait, de cette manière, en vingt jours ; il en aurait fallu cinquante avec du portland, mais le prix de revient est, évidemment, plus élevé.

L'asphalte fut employé pour la première fois à Paris en 1837

« L'asphalte est une roche calcaire imprégnée de bitume, et le bitume est un mélange d'hydrocarbures naturels. On a essayé l'asphalte, pour

la première fois à Paris, en 1837. On l'agglomérât, à cette époque, avec l'huile de résine, mais on a vite abandonné ce procédé. C'est en obtenant la soudure des fragments de roche asphaltique par la chaleur qu'on est arrivé à un résultat vraiment pratique. On tasse l'asphalte, répandu en poudre sur la chaussée, au moyen d'un fer chaud. Par refroidissement, la roche est en quelque sorte reconstituée.

« Depuis 1921, la courbe de l'asphaltage des chaussées parisiennes remonte considérablement. Ce revêtement présente une surface lisse et régulière ; il est insonore et ne s'altère pas sous l'influence des agents atmosphériques ; il est à peu près insensible aux variations de la température et de l'état hygrométrique ; enfin, il est impénétrable à l'eau... Par contre, il s'use assez vite ; il résiste difficilement aux chocs. Son usage est donc moins indiqué pour les chaussées à circulation lourde ; enfin, il est glissant, mais ce défaut apparaît surtout lorsque la propreté de la chaussée laisse à désirer. Si, par des lavages fréquents, suivis de passages de raclettes en caoutchouc, on ne laisse pas séjourner à la surface les boues grasses que la circulation y dépose, le danger de glissement s'atténue dans des proportions considérables. Or, pour le nettoyage, la ville de Paris dispose maintenant d'un abondant matériel, qui permet de tenir les chaussées asphaltées propres en toutes saisons. Le reproche qu'on a fait, pendant longtemps, à l'asphalte est donc beaucoup moins justifié aujourd'hui.

« L'asphalte comprimé a été surtout employé pour les chaussées des rues étroites, où l'air et le soleil pénètrent difficilement.

Le béton de ciment fut introduit sous la République

« Comme revêtement, le béton de ciment offre le gros intérêt de n'utiliser que des matériaux de provenance française, alors que les produits qui entrent dans la composition des matériaux asphaltiques ou bitumeux doivent être importés de pays à change élevé, ce qui en augmente considérablement le prix de revient. Malheureusement, le séchage avec des bétons ordinaires est lent, et si, avec des ciments à prise rapide, il est accéléré, c'est au prix de dépenses très sensiblement supérieures. Le béton est d'un nettoyage facile ; en outre, il est peu glissant. Des essais ont été faits en divers points de Paris. Moyennant quelques précautions, il s'est bien comporté dans les voies où prédomine la circulation automobile.

Depuis la guerre, de méthodiques recherches sont poursuivies pour créer de nouveaux revêtements

« Ce sont là des revêtements de base. Mais il y en a d'autres, que nous expérimentons soigneusement et qui dérivent des précédents. On les appelle « revêtements modernes ». Tels sont les tarmacadams Tabary et Aztec, dont le second semble réussir fort bien dans les voies à circulation réduite, alors que le premier n'a donné que des résultats médiocres ; les bétons et mortiers asphaltiques (procédés Monolastic, Trinidad, Aztec, Bitulithe), établis sur empierrement ou sur béton et dont la tenue peut être considérée comme satisfaisante. Ils sont moins dérapants que l'asphalte comprimé. Des déclivités de 4 centimètres ont pu être abordées avec ces revêtements, alors qu'on ne peut dépasser 20 à 25 millimètres avec les autres.

« Les bétons et mortiers asphaltiques sont à la fois moins coûteux et moins glissants que l'asphalte comprimé, mais aussi moins résistants, surtout dans le cas de voies étroites et très passagères.

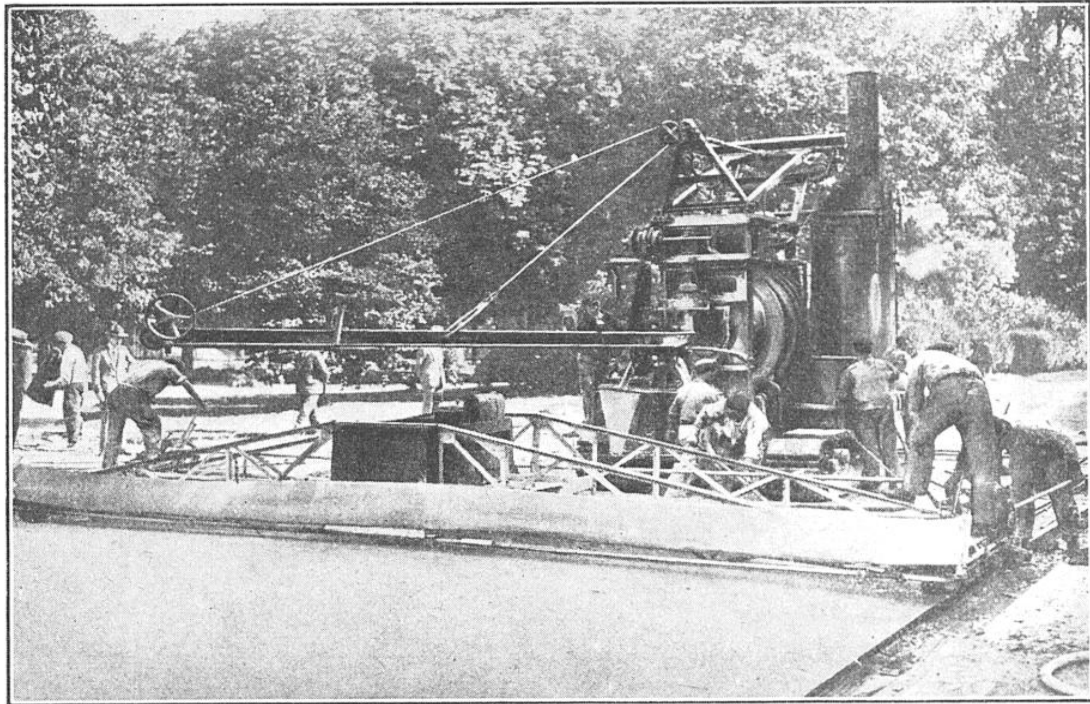
« Les *bétons bitumineux*, coulés à chaud, sont presque aussi coûteux que l'asphalte, mais leur emploi permet de rétablir la circulation presque aussitôt, en évitant le pilonnage et le cylindrage. La pluie ou l'humidité, au jour de leur établissement, n'ont aucune influence sur leur formation et leur solidité. Ils s'avèrent moins glissants que l'asphalte comprimé et que les mortiers asphaltiques. Ce sont des revêtements dont l'emploi pourra être généralisé, s'ils supportent, comme c'est probable, avec succès la période d'épreuve qui leur a été imposée.

« *Le pavé asphaltique*, ou asphalt-block, a donné des résultats intéressants dans les voies à circulation moyenne ou faible. C'est un aggloméré de 72 % de porphyre granité en pierrailles, de 20 % de dolomite pulvérisée et de 8 % de produits bitumineux. Le mélange est moulé, soumis à la température de 150° et une compression de 300 kilogrammes par centimètre cube. Il a abouti, par contre, à un échec sur les voies à circulation intense. En outre, il résiste mal à l'action de l'humidité. On ne peut donc l'employer dans les rues sans pente ni dans celles où des nettoyages répétés sont nécessaires (halles, marchés, etc.).

« *L'asphalte synthétique* est un procédé intéressant, tout à fait analogue à l'asphalte comprimé, d'ailleurs. La seule différence entre les deux revêtements est dans la composition de la poudre asphaltique.

Tandis que, pour l'asphalte ordinaire, cette poudre est constituée par de la roche naturelle desséchée et finement broyée, elle est obtenue, dans le cas de l'asphalte synthétique, par le mélange avec du bitume d'une roche calcaire pulvérisée. L'intérêt de ce revêtement consiste à se procurer à bon compte, à peu de distance de Paris, la partie inerte (le calcaire de la poudre), que, dans le cas de l'asphalte naturel, il faut trans-

d'incinération d'ordures ménagères et les usines à gaz (gazogène à fusion de cendres). Les revêtements de cette nature, établis sur fondation en béton ou en macadam, avec matelas de sable mince, se présentent soit sous l'aspect des pavages américains en briques vitrifiées (Silifer et Castries), soit sous forme de pavage mosaïque (Bigot), dont l'emploi s'est répandu largement, à Paris, au cours de ces dernières années.



VUE GÉNÉRALE DE LA BÉTONNEUSE, AU MOMENT OU ELLE RÉPARTIT, SUR LE BÉTON, UNE COUCHE RÉGULIÈRE DE CIMENT

porter à grands frais à plusieurs centaines de kilomètres du lieu d'extraction. Il en résulte une diminution notable du prix de revient. Une chaussée construite, à titre d'essai, rue Notre-Dame-de-Nazareth, entre la rue du Temple et le n° 49, ne se différencie pas de l'aspect des chaussées en asphalte comprimé. Jusqu'à présent, elle s'est très bien comportée.

« Enfin, on a essayé également, en vue de parer au déficit de la production des carrières françaises, des pavés en *briques grésées* (procédé Silifer, Castries, U. S. A.). On va expérimenter des pavés en laitier vitrifié (procédé Bigot), qui pourraient constituer un sous-produit intéressant pour les centrales électriques municipales, les usines

« Les applications de revêtements modernes comportent, d'une manière générale, une garantie d'entretien de longue durée : dix ans pour le béton, douze ans pour les revêtements asphaltiques cylindrés ou coulés, quinze ans pour l'asphalte synthétique. Les entrepreneurs sont rémunérés par des primes forfaitaires, dont le taux varie avec les fluctuations de la situation économique. Cette prime varie actuellement entre 2 francs et 3 francs par mètre carré et par an.

Avant d'être appliqués sur la chaussée, les revêtements nouveaux sont essayés dans un laboratoire spécial

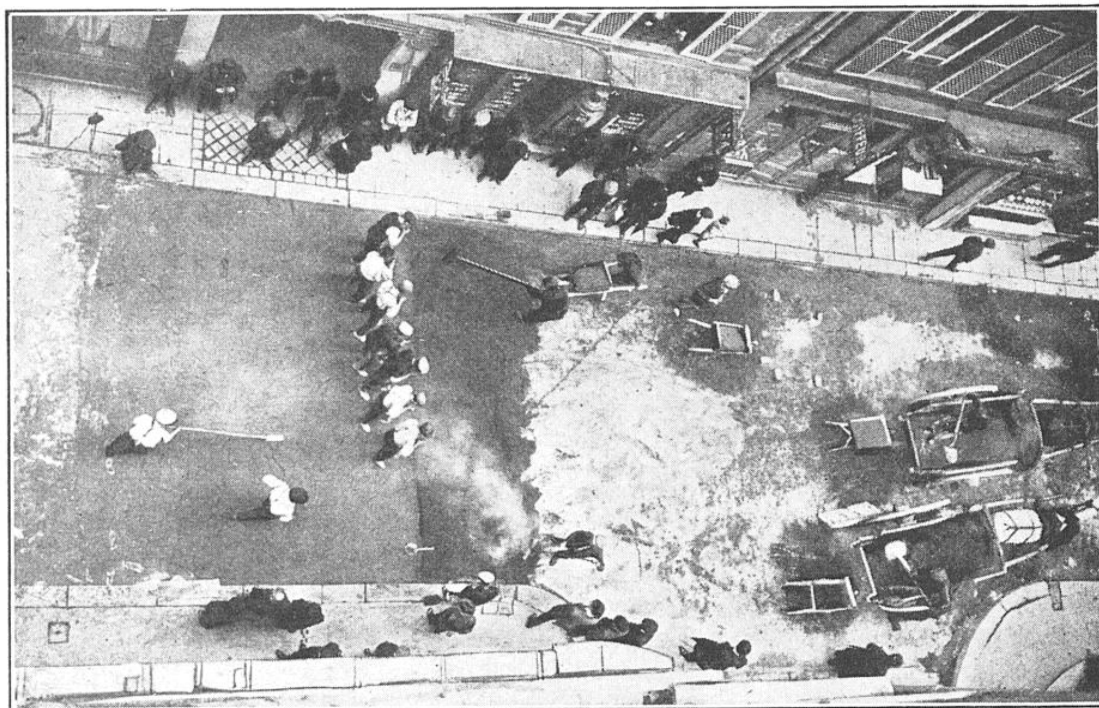
« Tous les revêtements dits « modernes » sont essayés par la préfecture de la Seine, au

laboratoire, avant d'être mis à l'épreuve sur la voie publique. Le laboratoire d'essais est installé, 2, place Denfert-Rochereau, à Paris. On y examine les matériaux proposés pour le revêtement, au point de vue de la compression, du choc et de l'usure.

« Pour la compression, on installe un bloc de matériaux sous une presse pneumatique

vement de va-et-vient, sur un tapis fait avec une sorte de papier de verre, appelé carborundum. Comme dans le cas de la meule, ce carborundum s'encrasse avec de la sciure. Mais un aspirateur électrique de poussières, placé en avant du sabot de va-et-vient, enlève cette sciure dès qu'elle se forme.

« La résistance au choc est éprouvée au



UN CHANTIER D'ASPHALTAGE A PARIS

L'asphalte, calcaire imprégné de bitume, est réduit en poudre fine, que l'on répand sur la chaussée. Au moyen d'un fer chaud, on tasse l'asphalte et on réalise une espèce de soudure qui reconstitue, en quelque sorte, la roche primitive.

qui lui fait supporter une pression de 10.000 kilogrammes par centimètre carré.

« En ce qui concerne l'usure, les matériaux sont placés en cubes d'à peu près 5 centimètres de côté et sous une pression de 250 grammes au centimètre carré, contre une meule arrosée de poudre de grès et d'eau. On mesure l'épaisseur usée pour un parcours linéaire de 10.000 mètres. Cette usure ne doit pas dépasser 2 centimètres.

« La résistance du bois à l'usure ne peut être évaluée de cette façon. En effet, la sciure encombre immédiatement la meule ; il n'y a plus, alors, frottement contre le bois, mais glissement de la sciure de bois agglomérée sur la meule contre le bois à éprouver. Alors, on préfère user le pavé, par un mou-

moyen d'un mouton de 6 kilogrammes tombant d'une hauteur d'un mètre sur un cube de 5 centimètres de côté. Ce cube est coiffé d'un chapeau métallique, de manière que le choc reçu soit réparti sur la face frappée et non supporté par un point seulement de cette surface. On compte alors le nombre de coups nécessaires pour arriver à l'émiettement. Pour les matériaux de bonne qualité, il faut environ quatre-vingts coups.

« Les revêtements plastiques sont aussi essayés au point de vue de leur plasticité, en mesurant la profondeur atteinte par une aiguille qui, sous une pression constante, s'y enfonce pendant cinq secondes.

« Le laboratoire d'essais peut, après expériences, rejeter les matériaux mauvais sans

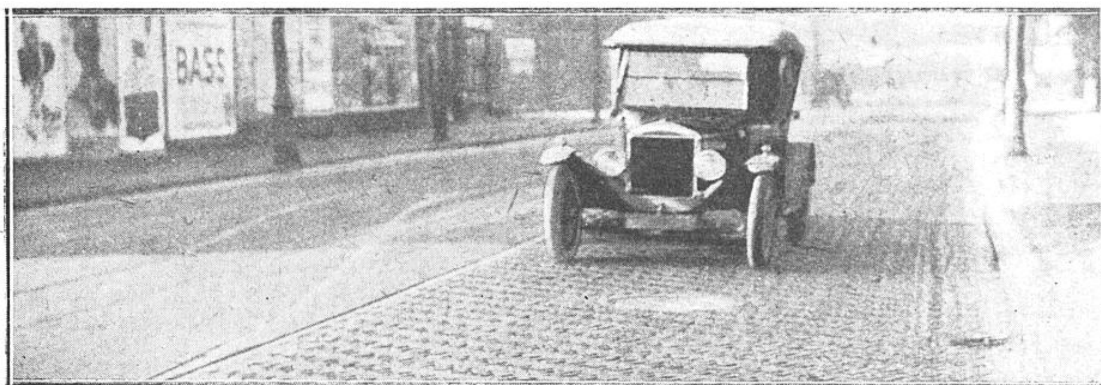
qu'il soit besoin de les expérimenter, mais il ne peut pas affirmer que ceux qu'il accepte seront bons. Rien, à cet égard, ne peut remplacer l'expérience, et nous n'aurons les résultats de celle-ci qu'après une dizaine d'années d'essais. Nous pourrions seulement adopter définitivement les matériaux qui se seront le mieux comportés.

« Il n'est donc pas possible de supprimer d'un trait de plume l'asphalte de la liste des revêtements auxquels on peut avoir recours. On ne lui reproche, en somme, que d'être glissant. Mais c'est souvent à l'imprudence des conducteurs d'automobiles, autant et peut-être plus qu'à l'asphalte lui-

freinage et à des lavages souvent répétés.

« On vient d'expérimenter aussi, en plusieurs voies, l'emploi, par-dessus une première couche d'asphalte comprimé, d'une couche assez épaisse (1 centimètre et plus). Cette solution est relativement coûteuse, mais paraît devoir donner des résultats durables.

« Pour résumer, l'application de l'asphalte comprimé est appelée à se réduire sous la forme où on l'employait autrefois, et qui ne convient plus guère que pour les voies très étroites et peu déclives. C'est ainsi qu'il n'a pas été établi, cette année, de voies nouvelles en asphalte comprimé. Quelques voies, anciennement en asphalte, ont reçu un revê-



UN ESSAI DE REVÊTEMENT DE CAOUTCHOUC EN ANGLETERRE

Près de Londres, à Acton, on a essayé, paraît-il, avec succès, de recouvrir les chaussées de pavés de bois portant une plaque de caoutchouc. Les stries, visibles sur la photographie, évitent les dérapages.

même, qu'il faut attribuer les plus violents dérapages. On sait ce qu'on peut attendre de ce matériau. Pour lui, une expérience longue de quinze années est inutile. Si, vraiment, les revêtements « modernes » lui sont supérieurs, on le supprimera certainement. Jusque-là.....

Peut-on rendre l'asphalte moins glissant?

« Quoi qu'il en soit, la direction des travaux, pour tenir compte des désirs légitimes des constructeurs d'autos, met tout en œuvre pour rendre, dans la mesure du possible, l'asphalte moins glissant.

« Il semble que ce problème ait fait, ces temps derniers, des progrès sensibles. On a utilisé des émulsions de caoutchouc, de produits bitumineux, des brais de gaz ou de pétrole, à des températures plus ou moins élevées. L'adhérence de ces tapis à l'asphalte est généralement satisfaisante ; toutefois, des décollements ont tendance à se produire dans les caniveaux soumis à des efforts de

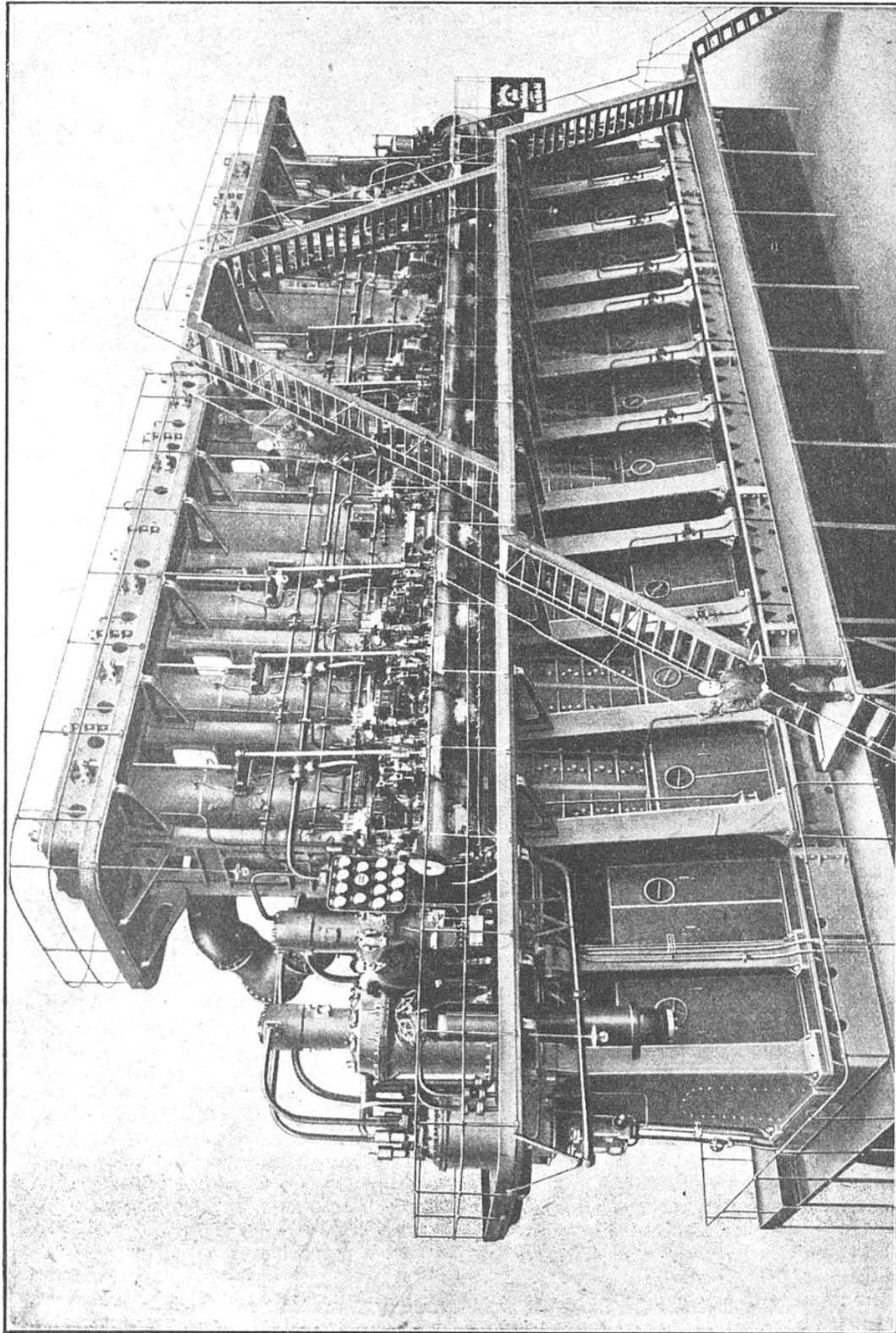
tement moins glissant, par exemple la rue Bonaparte, la rue de Compiègne, etc...

« Pour l'avenir, ce sont les expériences en cours un peu partout dans Paris, et notamment aux abords de la place Mazas, — où l'on peut voir un essai d'une vingtaine de revêtements différents, — qui nous fixeront sur les procédés à employer pour tenir compte de tous les facteurs à considérer dans le choix d'un revêtement.

« Après le pavage en pierre, il est probable que l'asphalte, sous ses nouvelles formes, continuera à jouer un rôle important et qu'une place sera faite aux autres revêtements modernes.

« J'ajoute qu'en dehors des considérations techniques, la question des dépenses ne peut laisser indifférent, par les temps difficiles que nous traversons, et que l'on ne pourra procéder aux transformations désirables qu'au fur et à mesure de l'arrivée à leur limite d'usure des chaussées actuelles. »

P. CHANLAINE.



VUE D'ENSEMBLE DU MOTEUR DIESEL DE 15.000 C. V., A 9 CYLINDRES, DE LA CENTRALE DE NEUHOF (ALLEMAGNE)

UN MOTEUR DIESEL DE 15.000 CHEVAUX, LE PLUS PUISSANT DU MONDE

DEPUIS la destruction, à la suite du traité de Versailles, du moteur marin de 12.000 C. V., l'industrie allemande s'était cantonnée dans la construction de moteurs Diesel de plus faible puissance. Des considérations économiques et une confiance croissante dans la sûreté de fonctionnement et la durée de vie de ces moteurs ont ramené récemment l'attention vers les très grosses unités, destinées aux stations centrales de distribution d'énergie.

Après une étude approfondie, la Société hambourgeoise « Hamburgische Elektrizitätswerke » a décidé de commander, pour la centrale de Neuhof, un moteur de la puissance inusitée de 15.000 C. V.

D'après la conception allemande, seul le moteur à deux temps à double effet peut convenir pour de telles puissances. D'ailleurs, les essais effectués sur le gros moteur marin avant sa destruction étaient remarquables aux points de vue rendement et sécurité de marche. Ce moteur marin fut le précurseur de la machine géante, dont les caractéristiques sont les suivantes :

Puissance effective.....	15.000 C. V.
Nombre de cylindres.....	9
Alésage	860 mm.
Course.....	1.500 mm.
Nombre de tours par minute..	94
Longueur totale.....	23 m. 4
Largeur	4 m. 3
Hauteur	11 m. 8

Les neuf cylindres sont en ligne ; à l'une des extrémités se trouve la pompe d'insufflation à trois étages ; à l'autre, l'alternateur. Les deux ventilateurs de balayage sont indépendants du moteur et leur commande est électrique.

L'air de balayage pénètre par des lumières que découvre le piston, lèche ce dernier, s'infléchit sur la paroi opposée du cylindre (qui, elle, n'a pas d'ouvertures) et atteint le fond de ce cylindre. Finalement, cet air s'échappe par des lumières situées au-dessus ou au-dessous de ses lumières d'admission, selon qu'il s'agit de l'effet supérieur ou de

l'effet inférieur du piston. Ce système de balayage, d'une remarquable simplicité, enlève toute trace de gaz brûlés.

Le vilebrequin en acier Siemens-Martin est en trois parties assemblées ; il porte neuf manetons décalés de 40°. Une quatrième partie comprend les manetons du compresseur d'insufflation.

Les cylindres en fonte sont en deux parties séparées par une fente pour laisser libre cours à la dilatation ; pour ne pas avoir d'explications orageuses avec les segments du piston, cette fente est en zigzag. C'est là un système qui a déjà fait ses preuves, en particulier sur le moteur de 12.000 C. V.

L'ossature du moteur est constituée par deux étages de flasques en fonte, entretoisés, au niveau des parties supérieures et inférieures des cylindres, par des pièces sur lesquelles prennent appui les consoles supportant les passerelles de visite.

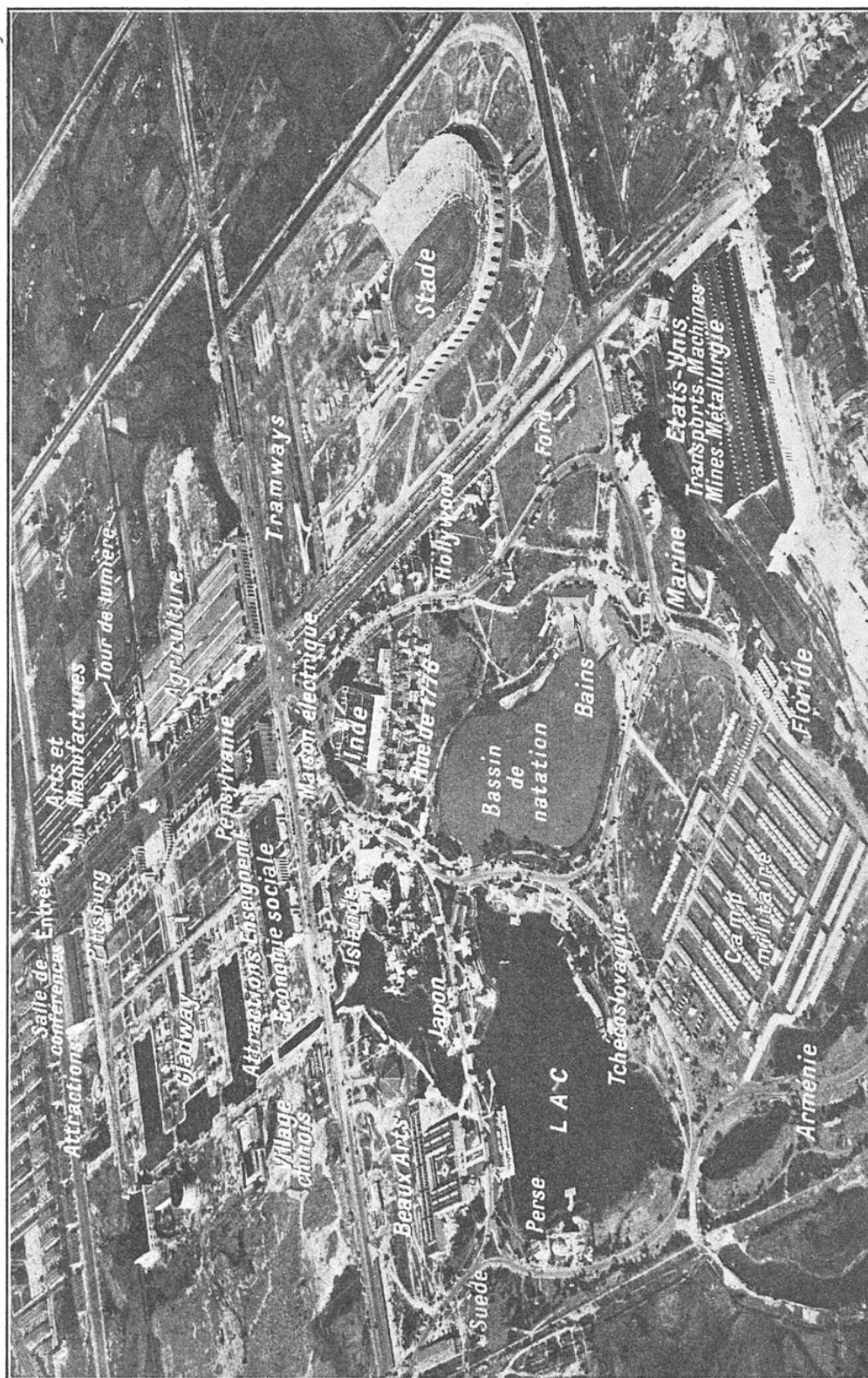
Le poste de commande se trouve à l'extrémité du moteur, voisine du compresseur, situé à gauche sur notre photographie. Ce poste est au niveau de la première passerelle. Là, le mécanicien a devant les yeux les manomètres, les tachymètres, les leviers de manœuvre pour le démarrage, le réglage du combustible, l'arrêt et la marche.

L'échappement des gaz est assuré, pour chaque groupe de trois cylindres, par un large collecteur. Les trois collecteurs aboutissent à deux cheminées en maçonnerie.

Le moteur qui vient d'être installé à la centrale de Neuhof entraîne un alternateur triphasé donnant 13.000 kilovolts-ampères à 94 tours par minute ; la tension est de 6.000 volts et le nombre de périodes de 50. Le diamètre de la carcasse de la partie fixe atteint 8 mètres. Le poids de l'alternateur complet est de 230 tonnes. Il est refroidi par une circulation d'air (11 mètres cubes à la seconde), qui parcourt un circuit fermé et traverse un réfrigérant à circulation d'eau qui le ramène à 28°.

Les essais de cette station ne sont pas terminés, mais les résultats déjà acquis font espérer qu'ils donneront toute satisfaction.

L'EXPOSITION DE PHILADELPHIE 1926



VUE GÉNÉRALE, PRISE D'UN AVION, MONTRANT LES DIFFÉRENTS QUARTIERS ET BATIMENTS DE L'EXPOSITION DE PHILADELPHIE

QU'EST-CE QUE LE RENDEMENT ?

Par L. HOULLEVIGUE

PROFESSEUR A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MARSEILLE

Au début de l'automobile, un moteur d'un litre de cylindrée ne pouvait fournir qu'une puissance de 11 chevaux. Aujourd'hui, un moteur de course est capable de donner 107 chevaux par litre de cylindrée. Le pouvoir calorifique de l'essence n'a cependant pas changé. Mais, tandis que l'énergie contenue dans une cylindrée d'un litre était autrefois gaspillée, elle est maintenant transformée en puissance d'une manière beaucoup plus proche de la perfection théorique. Dans ces conditions on dit couramment que le rendement a augmenté. Qu'est-ce donc que le rendement? Question délicate à exposer et à préciser, car elle fait appel à un grand nombre de considérations scientifiques qu'il y a lieu de faire assimiler par le lecteur. Il appartenait au professeur Houllévigüe, dont le talent d'exposition ne le dispute qu'à la valeur scientifique, d'expliquer ici, d'une façon particulièrement attrayante, ce qu'est le rendement, en mécanique, dans la machine industrielle comme dans la machine humaine.

Les bilans des savants sont établis comme ceux des commerçants

Vous avez sûrement examiné, ne fût-ce que d'un œil distrait, les comptes d'une maison de commerce ou, plus simplement, ceux que votre banquier vous adresse chaque semestre : sur deux colonnes en regard, marquées *actif* et *passif*, ou *doit* et *avoir*, s'alignent des chiffres, et le bilan est exact lorsque le total est le même pour les deux colonnes. Ainsi, on constate qu'aucune valeur ne s'est volatilisée ou n'est sortie du néant.

Mais les valeurs sont diverses : immeubles, produits naturels ou fabriqués, salaires, argent liquide... Si l'on veut que le bilan ait une signification, il faut que toutes les valeurs soient exprimées en francs, ou toutes en dollars, c'est-à-dire au moyen de la même unité. Une ménagère, établissant le prix de revient d'une côtelette aux pommes, peut bien écrire :

$\frac{1}{2}$ kilogramme pommes + 200 grammes mouton + cuisson = 4 fr. 10.

Mais l'équation correcte est celle des prix : 0 fr. 75 + 3 fr. 20 + 0 fr. 15 = 4 fr. 10.

Les bilans des ingénieurs et des savants sont dressés suivant les mêmes règles ; et il

en existe deux types principaux, qui se réduiront peut-être à un seul si la Science adopte les théories d'Einstein sur l'identité de la matière et de l'énergie. Le premier traduit en équation le *principe de la conservation de la matière*, établi par Lavoisier, et d'après lequel la masse reste constante dans une transformation physique ou chimique quelconque. Ainsi,

lorsqu'on brûle 150 grammes de houille dans un fourneau, le principe de la conservation de la matière, ou, si l'on préfère, le bilan de cette opération (combustion du charbon dans l'oxygène de l'air), s'exprimera par :

Houille	150 grammes.
+ Oxygène	320 —
Total	470 grammes.
Gaz carbonique.....	440 grammes.
+ Vapeur d'eau.....	20 —
+ Cendres.....	10 —
Total	470 grammes.

Le *principe de la conservation de l'énergie*, qui complète heureusement le précédent, exprime pareillement que l'énergie se conserve dans toutes les transformations physiques ou chimiques ; et l'expression en serait aussi simple, si l'énergie se mesurait toujours

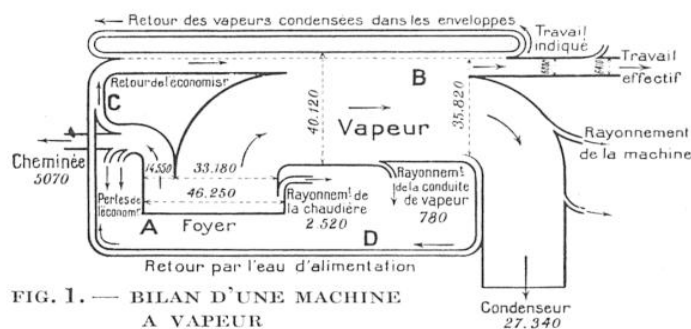


FIG. 1. — BILAN D'UNE MACHINE A VAPEUR

Les chiffres indiquent les milliers de calories par minute.

1 KILOGRAMMÈTRE	1 JOULE	1 KILOWATT-HEURE	1 CALORIE	
valent :				
1	0,102	367.200	0,425	Kilogrammètres
9,81	1	3.600.000	4,18	Joules
1	1	1	1	Kilowatts-heure
367.200	3.600.000	860.000	860.000	Calories
2,335	0,24		1	

TABLEAU INDIQUANT LA CORRESPONDANCE ENTRE DIVERSES UNITÉS

au moyen de la même unité ; mais cette grandeur protéiforme se grime sous les apparences les plus diverses : tantôt elle est énergie mécanique, et alors on l'exprime en kilogrammètres, tantôt travail électrique, qu'on évalue, suivant les cas, en joules ou en kilowatts-heure, ou bien énergie chimique

ou calorifique, qu'on estime en calories. Mais toutes ces unités (et d'autres encore dont je ne veux pas compliquer cet exposé) peuvent se remplacer mutuellement et en rapports fixes, comme des

monnaies qui ne connaîtraient pas les fluctuations du change, d'après le tableau ci-dessus.

Ainsi, le bilan des énergies sera exact s'il est complet, c'est-à-dire s'il n'en omet aucune, et si toutes les énergies sont exprimées à l'aide d'une même unité : kilogrammètre, calorie ou toute autre.

Comme exemple, veuillez considérer (fig. 1) le bilan d'une machine à vapeur, tel qu'il a été dressé, en 1898, par un comité de la célèbre *Institution of Civil Engineers* de Londres. Vous y voyez clairement ce que deviennent les 46.250.000 calories produites, chaque minute, par la combustion de la houille, comment la plus grande partie (27.340.000 calories) fait retour au condenseur, combien il s'en perd dans la cheminée et par rayonnement, pour aboutir à une production de travail mécanique disponible égale à 6.410.000 calories, c'est-à-dire à 2.724.000 kilogrammètres par minute ; cet exemple, minutieusement étudié nous montre combien

est faible (elle ne s'élève qu'à un septième) la fraction de l'énergie dépensée qui se retrouve sous forme de travail utile.

Considérez encore (fig. 2) un moteur élec-

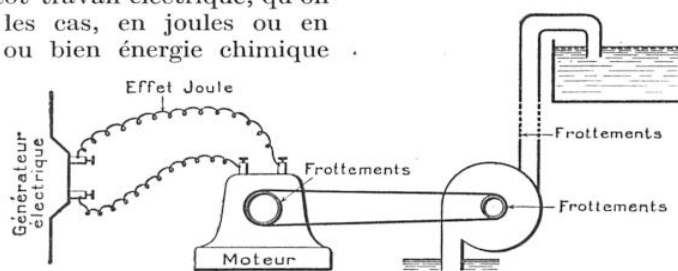


FIG. 2. — SCHÉMA D'UN MOTEUR ÉLECTRIQUE UTILISÉ POUR ENTRAINER UNE POMPE ÉLÉVATOIRE

Les diverses causes de pertes d'énergie dans cette installation sont indiquées sur le schéma.

trique attelé à une pompe élévatoire qui accumule de l'eau dans un réservoir : c'est sous forme d'effet joule dans les conducteurs électriques, de frottement dans toutes les pièces en mouvement, que l'énergie se dissipe avant de se retrouver,

sous forme utile, dans l'eau soulevée. Si nous évaluons toutes les énergies en kilowatts-heure, nous trouverons le bilan suivant :

Effet joule.....	0,23 kw.-h.
Frottement des paliers et courroies.....	1,12 —
Frottement de l'eau.....	0,47 —
Energie de l'eau élevée...	2,18 —
Total de l'énergie dépensée	4,00 kw.-h.
Energie totale fournie par la source électrique...	4,00 kw.-h.

Ainsi, toute l'énergie se retrouve, mais une part seulement, 2,18 kilowatts-heure sur 4, soit 54 %, est amenée à la forme utile que la machine a pour but de produire ; tout le reste est, non pas détruit, mais

perdu, c'est de la poussière d'énergie et, dans ces deux exemples, comme dans la plupart de ceux qu'on pourrait proposer, c'est finalement sous forme de chaleur, dissipée dans l'espace, que ce déchet d'énergie se volatilise

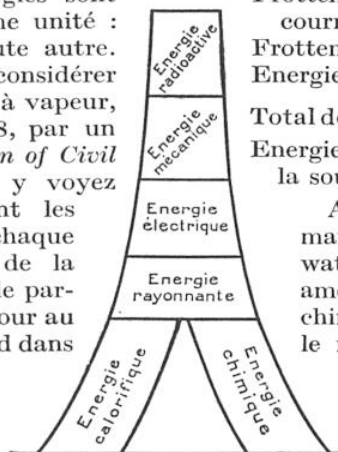


FIG. 3. — LES DIVERSES FORMES DE L'ÉNERGIE CLASSÉES DANS L'ORDRE DE « DIGNITÉ » DÉCROISSANTE

Les bilans permettent de déterminer le rendement

L'établissement d'un bilan complet, si intéressant qu'il soit, est une œuvre très délicate, qui ne peut servir qu'aux ingénieurs désireux de perfectionner leurs machines ; ils ont intérêt, en effet, à savoir où se produisent les fuites d'énergie afin de les obturer. Mais celui qui utilise ces machines a des soucis moins compliqués ; ce qui l'intéresse, c'est de savoir ce que chacune d'elles lui rendra. Autrement dit, il ne s'occupe, dans ce bilan, que des deux termes extrêmes : *énergie consommée*, *énergie utile produite*, et c'est le quotient du second de ces deux termes par le premier qu'il prend pour mesure du rendement.

C'est ainsi que, dans l'exemple cité précédemment, ce quotient :

$$2,18 : 4 = 0,54$$

lui apprend que sa machine élévatoire prélève un courtage de 46 % pour la transformation effectuée, et il se demandera s'il peut obtenir le même résultat plus économiquement, c'est-à-dire avec un rendement supérieur. C'est ainsi encore que la machine à vapeur étudiée par les ingénieurs anglais avait un rendement de

$$\frac{6.410.000}{46.250.000} = 0,14,$$

c'est-à-dire que cet appareil, un des plus parfaits dans son genre, gaspille les quatre-vingt-six centièmes de l'énergie qu'on lui fournit.

Toute la technique moderne est commandée par ce problème de l'économie. Une machine parfaite aurait un rendement égal à un ; mais, comme les œuvres des hommes, pas plus que l'homme lui-même, ne connaissent la perfection, *tous les rendements sont inférieurs à l'unité*.

D'une manière générale, le rendement est

d'autant meilleur que les formes d'énergie consommée et produite sont plus voisines l'une de l'autre. Ainsi les machines purement mécaniques, comme les leviers, les élévateurs,

les presses hydrauliques, qui transforment le mouvement en un autre mouvement, peuvent atteindre, lorsqu'elles sont soigneusement établies, des rendements de 70 à 80 % ; les transformateurs de courant continu ou alternatif restituent, sous forme utile, 80 à 95 % et même plus de l'énergie consommée. Plus différentes, au contraire, sont les énergies initiale et finale, plus grande est la déperdition et plus petit est le rendement.

On peut encore préciser ce qui précède, en remarquant qu'il existe entre les diverses formes d'énergie une différence de *dignité*, qu'on peut représenter, d'une façon un peu arbitraire, par le schéma de la figure 3 : les formes inférieures, ou dégradées, seraient produites aisément, c'est-à-dire sans déperdition, par la chute des formes supérieures, tandis que l'ascension de l'énergie vers les formes

supérieures exige une notable dépense : la transformation d'électricité en chaleur ou en lumière s'effectue intégralement dans une lampe électrique ou dans un rhéostat, tandis que les piles thermo-électriques n'effectuent

la transformation inverse qu'avec un rendement de 1/2 à 1 %. L'énergie radioactive, qui plane au sommet de cette pyramide, se dégrade sous nos yeux en des formes diverses dont la chaleur est le stade ultime, tandis qu'il nous est radicalement impossible, jusqu'à nouvel ordre, de remonter l'énergie jusqu'à cette forme supérieure et privilégiée.

Le principe de Carnot

Ces notions, générales et qualitatives, n'ont pu être précisées que dans un seul cas,



FIG. 4. — SADI CARNOT QUI A ÉNONCÉ, A VINGT-HUIT ANS, LE GRAND PRINCIPE DE THERMODYNAMIQUE QUI PORTE SON NOM

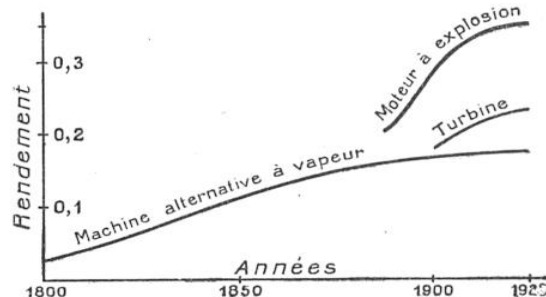


FIG. 5. — COURBES MONTRANT L'AMÉLIORATION DU RENDEMENT DE DIFFÉRENTES MACHINES MOTRICES, DEPUIS LEUR INVENTION JUSQU'À NOS JOURS

celui des *moteurs thermiques*, qui réalisent la transformation de la chaleur en travail ; elles l'ont été par un homme de génie, Nicolas-Léonard Sadi Carnot (fig. 4), fils du grand conventionnel, dont l'opuscule : *Réflexion sur la puissance motrice du feu*, paru en 1824 (1), a révélé au monde le *principe de Carnot*, une des pierres d'assise de la science moderne. Il résulte de ce principe que le rendement maximum des machines thermiques dépend des températures extrêmes entre lesquelles évolue l'agent de transformation, qui est la vapeur d'eau dans le cas des machines à vapeur, ou le mélange gazeux dans le cas des moteurs à explosion et à combustion interne ; si on désigne par t et t' la plus haute et la plus basse de ces températures, la *limite supérieure* du rendement a pour valeur :

$$1 - \frac{t' + 273}{t + 273}$$

Précisons ceci par un exemple en revenant à la machine dont la figure 1 nous a fourni le bilan thermique ; la vapeur a pour température supérieure celle de la chaudière, 180°, et pour plus basse température, 40°, celle du condenseur. Le rendement limite défini par Carnot vaut

$$\text{donc : } 1 - \frac{40 + 273}{180 + 273} = 1 - 0,79 = 0,31.$$

Ainsi, quoi qu'on puisse faire, le rendement d'une machine thermique fonctionnant entre 180° et 40° ne pourra pas dépasser 31 %, et il n'atteindra cette valeur que pour une machine idéale, fonctionnant dans les conditions définies par Sadi Carnot ; ceci excuse la machine réelle, où des générations d'ingénieurs ont épuisé leur science, de n'avoir qu'un rendement effectif de 14 %.

Le grand savant français nous a donc révélé la malédiction qui pèse sur le moteur thermique, cette œuvre capitale du génie

(1) Sadi Carnot avait alors 28 ans !

humain, mais-il nous a indiqué, en même temps, le moyen d'en diminuer les effets : puisque c'est le terme soustractif : $\frac{t' + 273}{t + 273}$ qui empêche le rendement limite d'atteindre la valeur un, tout l'effort devra tendre à diminuer ce terme en abaissant le numérateur et en accroissant le dénominateur ; la source froide devra donc être aussi froide que possible, et la source chaude, à température très élevée.

A cette loi fondamentale, on peut ajouter une remarque, que concrétisent les graphiques de la figure 5 : le progrès technique amène, plus ou moins tôt, un type de machine à un état de perfection caractérisé par une valeur limite du rendement ; et, à partir de ce moment, une amélioration ne peut plus être attendue que de la création d'un type essentiellement différent ; c'est ainsi que la machine alternative n'a presque plus rien gagné, au point de vue du rendement, depuis trente ans ; l'emploi des turbines à vapeur a permis de franchir un nouveau palier, et c'est, aujourd'hui, le moteur à explosion qui détient la palme du meilleur rendement avec le nouveau moteur Andreau

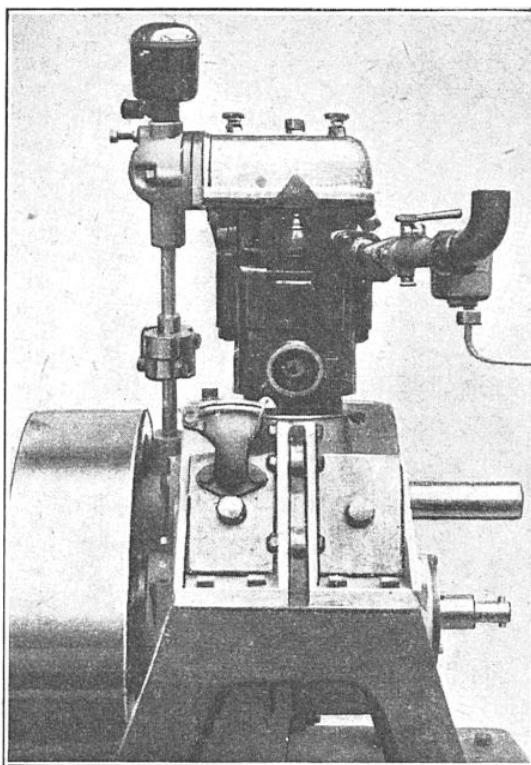


FIG. 6. — LE MOTEUR « ANDREAU » QUI DÉTIENT LE RECORD DU RENDEMENT (35 %).

(fig. 6) qui consomme 165 grammes d'essence à 11.000 calories par cheval-heure, soit un rendement extraordinaire de 35 %.

Il ne faudrait pas, cependant, se laisser hypnotiser par cette considération du rendement ; elle n'est véritablement intéressante que lorsqu'on compare des machines du même type et fonctionnant dans des conditions analogues ; un moteur à gaz pauvre, dont le rendement n'est que 18 %, peut être plus économique qu'un autre à essence rendant en énergie 24 %, parce que la calorie fournie par le gaz pauvre coûte moins cher que celle produite par l'essence. D'ailleurs, une infinité d'autres facteurs entrent en

considération : le poids et l'encombrement, le prix d'achat, la sécurité, la facilité d'entretien, la rapidité de mise en marche, la nature du combustible, le fonctionnement aux diverses allures, etc. ; si les locomotives ont des rendements très inférieurs à ceux des machines fixes, si on emploie à bord des torpilleurs des moteurs qui seraient inutilisables dans une usine, c'est parce que chaque cas d'espèce impose des conditions essentielles auxquelles le rendement et l'économie sont eux-mêmes subordonnés.

Le moteur humain a un excellent rendement

Parmi les innombrables machines qui collaborent au labeur de l'homme, la plus ancienne, comme la plus mystérieuse, est l'homme lui-même. Des centaines de millions d'êtres humains vivent exclusivement de l'effort de leurs bras ; ils bêchent la terre, élèvent l'eau, les pierres, le bois. Ce travail mécanique n'est pas gratuit ; Lavoisier a montré, le premier, qu'il est pris sur l'énergie chimique des aliments. On a l'habitude d'évaluer cette énergie en calories, comme celle que fournit la combustion du charbon dans un foyer ; on s'est trouvé ainsi amené à comparer la machine humaine à la machine à vapeur : comparaison déplorable, puisque la première utilise des transformations à température constante, tandis qu'une chute de température est nécessaire à la seconde ; il serait, à coup sûr, plus raisonnable de comparer l'homme-machine à la pile électrique qui, comme lui, utilise l'énergie chimique et fonctionne à température fixe. La science n'est pas assez avancée pour tirer profit de semblables comparaisons ; le plus sûr est d'interroger l'expérience pour connaître le rendement du moteur humain.

Mais cette opération elle-même soulève

de graves difficultés : l'homme qui ne travaille pas est cependant obligé de s'alimenter pour entretenir le fonctionnement normal de sa propre vie ; l'homme qui travaille mange à la fois pour vivre et pour travailler. Il faut donc faire deux parts dans l'énergie alimentaire absorbée : une première, mesurée sur l'homme au repos, est celle qui suffit exactement pour compenser le déchet vital et maintenir l'individu dans un état stationnaire qui se recon-

naît à la constance de son poids ; la seconde, qui est transformée en travail mécanique, s'obtient par différence avec la première, en déterminant le régime qui correspond à l'entretien du sujet, lorsque celui-ci effectue un travail mesuré.

Voici, par exemple, un des travailleurs arabes mis en expérience par le Dr Jules Amar dans une remarquable étude : produisant, dans sa journée, un travail de 66.000 kilogrammètres, sa ration alimentaire s'élevait à 3.397.999 calories ; à l'état de repos, elle n'en représentait plus que 2.880.000 ; la différence, soit 517.000 calories, a donc servi à effectuer les 66.000 kilogrammètres,

équivalant à 155.000 calories, mesurées à l'aide d'un appareil spécial nommé *ergomètre* (fig. 7) ; le rendement organique de la machine humaine, rapport de l'énergie produite à l'énergie dépensée, est donc égal à $\frac{155.000}{517.000} = 0,30$; l'ensemble des mesures, effectuées sur trente-sept sujets, donne un rendement moyen de 32 % ; n'est-il pas étonnant de constater une aussi admirable perfection de la machine humaine ? Ce qui n'empêche pas le travail humain d'être moins économique que celui de telle machine à vapeur de rendement inférieur, d'abord parce que l'aliment est plus cher que le charbon, ensuite parce qu'une part notable

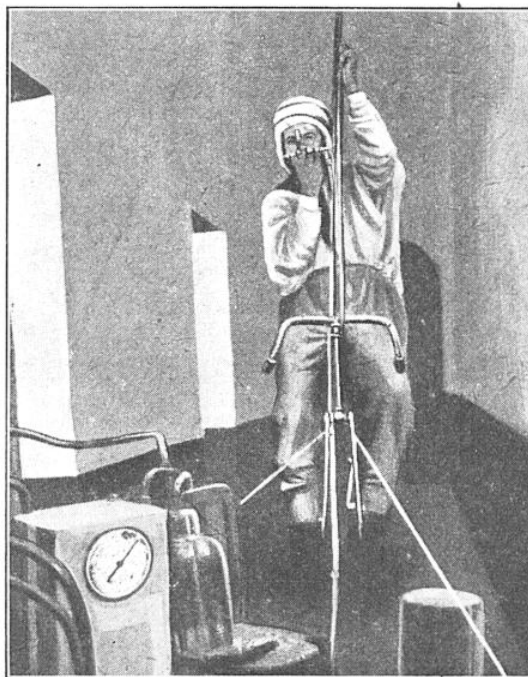


FIG. 7. — LA MACHINE A MESURER LE RENDEMENT DU MOTEUR HUMAIN

Le rendement moyen de la machine humaine est de 32 %, d'après les expériences du Dr Amar.

de cet aliment est appliquée à l'entretien de la vie ; il convient, en outre, de noter que les célèbres expériences d'Atwater, effectuées en Amérique avec une technique remarquable (fig. 8), n'ont donné qu'un rendement de 13,3 %, mais Atwater expérimentait, non sur des ouvriers entraînés au travail, mais sur des intellectuels, juristes, médecins, physiciens, gens plus aptes aux œuvres de l'esprit qu'à celles du corps.

Un rendement paradoxal

Pour en finir avec cet inépuisable sujet,

et le rendement, quotient de la recette par la dépense, s'élève à $\frac{5.480}{3.250} = 1,69$.

1,69 pour cent ! Le rendement de l'agriculture serait-il donc, par une faveur spéciale, supérieur à 1 ? Tout ceci s'explique aisément : l'agriculteur n'est pas seul à œuvrer sur son champ ; il a un collaborateur, le soleil, dont l'énergie se retrouve, pour une part, dans la graine qui germe, dans l'herbe qui lève, dans l'épi qui mûrit. Faire le compte de l'apport solaire, et surtout l'évaluer en francs, est un problème inso-

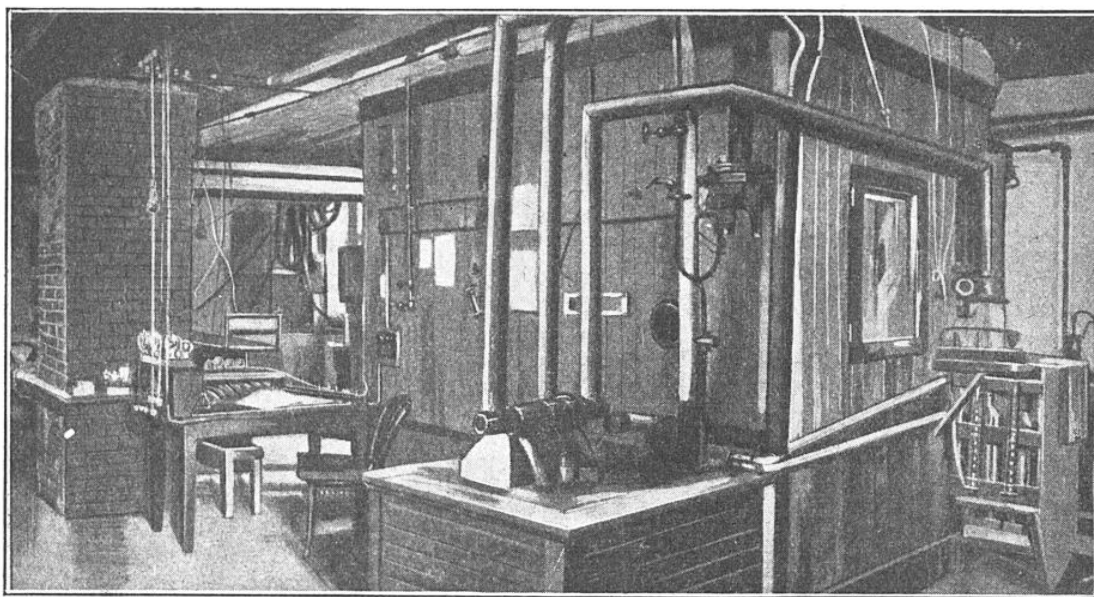


FIG. 8. — LE CALORIMÈTRE PHYSIOLOGIQUE D'ATWATER

Atwater a trouvé, dans ses expériences, où il a mesuré l'énergie de l'homme, un rendement de 13,3 %. Mais Atwater expérimentait non sur des ouvriers entraînés au travail, mais sur des intellectuels.

laissez-moi vous présenter le bilan ci-après, qui est, en valeurs approchées et en chiffres arrondis, celui d'une exploitation agricole :

Pour un hectare planté en blé :

Dépenses annuelles :

Location	500 francs.
Engrais	450 —
Semences	500 —
Main-d'œuvre	1.800 —
Total	3.250 francs.

Recettes annuelles :

25 quintaux de blé à 200 fr...	5.000 francs.
3.000 kilos de paille à 16 fr..	480 —
Total	5.480 francs.

Ce bilan est boiteux, puisque les deux colonnes ne donnent pas le même total ;

luble, mais nul doute que cet apport ne rétablisse l'équilibre de notre bilan.

Ainsi, rendement, économie, profit sont des notions très distinctes ; le rendement donne la mesure de notre puissance de transformation ; une société sagement conduite donne la préférence aux transformations dont le rendement est le plus voisin de un ; mais, à côté de celles que nous connaissons, combien d'autres, aussi nécessaires, ne s'effectuent qu'avec des rendements dérisoires : production de la lumière, charge et décharge des accumulateurs, et tant d'autres ! Les forces naturelles sont devenues les esclaves de l'homme, mais elles sont encore des esclaves rebelles ou sournois, qui lui dérobent tout ce qu'ils peuvent de leur labeur.

L. HOULLEVIGUE.

DE L'INFINIMENT PETIT A L'INFINIMENT GRAND

Par M^{me} Gabrielle Camille FLAMMARION

DIRECTRICE DE L'OBSERVATOIRE DE JUVISY

Dans une célèbre page, Pascal nous a montré l'homme entre deux infinis. Ce que les observateurs de son temps étaient impuissants à découvrir, son génie le lui a fait entrevoir. Le célèbre auteur des Pensées imagine l'infiniment petit, lorsque, dans une goutte de sang de ciron, le plus petit animal de l'univers connu alors, il conçoit tout un système solaire analogue au nôtre, dans lequel vivent aussi des cirons. Quant à l'infiniment grand, il nous invite à nous en faire une idée en considérant notre univers comme une partie infime du monde sidéral. Ce que Pascal a conçu, les savants d'aujourd'hui, grâce aux données positives de la science moderne, nous en démontrent surabondamment l'existence. L'étude suivante de notre éminente collaboratrice, M^{me} G. C. Flammarion, est, en quelque sorte, une captivante vision de l'infiniment petit et de l'infiniment grand, que les sciences astronomiques et physiques ont permis de scruter, d'analyser, de peser, tant par leurs méthodes que par la puissance et le pouvoir des appareils mis en jeu.

Entre deux infinis !

L'HOMME vit entre deux infinis : au-dessus de lui, l'immensité grandissime du ciel, parsemée de myriades de soleils, d'innombrables et insondables univers se succédant à toutes les distances à travers l'espace ; au-dessous de lui, l'immensité lilliputienne des intangibles et impondérables, minéraux, animaux et végétaux, non moins riche, non moins captivante que la première.

L'une et l'autre nous transportent, par différentes étapes, dans l'invisible, car, si parfait que soit notre œil, son champ de perceptions est extrêmement restreint ; sur le clavier des radiations, il n'est sensible qu'à une octave sur les soixante octaves que nous connaissons. D'autre part, si perfectionnés que soient les appareils d'optique dont nous disposons, au delà d'une certaine limite, l'infiniment grand nous échappe et demeure tout aussi caché à nos impressions naturelles, en raison des formidables distances sidérales, que l'infiniment petit, en raison de sa formidable petitesse qui le rend invisible.

L'un comme l'autre nous montre combien la Nature, malgré sa merveilleuse diversité, aime à se répéter, avec quelques variantes, sur des tons et des modes différents.

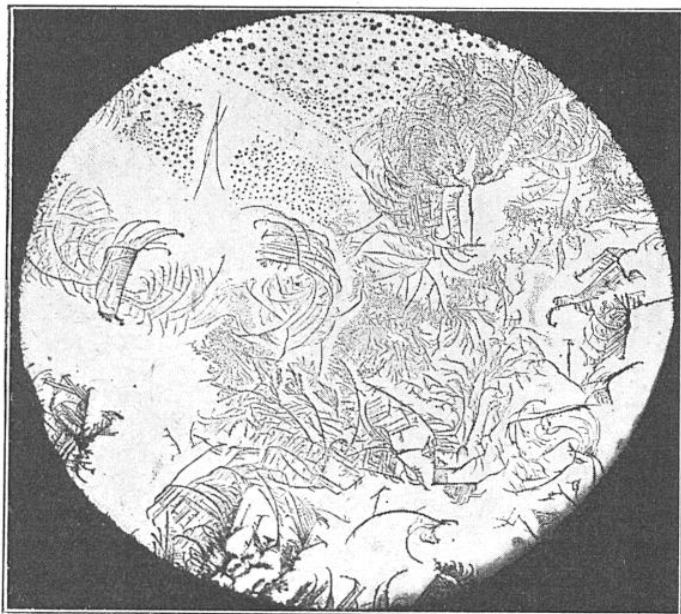
Étoiles et atomes ! extrêmes qui se ressemblent, comme l'a si bien exposé Camille Flammarion dans ses ouvrages *Rêves étoilés* et *Clairs de Lune*.

Pour pénétrer dans le domaine de l'infiniment petit comme de l'infiniment grand, l'homme a su créer le microscope et le télescope

Avant l'invention du télescope, l'Homme ignorait à peu près tout de l'infiniment grand. Avant celle du microscope, il ignorait presque tout de l'infiniment petit.

Microscope et télescope sont contemporains dans l'histoire des sciences. L'invention du premier est généralement attribuée à l'opticien hollandais Zacharie Jansen, en 1590. Pour celle du télescope, au crépuscule du xvi^e siècle ou à l'aurore du xvii^e ; on cite, sans être exactement fixé, le même Zacharie Jansen, puis son compatriote Hans Lippershey, servi, dit-on, par un heureux hasard, à la suite de la découverte faite par ses enfants jouant avec des verres de binocles dont il tenait commerce ; puis aussi Jacques Métius, quatrième fils d'Adrien Métius, bourgmestre d'Alkmaar, celui-là même qui découvrit le fameux rapport du diamètre à la circonférence : 113/355.

Quoi qu'il en soit, c'est le 7 janvier 1610 que, pour la première fois, un habitant de la Terre dirigea vers le ciel une lunette d'approche. Ce Terrien s'appelait Galilée. Son coup d'essai fut un coup de maître. Ce soir-là, visant Jupiter à l'aide d'une modeste lunette construite de ses mains, l'illustre astronome fut tout surpris de voir deux petits points lumineux à gauche de la gigantesque planète, et un à droite. Il n'en



(Photomicrographie Kayser.)

FIG. 1. — LA CRISTALLISATION DE L'ACIDE PICRIQUE SE PRÉSENTE SOUS FORME D'ÉLÉGANTES ESTAMPES JAPONAISES

L'acide picrique est employé dans l'industrie des explosifs et, en pharmacie, contre les brûlures.

erut pas ses yeux, s'imagina avoir mal vu et recommença l'observation. Le lendemain, 8 janvier, les trois étoiles étaient toujours là, bien visibles, mais elles avaient changé de place et se montraient à droite. Intrigué, il veut, le 9, vérifier ce qu'il a vu le 8. Naturellement, le ciel se couvre, et les nuages, ces ennemis irréconciliables des astronomes, forment un écran impénétrable. Enfin, le 10, tout s'arrange. Ciel pur. Galilée pointe de nouveau Jupiter : en son voisinage, il ne voit plus que deux étoiles, et à gauche. De même le 11. Le 13, les quatre gros satellites du plus puissant des mondes de notre système se révélaient à lui ! Le ciel offrait, sous forme de miniature, en cette image, une confirmation concrète du grandiose édifice révélé par Copernic.

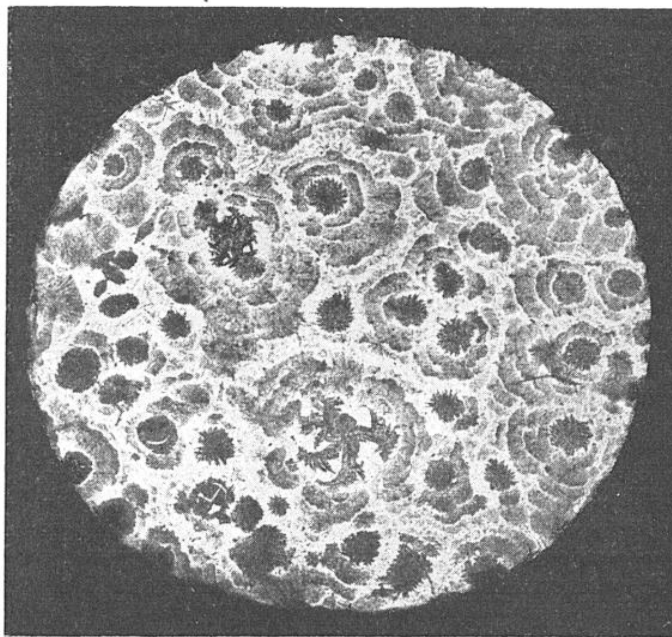
La conquête visuelle de l'infiniment grand était commencée. L'ère des investigations télescopiques, surtout sous l'impulsion

donnée par le grand Herschel, au XVIII^e siècle, ouvre dès lors à l'Humanité des horizons illimités.

D'autre part, jusqu'au XVII^e siècle, l'infiniment petit s'arrête au fameux ciron, auquel Pascal compare l'Homme en présence de l'Univers.

Or, aujourd'hui, le ciron nous apparaît aussi gros qu'un éléphant relativement aux animalcules exhibés par le microscope à notre curiosité émerveillée.

Plongeons notre regard dans l'invisible et, au seuil du monde visible, arrêtons-nous aux avant-postes de cette immensité. Commençons par le monde inorganique, par les harmonieuses et délicates cristallisations de substances chimiques. Considérons, par exemple, le banal acide picrique pur — $C^6H^2(A3O^2)^3O H$ — bien connu dans l'industrie pour la fabrication des explosifs (notamment de la mélinite), ainsi que pour la teinture de certains tissus en laine et en



(Photomicrographie Kayser.)

FIG. 2. — CRISTALLISATION D'UN MÉLANGE DE DIAMIDOPHÉNOL ET DE SULFITE DE SOUDE

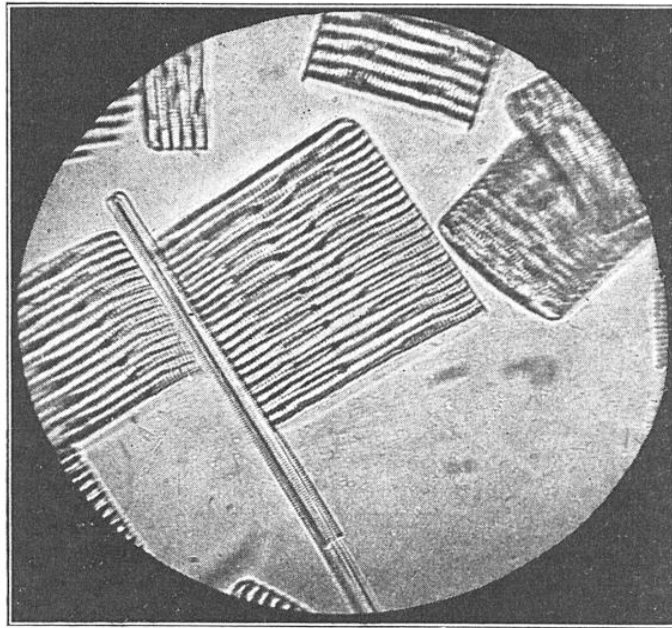
C'est le bain révélateur employé par un grand nombre de photographes.

soie, et, d'un autre côté, soigneusement étiqueté dans l'armoire pharmaceutique des familles, pour son action bienfaisante contre les brûlures.

Examinons ses cristallisations au microscope. Photographions-les (fig. 1). Ne croirait-on pas voir une estampe japonaise aux élégantes arabesques ?

Et le diamidophénol ou, plus exactement, le chlorhydrate de diamidophénol, que tous les amateurs de photographie connaissent, combiné au sulfite de soude, comme un excellent révélateur ? Ces cristallisations produisent des arborescences comparables à celles formées par la glace sur une vitre en hiver (fig. 2), fougères entrelacées d'une rare beauté. Et le sulfate de cuivre, dont les rosaces cristallines évoquent l'image d'un parterre de fleurs (fig. 3) ?

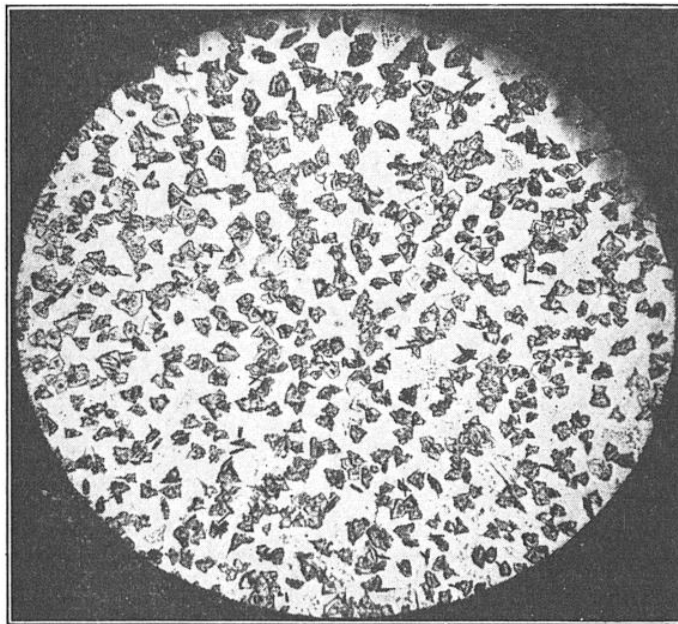
En me communiquant ces admirables photomicrographies qu'il a obtenues avec tant de succès, M. Kayser ajoutait que



(Photomicrographie Kayser.)

FIG. 4. — LES CRISTAUX DE LA « RHABDONEMA ADRIACUM » SUGGÈRENT L'IDÉE D'UN DRAPEAU OU D'UN ÉVENTAIL

Cette sorte d'étendard, constitué par l'entassement de minuscules cristaux de Rhabdonema adriacum, nous transporte chez Lilliput.



(Photomicrographie Kayser.)

FIG. 3. — LES CRISTAUX DE SULFATE DE CUIVRE ÉVOQUENT L'IDÉE D'UN PARTERRE DE FLEURS

Cette cristallisation remarquable a été obtenue par l'évaporation rapide d'une solution de sulfate de cuivre.

les cristallisations examinées au microscope semblent différentes de ce que nous voyons à l'œil nu, et, dans bien des cas, il est difficile, à première vue, de les classer dans un des six systèmes cristallins classiques. C'est donc seulement par la mesure des angles dièdres que l'on pourra déterminer avec certitude le système auquel le cristal analysé appartient.

Ces infiniment petits : diatomées, cristallisations chimiques, fleurs de glace, étoiles de neige microscopiques, foraminifères, protozoaires divers, etc., présentent des formes d'une harmonie merveilleuse, qui évoquent en notre pensée l'exclamation de Pythagore : « Dieu fait partout de la géométrie ! »

Nous venons d'admirer des cristallisations ravissantes sur des images agrandies, en moyenne, une trentaine de fois. Laissons là le monde minéral pour pénétrer dans le sanctuaire du monde végétal et animal microscopique.

Le monde microscopique

Voici, par exemple, une charmante diatomée, merveille entre les merveilles. C'est l'*Heliopelta metii*, autrement dit le *bouclier du Soleil* (fig. 7). Son diamètre naturel mesure deux dixièmes de millimètre. Il faudrait donc en juxtaposer cinq pour couvrir une ligne de 1 millimètre, et en constituer une brochette de cinquante pour l'étendue de 1 centimètre !

Jamais, depuis la création du monde, architecte ou peintre décorateur n'a imaginé une rosace aussi splendide. De la jolie étoile du centre partent des rayons tuyautés, alternativement convexes et concaves, qui aboutissent au cercle extérieur. Il y a là des réseaux, des pointillés, des semis, des tissus d'une délicatesse sans pareille.

Par son nom, cette minuscule plante est astronomique. Par sa forme élégantissime, par sa nature intrinsèque, elle est terrestre. Ne dirait-on pas une superbe croix de la Légion d'honneur, ciselée avec un art incomparable ?

La Nature surpasse toujours l'Homme.

Très rare, cette espèce se trouve surtout aux îles Bermudes ou dans le guano, engrais exotique d'une grande puissance fertilisatrice.

Après la croix, la bannière...

Ces *Rhabdonema adriacum* empilées et grossies considérablement (500 fois sur l'image originale) ne suggèrent-elles pas l'idée d'un drapeau ? C'est, dirons-nous, l'étendard des diatomées (fig. 4).

Sont-elles véritablement végétales, sont-elles animales, ces formations microscopiques ?

Elles semblent placées aux frontières des deux règnes et, suivant les espèces, tenir tantôt du premier, tantôt du second.

Le monde des diatomées est d'une richesse inépuisable. Avec les foraminifères, tout aussi invisibles, elles sont, à l'état de fossiles, entassées par myriades et myriades dans les terrains calcaires et siliceux. Paris lui-même en est presque entièrement bâti. Quand nous

passons près d'une maison en démolition, nous en respirons à pleins poumons dans le nuage de poussières qui s'élève du chantier. Nous absorbons ainsi les débris des premiers habitants de notre globe, de ceux qui, de longtemps, nous ont précédés, et dont les carapaces agglomérées ont construit des îles et des montagnes.

La Nature a commencé à modeler la vie terrestre dans l'invisible, sous des formes microscopiques ravissantes, au fond des océans, où l'on retrouve actuellement, encore vivants, ces premiers essais cachés d'êtres primitifs, dont beaucoup ne sont ni animaux ni plantes, simplement possibilité future.

Certains de ces infiniment petits se révelent directement à nous, malgré leurs dimensions infimes et impondérables, par la lumière qu'ils dégagent.

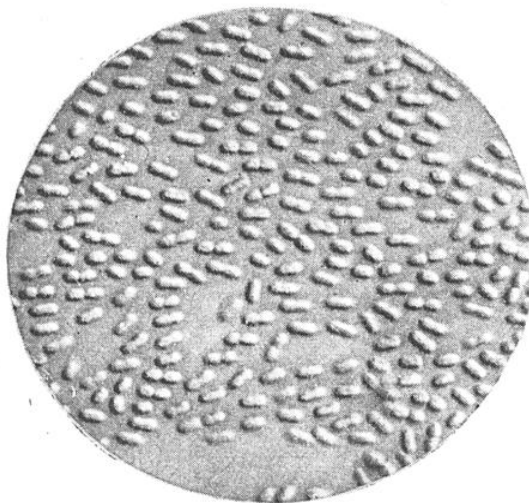
Telle est la *noctiluque miliaire*, à laquelle est due, en grande partie, la phosphorescence de la mer. En été, sur les bords de l'océan, surtout après les journées chaudes et orageuses, l'eau de mer est imprégnée de ces organismes microscopiques. Spectacle déli-

cieux ! On croirait voir la lumière des étoiles scintiller à la surface tranquille des flots : dans le sillage des barques et des navires, l'eau, agitée par le passage des bateaux, illumine la mer de lueurs ardentes et brille de mille feux, dus à d'innombrables colonies de ces organismes intermédiaires, ni mollusques ni plantes.

Vers l'infiniment petit

Descendons encore, pénétrons plus loin dans l'invisible.

La photomicrographie du Ferment du vinaigre (*Mycoderma aceti*) (fig. 5) met sous nos yeux des infiniment petits ne mesurant qu'un millième de millimètre de diamètre. Il faudrait juxtaposer toutes les unités d'une armée d'un million de ces individus pour couvrir l'étendue d'un mètre linéaire. C'est tout leur petit monde, prodigieusement actif, qui transforme le vin en vinaigre.



(Photomicrographie P. Jeantet, de l'Institut Pasteur.)

FIG. 5. — LE FERMENT DU VINAIGRE
GROSSI 1.500 FOIS

Forçons encore les remparts de l'invisible. Regardons maintenant — sans dormir, surtout ! — le terrible agent de la maladie du sommeil, le *Trypanosoma gambiense*, grossi dix-neuf cents fois, et dont l'élégance n'a rien de terrifiant (fig. 6).

Sommes-nous, dans l'invisible, aux limites de la visibilité ?

Non.

Les granulations trouvées par A. Borrel dans la Vaccine ont un diamètre de trois dixièmes de micron ($0\ \mu\ 3$). Or, chacun sait que le *micron* (lequel s'exprime par la lettre grecque μ , *mû*) est la millièmes partie du millimètre. Trois dixièmes de micron, c'est donc une longueur de trois dix-millièmes de millimètre ! Je laisse à nos lecteurs le soin de se représenter cette dimension.

Ces granulations de la Vaccine sont donc bien près de la limite de visibilité au microscope ($0\ \mu\ 2$ en lumière jaune).

M. Paul Jeantet, l'éminent chef de laboratoire de photomicrographie de l'Institut Pasteur, à qui je dois les curieuses vues du Ferment du vinaigre et du microbe de la maladie du sommeil reproduites ici, me faisait

remarquer, récemment, que l'ultra-microscope permet de voir, *sur fond noir*, des granules beaucoup plus petits, de l'ordre de *trois millièmes de micron*, mais le résultat est toujours le même : l'image de ces granules est simplement un point lumineux de $0\ \mu\ 2$ (deux dixièmes de micron de diamètre), plus ou moins brillant, dont la grandeur dépend de la longueur d'onde, de la lumière utilisée pour l'éclairage et de l'angle d'ouverture de l'objectif de l'instrument.

En résumé, jusqu'ici, le microscope ne nous permet de sonder qu'une partie fort restreinte de l'infiniment petit, comme le télescope, aussi loin qu'il nous transporte, ne nous montre que les régions de l'infiniment grand les plus proches de nous.

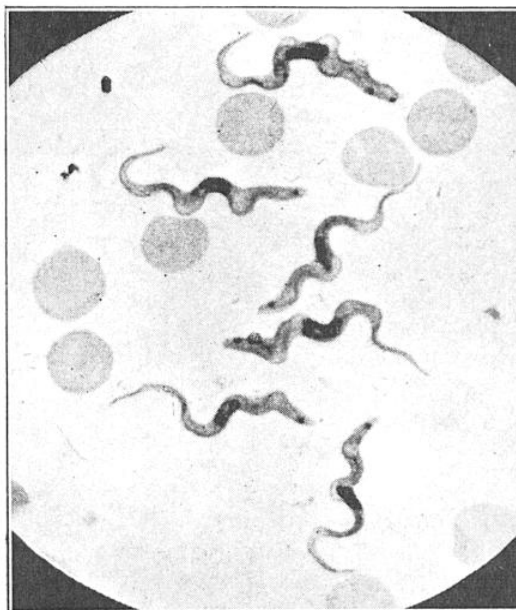
La physique moderne recule, dans les deux directions opposées, les bornes de nos horizons et laisse resplendir tout l'édifice de la Nature reposant sur l'intangible, sur l'impondérable. *L'énergie* est à la base de tout.

En fait, les substances qui nous paraissent les plus dures sont composées de *molécules* invisibles, qui ne se touchent pas, et chaque molécule est constituée par une agglomération d'atomes, plus minuscules encore, qui ne se touchent pas davantage.

À nos yeux, désilés par les doctrines actuelles, la matière, considérée, pendant tant de siècles, comme le symbole du solide, s'évanouit et s'efface devant la splendeur intangible du monde des atomes, devant le mouvement, l'harmonie mobile de la vie, sans cesse renouvelée.

Comme concluait Camille Flammarion, dans son ouvrage *Uranie* : « L'Univers est un dynamisme intelligent. »

Les plus infimes microbes sont des colosses en comparaison des éléments constitutifs de la matière.



(Photomicrographie P. Jeantet, de l'Institut Pasteur.)

FIG. 6. — LE MICROBE DE LA MALADIE DU SOMMEIL. GROSSI 1.900 FOIS

Ces petites anguilles sont mortellement dangereuses.

De la molécule à l'électron

Il y a, paraît-il, 30 milliards de molécules dans 1 centimètre cube d'air... (C'est là un nombre vraiment astronomique.) Et il faudrait réunir 20 milliards de ces molécules pour obtenir le poids d'un milliardième de milligramme !

D'après Jean Perrin, la masse de l'atome d'hydrogène est si faible qu'il faudrait plus de 20 trillions — ou 20.000 milliards — de ces atomes hydrogénés pour arriver au poids de 1 milligramme.

D'ailleurs, la divisibilité de la matière est inimaginable. Les parfums en sont un des exemples les plus subtils. L'odorat en révèle des doses infinitésimales inaccessibles à nos balances les plus sensibles.

Un pétale de fleur, pesant moins de 1 décigramme, peut dégager une odeur très péné-

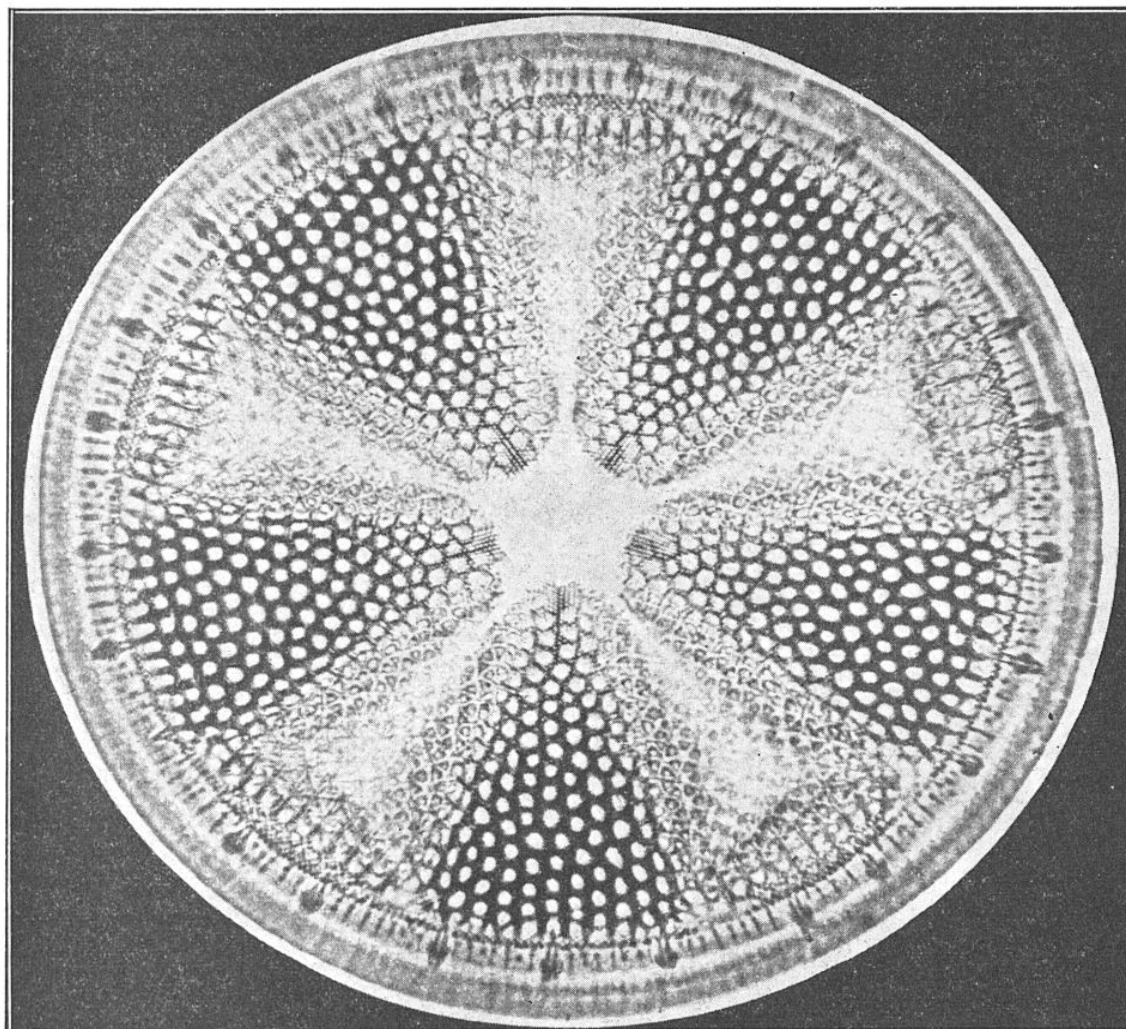
trante. Sa teneur en essence est pourtant extrêmement faible, de l'ordre du millième de milligramme.

Un parfum est donc quelque chose à la fois de matériel et d'impondérable.

La radioactivité insoupçonnée de nos

D'une fantastique petitesse, d'une agilité inouïe, ils semblent offrir à notre méditation une réduction infinitésimale de l'Univers céleste.

La physique actuelle les présente comme des systèmes planétaires en miniature : au



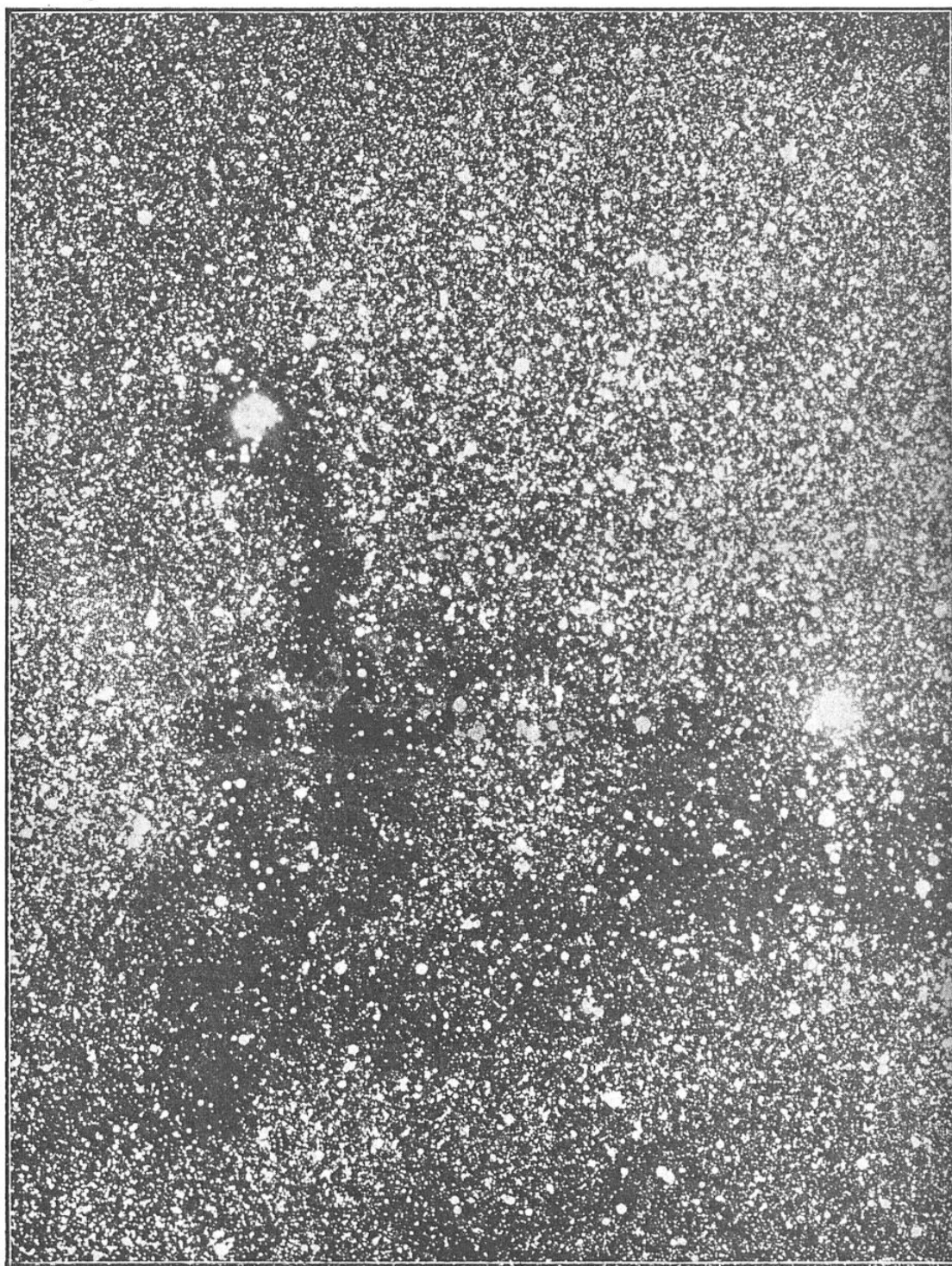
(Photomicrographie F. Quénisset, de l'Observatoire Flammarion, de Juvisy.)

FIG. 7. — PHOTOMICROGRAPHIE D'UNE DIATOMÉE (ALGUE MARINE)

Le diamètre réel de cette diatomée est de deux dixièmes de millimètre. Cette harmonieuse et minuscule création végétale offre curieusement l'aspect d'une croix de la Légion d'Honneur.

pères (elle n'était pas encore découverte au moment où le rayon lumineux de l'Étoile polaire, que vous recevrez ce soir, s'est mis en route pour nous atteindre seulement aujourd'hui), la merveilleuse radioactivité est venue éclairer d'un jour nouveau la vie mystérieuse de ces extraordinaires impondérables : les atomes.

centre, un soleil dominateur (le *noyau* chargé d'électricité positive), autour duquel circulent, à des distances relativement énormes et avec des vitesses considérables, des planètes (ou *électrons* négatifs), dont le nombre et les mouvements de translation, immuables pour chaque élément, varient de l'un à l'autre.



(Photomicrographie Max Wolf.)

FIG. 8. — LA NÉBULEUSE COCON DANS LA CONSTELLATION DU CYGNE (VOIE LACTÉE)
L'idée d'infiniment grand n'est-elle pas puissamment évoquée si l'on songe que chacun de ces points est un soleil, d'où émanent des radiations lumineuses, calorifiques, chimiques, connues et inconnues.

Ainsi, au maximum maximorum de l'infiniment petit, nous retrouvons, sous d'autres proportions... l'infiniment grand !

Restons-y. Remontons rapidement l'échelle des grandeurs jusqu'aux astres.

Notre domaine planétaire

En vérité, dans la Nature, rien n'est petit, rien n'est grand qu'en comparaison de quelque chose.

L'unité de grandeur qui se présente tout naturellement à nous, pour juger les dimensions des autres astres, est le globe terrestre.

Or, Jupiter, la planète géante de notre système solaire, est 1.295 fois plus gros que la Terre.

Et le Soleil est 1.301.200 fois plus gros que la Terre.

Voilà pour notre domaine planétaire.

C'est la proportion d'un boulet de 18 centimètres de diamètre pour la Terre, d'une boule de 2 mètres pour Jupiter et d'une coupole de 20 mètres pour le diamètre du Soleil (soit exactement la largeur du dôme du Panthéon de Paris).

Par la méthode interférentielle du professeur Michelson, on a réussi, en ces dernières années, à mesurer directement le diamètre d'étoiles géantes.

Les évaluations les plus récentes obtenues par l'astronome américain Pease, à l'Observatoire du mont Wilson, donnent :

Pour Arcturus, 25 fois le Soleil ;

Pour Bételgeuse, de la vaste constellation d'Orion, visible, actuellement, au-dessus de nos têtes, 240 fois le Soleil ;

Pour le rouge Antarès, de la constellation zodiacale — et estivale — du Scorpion, 460 fois le Soleil. Dans la proportion précédente, le soleil Antarès serait représenté par un dôme de 9 kilomètres de diamètre, qui couvrirait tout Paris,

Si l'on superposait le centre d'Antarès au centre du Soleil, l'orbite terrestre tout entière — avec notre globe, bien entendu — serait englobée dans sa sphère gigantesque, dont les bords s'étendraient au delà de l'orbite de Mars...

Vers l'infiniment grand

Portons, maintenant, toute notre attention sur l'admirable photographie (fig. 8). Nous avons, là, des plages stellifères d'une richesse prodigieuse, situées en pleine Voie lactée, dans la constellation du Cygne.

Chacun de ces points, songeons-y, est un soleil, plus ou moins analogue à celui qui tient dans ses rayons la vie de notre globe, plus ou moins semblable en dimensions, plus ou moins différent en nature chimique et comme température. Tel ou tel peut être un centre d'attraction autour duquel gravitent, dans l'invisible, des planètes, des terres inconnues, bercées par le flux de ses radiations.

Toutes ces étoiles sont éloignées à des distances fabuleuses qui se comptent par dizaines, par centaines, par milliers de trillions de kilomètres. La lumière qui nous en arrive a voyagé des années, des siècles, des milliers d'années pour nous atteindre. Nos lecteurs savent que l'étoile la plus voisine de nous est α (alpha) de la constellation australe du Centaure (donc invisible de nos latitudes), qui est située à 40,6 trillions de kilomètres, trajet que la lumière accomplit en 4 années 7 mois 6 jours.

Sirius, qui domine en ce moment de toute sa splendeur nos nuits constellées, Sirius est aussi une des étoiles les plus voisines. De sa distance de 83 trillions 300 milliards de kilomètres, sa lumière nous arrive au bout de 8 années 9 mois,

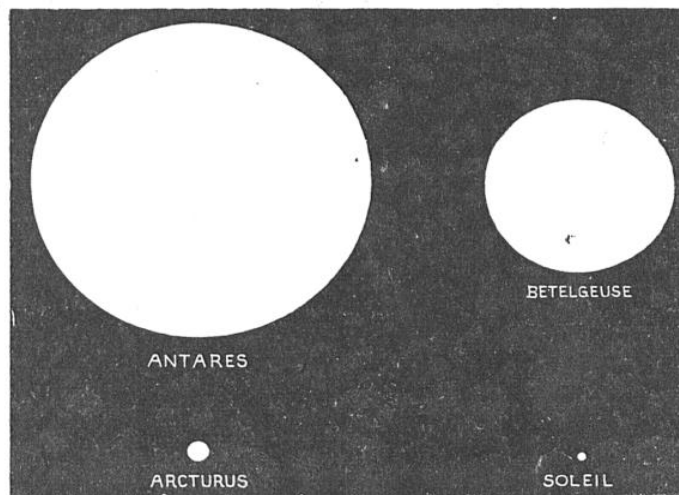


FIG. 9 — LES DIMENSIONS COMPARÉES DE QUELQUES AUTRES GÉANTS

A cette échelle réduite, le Soleil, notre radieux et immense foyer de lumière et de chaleur, est totalement invisible, malgré son diamètre de 13.918.000 kilomètres. Pour rester dans des proportions exactes, il faudrait le représenter par un point de un dixième de millimètre.

Bien plus lointaine, déjà, est la Polaire, à 440 trillions de kilomètres, et que nous voyons, non telle qu'elle est, mais sous son aspect d'il y a 46 ans et demi, vers 1880, avec tout le recul imposé par la durée de transmission de la lumière.

D'étoile en étoile, de nébuleuse en nébuleuse, d'univers en univers, les millions de

ment est donc partie à une époque où l'humanité terrestre en était encore à l'âge de pierre.

Qu'est-ce qu'un kilomètre? Que sont les 12.742 kilomètres du diamètre de la Terre, ou même les 149 millions 500.000 kilomètres qui nous séparent du Soleil, en comparaison des horizons infinis que nous considérons ici?

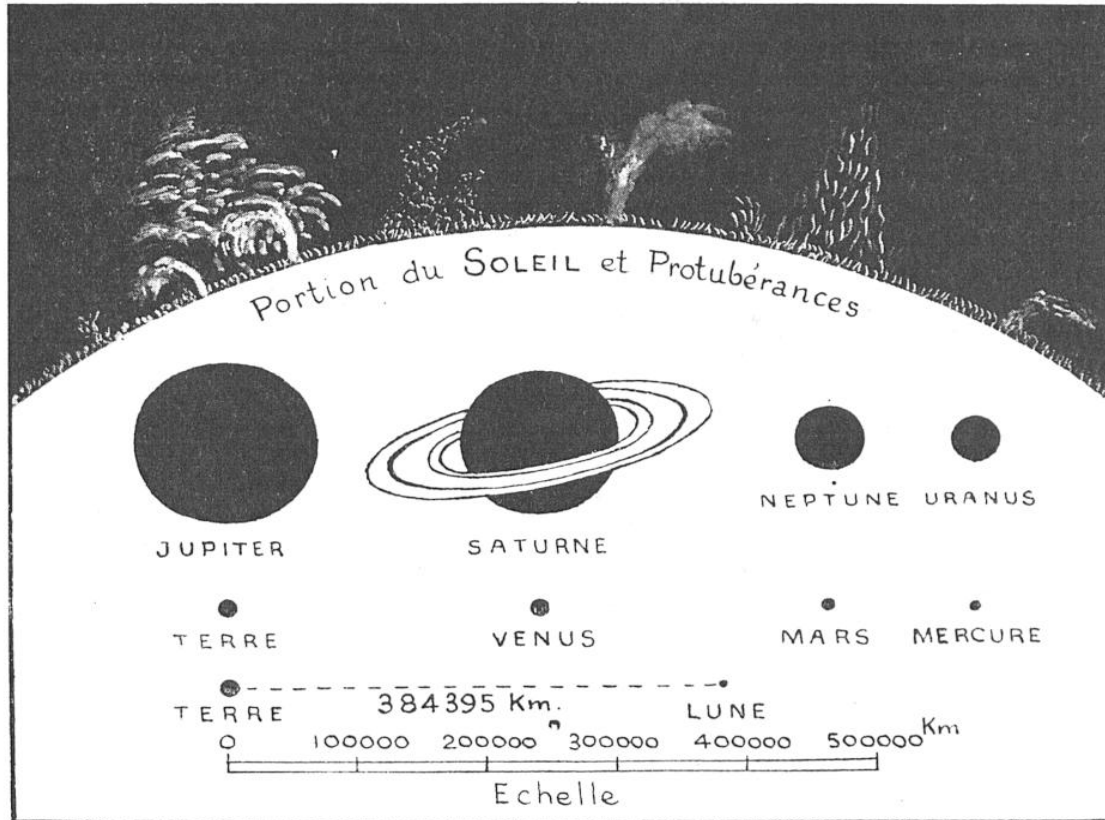


FIG. 10. — DIMENSIONS COMPARÉES DU SOLEIL ET DES MEMBRES DE SA FAMILLE PLANÉTAIRE, ET DISTANCE DE LA TERRE À LA LUNE

Si notre globe terrestre était transporté au centre du Soleil avec la Lune restant à sa distance respective, toute l'orbite décrite par notre satellite en 27 jours, 7 heures, 43 minutes, 11 secondes 5, serait enfermée dans l'immense globe solaire. Théoriquement, la Lune tournerait ainsi à l'intérieur du Soleil.

milliards de kilomètres se succèdent et se superposent jusqu'aux frontières du monde visible, à travers l'immensité de l'espace, par delà les siècles, les milliers de siècles, que la lumière emploie pour nous apporter des « nouvelles » de ces créations lointaines.

Par exemple, la distance du célèbre Petit Nuage de Magellan, qui semble avoir été poussé par un mystérieux vent du ciel au-dessus du pôle austral terrestre, est évaluée à 31.000 parsecs ou 100.000 années-lumière. La lumière que nous en recevons actuelle-

Rien ou à peu près. On a donc cherché mieux et adopté, en ces dernières années, le *parsec*, c'est-à-dire la parallaxe d'une seconde d'arc, qui est la distance à laquelle on verrait le rayon de l'orbite terrestre (149 millions 500.000 kilomètres) sous l'angle d'une seconde (l'épaisseur d'un cheveu éloigné à 20 mètres de notre œil). Cette longueur égale 30.800 milliards de kilomètres ou 3,26 années de lumière.

Le *parsec* est, avec l'année-lumière, le mètre des mesures de distances sidérales

Sur les clichés photographiques exposés vingt-trois heures, cette Petite Nuée de Magellan mesure $3^{\circ},6$ de diamètre, ce qui correspond à 2.000 parsecs ou 6.500 années-lumière, c'est-à-dire que le rayon lumineux, parti au temps d'Homère, ne l'a pas encore entièrement traversée de nos jours !

Les étoiles les plus brillantes de cette création sidérale sont comprises entre les dixième et douzième magnitudes, et, par conséquent, totalement invisibles à l'œil nu. Seuls les puissants télescopes les montrent. Cependant, l'analyse spectrale révèle, là, les étoiles les plus brillantes connues. Leur éclat surpasserait 50.000 fois celui du Soleil.

Ce Petit Nuage (excusez la petitesse) de Magellan, de même que son compagnon, le Grand Nuage, voyagent ensemble à travers l'espace, à des vitesses fantastiques, en s'éloignant de nous, le premier à raison de 150 kilomètres à la seconde, le deuxième au taux de 260 kilomètres !

Comme la lumière emploie des centaines de siècles pour nous parvenir, et que, depuis le départ de leurs rayons reçus seulement de nos jours, elles ont fui éperdument loin de nous, elles ne sont plus du tout à la place du ciel où nous les voyons aujourd'hui.

Le mouvement et la vie se manifestent dans les deux infinis

Partout, dans la Nature, le mouvement, la vie...

Dans l'infiniment petit, l'extraordinaire mouvement brownien qui ne s'arrête jamais.

Dans l'infiniment grand, le non moins extraordinaire mouvement des astres lancés dans toutes les directions avec des vitesses prodigieuses. Mouvements de translation, mouvements de rotation qui emportent univers, soleils et mondes vers un but inconnu.

« Telle nébuleuse en spirale, lisons-nous dans le *Bulletin de la Société Astronomique de France*, tourne sur elle-même en 45.000 ans ; telle autre, en 58.000 ; telle autre, en 85.000 ; telle autre, en 160.000 ans.

« Les vitesses de translation révèlent

800, 900, 1.000 et jusqu'à 1.200 kilomètres par seconde pour certaines nébuleuses en spirale. 1.200.000 mètres par seconde !

« L'aspect de l'Univers est entièrement transformé, métamorphosé, dans la pensée humaine. Qu'est-ce que l'immobilité silencieuse apparente de la nuit étoilée ? »

Les masses formidables des astres nous écrasent

Et les masses ?

L'Astronomie pèse, dans les balances de la mécanique céleste, des astres 50 fois, 100 fois, 150 fois — et davantage — plus lourds que notre Soleil. (Telle certaine petite étoile anonyme de la constellation de la Licorne, d'aspect fort insignifiant, qui pèse 160 fois plus que notre étoile solaire.)

Et les densités ?

Sirius, l'éclatant Sirius ne vogue pas solitaire dans l'immensité. Il a un petit compagnon, et ce petit compagnon est phénoménal. Sa densité est estimée à 53.000 fois plus considérable que celle de notre puissant Soleil ! Quel peut être l'état de la matière sur un pareil globe dont le diamètre n'est que 3 fois supérieur à celui de la Terre et 35 fois plus petit que celui du Soleil ?

Que sommes-nous dans cette immensité vibrante ?

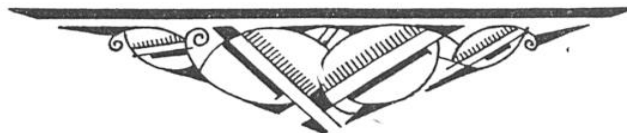
Vers quel destin ignoré se précipitent tous ces astres ?

Et encore, de cet infiniment grand, nous ne connaissons que bien peu de chose, malgré les télescopes les plus puissants, malgré la photographie sidérale et l'analyse spectrale, qui pénètrent beaucoup plus profondément que nos regards dans l'invisible.

Devant l'infiniment grand comme devant l'infiniment petit, en présence des forces prodigieuses en action tout autour de nous, nous ne pouvons que répéter : « L'Univers est un dynamisme. » Tout le monde visible a pour base le monde invisible.

Ce qui existe le plus sûrement, c'est... ce que nous ne voyons pas.

GABRIELLE CAMILLE FLAMMARION.



CE QUE SERA L'AUTOMOBILE DE 1927

Par Charles FAROUX

ANCIEN ÉLÈVE DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE, DOCTEUR ÈS SCIENCES

L'année qui se termine aura enregistré, en France, le chiffre de 800.000 véhicules automobiles, chiffre quadruplé en moins de six ans. Pendant cette même année 1926, la consommation d'essence aura nécessité l'importation de 3 milliards de francs, au cours moyen du change. Parallèlement à ce rapide essor de la locomotion automobile, se développe le progrès technique, dont le XX^e Salon de l'Automobile de Paris aura mis en valeur les multiples et intéressantes manifestations. Pour dresser, en quelque sorte, le bilan des progrès accomplis en cette fin de l'année 1926, nous avons demandé à notre éminent collaborateur Ch. Faroux, l'un des techniciens les plus réputés du monde automobile, d'exposer ici les perfectionnements réalisés dans les différents domaines, notamment : dans la généralisation du moteur à six cylindres ; dans la diffusion des applications des servo-freins ; dans l'amélioration des suspensions (lutte contre le shimmy, progrès dans les amortisseurs, roues indépendantes, etc...) ; dans les nouveaux modes de propulsion (roues motrices à l'avant, etc., etc.) ; dans l'équipement électrique : démarreurs, batteries, phares, allumage ; dans l'évolution des carrosseries ; dans l'emploi de plus en plus répandu des peintures à l'émulsion ; dans la création des roues à jantes à base creuse pour éviter le déjantage ; dans les perfectionnements de graissage automatique, etc. ; dans les recherches de carburants de remplacement ; dans la création d'appareils épurateurs d'air, d'huile et d'essence. Ce sont là les points les plus saillants qui ont plus particulièrement retenu l'attention du visiteur au Grand Palais des Champs-Élysées, en cette fin d'année 1926, marquant donc une nouvelle étape vers le véhicule toujours plus parfait, plus régulier, plus sûr, plus économique qui roulera en 1927.

Les enseignements du Salon de Paris 1926

La suppression du Salon de 1925 a eu tout au moins un résultat certain : c'est de démontrer la nécessité d'un Salon annuel.

Ce n'est pas parce qu'une industrie est prospère qu'elle doit négliger les éléments de propagande, et on peut être convaincu que le Salon constitue, pour l'industrie française prise en bloc, la plus efficace des publicités.

Si nous nous plaçons sur le terrain de la technique, la valeur de la construction française de-

meure sans rivale : le Salon 1926 en constitue un précieux témoignage.

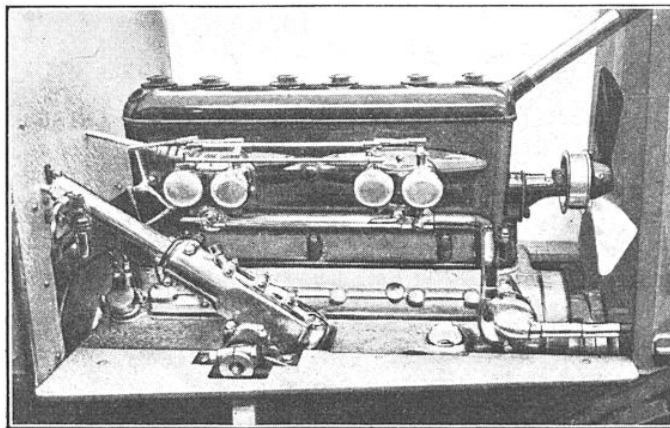
Au point de vue mécanique, le Salon 1926 a présenté une importance capitale. Il est caractérisé, non pas par un seul, mais bien par plusieurs traits dominants que je vais énumérer rapidement :

1^o Application étendue des moteurs à 6 et 8 cylindres, suivant la conception dite américaine ;

2^o Généralisation du servo-freinage ;

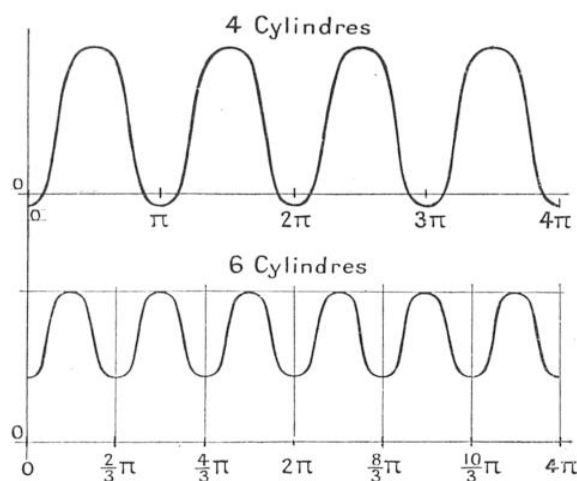
3^o Grands progrès dans le graissage du châssis et dans la lubrification des articulations ;

4^o Grands soucis de l'épuration, aussi bien pour l'huile



LE NOUVEAU MOTEUR 6 CYLINDRES SANS SOUPAPES
PANHARD-LEVASSOR

Il se caractérise par la netteté de la présentation. A noter que l'alimentation est assurée par deux carburateurs commandés parallèlement.



COURBES DE LA VARIATION DE L'EFFORT MOTEUR DANS UN 4 ET DANS UN 6 CYLINDRES. Supériorité nette pour ce dernier, expliquant la faveur dont il jouit auprès de la clientèle

de graissage que pour l'air d'admission et même l'essence ;

5° Victoire définitive des bandages pneumatiques à grosse section, victoire à laquelle contribue pour une grande part le pneu à tringle monté sur jante base creuse ;

6° Grands progrès en carrosserie et, en particulier, succès croissant de l'émail à la cellulose, qui a triomphé du classique vernis gras.

Examinons rapidement ces divers points.

Le triomphe du moteur à 6 cylindres

On est frappé, lorsqu'on jette un coup d'œil d'ensemble sur les châssis exposés au Salon, par le nombre de voitures de puissance moyenne qui utilisent, dorénavant, le moteur à 6 cylindres.

C'est à ce type de moteur que va ma préférence, car nombreuses sont les raisons qui plaident en sa faveur : équilibrage parfait, régularité cyclique entraînant un plus grand agrément de conduite et, enfin, douceur d'entraînement.

Sur ces divers points, l'avantage est considérable lorsqu'on passe du 4 au 6 cylindres, tandis qu'il faut bien reconnaître que le gain est quasi insensible lorsque l'on passe de 6 cylindres à un nombre supérieur.

J'ai, entre autres, essayé les 6 cylindres Renault, Talbot et Voisin. Toutes trois, pour ne citer que celles-là, marquent réellement une étape importante dans l'histoire des progrès de la voiture automobile.

Elles ont sur beaucoup de marques étrangères, l'avantage d'avoir été traitées avec la

technique française, c'est-à-dire avec un souci constant du rendement et de l'élégance.

Ces voitures sont susceptibles de débouchés étendus, car leur vitesse est élevée et les moyennes qu'elles peuvent réaliser sur route seraient remarquables pour de très grosses voitures.

Il ne faut pas oublier un des premiers ingénieurs français qui se soit rallié à cette thèse, bien avant même les Américains : je veux parler de Barbarou, de la Lorraine-Diétrich. On sait que trois châssis de la série courante, au Grand Prix d'endurance du Mans, ont, cette année, tous trois, dépassé 100 kilomètres de moyenne pendant vingt-quatre heures consécutives. Les radiateurs n'ont pas nécessité une goutte d'eau, la consommation d'huile a été faible ; on n'a enregistré ni un desserrage d'écrou, ni la moindre panne d'accessoires.

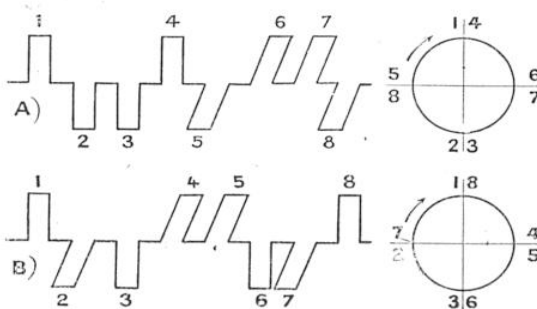
C'est là un exemple de ce que peut faire l'industrie française, et cela montre bien, encore une fois, que nous n'avons rien à envier à nos concurrents d'outre-Atlantique.

Les problèmes posés par la circulation automobile sont totalement différents en France et en Amérique.

A raison d'un encombrement excessif de leur trafic, ceux-ci ont été amenés à créer une voiture silencieuse, souple et bien suspendue. Cette voiture américaine, introduite chez nous au lendemain de la guerre, n'a pas réussi parce que, chez nous, on mène très dur et que nos routes sont loin d'être comparables aux « billards » américains.

Nous avons dû travailler, avant tout, la sécurité et le rendement. Ensuite, nous sommes venus à la souplesse et au confort.

On peut dire que nous avons réussi rapidement, et de façon remarquable, à concilier la belle mécanique, le rendement et les aspirations d'une clientèle qui souhaite voyager avec le plus grand confort possible.



SCHEMAS COMPARATIFS DE DEUX TYPES D'EXECUTION POUR UN VILEBREQUIN DE MOTEUR A 8 CYLINDRES

Il y a aussi le 8 cylindres

J'ai, jusqu'à présent, surtout parlé du 6 cylindres. Je ne voudrais pas abandonner la question moteur, sans dire quelques mots du 8 cylindres.

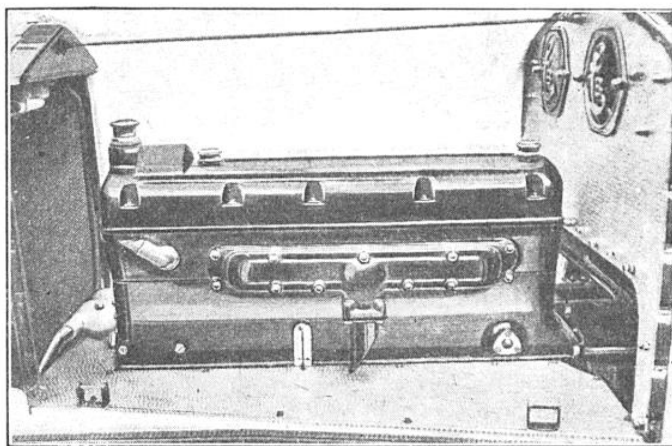
Le moteur à 8 cylindres en ligne, est un moteur très intéressant, mais dont l'étude et la réalisation demandent beaucoup de soins ; aussi, ce sera toujours un moteur réservé à l'élite.

Ce qu'il ne faut pas oublier, c'est qu'il y a 8 cylindres et 8 cylindres.

La formule 8 cylindres en ligne, se prête à un très grand nombre de dispositions, qui ne sont pas toutes aussi bonnes les unes que les autres. En course, certaines considérations, comme l'équilibrage, par exemple, ont peu d'importance. Aussi n'est-il pas étonnant de voir adopter sur les moteurs de course la solution qui consiste à juxtaposer, bout à bout, deux moteurs à 4 cylindres, dont les vilebrequins forment entre eux un angle de 90° ; dans ce cas, les quatre premiers manetons sont dans un plan et les quatre derniers, dans un plan perpendiculaire.

On peut reprocher à un tel moteur de n'être pas symétrique par rapport au plan perpendiculaire à l'axe du vilebrequin et passant en son milieu.

J'accorde mes préférences aux vilebrequins dans lesquels deux manetons consé-



LE MOTEUR 6 CYLINDRES BALLOT EST D'UN DESSIN VRAIMENT ÉLÉGANT ET SOBRE

tifs de chaque demi-vilebrequin font un angle de 90° .

Dans ce cas, nous pouvons avoir plusieurs ordres d'allumage, parmi lesquels nous citerons les combinaisons suivantes :

1, 7, 3, 5, 8, 2, 6, 4 — 1, 7, 3, 4, 8, 2, 6, 5, etc.

Comme on le voit, le moteur 8 cylindres en ligne, se prête à un grand nombre de combinaisons ; il importe au constructeur de faire un choix judicieux parmi celles-ci et d'apporter à la réalisation le plus grand soin.

Le freinage : l'emploi du servo-frein se généralise sur la plupart des voitures

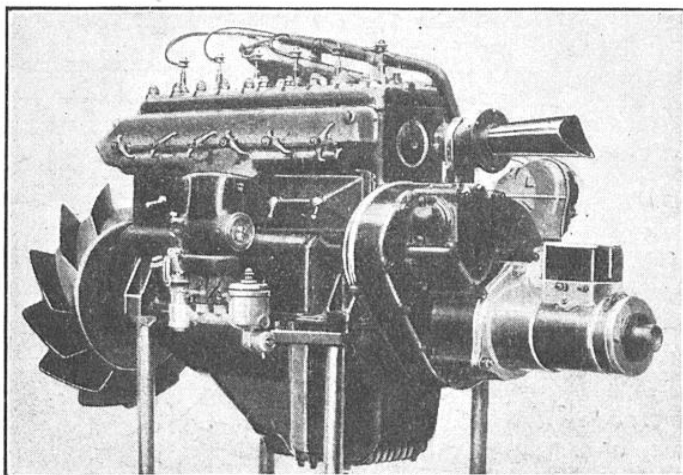
Abordons maintenant la question capitale du freinage ou plutôt celle du servo-freinage.

En effet, pour le freinage proprement dit, la cause est entendue, et très rares sont les voitures qui ne possèdent pas de freins sur les roues avant.

Le freinage sur les roues avant est d'une nécessité indiscutable. Celui-ci, toutefois, pose de nouveaux problèmes, principalement en ce qui concerne la commande.

A vouloir faire une commande directe, on s'expose à des déboires. Certes, il y a des réalisations absolument remarquables, comme celle de Panhard-Levasor. Mais des réalisations aussi parfaites non seulement sont rares, mais aussi sont extrêmement coûteuses.

Avec un servo-frein, les soucis de réglage sont diminués dans la proportion de dix à un. En outre



LE BLOC MOTEUR DE LA 6 CYLINDRES 15 C. V. RENAULT
A noter le montage du dynamomètre à l'avant et le volant aubé.

le servo-freinage réduit, dans de grandes proportions, la dépense musculaire de la part du conducteur.

Je rappellerai, en deux mots, qu'un servo-frein est un appareil qui emprunte l'énergie nécessaire à l'arrêt de la voiture soit à la force vive même de la voiture, soit à une force indépendante telle qu'une action pneumatique.

De toute façon, le conducteur n'intervient que pour contrôler l'action de freinage et non pas pour freiner lui-même. C'est, d'ailleurs, cette question du contrôle de l'effort de freinage qui est un des points les plus délicats du problème du servo-freinage.

Deux catégories de servo-freins

On peut diviser les servo-freins en deux grandes classes : les *servo-freins mécaniques* et les *servo-freins pneumatiques*.

Les servo-freins mécaniques sont des appareils d'une sécurité absolue, d'une parfaite instantanéité d'action et conviennent parfaitement à la voiture de grand luxe. Mais ils nécessitent l'étude complète d'une boîte de vitesse et d'un système mécanique dont la mise au point demande beaucoup de soins.

Parmi les constructeurs ayant adopté ce type, citons : Hispano-Suiza, Renault, Rolls-Royce, Itala, dont les réalisations sont, aujourd'hui, classiques.

Parmi les servo-freins pneumatiques, les servo-freins à dépression sont appelés à une extension pratiquement illimitée. Ils ont pour eux l'avantage d'être très efficaces et, cependant, d'une remarquable simplicité.

Dans cet ordre d'idées, il faut citer le servo-frein Dewandre - Repusseau, qui a conquis, en quelques mois, la majorité des suffrages des constructeurs. Des maisons comme Delage, Minerva, Isotta-Fraschini, Georges Irat, Talbot, Rochet-Schneider, etc., etc..., présentent des châssis équipés avec cet excellent appareil.

On peut rattacher au même principe l'appareil Westinghouse, également fort bien compris.

Rappelons, en quelques mots, le principe des servo-freins à dépression : pour freiner,

on met en relation un cylindre avec la tuyauterie d'admission, entre le papillon du carburateur et les soupapes. Lorsque le papillon est fermé, il règne, dans ces tuyauteries, une dépression très élevée. Lorsque l'on freine, la même dépression s'établit dans le cylindre du servo-frein.

Le piston qui est situé dans ce cylindre est alors soumis à la pression atmosphérique. Il se déplace et entraîne, dans son mouvement, la timonerie qui commande les freins proprement dits.

On peut ainsi obtenir un effet équivalent à une pression d'une centaine de kilogrammes sur la pédale de freins. On voit que cette force est de beaucoup supérieure à celle dont sont capables de disposer la plupart des conducteurs d'automobiles.

C'est dire tout l'avantage que présente le servo-frein.

Bien entendu, il faut prévoir un dispositif permettant le contrôle, par le pied du conducteur, de l'effort de freinage.

Cette condition est d'autant plus nécessaire à réaliser pour assurer la sécurité que, précisément, la puissance de freinage dont on dispose est plus considérable.

Le problème du graissage est aussi capital que délicat

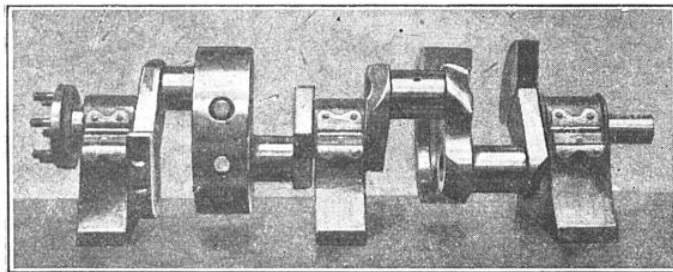
En parlant de graissage, je n'ai pas seulement en vue le graissage des moteurs, mais aussi bien le graissage du châssis tout entier. On sait qu'un des plus grands progrès de ces dernières années fut l'adoption du graissage sous pression, à la victoire duquel ne fut pas étrangère la Société Técalémit.

Voici qu'aujourd'hui, on voit apparaître le graissage automatique du châssis.

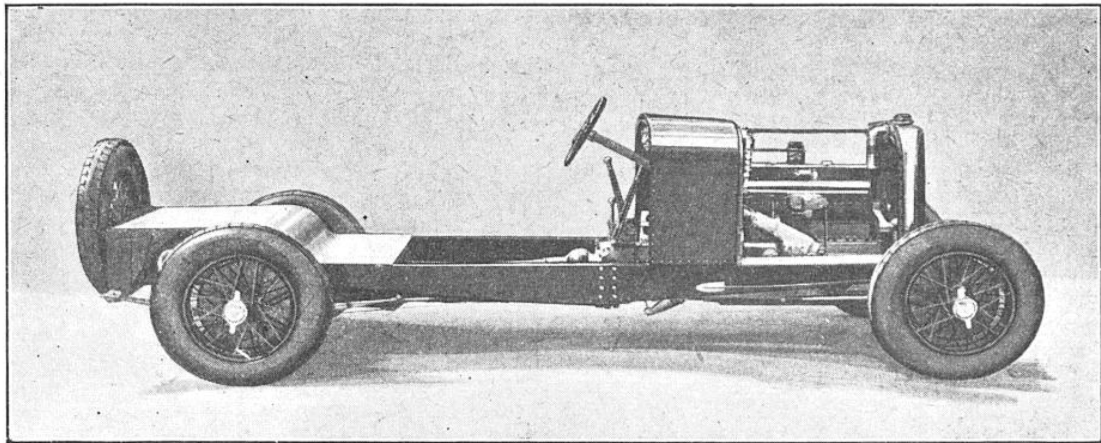
Bien entendu, un tel système ne pourra donner de bons résultats que s'il est étudié avec un soin jaloux.

Les organes de transmission ont, eux aussi, besoin d'être graissés, mais ils ont à subir l'effet de la force centrifuge qui tend à projeter la graisse à l'extérieur.

D'excellentes solutions ont été apportées, cette année, au problème, par exemple celle adoptée sur le nouveau joint de cardan *Spicer-Glaenger*.



UN CURIEUX ARBRE MOTEUR EST CELUI DE LA NOUVELLE VOITURE AMÉRICAINE CADILLAC



LE NOUVEAU CHASSIS 6 CYLINDRES 24 C. V. DE GABRIEL VOISIN EST PARTICULIÈREMENT PLAISANT ET PRÉSENTE UN RÉEL CARACTÈRE PRATIQUE

**Un grand progrès est réalisé par l'épuration des liquides et des gaz :
épurateur d'air, épurateur d'huile,
épurateur d'essence**

Concurremment au problème de graissage, on a beaucoup travaillé le problème de l'épuration. En épurant les liquides et les gaz qui assurent le fonctionnement de nos moteurs, non seulement on améliore le rendement, mais on prolonge considérablement la vie du moteur.

C'est pourquoi on commence, sur les voitures modernes, à étudier sérieusement non seulement le problème de l'épuration de l'essence (qui est déjà bien connu), mais aussi le problème de l'épuration de l'huile de graissage et même de l'air aspiré par le moteur.

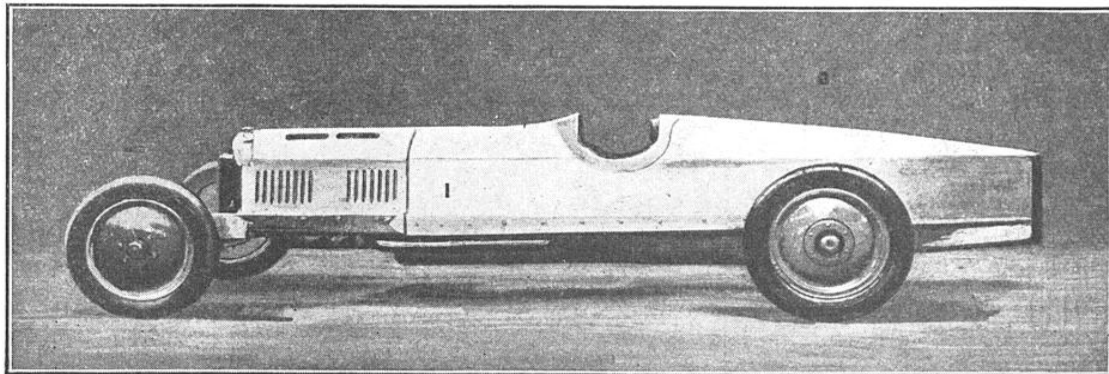
Parmi les épurateurs d'huile, citons particulièrement l'épurateur centrifuge adopté par Renault.

La plupart des épurateurs d'air sont basés aussi sur l'effet de la force centrifuge ou l'emploi de matières filtrantes comme le feutre (à noter les appareils système A. C. et Técalémit).

Le pneu ballon réalise le confort par excellence

Le pneu ballon a tout à fait gagné sa cause.

Les avantages du pneu ballon, au point de vue confort, sont, aujourd'hui, absolument indiscutables, mais on pouvait lui reprocher de déjanter si on le soumettait à des efforts latéraux trop élevés, par exemple dans un virage pris à très grande allure.



UNE CARROSSERIE DE MOINDRE RÉSISTANCE A L'AVANCEMENT SUR UN CHASSIS 20 C. V. PANHARD-LEVASSOR

C'est sur cette voiture, détentrice des records du monde, que le coureur Breton s'est tué à Montlhéry, le 13 octobre dernier.

Le pneu à tringle assure la sécurité

Pour remédier à cela, il fallait adopter le pneu à tringle, pneu indéjantable. La victoire du pneu à tringle fut, elle-même, aidée par l'apparition, sur le marché français, de la jante à base creuse. En effet, le pneu à tringle remportait beaucoup de succès, et l'automobiliste, parce qu'il nécessitait des jantes démontables en deux parties, l'avait en horreur.

La jante à base creuse de Dunlop a élégamment résolu le problème ; grâce à elle, on peut monter et démonter un pneu à tringle sans effort, et, cependant, le déjantage, par suite d'éclatement ou de dérapage dans un virage, est mathématiquement impossible.

Cela peut paraître paradoxal puisqu'un pneu à tringle peut se monter sur place à jante creuse sans aucun outil, cependant cela est vrai. En cas d'éclatement, la tringle vient se loger toujours au fond de la jante et, en conséquence, empêche le pneu de déjanger. D'ailleurs, toutes les voitures de course modernes ont adopté la jante à base creuse, et on sait que, dans ces cas-là, un déjantage serait facilement mortel. C'est là la meilleure référence de la jante à base creuse, sans laquelle le pneu confort n'aurait pas connu le succès qu'il a aujourd'hui.

Les tendances dans l'évolution de la carrosserie

Une des notes caractéristiques de ce Salon est que la majorité des châssis exposés sont équipés de carrosserie conduite intérieure du type Weymann. Celle-ci marque un succès sur toute la ligne, et c'est bien compréhensible, car, sur nos mauvaises routes, le confort comme le silence ne peuvent être obtenus qu'avec une carrosserie souple, indépendante, etc... Vous connaissez l'antienne.

En matière de carrosserie, il n'y a pas que le problème du confort, il y a aussi le problème du rendement, ou, si vous le préférez, le problème du coefficient de résistance à l'avancement.

Vous connaissez bien la formule $R = KSV^2$. Cela veut dire qu'à vitesse égale, vous consommerez beaucoup plus avec une conduite intérieure qu'avec une torpédo, parce que S, le maître couple, augmente.

On ne peut pas réduire S au détriment du confort, mais ce que l'on peut réduire, c'est K, le coefficient de résistance à l'avancement, coefficient qui dépend de la forme de la carrosserie.

Il y a encore beaucoup à faire dans cet ordre d'idées, mais il ne faut pas craindre de travailler la question. Ceux qui l'ont fait en ont largement profité. Voyez les 1.100 Chenard qui sont imbattables depuis deux ans.

Elles doivent leurs victoires répétées à la forme de leur carrosserie, et, cependant, ce sont là des voitures très confortables, larges, spacieuses, où l'on est parfaitement à l'aise. Le public a tort de ne pas vouloir considérer la forme Chenard comme commerciale.

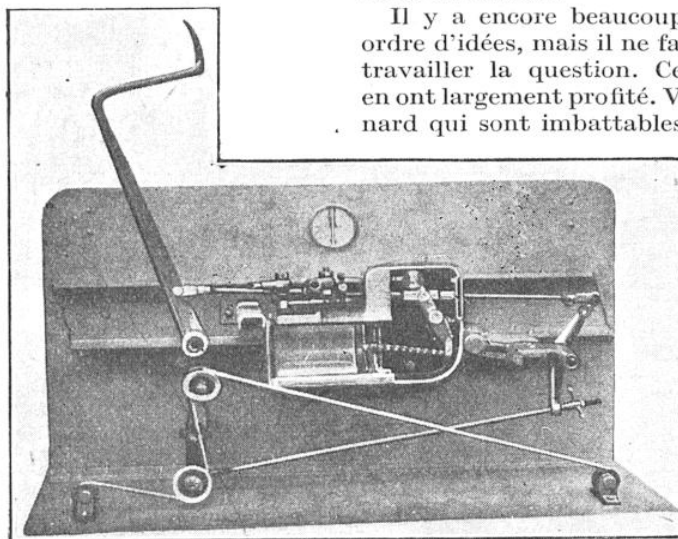


SCHÉMA MONTRANT LE FONCTIONNEMENT DU SERVO-FREIN
DEWANDRE-REPUSSEAU

D'autres progrès sont à enregistrer dans d'autres domaines

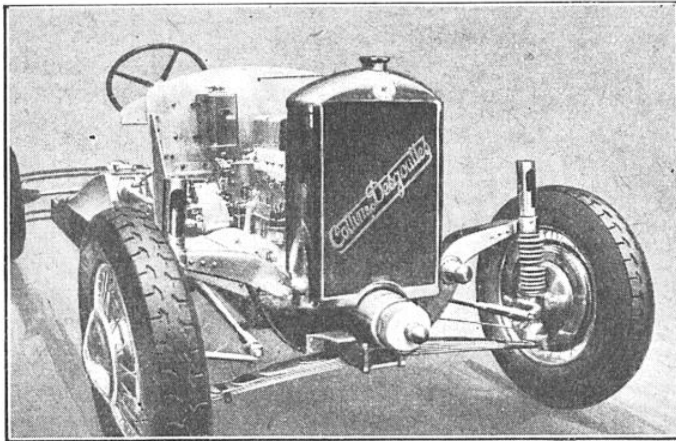
Il y aurait encore beaucoup à dire sur les nouveautés du Salon, je devrais parler un peu des compresseurs pour la suralimentation : on sait que Cozette a beaucoup travaillé la question et il présente un compresseur remarquablement ingénieux.

D'autre part, il ne faut pas passer sous silence les progrès en matière d'allumage et d'éclairage électrique.

Aujourd'hui, les magnétos modernes ont toutes leur *induit fixe*, solution excellente qui sera adoptée universellement, j'en suis convaincu.

La roue indépendante va tracer sa voie

On connaît les avantages des suspensions par roues indépendantes. Cette solution, à



LE NOUVEAU CHASSIS COTTIN-DESGOUTTES RÉALISE UNE SOLUTION ÉTUDIÉE DE LA SUSPENSION PAR ROUES INDÉPENDANTES

condition d'être bien réalisée, permet d'affronter certaines de nos routes du Centre et du Nord de la France sans risquer de tout casser, à commencer par le châssis et finir par les passagers.

Il est curieux de voir combien les constructeurs restent réfractaires à cette solution. Ils ont peut-être tort et le succès incontestable et mérité de la Sizaire frères peut le donner à penser.

Notons que Cottin-Desgouttes vient d'adopter, lui aussi, la suspension par roues indépendantes. Les roues motrices, situées à l'arrière du châssis, sont également indépendantes. A noter, dans le même ordre d'idées, les travaux de Steyr ainsi que de Ansaldo.

Les roues avant motrices font des adeptes

La traction par roues avant présente, elle aussi, un indiscutable intérêt. Elle comporte des avantages de stabilité, de tenue de route, et, avant tout, elle dégage complètement toute la partie du châssis située entre la planche de bord et l'extrémité arrière. Cela permet de surbaisser considérablement et d'établir des carrosseries très confortables et spacieuses.

Parmi les réalisations présentées au Salon, dans cet ordre d'idées, citons, tout particulièrement, la Bucciali, qui est d'une très bonne venue. D'ailleurs, non seulement elle possède

la traction avant sur roues motrices, mais aussi, elle comporte la suspension par les quatre roues indépendantes.

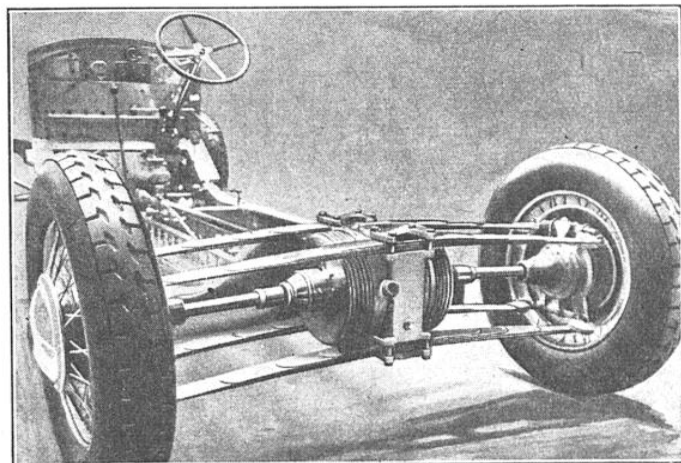
D'autre part, Arzac présente aussi un châssis à roues indépendantes et à traction sur roues avant très consciencieusement traité. Ce châssis est mû par un curieux moteur à deux temps.

A la recherche du changement de vitesse automatique

Deux systèmes sont actuellement au point dans ce domaine spécial de la mécanique automobile. *La Science et la Vie* les a décrits tous deux dès leur apparition (1) ; nous ne ferons donc que rappeler ici en quoi ils consistent.

Le changement de vitesse automatique Sensaud de Lavaud. — L'appareil Sensaud de Lavaud agit comme le ferait une balance à bras de levier automatiquement variables, maintenant l'équilibre entre des poids inégaux placés sur les plateaux. Ici, c'est l'équilibre entre un effort moteur constant et un effort résistant variable qu'il s'agit de maintenir. L'arbre moteur supporte un plateau oscillant composé d'une noix intérieure entraînée par l'arbre moteur et d'une couronne concentrique extérieure qui ne tourne pas, mais participe simplement aux changements d'inclinaison de l'ensemble du plateau par rapport à l'arbre moteur. Cette couronne est reliée, par six bielles, à un même nom-

(1) Voir les nos 61 et 67 de *La Science et la Vie*.



ARRIÈRE DU CHASSIS COTTIN-DESGOUTTES : LES ROUES MOTRICES SONT ÉGALEMENT INDÉPENDANTES

bre de roues libres spéciales, qui entraînent l'arbre à commander. Plus l'inclinaison du plateau est grande, plus le déplacement des bielles est grand pour une vitesse donnée de l'arbre moteur.

L'autorégulation de ce système est obtenue au moyen de rondelles élastiques qui tendent à donner au plateau l'inclinaison maximum. Lorsque la résistance augmente, ces rondelles s'aplatissent, le plateau se redresse jusqu'à ce que le nouvel équilibre soit obtenu.

Le Constantinesco. — Nous nous bornerons également à en donner le principe. L'arbre moteur coudé attaque, au moyen d'une bielle, un levier pendulaire attaché, par une extrémité, à une biellette pouvant pivoter autour d'un point fixe. L'autre extrémité du levier porte une masse pesante. Le levier pendulaire a son articulation reliée à deux autres biellettes agissant sur une roue, à encliquetage spécial, fixée sur l'autre récepteur du mouvement. En faisant varier la rapidité des oscillations communiquées au levier pendulaire, celui-ci prend un mouvement relatif autour d'un centre mobile. Ce mouvement transmet aux biellettes des encliquetages des courses variables correspondantes, donc une vitesse variable à l'arbre d'entraînement des roues motrices.

Quant à l'automatisme, elle résulte de l'action combinée sur le levier pendulaire de l'effort moteur et de l'effort résistant.

Un nouvel embrayage a fait également son apparition

D'autre part, j'ai eu l'occasion d'essayer, au Salon, des voitures munies de l'embrayage automatique Centrifugia.

Il est essentiellement constitué par un bloc cylindrique de caoutchouc spécial solidaire du volant moteur par l'intermédiaire de broches. Dans la masse de caoutchouc se trouvent incorporées des masselottes ; à la périphérie, le bloc est garni d'une garniture de frottement.

Si on fait tourner l'ensemble, sous l'influence de la force centrifuge agissant sur les masselottes, le disque de caoutchouc se dilate et même, si on faisait cette expérience sans précaution, en exagérant la vitesse, on ferait éclater le système, tellement est considérable l'effet de la force centrifuge.

Sur l'arbre primaire du changement de vitesse est montée une cuvette en acier, analogue à un tambour de frein.

On conçoit que, lorsque le moteur tourne au ralenti, le débrayage est réalisé ; par contre, si on augmente la vitesse du moteur, les masselottes, provoquant la dilatation

radiale du bloc de caoutchouc, font qu'un effort de frottement tangentiel prend naissance sur la cuvette, et l'entraînement se trouve ainsi réalisé avec une progressivité absolue.

En ce qui concerne le ralenti, on peut marcher aussi lentement que l'on veut : il suffit de donner très peu de gaz ; aucun choc, aucun heurt ne peut se produire.

Reste à attendre pour cet appareil la consécration d'une expérience suffisamment prolongée.

Les prix des voitures

Je ne puis en terminer avec la revue technique du Salon sans insister à nouveau sur une question qui m'est chère, question primordiale, au surplus, pour les clients de l'automobile : je veux parler des prix.

Et, d'ailleurs, ce sujet est intimement lié aux questions techniques ; car si nos constructeurs ont pu appliquer, dans l'établissement de leurs prix de revient, un coefficient très inférieur à l'indice actuel du coût de la vie, c'est, en grande partie, aux progrès immenses accomplis dans la fabrication et dans l'organisation que nous le devons.

Mais, malgré les progrès de tous ordres appliqués dans la construction automobile, on ne peut s'empêcher de rester confondu d'étonnement devant le véritable tour de force de certains — et Citroën tient, parmi eux, la première place — qui peuvent fournir, aujourd'hui, des conduites intérieures 10 C.V. à moins de 25.000 francs, soit à un prix à peine double de celui pratiqué avant guerre pour des voitures nettement inférieures à celles d'aujourd'hui, sous le rapport de la carrosserie et sous celui de la mécanique. Et l'indice actuel est voisin de six ; il est très supérieur même pour certaines matières.

Dans quelle industrie peut-on faire aussi bien ?

Tel est, tracé dans ses grandes lignes, le tableau d'ensemble de la construction automobile à l'aube de 1927. Cette étude permettra aux lecteurs non spécialisés de se faire une idée exacte des tendances de la mécanique appliquée à la locomotion touristique. Si la valeur d'un constructeur se mesure à sa puissance d'exportation, on peut dire que la France, qui exporte 40 % de sa production automobile, vient à la tête de toutes les nations, puisque les États-Unis eux-mêmes n'exportent que 14 % de leur production. Ce parallèle suffit à montrer à quel point est appréciée la construction mécanique française.

(Phot. Meurisse.)

CHARLES FAROUX.

DE L'ŒUF DE L'INSECTE A L'INDIVIDU COMPLET

Par C. PIERRE

MEMBRE DE LA SOCIÉTÉ ENTOMOLOGIQUE DE FRANCE

Quand, par un beau jour d'été, vous circulez dans la campagne, vous aimez voir voltiger le papillon aux brillantes couleurs, le scarabée au corps métallique, la libellule rapide et les milliers de moucheron qui dansent frénétiquement au coucher du soleil ! Nous voulons essayer de vous intéresser encore davantage à ces petits animaux, en vous décrivant les premières périodes de leur existence souvent si courte et si mouvementée. Nous voulons simplement montrer, par des exemples bien choisis, combien différent les états primitifs de certains insectes particulièrement connus.

Des œufs de formes bizarres

Ce simple mot « œuf » suggère l'idée de quelque chose d'arrondi, de plus ou moins allongé, de volume variable...

Eh bien ! ce qui est vrai pour les oiseaux, ne l'est pas toujours pour les bestioles dont nous nous occupons. Il y en a qui se rapprochent de l'ovoïde, mais quantité d'autres s'en écartent absolument. Ils sont presque cylindriques, arrondis à une extrémité seulement, coniques, aplatis, etc. Tantôt ils sont rayés dans le sens de la longueur, tantôt striés en travers. Vous en trouverez de tout blancs, des jaunes, des bruns et même du plus beau noir.

Voyez (fig. 1) cet œuf d'*Anophèle* (1), qui doit être déposé sur l'eau ; il a tout ce qu'il faut pour le maintenir à la surface du liquide. A côté, celui du moustique (2) possède une partie inférieure plate, ce qui permet à la pondeuse d'agglomérer sa ponte en une espèce de radeau qui prend l'aspect d'un paquet de cartouches minuscules (fig. 14). L'œuf du *Gastrophile* est en cône à base oblique. La partie pointue est collée à un poil de l'animal sur lequel la larve doit éclore (3). Celui de *Simulie* (4) est irrégulier, bosselé. Voici pour chacun d'eux, pris isolément. N'oublions pas maintenant que, souvent, les œufs se présentent par paquets, protégés par des enveloppes revêtant une forme spéciale à chaque espèce d'insecte. Nous montrons (5) une ponte d'*Hydrophile*, ce gros Coléoptère noir si commun dans nos mares et nos étangs. Les œufs sont entourés d'une matière soyeuse ; un pédoncule, à la partie supérieure, sert à fixer cet ensemble à une plante aquatique ou à une pierre submergée. L'étui (6), entr'ouvert par le haut, renferme des œufs de *Criquet voyageur*. La *Mante religieuse* recouvre également ses œufs, pour les dissimuler aux oiseaux et aux petits carnassiers qui les dévoreraient (7).

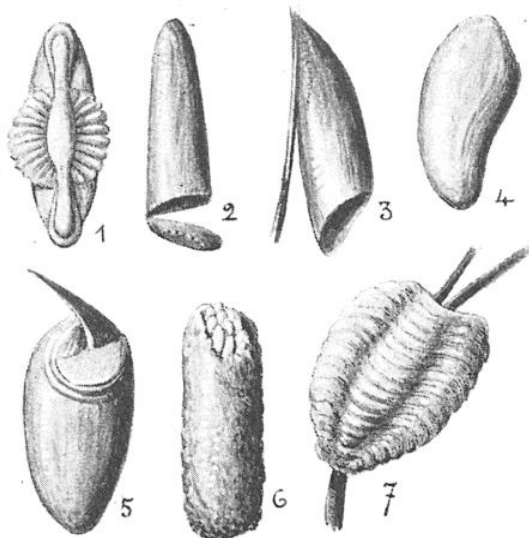


FIG. 1. — DIFFÉRENTS ASPECTS PRÉSENTÉS PAR LES ŒUFS D'INSECTES

1, *Anophèle* ; 2, *Moustique* ; 3, *Gastrophile* ; 4, *Simulie* ; 5, enveloppe des œufs de l'*Hydrophile* ; 6, œufs de *Criquets* dans leur étui ; 7, œufs de la *Mante religieuse* dans leur enveloppe.

De la façon curieuse dont les insectes pondent leurs œufs

Nous allons examiner d'autres modes de ponte, non moins curieux. Vous remarquerez que les insectes possèdent des organes spéciaux et des moyens très différents pour assurer l'avenir de leur progéniture.

Observez la grosse *Sauterelle verte* (fig. 2). Pour pondre, elle a enfoncé, presque verti-

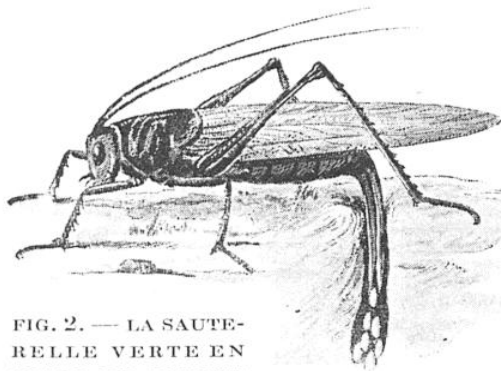


FIG. 2. — LA SAUTE-
RELLE VERTE EN
TRAIN DE PONDRE

Elle enfonce verticalement sa tarière dans la terre, où elle enfouit assez profondément ses œufs.

calement, dans la terre, sa longue tarière en forme de sabre. Entre les lames écartées, les œufs descendent un à un et sont enfouis dans le sol, dissimulés à tous les regards.

L'*Ateuchus* ou Scarabée sacré exécute un travail beaucoup plus compliqué. Une fois l'œuf pondu, il l'entoure de fumier frais et le roule dans la terre. Bientôt l'œuf forme le centre d'une petite boule, que la bestiole traîne pour l'enfouir dans le trou qu'elle a creusé (fig. 3). Ces insectes, appelés aussi « pilulaires », sont fort bien organisés pour réaliser les travaux auxquels ils se livrent à l'époque de la ponte. Leurs pattes antérieures, robustes et dentelées, servent à fouir et à combler les cavités qu'ils ont aménagées pour placer leurs œufs. Même leur tête, très aplatie en avant, transporte

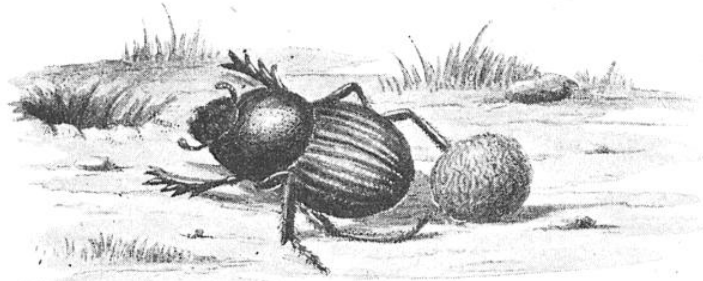


FIG. 3. — L'ATEUCHUS OU SCARABÉE SACRÉ

Il entoure son œuf de fumier et de terre, puis il roule cette sorte de pilule dans un trou qu'il a creusé à l'avance.

sent ainsi des rayonnements plus ou moins réguliers sur la première. Quelques-uns pénètrent dans les arbres, creusant des trous cylindriques, très profonds, car la larve met un temps relativement long pour se transformer.

Dans les fourmilières, nous trouvons de petits *Histers*, des *Staphylins*, qui vivent en très bonne intelligence avec les Hyménoptères. Pour les découvrir, c'est un véritable travail. Il faut passer au crible les débris des nids de *Fourmis*, pour faire tomber sur une nappe les Coléoptères qui existent dans la communauté souterraine. Quel est le rôle de ces commensaux ? Quels sont leurs rapports avec les *Fourmis* ? De quoi vivent-ils ?... Et leurs larves ?... Autant de questions très difficiles à résoudre, car il est

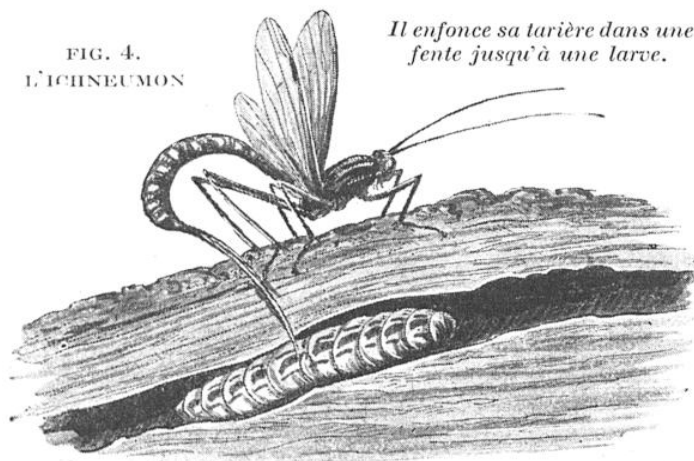


FIG. 4.
L'ICHNEUMON

Il enfonce sa tarière dans une fente jusqu'à une larve.

assez difficile de savoir ce qui se passe dans l'intérieur d'une fourmilière !

L'*Ichneumon* (fig. 4) est non moins intéressant. Il cherche d'abord un vieux tronc d'arbre miné par des larves de Coléoptères ou autres, qui se croient bien à l'abri dans leurs galeries sinueuses et profondes. L'*Ichneumon* s'agite, va, vient, cherche une galerie habitée, puis une fente qui arrive jusqu'à la cavité. Alors, il s'arc-boute, introduit dans la fente sa tarière longue et souple, lâche un œuf, puis s'en va. La petite larve qui éclosa, dévorera la première peu à peu, selon ses besoins et son appétit, jusqu'à sa transformation en nymphe.

Il est d'autres Hyménoptères, beaucoup plus petits, même minuscules, comme les Chalcidiens, qui parasitent également quantité de larves et de chenilles.

Voici des nids

Les travaux des *Abeilles* et des *Fourmis* sont trop connus, pour que j'en parle ici. Je mentionnerai, par contre, ceux des *Guêpes*. Avant la ponte, elles construisent souvent des nids très compliqués, tantôt dans de véritables souterrains, tantôt dans les trous des vieux murs, les cavités des arbres. Les *Guêpes* dites *Cartonnières* agglomèrent patiemment des débris végétaux qu'elles transforment en une sorte de pâte avec laquelle

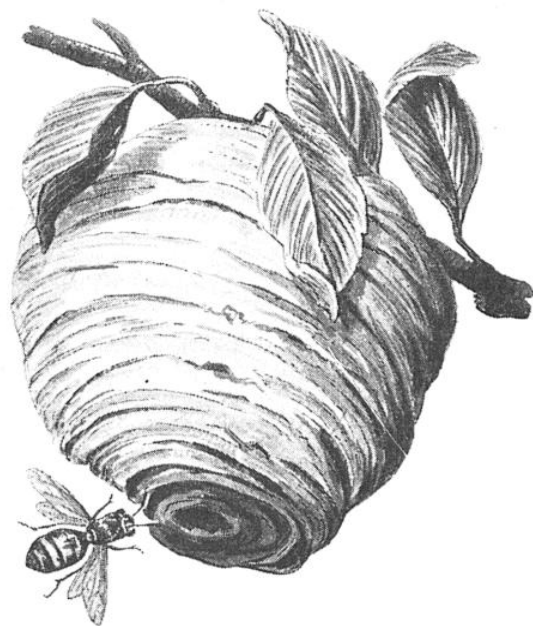


FIG. 5. — GUÊPE DITE CARTONNIÈRE
Ces insectes construisent des nids parfois volumineux en matière grisâtre papyracée. Dans cet abri, a lieu la ponte et l'élevage des larves.



FIG. 6.
LE CHALICODOME
DES MURS

Cet insecte maçonne, contre les pierres, des cellules en terre et petits graviers agglomérés pour y assurer l'existence de sa progéniture. Ces cellules irrégulières sont fermées. Nous montrons une partie du nid ouverte. Le ciment qui forme l'ensemble du nid est excessivement dur.

elles édifient des nids parfois volumineux, suspendus aux branches des arbrisseaux (fig. 5). C'est à l'intérieur de ces chefs-d'œuvre de patience et d'habileté, construits très rapidement, que se fait l'élevage des larves.

Il est aussi des nids beaucoup plus simples, constitués par quelques alvéoles (une vingtaine, au plus) soudées les unes aux autres, munies d'un pédoncule commun, fixé sur une tige solide, à quelques mètres du sol. Il semble que rien n'a été fait pour protéger efficacement cette nichée exposée à toutes les intempéries. Détrompez-vous !... Tout a été calculé pour assurer le bien-être relatif des petits êtres qui vont se développer. Les cellules ont une obliquité telle, que l'eau ne peut y entrer ou y séjourner. De plus, elles sont généralement orientées vers l'est, c'est-à-dire du côté du vent qui, d'une façon générale, n'amène pas la pluie.

Les gros *Frelons*, si redoutables, construisent souvent leurs nids dans les troncs creux des vieux arbres et savent s'épargner du travail. Ils profitent de la partie intérieure, encore saine de l'arbre, pour y placer l'agglomération de leurs alvéoles. De cette façon, ils n'ont à fabriquer que d'un seul côté l'enveloppe papyracée protégeant l'ensemble de la construction. Cette dernière atteint sou-



FIG. 7. — PAPILLON BOMBYX ET SES ŒUFS, DÉPOSÉS EN BRACELETS SUR UNE BRANCHE D'ARBRE.

vent des dimensions respectables. On en a trouvé qui mesuraient plus de 50 centimètres de haut et 45 centimètres de large.

Vous avez tous remarqué, pendant l'été, un gros *Bourdon* noir, aux ailes violacées : c'est le *Xylocope violet* ou *Perce-bois*. Celui-là creuse, avec ses mandibules, de profondes galeries dans les branches mortes. C'est dans ces trous que l'insecte bâtit des cellules cloisonnées de fins débris de bois agglutinés avec sa salive.

Un autre Hyménoptère, le *Chalicodome*, maçonne, contre les murs, des cellules irrégulières où il dépose ses œufs, avec des provisions, assurant ainsi l'avenir de sa progéniture. Il couvre le tout d'un mortier extrêmement dur, laissant en bas une partie plus faible, pour la sortie des insectes (fig. 6).

Les papillons

Occupons-nous maintenant des Lépidoptères ou *Papillons*. Ces charmantes bestioles placent ordinairement leurs œufs sur les végétaux où les chenilles doivent vivre. On les trouve sur les feuilles, les tiges, etc. Nous montrons (fig. 7) une ponte de *Bombyx* placée en colliers, sur une branche. Des œufs sortent d'abord de toutes petites chenilles, qui grossissent rapidement, se nourrissant des feuilles de la plante sur laquelle elles sont nées. Inutile de dire que si les Papillons sont tous différents de forme et de couleurs, les Chenilles ne se ressemblent guère non plus. En voici une série (fig. 8) qui montre plusieurs types n'ayant ni le même aspect ni la même allure. Les unes sont épaisses, glabres, les autres sont allongées velues. On en voit,

comme celles des Sphinx, qui portent en arrière une corne menaçante. Il en est également de gibbeuses, véritables monstres, au dos chargé de pointes, à l'abdomen terminé par des tenailles. Certaines sont énormes, de la grosseur du pouce, comme il y en a de minuscules, qui creusent des galeries dans l'épaisseur d'une feuille.

Lorsque les Chenilles vont se transformer en Papillons, elles construisent leurs cocons, tous différents aussi les uns des autres, suivant les espèces.

On voit (fig. 9) des chrysalides aux couleurs délicates, ornées parfois de points ou lignes métalliques, presque lisses ou agrémentées de pointes. Ces étuis donnent déjà une idée de la forme de l'insecte qui va naître. A côté de cela, il y a aussi des cocons plus ou moins informes, constitués par des fils soyeux enchevêtrés, se couvrant les uns les autres pour constituer l'enveloppe dans laquelle la chenille opère sa transformation. Les chrysalides et les cocons se rencontrent un peu partout, appliqués contre les murs, les branches, sur les troncs d'arbres, sous la mousse, dans la terre. Il en est qui sont suspendus, par leur extrémité, à une simple tige de plante basse, et que le vent balance.

Nous ne pouvons nous dispenser de dire,

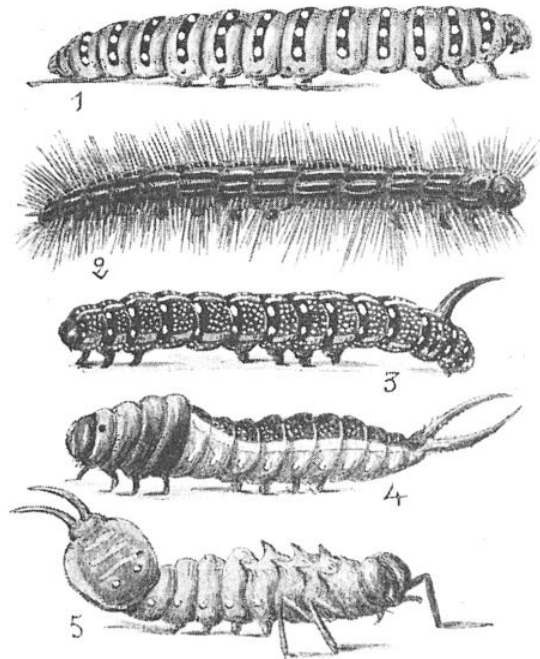


FIG. 8. — DIFFÉRENTS TYPES DE CHENILLES
1, chenille du *Machaon* ; 2, *Bombyx* ; 3, *Sphinx* de l'*Euphorbe* ; 4, la *Queue-fourchue* ; 5, *Harpyie*, vivant particulièrement sur le chêne.

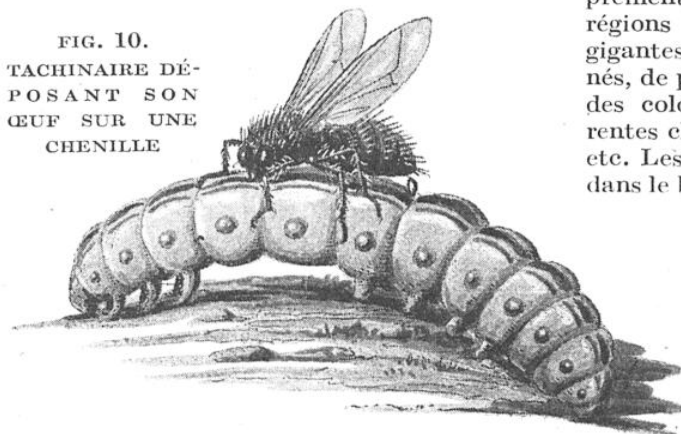
ici, quelques mots sur les *Tachinaires*. Nous vous avons déjà signalé, dans un article précédent, ces petites mouches qui font une guerre acharnée aux chenilles. Ces curieux Diptères ont une existence étrange. Ils pondent leurs œufs sur les chenilles (fig. 10) ou, près d'elles, sur les feuilles qu'elles sont en train de dévorer. Les larves minuscules qui sortent des œufs, pénètrent dans le corps des chenilles et s'y établissent, dévorant d'abord les parties grasses, puis les parties vitales. Des cocons, tissés prématurément, sortent, non des papillons, mais une ou plusieurs petites mouches qui s'empressent de créer une nouvelle génération. Certains Hyménoptères agissent de cette même façon.

Signalons aussi le *Gymnosome*, joli Diptère qui parasite les *Pentalomes* ou grosses punaises champêtres (fig. 11). La larve du *Gymnosome* est munie d'un appendice postérieur qui lui sert de tube respiratoire. Elle en place l'extrémité à l'ouverture des stigmates de sa victime, afin d'avoir l'air nécessaire à sa respiration. En été, le *Gymnosome* est commun sur les fleurs d'Ombellifères. Il est petit, globuleux. Son abdomen est jaune taché de noir.

Des travaux de géants

Nous ne pouvons passer sous silence certains Névroptères dont il est particulière-

FIG. 10.
TACHINAIRE DÉ-
POSANT SON
ŒUF SUR UNE
CHENILLE



La chenille deviendra la proie de la petite larve qui sortira de l'œuf.

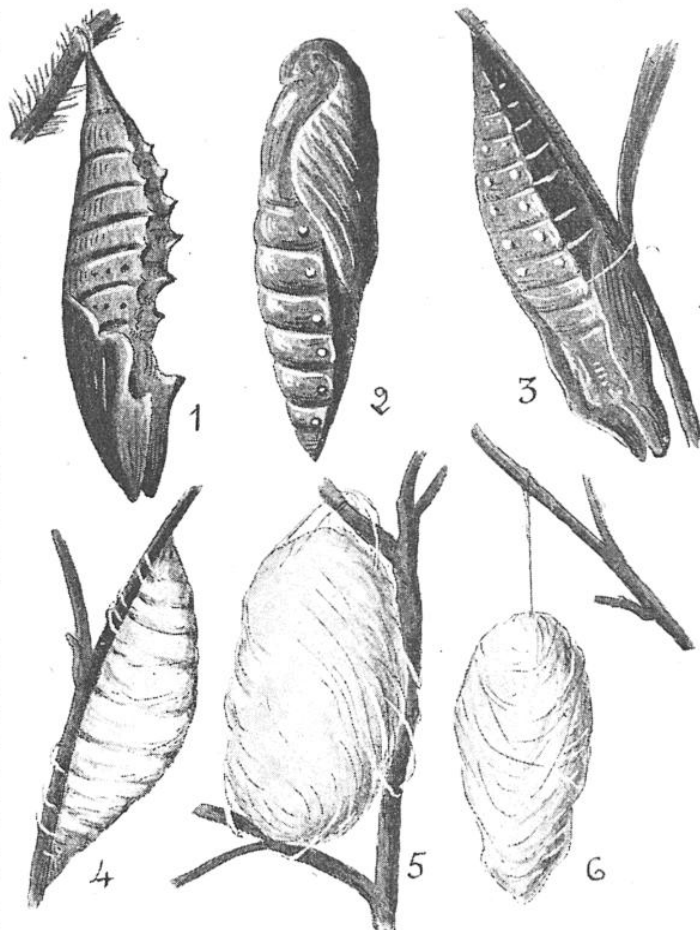


FIG. 9. — COCONS OU CHRYSALIDES DE CHENILLES

1, le Paon du Jour ; 2, *Sphinx* ; 3, papillon *Machaon* ; 4, *Zygène* ; 5, *Bombycide* ; 6, *Tynéide*.

ment intéressant de connaître les mœurs.

Il y a d'abord les Termites appelés improprement *Fourmis blanches*. Les uns, dans les régions tropicales, construisent des abris gigantesques, véritables monuments maçonnés, de plusieurs mètres de haut, habités par des colonies organisées, comprenant différentes classes d'individus : ouvriers, soldats, etc. Les autres creusent de longues galeries dans le bois, même dans les pièces employées pour les constructions, évitant l'intérieur, sans signaler extérieurement leur présence. Ils arrivent ainsi à provoquer des catastrophes absolument inattendues.

Vient ensuite le fameux *Fourmilion*, espèce de Libellule dont la larve terrestre habite les endroits chauds et sablonneux. Elle creuse, dans le sol, un entonnoir

assez vaste, et s'enterre dans le fond, ne laissant dépasser, au-dessus, que ses mandibules longues et pointues. Toutes les bestioles qui tombent dans le piège sont infailliblement tuées et dévorées. Pour se transformer, ce bizarre petit animal se file une coque de soie, assez mince, qu'il renforce en agglutinant extérieurement des grains de sable minuscules ou plus simplement de la poussière.

Les insectes aquatiques subissent de curieuses transformations

Nous allons, maintenant, par quelques exemples caractéristiques, vous montrer les transformations phénoménales que nous constatons chez certains insectes aquatiques. Vous verrez les énormes différences morphologiques qui existent entre la larve, la nymphe et l'insecte parfait !... Au sortir de l'œuf, on trouve un monstre qui se simplifie par la suite, au moment de la transformation. Finalement, la bestiole devient un animal qu'on ne remarque même pas !...

Nous diviserons ces insectes en deux catégories :

1^o Ceux qui ont une vie aquatique complète ;

2^o Ceux qui ont une vie mi-aquatique, mi-aérienne.

Dans les premiers, on peut classer quantité de Coléoptères et quelques Hémiptères, qui, même à l'état parfait, vivent constamment dans l'eau. Certains d'entre eux peuvent, cependant, s'envoler pour chan-

ger de résidence. Arrivés au bout de leur course, ils plongent immédiatement dans l'élément liquide et sans hésitation.

Parmi les Punaies d'eau, on remarque les *Nautonectes*, les *Nèpes*, les *Ranâtres*, etc.,

qui ne quittent pas trop leur mare natale.

Les Coléoptères aquatiques sont plus nombreux. Quelques-uns sont minuscules, d'autres sont de taille respectable, comme l'*Hydrophile*, les *Dytiques*. Ces derniers, surtout, ont des larves allongées bizarres (fig.12). Elles sont très actives, voraces,

faisant une guerre acharnée aux animaux aquatiques, s'attaquant même aux jeunes tritons ou têtards, qu'elles tuent et dévorent gloutonnement. Au moment de la transformation, elles s'enterrent, se filant des coques dans le sous-sol submergé.

Notre dessin montre clairement les différences extraordinaires qui existent entre la larve, la nymphe et l'adulte.

Dans la seconde catégorie, nous trouvons les insectes qui vivent dans l'eau, à l'état de larve et de nymphe. Devenus adultes, ils ont une vie complètement aérienne. Parmi ceux-là nous remarquons quantité de Névroptères et de Diptères. Les *Libellules*, les *Phryganes*, les *Ephémères* sont dans ce cas, et présentent de curieuses formes larvaires ou nymphales.

Voilà, par exemple, un *Ephémère* (fig. 13). La larve semble pos-

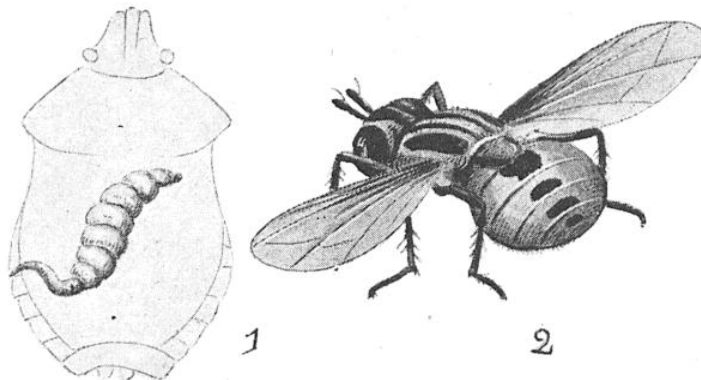


FIG. 11. — GYMNOSOME, PETITE MOUCHE QUI PARASITE LES PUNAISES DU BOIS ET DES CHAMPS

1, corps d'un *Pentatome*, avec larve de *Gymnosome* ; 2, le *Gymnosome* à l'état parfait.



FIG. 12. — DYTIQUE AVEC SA LARVE ET SA NYMPHE

La larve, très active, chasse dans le fond des mares et des étangs. La nymphe est enfermée dans une coque enterrée dans le sous-sol aquatique.

séder une quantité de pattes. Eh bien!... à part les trois paires antérieures, les autres appendices abdominaux que vous apercevez ne sont que des trachéobranchies, système respiratoire spécial à la bestiole, qui seront remplacées, chez l'insecte parfait, par de vulgaires stigmates, à peine apparents.

Nous présentons (fig. 14) les œufs (1), la larve (2), la nymphe (3), d'un Moustique. Nous avons décrit, précédemment, les premiers. La larve est un petit monstre, couvert de soies rigides, qui vient respirer à la surface de l'eau par un siphon placé à sa partie postérieure. La nymphe n'est pas moins étrange, mais ne respire pas de la même façon. Elle absorbe l'air au moyen de cornes thoraciques situées en

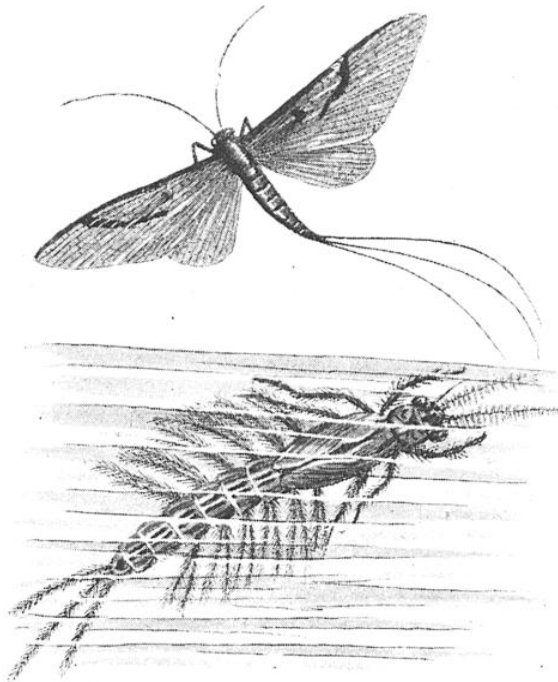


FIG. 13. — ÉPHÉMÈRE ET SA LARVE

L'insecte parfait a une vie aérienne, mais sa larve est aquatique.

arrière de la tête. Quant à l'adulte, vous l'avez vu dans votre maison, et vous avez probablement senti souvent les effets de ses cuisantes piqûres.

Les larves de *Simulies* vivent aussi dans l'eau, comme celles des *Stratiomyides*, de certains *Tipulides*, etc. Je veux encore attirer votre attention sur une larve extraordinaire, qu'on trouve assez communément dans les eaux stagnantes (fig. 15). Cette bestiole inspire un vif sentiment de répulsion, à cause des sortes de tentacules qui lui garnissent le corps, dorsalement et latéralement. Or, ces tentacules ne sont que des

organes respiratoires très développés. Plus tard, la larve de *Phalacrocer* se transformera en nymphe (2), puis elle deviendra l'insecte

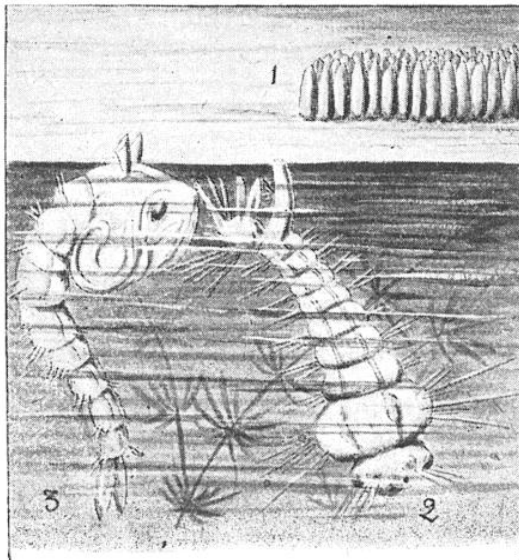


FIG. 14 — MOUSTIQUE OU COUSIN

1, agglomération d'œufs en forme d'obus, prêts à éclore ; 2, larve ; 3, nymphe.

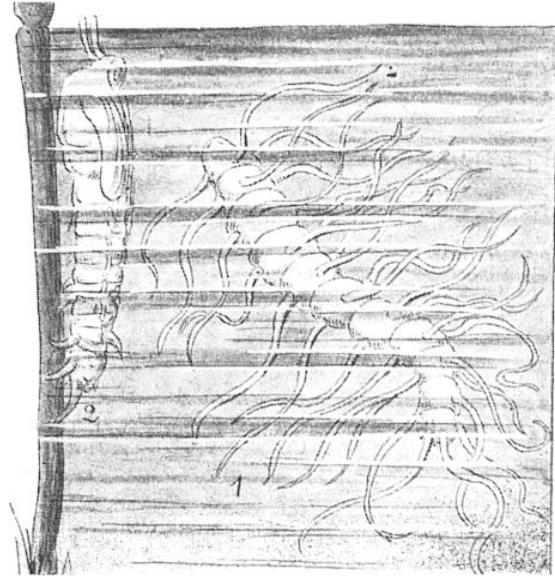


FIG. 15. — PHALACROCÈRE (PREMIERS ÉTATS)

1, la larve ; 2, la nymphe de la bestiole sur la tige d'un roseau.

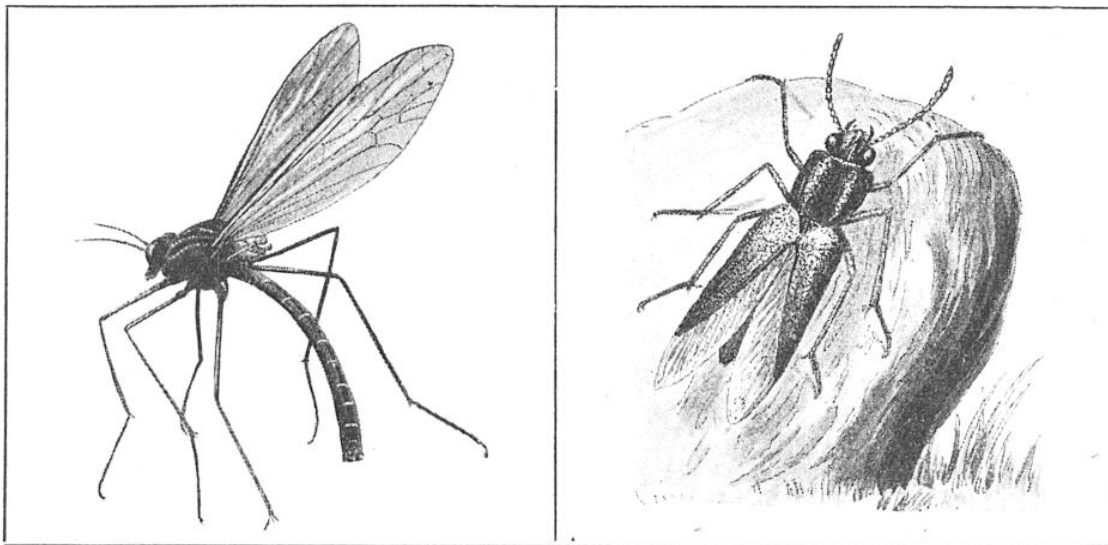


FIG. 16. — PHALACROCÈRE DÉVELOPPÉ

FIG. 17. — SITARIS A L'ÉTAT PARFAIT

(fig. 16) qui voltige sur les roseaux et autres plantes aquatiques. Comparez les différents états de ce curieux Diptère, et vous vous rendrez compte qu'il a fallu des observations sérieuses, de patients élevages, pour établir définitivement l'identité de l'animal. Le premier naturaliste qui a récolté cette larve monstre ne prévoyait certainement pas qu'il obtiendrait une bestiole à l'allure simple, qui se rapproche de la vulgaire *Tipule du chou*,

Il y a aussi des insectes vivipares

Nous n'avons pas encore mentionné la catégorie d'insectes qualifiés de vivipares, dont les femelles pondent des larves écloses des œufs renfermés dans leur abdomen. Parmi ces derniers, nous trouvons, chez nous, par exemple, la *Sarcophaga*, grosse mouche grise;

Quelques-uns des petits animaux qui nous intéressent présentent, dans leurs transformations, quelques cas singuliers. Cette suite de faits bien constatés a été nommée « hypermétamorphose ». Nous en trouvons des exemples chez certains Coléoptères de la famille des vési-

cants : *Meloes*, *Sitaris*, etc. Les figures 17 et 18 montrent l'évolution d'un *Sitaris*.

Sortant de l'œuf, la larve primaire (fig. 18-1) est vive, agile. Elle porte le nom de *Triangulin*, s'accroche à un Hyménoptère et se laisse transporter dans le nid de ce dernier. Arrivée là, elle glisse dans une cellule où elle se met

à dévorer œuf ou larve.

Au bout de peu de temps, elle mue, devenant toute différente de son premier état (2). A cet âge, elle n'est plus carnassière, mais se nourrit des provisions

du nid ; puis elle se transforme en pupe inactive (3), d'où sort une larve (4), ressemblant à celle du deuxième âge. Pour terminer, elle devient la nymphe d'où éclôt l'insecte parfait (fig. 17).

Par ces quelques exemples, nous avons voulu montrer combien sont différentes les principales formes d'évolution des bestioles les plus connues, depuis la ponte jusqu'à l'adulte ; nous

pensons avoir intéressé les lecteurs, en présentant ces généralités, pour éveil-

ler la curiosité des observateurs. Tout le monde ne méprise pas les « petites bêtes », heureusement !... Il est même très utile, parfois, de s'occuper d'elles. C. PIERRE.

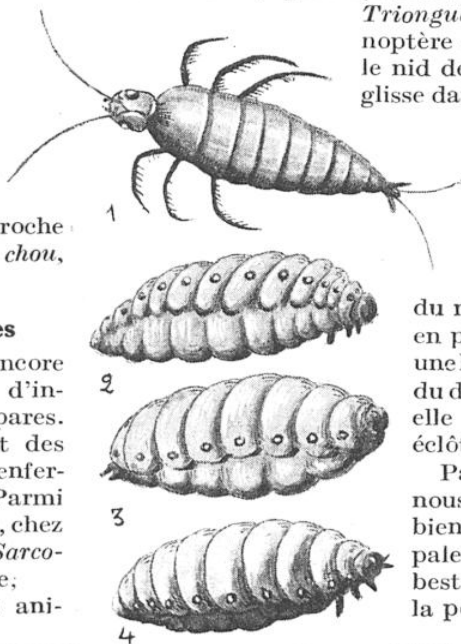


FIG. 18. — DIFFÉRENTS ÉTATS D'UNE LARVE DE SITARIS, COLÉOPTÈRE DE LA FAMILLE DES VÉSICANTS

LA T. S. F. ET LA VIE

Par Joseph ROUSSEL

Le mystérieux « fading » et les communications interplanétaires

« Allo ! Mars ! Voici Paris, causez. »

Nos demoiselles du téléphone lanceront-elles, quelque jour, cet extraordinaire appel, que seule, aujourd'hui, l'imagination d'un Wells peut concevoir ? Nous allons discuter le problème en nous appuyant sur des hypothèses d'actualité.

Si l'idée de la possibilité d'établissement des communications interplanétaires a hanté l'humanité depuis plusieurs siècles, la conception scientifique s'en est considérablement développée du jour où Marconi montra expérimentalement que des messages sans fil conducteur visible pouvaient être échangés à grande distance par le truchement des ondes électromagnétiques. Il suffisait, pensait-on, d'accroître formidablement la puissance des émetteurs pour résoudre le problème.

Une telle façon de voir est fort erronée et surtout très incomplète.

Tout d'abord, elle fait abstraction d'un terme de première importance : la réception extraterrestre est-elle possible, et dans quelles conditions ?

Prenons la planète Mars pour exemple et comme but. Il nous faut concevoir cette planète habitée par des êtres dont le développement scientifique soit au moins au niveau du nôtre. Rien ne s'opposant, à priori, à cette conception d'ordre purement philosophique, nous allons raisonner au seul point de vue terrestre, en supposant possible l'existence de postes martiens à l'écoute à l'autre bout du... sans-fil.

C'est l'étude préalable du « fading » qui va nous fournir les éléments de la discussion.

Le « fading », ou, pour lui donner son nom français, le phénomène d'évanouissement périodique des signaux au cours d'une radiotransmission, connu depuis longtemps des spécialistes, est facile à constater par tous les amateurs outillés pour la réception d'ondes semi-courtes (de l'ordre de 100 à

400 mètres environ), à distance suffisamment grande.

Il se manifeste de la manière suivante : un récepteur sensible étant exactement accordé sur une émission déterminée (petits postes anglais, certains espagnols et allemands), l'audition s'affaiblit progressivement, s'annule parfois, puis, sans modification du réglage de réception, reparaît et croît graduellement en intensité ; ce phénomène se reproduit périodiquement, le temps total d'une « phase » variant de quelques secondes à quelques minutes, ce temps paraissant fonction à la fois de la longueur d'onde, de l'état atmosphérique, de la nature du sol et de la distance entre les postes.

Parmi les nombreuses hypothèses qui ont été formulées pour expliquer ce phénomène,

celle qui apparaît comme la plus vraisemblable a pour base la conception de la couche d'*Heaviside*.

La couche d'*Heaviside* serait une couche d'épaisseur variable de molécules gazeuses conductrices, situées dans la haute atmosphère (entre 200

et 400 kilomètres) enveloppant entièrement le globe terrestre.

Certains auteurs, Zenneck en particulier, pensent que la conductivité de cette couche est comparable à celle du sol sec ; d'autres, sir Arthur Schuster et le professeur Chapman, disent qu'elle équivaut à celle d'une lame de cuivre d'un mètre d'épaisseur.

Chose curieuse, il semble que la nature, en nous dotant de la couche d'*Heaviside*, ait eu pour but de faciliter les longues portées des ondes *sur terre*, tout en dressant un écran qui s'oppose aux émissions extraterrestres.

Deux facteurs concourent à la génération de cette couche : l'émission radioactive terrestre, pour la plus faible part, et, pour la plus grande part, l'influence des radiations solaires.

On peut concevoir que, sous l'influence de la formidable énergie de l'astre-roi de notre système, des électrons s'en échappent

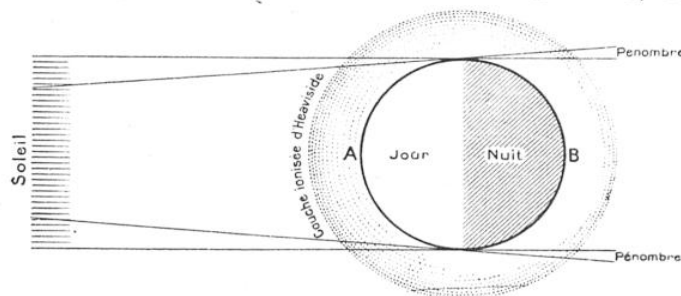


FIG. 1. — FORMATION ET DISTRIBUTION DE LA COUCHE D'HEAVISIDE SOUS L'ACTION DES RADIATIONS SOLAIRES

et atteignent les hautes régions de notre atmosphère. Joignons à cette cause l'action ionisante bien connue des radiations ultraviolettes émanant du même centre, et nous comprendrons facilement qu'il puisse exister des ions conducteurs autour de la terre.

La figure 1 illustre cette hypothèse et suggère quelques réflexions.

Laissons de côté la question des dimensions relatives qui ne sauraient être respectées ; on conçoit, à première vue, que la quantité et la densité des ions soient différentes de jour en *A*, et de nuit en *B*.

Cette couche absorbant les ondes, d'autant mieux qu'elle est plus dense, on voit immédiatement que les grandes portées seront plus facilement réalisées de nuit, ce qui est un fait contrôlé par l'expérience.

D'autre part, cette couche, par son origine même, possède une densité moléculaire variable ; elle est, de plus, soumise à toutes les perturbations d'origine terrestre, atmosphérique et solaire, lunaire même, ce qui la rend extrêmement instable.

Elle ne saurait donc, en aucun cas, jouer le rôle d'un miroir parfait, ni d'un écran homogène.

Ces constatations permettent de prévoir combien l'étude des modifications qu'elle peut apporter dans les radio-communications est difficile.

La figure 2 nous montre comment elle agit — grossièrement d'ailleurs — sur les émissions d'ondes courtes et semi-courtes.

Les ondes émises en *E* donnent naissance à un champ d'une certaine énergie en *R* par rayonnement direct ; suivant la fréquence de ces ondes, la hauteur de la couche réfléchissante et la valeur de l'angle d'incidence, un rayonnement *B* peut également atteindre *R* après réflexion sur la couche d'Heaviside.

Si l'action de *B* s'ajoute à celle de *A*, on atteindra ce résultat, en apparence paradoxal, de recevoir plus d'énergie en *R* qu'en un point *R*₁, plus proche de *E*.

Nous avons dit que la couche ionisée est instable ; donc, la réflexion du rayonnement *B* sera variable dans le temps et la réception en *R* sera modifiée suivant ces variations ; de là renforcements et extinctions périodiques amenant le « fading ».

Les ondes longues et semi-courtes sont toutes absorbées ou réfléchies par la couche d'Heaviside. Leur réflexion augmente la portée si certaines conditions sont remplies.

De leur absorption, nous pouvons conclure qu'elles ne peuvent sortir du système terrestre

et ne sauraient, en aucun cas, permettre l'établissement de communications interplanétaires.

Mais il existe une autre catégorie d'ondes qui font, depuis quelques années, l'objet de nombreuses études mondiales : ce sont les ondes courtes, dont la longueur est inférieure à 30 mètres.

Celles-ci sont beaucoup moins absorbées par la couche ionisée ; il arrive même que si le rayonnement attaque cette couche sous une faible incidence (rayon *F* de la fig. 2), ces ondes quittent le système terrestre.

Les ondes courtes sont donc les seules qui permettraient de résoudre la partie terrestre du problème, et, comme leur évacuation est d'autant plus facile qu'elles sont plus courtes, il faut, dès à présent, poser en principe que si les communications Terre-Mars doivent être tentées quelque jour sous cette forme, elles ne le seront que lorsqu'il sera possible de réaliser un superémetteur d'ondes dont la longueur sera de l'ordre du mètre.

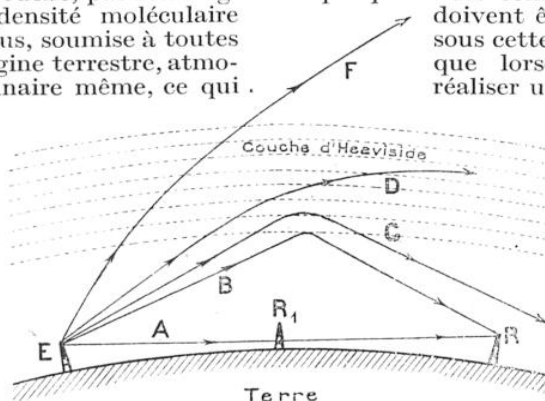


FIG. 2. — COMMENT LES ONDES COURTES SE COMPORTENT VIS-A-VIS DE LA COUCHE D'HEAVISIDE

Comment fonctionnent les lampes bigrilles

L'UN des plus grands progrès accomplis en T. S. F., depuis l'invention de la lampe à trois électrodes, est certainement la création des valves à deux grilles.

Cette lampe ouvre à tous de nouveaux horizons et un champ

d'investigation extrêmement étendu.

C'est à tort que l'on désigne parfois cette valve sous le nom de lampe à quatre électrodes ou tétraode, seul le terme de bigrille est exact.

Existant dans les laboratoires depuis plus de sept ans, c'est en 1920 que les premiers exemplaires, d'origine hollandaise, vinrent aux mains des amateurs. Depuis, de nombreuses firmes en ont établi d'excellents modèles ; par exemple, la Radiotechnique, en France, en fournit avec filament ordinaire à consommation normale ainsi qu'avec filament thorié à faible consommation.

Ce dernier modèle, en particulier, est d'un puissant intérêt, car il permet d'établir des postes récepteurs légers et puissants.

D'une façon générale, l'amateur, même le plus familiarisé avec le maniement des triodes, connaît mal la bigrille et se rend rarement compte des raisons spéciales qui militent en faveur de son emploi.

N'avons-nous pas entendu souvent dire qu'elle était supérieure aux autres uniquement parce que l'action des deux grilles

s'ajoutait, raisonnement inexact ainsi que nous allons le démontrer.

L'aspect extérieur d'une bigrille ne diffère guère de celui des autres valves. A l'intérieur du globe de cristal, les éléments sont disposés, en général, comme le montre la figure 3, le filament est entouré de deux grilles hélicoïdales de diamètres différents (sauf dans le type « Blondel »), qu'enveloppe une plaque cylindrique.

La grille la plus rapprochée du filament porte le nom de *grille intérieure* (G. I.), et, quelquefois, par suite de son rôle spécial, de *grille anodique* ou positive; la seconde est appelée *grille extérieure* (G. E.) et parfois *grille de contrôle*.

La figure 4 montre le dispositif en coupe. Bien entendu, les rapports de dimension des

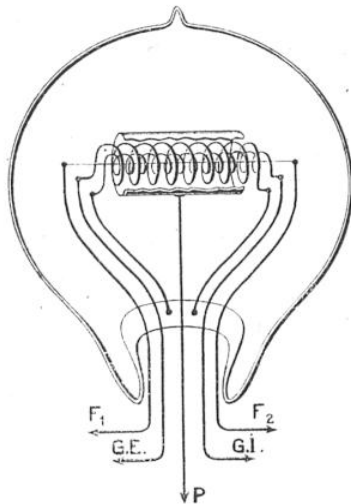


FIG. 3. — DISPOSITION INTÉRIEURE DES ÉLÉMENTS D'UNE LAMPE BIGRILLE (La plaque est figurée ouverte.)

se passe dans un tube à vide ordinaire.

Prenons d'abord un kénotron ou valve de Fleming, ne renfermant pas de grille de contrôle. Les électrons émis par le filament porté à haute température créent autour de celui-ci un champ électrostatique négatif. Mais un champ négatif repousse un champ de même signe ou des particules négatives, donc le champ créé autour du filament repousse les électrons vers ce filament; il peut même arriver que, dans la région la plus positive de ce même filament, un certain nombre des électrons repoussés soient réabsorbés.

Cette réabsorption diminue, ainsi que la valeur de la charge négative totale, en présence du champ positif créé par la plaque, lorsque celle-ci est connectée au pôle positif d'une source électrique dont le pôle négatif est relié au filament.

Ce n'est que lorsque la condition de saturation est réalisée que tous les électrons émis par le filament atteignent la plaque, mais cette condition n'est remplie que lorsque cette plaque est portée à une très haute tension positive.

L'introduction d'une grille — nous arrivons au triode — dans l'espace ainsi chargé, n'apporte aucune modification à l'état de choses tant que cette grille reste neutre, mais sa conductibilité permet de produire un champ variable dans cet espace en faisant varier le potentiel de la grille et, suivant que les oscillations de ce potentiel rendent le champ négatif ou positif, le courant de plaque diminue ou augmente.

C'est là le rôle de la grille de contrôle des valves à trois ou multiples électrodes, qui permet, avec une dépense d'énergie infiniment faible dans le circuit de grille, d'obtenir des variations correspondantes et instantanées du courant-plaque, de valeur relativement élevée, d'où le nom fréquemment donné à ces valves, de *relais électronique*.

Nous avons vu que le champ électrostatique négatif créé par les électrons tend à empêcher ceux-ci d'atteindre la plaque; ce champ donne, par conséquent, naissance à une *résistance interne apparente* de valeur élevée, qui ne peut être vaincue que par l'énergie importante fournie à la plaque sous forme de potentiel élevé.

Le résultat définitif de cet état de choses est que, lorsqu'on utilise un tel tube comme amplificateur, une faible partie seulement de l'énergie fournie par la batterie-plaque est utilisée pour l'amplification, la plus grande partie ayant uniquement pour but de vaincre la résistance apparente du tube en neutralisant le champ négatif.

On conçoit, dès lors, que si cette résistance interne apparente pouvait être annulée ou tout au moins fortement diminuée, il serait possible d'obtenir un fonctionnement correct du tube en ne portant la plaque qu'à un très faible potentiel, autrement dit de *diminuer considérablement la tension de la batterie de plaque*.

Ce sont ces considérations qui ont amené les physiciens

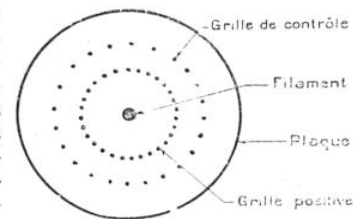


FIG. 4. — DISPOSITION THÉORIQUE DES ÉLÉMENTS D'UNE LAMPE BIGRILLE

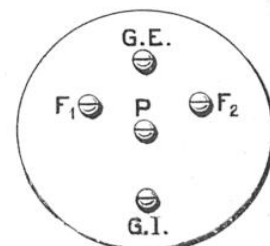


FIG. 5. — COMMENT SONT SITUÉES LES BROCHES D'UNE LAMPE BIGRILLE

à chercher un moyen de réduire cette résistance, le problème étant d'autant plus intéressant à résoudre, que cette réduction aurait comme conséquence l'élévation du facteur d'amplification du système.

Il semble que ce sont, simultanément, le Dr Langmuir, aux Etats-Unis, et le Dr Schottky, en Allemagne, qui ont proposé, dans ce but, l'adjonction d'une quatrième électrode, sous forme de grille positive.

Cette grille étant placée en un point convenable entre le filament et la grille de contrôle, il suffit de lui appliquer un très faible potentiel positif pour atteindre le but poursuivi ; parfois même la connexion de cette grille au pôle positif de la source de chauffage est suffisante, ce qui permet la suppression de la batterie de plaque.

Les résultats exceptionnels obtenus avec ces tubes, sont dus au fait que le facteur d'amplification atteint et dépasse parfois 20, alors que celui des triodes est, en moyenne, de 6 à 7.

Assez nombreux sont déjà les postes utilisant les lampes bigrilles. Il est probable que nous assisterons à leur développement au fur et à mesure que la construction de ces lampes, déjà excellente, sera plus parfaite encore.

Nous donnerons, dans un prochain numéro, quelques montages utilisant ces tubes.

Les amateurs doivent, toutefois, se garder de les monter sous forme d'amplificateurs à résistances, car ils perdraient le bénéfice de la réduction de tension-plaque.

Nous appelons également leur attention sur ce fait que les écouteurs ou haut-parleurs utilisés en *sortie directe* de ces tubes doivent être à faible résistance. Dans le cas contraire, ces appareils doivent être shuntés par une self d'arrêt d'inductance élevée et de faible résistance.

Le même raisonnement s'applique à tout organe de liaison entre étages, impédances ou transformateurs.

Des tubes bigrilles à éléments de formes spéciales (grilles sous forme de cylindres à fentes multiples, suivant la génératrice et à lames rayonnantes) ont été créés par Siemens-Schottky dans le but d'appliquer un principe un peu différent. Dans ces tubes, c'est la grille extérieure qui est positive, l'intérieure devenant grille de contrôle. Ce dispositif présente un avantage secondaire particulier, celui de réduire considérablement les capacités internes nuisibles et d'obtenir une semi-auto neutralisation qui stabilise le tube, réduit fortement ses tendances à osciller et permet d'accroître la puissance et le facteur d'amplification sans accrochages ni distortion.

Ces tubes spéciaux ne sont pas dans le commerce, mais ceux que nous possédons, et qui sont excellents, permettent déjà aux amateurs d'exercer largement, dans cette nouvelle voie, leurs facultés d'étude et de patience.

Horaire des principaux postes de diffusion

FRANCE :

Tour Eiffel, 2.650 m., puissance 5 kw. ; 18 h., journal parlé, radio-concert, informations ; 19 h. 15 à 19 h. 45, éventuellement, dimanche seulement, émissions diverses ; 20 h. 15 à 20 h. 30, éventuellement, le dimanche seulement, émissions diverses sur l'onde de 2.740 mètres ; 21 h. 30 à 23 h., radio-concert sur l'onde de 2.740 m. dimanche, mercredi, vendredi et samedi.

Radio-Paris, 1.750 m., puissance 4 kw. ; 12 h. 30, concert ; 13 h. 45, informations ; 13 h. 50, cours d'ouverture de la Bourse de Paris ; 16 h. 30, concert ; 20 h. 15, informations et concert ; 20 h. 15 à 22 h., dimanche, radio-dancing.

Lyon (La Doua), 490 m., puissance 1 kw. ; 10 h. 30, concert phonographique, informations ; 16 h. 15, Bourse de Paris, change, Bourse de Commerce ; 20 h., concert.

P. T. T. (Ecole supérieure des postes et télégraphes de Paris), 458 m., puissance 0,45 kw. ; 20 h. 30, concert, causeries scientifiques.

Petit Parisien (Paris), 333 m., puissance 0,5 kw. ; 21 h. 15 à 23 h., dimanche, mardi, jeudi, samedi, concert, causerie.

Toulouse, 441 m., puissance 2 kw. ; heures diverses, concert, informations.

Omega (Casablanca), 305 m., puissance 600 w. ; 21 h. 30 à 22 h. 30, sauf lundi et mardi, concerts, essais.

BELGIQUE :

Bruxelles-Naren, 1.100 m., puissance 3 kw. ; 13 h., 14 h., 16 h. 50, météorologie ; 18 h. 50, service avions.

Radio-Belgique, 262 m., puissance 2,5 kw. ; 17 h. à 18 h., 20 h. 15 à 22 h., concerts, presse, causerie.

ANGLETERRE :

Daventry, 1.600 m., puissance 15 kw. ; 19 h. 30 à 22 h. 30, concert, dimanche, jazz jusqu'à minuit ; 15 h. 30 à 17 h., concert.

Londres 365 m. puis. 3 kw.

Cardiff 353 m. puis. 1,5 kw.

Manchester .. 378 m. —

Bournemouth. 386 m. —

Newcastle.... 403 m. —

Glasgow 422 m. —

Belfast 439 m. —

Birmingham. 479 m. —

Aberdeen 495 m. —

Bradford 310 m. —

Dundee..... 331 m. —

Edimbourg .. 328 m. —

Hull 335 m. —

Leeds..... 346 m. —

Liverpool 315 m. —

Plymouth.... 338 m. —

Sheffield 301 m. —

Stoke-on-Trent 306 m. —

Swansea..... 492 m. —

Concert.
Causeries.
Jazz.
Musique
religieuse.
Presse.

15 h. 30
à
23 h. 30

Postes de
relais
à faible
puissance
100 à 300
watts.

ALLEMAGNE :

Dresden, 294 m., puissance, 1,5 kw. ; 18 h. à 21 h., concert, informations.

Hannover, 296 m., puissance, 1,5 kw. ; 16 h. 30 à 22 h., concert, informations, causerie.

Bremen, 279 m., puissance, 1 kw. ; 13 h. 30 à 21 h. 30, concert, causerie, informations.

Hambourg, 395 m., puissance 1,5 kw. ; 17 h. à 21 h. 30, concert, causerie, informations (retransmis par Hannover et Bremen).

Munster, 410 m., puissance 1,5 kw. ; 18 h. 30 à 22 h., concert.

Breslau, 418 m., puissance 1,5 kw. ; 12 h. à 13 h., 19 h. 30 à 21 h. 30, concert, informations.

Stuttgart, 443 m., puissance 1,5 kw. ; 15 h. à 19 h. et à 20 h. 30, concert, causerie.

Leipzig, 452 m., puissance 700 w. ; 10 h. 30 à 12 h., 15 h. 30, 18 h. à 21 h. 30, concert, informations.

Königsberg, 463 m., puissance 1,5 kw. ; 15 h. à 17 h., 19 h. à 22 h., concerts, causerie.

Frankfurt, 470 m., puissance 1,5 kw. ; 15 h. 30 à 17 h., 18 h. à 21 h. 30, concert.

Berlin, 505 m., puissance 1,5 kw. ; 16 h. 30, concert ; 18 h. à 22 h., informations, concert ; dimanche, 9 h., service religieux.

Königswurterhausen, plusieurs ondes : 4.000 m., 3.150 m., 2.800 m., 2.550 m. ; 6 h. à 20 h., presse et nouvelles irrégulièrement, toute la journée.

Königswurterhausen, 2.800 m., 11 h. 50, concert, dimanche.

Königswurterhausen, 680 m., 9 h. 40, concert, dimanche.

AUTRICHE :

Vienne, 530 m. ; 10 h. à 11 h., 13 h. à 14 h., 19 h. à 22 h., concerts.

Graz, 404 m., puissance 0,5 kw. ; 5 h. à 6 h. et 8 h. à 10 h., concerts, informations.

TCHÉCOSLOVAQUIE :

Prague-Strasnice, 5 kw., 348 mètres ; renseignements, transmission de l'heure ; 16 h. 30 et 20 h., concerts.

Prague (Kbely), 1.110 m., 1 kw. ; 19 h. 15, mardi et vendredi, conférences.

Brno, 2,4 kw., 441 m. 2 ; 10 h., 19 h., concerts.

DANEMARK :

Lingsby, 240 m. ; 18 h. 15, cours et nouvelles ; 20 h. 30 à 21 h., concert ; 8 à 9 h., dimanche, concert.

Copenhague, 470 m., puissance 2 kw. ; 19 h., concert, dimanche, mercredi, jeudi.

SUÈDE :

Göteborg, 460 m., puissance 0,3 kw. ; 19 h. à 21 h., concert.

Stockholm, 127 m. ; 11 h., concert dimanche (service religieux) ; de 18 h. à 21 h., concert en semaine.

Stockholm-Radio ART, 470 m. ; 19 h., concert.

Baden, 1.200 m. ; 10 h. à 11 h., service religieux le

dimanche ; 16 h. à 18 h., concert ; 18 h. à 20 h., semaine, concert.

SUISSE :

Genève, 1.100 m., puissance 1,5 kw. ; 20 h. 15 à 22 h., concerts, causerie, sermon (dim.), dancing (lundi).

Lausanne, 850 m., puissance 0,5 kw. ; 19 h., divers.

Zürich, 515 m., puissance 1,5 kw. ; 15 h., 19 h. 15, concerts.

ITALIE :

Rome (U. R. I.), 426 m., puissance 4 kw. ; 15 h. 30 à 16 h. 30, 19 h. 30, 21 h. 40, concert.

Rome (R. A.), 470 m. ; 11 h. 30, 15 h. 20, nouvelles ; 12 h., 16 h. 30, concerts.

Rome (I. C. D.), 1.800 m. ; 15 h., 19 h. 30, concert.

Milan, 495 m. ; 21 h., concert.

ESPAGNE :

Madrid (R. I.), 392 m., puissance 1 kw. ; 18 h. à 20 h., 22 h. 30 à 24 h., concert.

Madrid (R. E.), 430 m. ; 18 h., concert.

Barcelone, 325 m., puissance 0,6 kw. ; 18 h. et 21 h., concert.

HOLLANDE :

Amsterdam, 2.000 m., puissance 1 kw. ; 9 h., 17 h., bourse, presse, change.

La Haye, 1.050 m., puissance 0,5 kw. ; 20 h. 40, 21 h. 40, concert dimanche ; 19 h. 40, concert mardi ; 21 h. 40, concert vendredi.

La Haye, 1.070 m., puissance 0,5 kw. ; 18 h. 40, concert dimanche ; 20 h. 10, concert lundi et jeudi.

RUSSIE :

Moscou, 3.200 m., puissance 4 kw. ; 12 h. 30 à 13 h. 30, causerie, musique, irrégulier.

J. ROUSSEL.

LA T. S. F. ET LES CONSTRUCTEURS

Le "Synchrodyne" superhétérodyne à automatisme intégral

LES recherches des constructeurs tendent actuellement à résoudre deux problèmes : « l'automatisme du réglage » et « l'invisibilité » des installations réceptrices.

Les Etablissements Radio-L. L. ont recherché depuis longtemps un dispositif de réglage automatique de leur appareil superhétérodyne dont nous n'avons pas à rappeler ici les qualités. Ils y ont brillamment réussi en créant l'appareil représenté figure 2.

La figure 1 montre le détail de la plaque en aluminium en forme de demi-cercle, qui constitue le panneau de face du superhétérodyne automatique. Sur la partie supérieure du panneau, est ménagée une fenêtre en mica coupée d'un trait noir, constituant un repère. Derrière la fenêtre en mica se trouve un disque tournant, sur lequel sont inscrits horizontalement

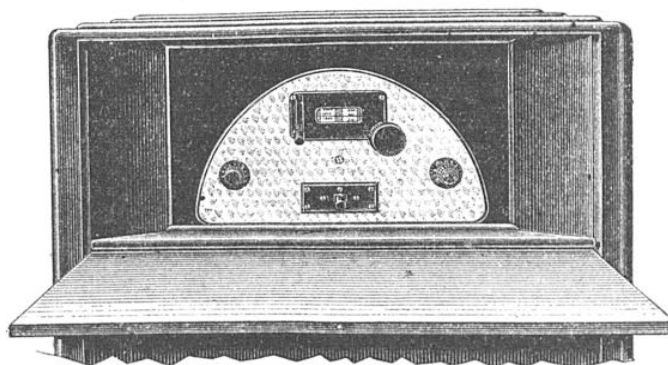


FIG. 1. — VUE DE LA PARTIE SUPÉRIEURE DU MEUBLE CONTENANT L'APPAREIL PROPREMENT DIT

des divisions et des chiffres. Ces chiffres représentent les longueurs d'ondes des principales stations émettrices. Les divisions représentent des longueurs d'ondes intermédiaires.

En tournant le bouton placé à droite de la fenêtre, on peut faire défiler devant celle-ci toutes les longueurs d'ondes depuis 200 jusqu'à 3.000 mètres. Pour recevoir n'importe quelle émission, il suffit donc d'amener en regard du repère, le chiffre correspondant à la longueur d'onde de cette émission et c'est tout. Notons que la lecture des chiffres sur le disque est facilitée par l'inscription horizontale des chiffres.

Au bas du panneau et à droite, un bouton

» renforcement » commande un potentiomètre destiné à varier, à volonté, la puissance de l'audition.

Enfin, un autre bouton, à gauche, commande le rhéostat d'allumage et d'extinction des lampes.

L'invisibilité de l'installation a été heureusement réalisée : le meuble que l'on voit figure 2 a toute l'apparence

d'un meuble secrétaire. Lorsqu'il est fermé, rien ne laisse supposer qu'il contient un poste de T. S. F. Or, ce meuble renferme une installation réceptrice complète : dans sa partie supérieure, se trouve l'appareil proprement dit ; dans sa partie inférieure, sont logées les batteries (piles, accumulateurs) et un cadre spécial, dont une manette extérieure permet de régler l'orientation.

Comme on peut s'en rendre compte, cette installation est essentiellement mobile : on peut la déplacer d'une pièce à l'autre, aussi facilement qu'un meuble quelconque.

Elle est « invisible » aussi, puisque rien extérieurement ne décele sa présence à l'intérieur du meuble.

Ajoutons que l'on peut adapter au superhétérodyne automatique, qui pourra ainsi fonctionner sans piles ni accumulateurs, et cela avec une pureté d'audition remarquable, un redresseur de courant pour l'alimentation du poste par le secteur. Bien entendu, ce redresseur s'adapte également aux installations existantes.

La création de ces nouveautés n'a eu qu'un but : gagner à la T. S. F. la faveur du grand public qui exige des appareils de grand rendement et de fonctionnement très simple.

Les pièces à faibles pertes

On sait combien il est difficile de capter et de canaliser les courants de haute fréquence utilisés en radiotéléphonie.

Ces courants sont dérivés, si l'on n'y prend garde, par de petites capacités parasites, entre les fils, les broches de lampes, les supports de selfs etc... Ces capacités sont d'autant plus élevées que le pouvoir inducteur spécifique, propriété spéciale de l'isolant qui sépare ces conducteurs

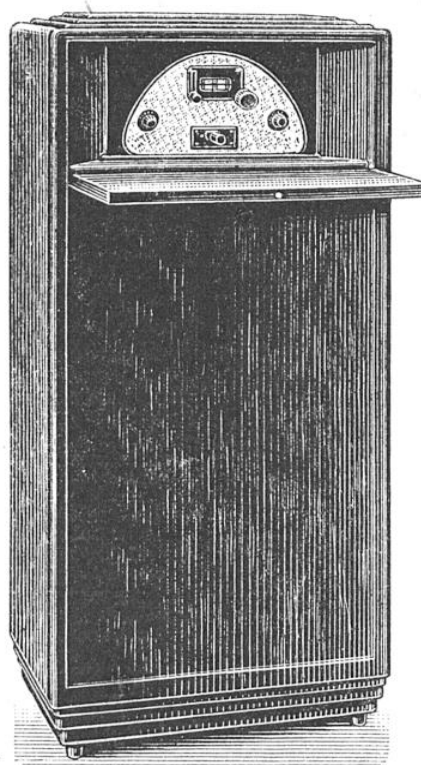


FIG. 2. — LE « SYNCHRODYNE RADIO-L. L. » (Brevets L. Lévy.)

Le meuble contient l'appareil récepteur proprement dit, les batteries (pile, accus) et un cadre spécial, orientable à l'aide d'une manette extérieure.

est lui-même plus élevé.

Or, on sait que ce coefficient n'est que de 1 pour l'air, alors qu'il varie entre 4 et 8 pour les isolants solides. Il y a donc lieu de disposer les organes d'un poste récepteur de sorte qu'une couche d'air aussi grande que possible les sépare.

Il est également très utile d'employer un appareillage spécialement conçu pour diminuer les capacités parasites et, par suite, les pertes de puissance.

Construire de tels accessoires est le but que s'est proposé M. Giress. Il a établi ainsi des supports de bobines de self-induction qui ne comportent aucun isolant autre que l'air.

De même, son support de lampes, à broches isolées, pour éviter de griller les lampes, si on les présente mal sur leurs supports, est constitué par un anneau d'ébonite largement évidé en son centre.

Une antenne intérieure à grand rendement

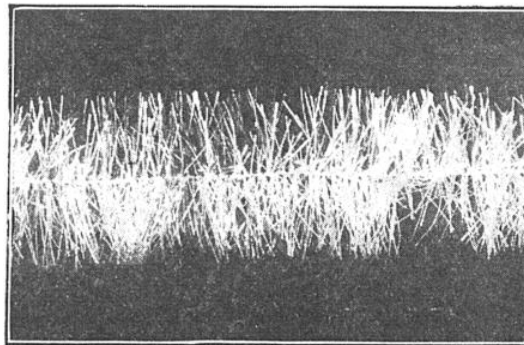
De nombreux dispositifs d'antenne intérieure ont été créés pour les personnes qui ne peuvent installer d'antenne extérieure, comme c'est le cas général dans les villes.

L'antenne dont la photographie ci-dessous représente une faible partie, est constituée par une âme métallisée et souple en fil argenté, entourée d'une multitude de lamelles minces et étroites de cuivre argenté, ce qui lui donne un aspect chevelu et brillant et lui permet d'embrasser un volume d'air

assez important. Son diamètre est de 65 millimètres.

Cette grande surface argentée augmente le pouvoir collecteur de l'antenne, tout en conservant une résistance très faible aux courants de haute fréquence qui circulent dans la périphérie des conducteurs. Très souple et très légère, cette antenne se place partout.

J. M.



VUE D'UNE PORTION DE LA « BRILLANTENNE »

UN RÉCEPTEUR DE T. S. F. A COMMANDE UNIQUE

DANS notre précédent numéro nous avons déjà attiré l'attention sur l'appareil SFER 20 Radiola, à commande unique. Nous y revenons, parce qu'il marque, à notre avis, une date dans l'histoire de la radiophonie.

Pour que le résultat matériel, industriel, d'une branche nouvelle de la technique se vulgarise, il faut, en effet, que les bienfaits qu'on en peut tirer soient importants et concrets et que la manœuvre en soit à la portée de tous. Il serait oiseux de discuter la première proposition en ce qui regarde la radiophonie. Art, éducation, instruction, nouvelles, renseignements et bien d'autres choses encore, elle contient tout cela aussi bien, sinon mieux, que l'imprimé, livre ou journal.

Mais la seconde condition n'était pas remplie entièrement jusqu'ici :

Tout appareil récepteur un peu puissant demandait, pour être utilisé, une série de réglages, que l'on s'est efforcé de simplifier mais avec plus ou moins de bonheur, et il demeurait généralement plusieurs réglages à effectuer simultanément, une coïncidence de graduations à trouver.

Cette difficulté a écarté de la radiophonie nombre de gens, qui n'ont ni le temps ni le goût de s'astreindre à une étude de leur appareil, à un apprentissage, si simple soit-il.

Le récepteur SFER 20 Radiola est appelé à conquérir cette nouvelle clientèle en même temps qu'à donner un maximum de satisfac-

tion à l'ancienne.

Le réglage se fait uniquement en tournant un bouton.

D'autre part, une émission donnée est toujours et en tout lieu reçue en plaçant dans la même position, par rapport à un repère fixe, un tambour gradué entraîné par cette rotation.

C'est le type de l'appareil à commande unique. Nous ne pouvons nous étendre, actuellement, sur les principes de l'électrotechnique avec lesquels on a atteint ce résultat, pas plus que sur la réalisation mécanique qui en utilise l'application ; nous aurons, sans doute, plus tard, l'occasion d'en reparler.

Bornons-nous à énumérer ce que l'on peut faire avec le SFER 20 :

1° Faire défiler successivement, et dans l'ordre, tous les postes émetteurs en fonctionnement, par la simple rotation d'un bouton ;

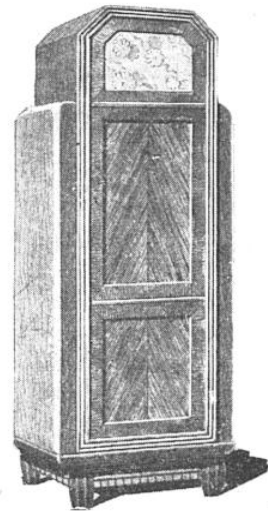
2° Placer du premier coup et sans hésitation ni tâtonnement l'appareil sur le réglage qui permet d'entendre avec certitude une émission déterminée ;

3° Trouver le nom d'un poste dont on entend l'émission, et tout ceci à la portée du premier venu, même s'il n'a jamais touché auparavant un appareil de T. S. F.

Ajoutons que le SFER 20 Radiola ne réclame aucune antenne encombrante : un simple cadre, qui peut se placer sous une table.

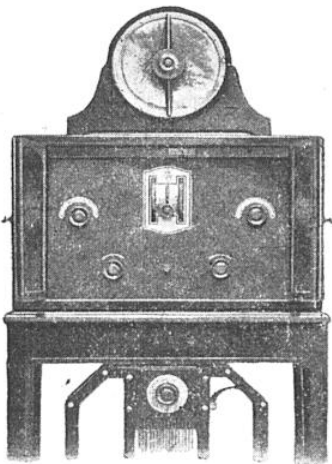
C'est, d'autre part, un des appareils les plus sensibles, les plus fidèles existant à l'heure actuelle ; sa sélectivité est telle qu'aucun brouillage de poste émetteur, même puissant et rapproché, n'est à craindre.

Le cliché ci-dessus représente un meuble genre bibliothèque qui comprend tous les accessoires du poste : un cadre, un appareil spécial, le *Rectisfer*, destiné à remplacer les accumulateurs et piles, un haut-parleur *Radiolavox*. L'orientation du cadre, placé dans la partie inférieure du meuble, se fait très simplement. Il suffit d'imprimer une rotation à l'ensemble situé sur le socle qui reste fixe. Le roulement est très doux et permet de donner au cadre, la direction exacte du poste à recevoir.



ENSEMBLE RADIO-PHONIQUE BIBLIOTHÈQUE

Ce meuble, en acajou verni, comporte un SFER 20 et tous les accessoires nécessaires à son fonctionnement.



ENSEMBLE RÉCEPTEUR SFER 20 RADIOLA

NOUVELLES LAMPES DE T. S. F.

Au cours de la brillante exposition de T. S. F. qui eut lieu au Grand Palais, du 23 au 31 octobre, l'attention de la foule des visiteurs fut attirée sur les nouvelles tendances des constructeurs.

Lampes de réception. — Deux lampes nouvelles : la Radio-Micro D. et la Micro-Ampli, avaient déjà pu être appréciées par les amateurs.

Voici quelques détails nouveaux sur leurs caractéristiques :

La Radio-Micro D., grâce à son montage spécial, permet la suppression de l'effet microphonique, si gênant dans l'audition des concerts. La courbure de son courant filament-grille est maximum au point de fonctionnement. Son intensité d'amplification est supérieure à celle d'une lampe ordinaire, et sa résistance intérieure est, par contre, plus faible. Elle constitue une lampe détectrice parfaite, pouvant être utilisée avantageusement comme amplificatrice haute et basse fréquence, la consommation de son circuit grille pour une tension de 0 volt étant sensiblement nulle, ce qui évitera toute cause de déformation.

La Micro-ampli permet, en donnant à sa grille une tension légèrement négative, d'obtenir une audition puissante, dans laquelle tous les sons conservent leur relief.

Lampes d'émission.

— Les unes conviennent plus particulièrement pour l'équipement des postes d'émission de faible puissance. Ce sont les nouvelles lampes type E. 52, type E. 54 A et B, type E. 125. Ces différentes lampes sont caractérisées par la faible tension-plaque nécessaire à leur fonctionnement. Les caractéristiques du montage des lampes type E. 54 A et B (dont la plaque peut dissiper 5 watts), ont permis de réaliser un fonctionnement parfaitement stable et

une longévité exceptionnelle.

La nouvelle valve type V. 54 sera employée pour l'alimentation-plaque des lampes ci-dessus et du circuit-plaque des postes de réception ou même pour l'alimentation du circuit de chauffage des postes équipés avec des lampes Radio-micro. Dans ce dernier cas, les filaments devront être connectés en série. Elle permettra de redresser à volonté une seule ou les deux alternances du courant alternatif fourni par le secteur.

Les autres se recommandent plus particulièrement pour l'émission de moyenne puissance. Ce sont les types E. 4 (M et N), puissance dissipable : 40 watts, et E. 604 B, puissance dissipable : 250 watts. Ces lampes sont du type à « corne ».

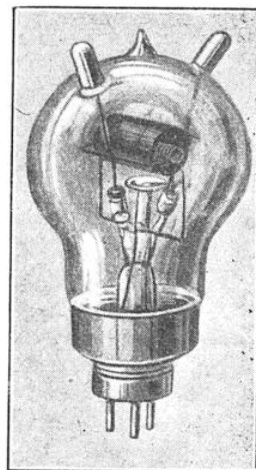
La nouvelle lampe type E. 27, spécialement étudiée pour les constructeurs, peut être utilisée soit pour l'alimentation à faible puissance (puissance dissipable : 5 watts), soit pour l'alimentation des haut-parleurs puissants (pour auditions publiques).

La lampe R. 3854 a été plus spécialement étudiée pour les amplificateurs de grande puissance ou comme lampe finale sur les postes à trois étages basse fréquence.

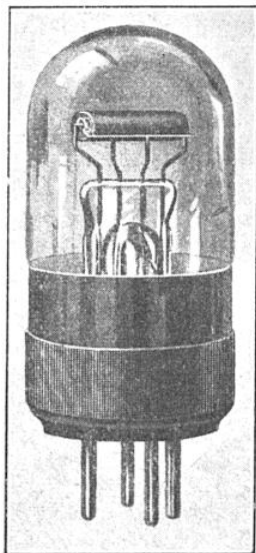
Nous devons signaler aussi les lampes à filament thorié types E. 151, E. 303, E. 603, d'une puissance dissipable par la plaque respectivement de 20, 50 et 150 watts.

Ces lampes sont caractérisées par leur montage robuste et par leur faible tension-plaque, avantage précieux pour les usagers des postes d'émission.

Ces progrès techniques considérables sont dus une fois encore aux patientes études de la Radiotechnique, 12, rue La Boétie, Paris, qui enverra gracieusement, à ceux de ses clients et amis qui en feront la demande, une documentation complète sur les nouveaux modèles de sa fabrication.



LAMPE D'ÉMISSION E. 4



LAMPE RADIO-MICRO D

LA MÉCANIQUE AU SECOURS DE LA MÉMOIRE

Par Jean CAËL

Nous avons déjà eu l'occasion, ici même et à plusieurs reprises, de remarquer que, dans un établissement quelque peu important, le patron, le chef, est le seul qui ne soit aidé par aucune machine. Sa journée est hachée d'occupations diverses, qui l'obligent à tenir une sorte de comptabilité horaire de tous ses actes, sans avoir, pour l'assister, autre chose qu'un bloc-notes, qu'il oublie de consulter aussi souvent qu'il le faudrait. Il en résulte des fausses manœuvres, des pertes de temps, des oublis même, toujours désagréables et souvent préjudiciables à la bonne marche d'une grande entreprise.

Cette lacune vient d'être comblée par un appareil nouveau : l'*Horo-Mémo*, qui est à la fois pendule, réveil, agenda, mémorandum, éphéméride, sur lequel l'intéressé prend note, à chaque heure de la journée, de tout ce qui constitue son activité personnelle : ses rendez-vous, ses heures de courrier, la réception des cours des changes, les visites qu'il doit faire, l'heure à laquelle il doit quitter son bureau pour prendre son train, etc. L'appareil est donc plus qu'un aide-mémoire : c'est un avertisseur automatique d'occupations qui permet à celui qui lui confie le soin de l'assister, d'utiliser complètement le temps dont il dispose pour chacune des occupations de sa journée et sans avoir à redouter le moindre oubli.

L'appareil se présente sous la forme d'un joli petit pupitre recouvert d'un vernis craquelé. Un cadran de montre occupe la partie supérieure ; un carnet à feuillets mobiles

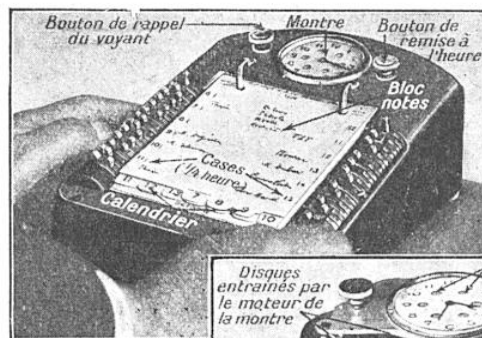
reçoit les inscriptions manuscrites sur deux rangées de cases, l'une pour la matinée, l'autre pour l'après-midi, distribuées aux heures choisies. En face de ces cases, une rangée de 24 curseurs permet de préparer les rappels à l'heure précise où la notation manuscrite les a enregistrés. Entre les deux rangées, un vide peut être utilisé comme bloc-notes.

Les 24 curseurs correspondent aux 24 cases de chaque rangée de la feuille mobile, c'est-à-dire aux 24 quarts d'heure de la matinée (de 6 heures à 12 heures) et aux 24 quarts d'heure de l'après-midi (de 12 heures à 6 h.). On peut donc noter au-

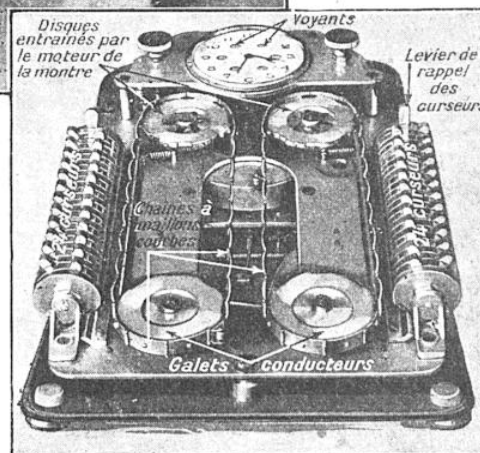
tant d'occupations qu'il y a de quarts d'heure ou réserver à l'une d'elles autant de quarts d'heure qu'on le juge à propos. Il suffit d'abaisser le curseur correspondant ; entre deux curseurs successifs le temps est réservé à une conversation, à un travail personnel. L'appareil ainsi « chargé » devient un

avertisseur automatique d'occupations fixes : il sonne dès que l'heure de l'une d'elles est arrivée et on le consulte pour en connaître la nature.

Si, pour le directeur d'un établissement commercial, d'une banque, pour un homme d'affaires, il devient de plus en plus nécessaire de distribuer judicieusement toutes les occupations d'une journée de travail, d'autres professions exigent une aussi grande régularité dans la vie quotidienne. Les médecins, les dentistes, les avocats, par exemple, sont, plus que quiconque, tenus à un emploi



L'HORO-MÉMO
Vue extérieure
de l'appareil.



VUE DU MÉCANISME DE L'HORO-MÉMO

du temps extrêmement précis. Les ingénieurs, les gérants d'hôtels, les services administratifs, comme les postes, les chemins de fer, les hôpitaux, ne peuvent, eux non plus, se soustraire à une régularité absolue, puisque tout doit se faire à heures fixes et que le moindre retard, dans certains cas, peut être l'origine de graves perturbations dans le service.

Le mécanisme de l'Horo-Mémo est d'une merveilleuse précision

Un seul ressort commande tout le mécanisme : mouvement d'horlogerie, sonnerie et voyant. Sa puissance a été augmentée en conséquence ; il mesure, en effet, 4 m. 20 de longueur, ce qui lui permet d'entraîner les deux disques supérieurs, qui tournent, par conséquent, à une vitesse très régulière, à raison de 1 tour par 24 heures. Sur chacun d'eux passe une chaîne sans fin articulée, en acier, maintenue en tension constante par un autre disque placé à l'avant de l'appareil.

Lorsque l'on abaisse un curseur, un épaulement surgit, qui vient se placer très près du brin descendant de la chaîne. Ce brin porte un taquet pourvu d'un petit galet qui roule sur une légère barre faisant fonction de levier. Dès que le taquet rencontre un épaulement, il s'efface et repousse la barre-levier, qui commande alors le mouvement préparatoire, lequel permettra à la sonnerie de se faire entendre à l'heure exacte portée sur la feuille éphéméride. En même temps, le mouvement de sonnerie s'arme à nouveau en vue d'un déclenchement ultérieur.

Chaque chaîne comporte deux taquets, décalés de 12 heures l'un par rapport à l'autre et accomplissant chacun le parcours total en 24 heures. Le premier taquet ayant effectué son service de 6 heures à 12 heures, le second entre en service de 6 heures du soir à minuit. Sur l'autre chaîne, les deux taquets agissent l'un de 12 heures à 6 heures du soir

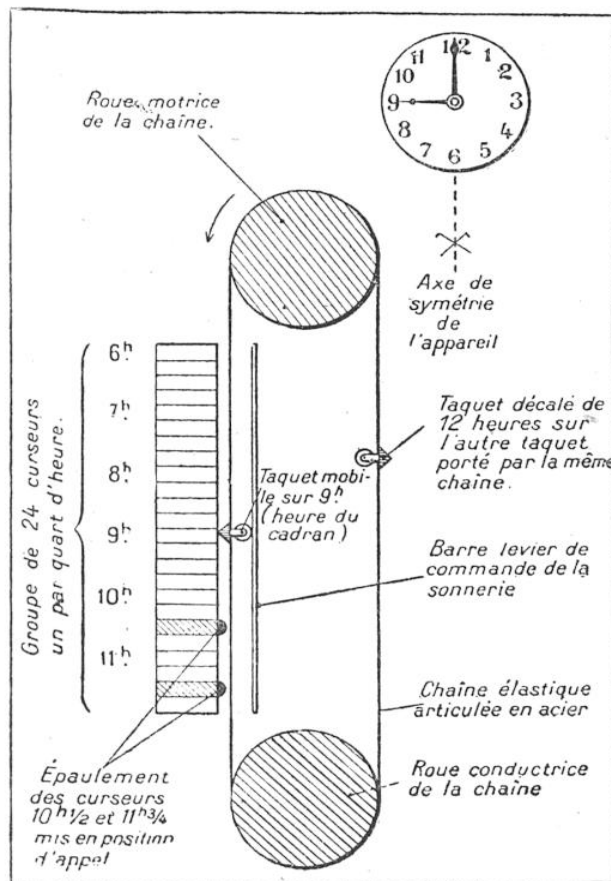
et l'autre, de minuit à 6 heures du matin. Toute la journée se trouve ainsi explorée sans arrêt, de sorte que l'appareil se prête à tous les besoins d'un service de jour et de nuit, dans une usine, dans un hôpital, dans une administration à travail permanent. Ce mécanisme, exécuté par les Etablissements Zénith, est d'un fonctionnement remarquablement régulier.

La montre est pourvue de voyants rouges qui apparaissent lorsqu'une sonnerie avertisseuse retentit, pour avvertir le possesseur de l'appareil, momentanément absent, que celui-ci a fonctionné. L'un des boutons placés près du cadran fait disparaître les voyants ; l'autre est celui de remise à l'heure.

Une vignette qui reproduit l'appareil en position de remontage, est imprimée en rouge sur chaque feuille de lundi ; elle indique que l'appareil doit être remonté le jour même.

Alors que, dans chaque semaine, on connaît à l'avance quels sont les jours de travail et le nombre d'heures exigées chaque jour, on ne s'était pas préoccupé, jusqu'ici, du temps nécessaire à chaque occupation pour celui qui assume les responsabilités d'une entreprise. L'appareil Horo-Mémo facilite donc le travail directorial.

J. CAËL.



DESSIN SCHÉMATIQUE MONTRANT LE FONCTIONNEMENT DU MÉCANISME DE L'HORO-MÉMO

Le côté gauche de l'appareil est seul représenté.

LES A COTÉ DE LA SCIENCE

INVENTIONS, DÉCOUVERTES ET CURIOSITÉS

Par V. RUBOR

Une nouvelle avionnette de 70 kilogrammes

ON se préoccupe toujours, et les vols effectués dernièrement en avionnette en sont une preuve, de créer de petits appareils qui soient à l'aéroplane ce que sont les voiturettes par rapport aux automobiles puissantes. Il est démontré, aujourd'hui, que l'on peut effectuer des randonnées intéressantes sur un appareil mû par un moteur d'une dizaine de chevaux, dont la consommation en carburant est, par conséquent, très réduite.

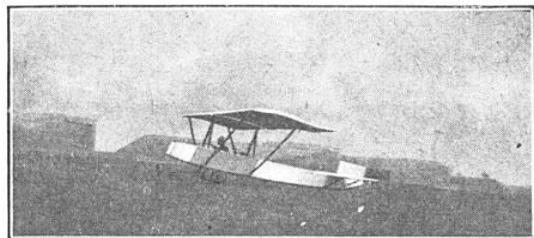
Pour qu'une avionnette puisse voler en toute sécurité, il faut que l'excédent de puissance du moteur, sur la puissance suffisante pour tenir sa ligne de vol, soit assez grande pour ne pas craindre une chute par perte de vitesse.

Au dernier Concours Lépine, on a pu voir exposé un intéressant appareil de ce genre. Mû par un moteur de motocyclette de 10 chevaux, il ne lui faut que 3 chevaux et demi pour maintenir sa ligne de vol. L'excédent de puissance est donc suffisant.

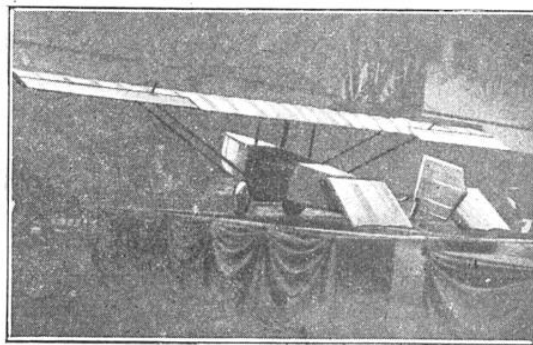
Voici ses principales caractéristiques : envergure, 6 m. 70 ; longueur, 4 m. 75 ; surface, 8 mq. 04 ; poids au mètre carré, 18 kg. 700 ; poids au cheval, 11 kg. 500 ; poids de l'appareil à vide, 70 kilogrammes ; poids enlevé, 80 kilogrammes ; vitesse maximum, 130 kilomètres à l'heure ; vitesse minimum d'atterrissage, 53 kilomètres à l'heure ; plafond, 3.200 mètres.

Ces chiffres correspondent à l'utilisation d'un moteur D. K. W. de 13 C. V. pesant 21 kilogrammes.

Ainsi que l'on peut s'en rendre compte,



L'INVENTEUR, MONTÉ SUR SON APPAREIL, LANCÉ PAR UN SANDOW, VA FAIRE DES ESSAIS DE VOL PLANÉ



VUE ARRIÈRE DE L'AVIONNETTE QUI FUT EXPOSÉE AU CONCOURS LÉPINE

l'appareil est d'un encombrement très faible. En outre, on peut le démonter très facilement. En effet, l'aile, montée en parasol, c'est-à-dire au-dessus du pilote, se compose d'un petit plan central et de deux parties latérales maintenues par des haubans. Il suffit de dévisser quelques écrous pour les enlever.

M. Sablier, inventeur de l'appareil, a prévu un dispositif de sécurité ingénieux. Il utilise tout simplement un parachute, chargé, non d'amener à terre le pilote seul, mais l'appareil tout entier. Le faible poids de l'avionnette permet évidemment de réaliser cette descente avec un parachute un peu plus grand que ceux que l'on emploie ordinairement. L'inventeur en est encore à la période des essais et il a surtout fait marcher son avionnette en planeur, c'est-à-dire sans moteur. Jusqu'à aujourd'hui, les essais lui ont donné toute satisfaction.

Une machine à calculer de poche

Nos lecteurs connaissent déjà les inappréciables services rendus par les machines à calculer et les caisses enregistreuses, dans le commerce et dans l'industrie.

Il est évident que tout le monde n'a pas l'emploi de ces puissants instruments de travail, qui sont de prix très élevés, et, cependant, tout commerçant se trouve dans l'obligation d'effectuer de longues additions pour tenir sa comptabilité.

La petite machine représentée à la page

suivante, due à un ingénieur marseillais, M. S. Reybaud, s'adresse précisément à ceux qui ne peuvent acheter une véritable machine à calculer. Elle est très simple, ce qui lui permet d'être d'un prix très abordable, et quelques instants suffisent pour apprendre à s'en servir.

Elle fait, d'une façon réellement automatique, les additions, aussi longues soient-elles ; mais, au lieu que les chiffres soient frappés au moyen de touches — comme dans les machines de grande puissance — ceux-ci sont simplement portés dans les encoches que l'on aperçoit sur la figure.

Non seulement les additions s'exécutent avec beaucoup plus de rapidité qu'à la main, mais surtout, se faisant d'une façon méca-

nique, aucune erreur n'est à craindre, et l'opérateur ne ressent aucune fatigue.

Les applications d'une telle machine sont très nombreuses : elle peut servir à un magasinier par exemple, pour inscrire rapidement qu'il remet à son client, évitant ainsi les erreurs qu'il risque de commettre lorsqu'il est pressé de servir ses acheteurs.



IL SUFFIT DE PORTER LES CHIFFRES DANS LES ENCOCHES DE CETTE MACHINE POUR EFFECTUER RAPIDEMENT ADDITIONS, SOUSTRACTIONS, ETC.

Bien que cette machine serve surtout à additionner, on se rend compte qu'en faisant les mouvements inverses de ceux qui sont nécessités pour l'addition, on ajoute négativement des nombres, ou, ce qui revient au même, on exécute les soustractions.

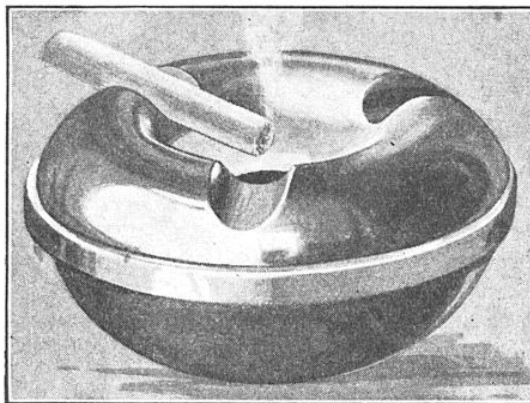
On peut même dire que, les opérations arithmétiques dérivant de l'addition ou de la soustraction, cet appareil peut être utilisé pour faire les multiplications et les divisions, qui se font plus vite et plus sûrement qu'à la main.

Certaines règles arithmétiques qui ont trait au rapport existant entre le carré des nombres et la succession des nombres impairs permettent de faciliter des opérations très compliquées, telles que l'extraction de la racine carrée.

D'un encombrement très réduit, analogue à celui d'un portefeuille ordinaire, cette petite machine à calculer peut être mise très facilement dans la poche.

Les cendres de cigarettes ne s'envoleront plus du cendrier

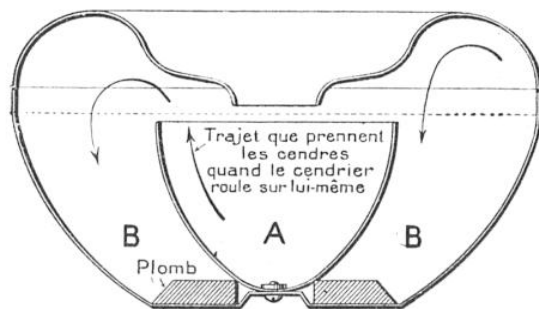
LES cendriers que l'on utilise ordinairement pour y jeter les cendres de cigarettes, sont constitués, chacun le sait, par une petite coupelle, souvent artistique, mais dont les rebords sont, en général, assez



LORSQUE LES CENDRES SONT TOMBÉES DANS LE CENDRIER, IL SUFFIT DE LE RENSER POUR LES FAIRE DISPARAITRE

peu accentués. Très pratiques pour éviter la chute des cendres sur les tapis, ces appareils ne remplissent cependant qu'imparfaitement le but pour lequel ils ont été créés. En effet, le moindre courant d'air, le souffle causé par la page d'un livre ou d'un journal que l'on tourne, suffisent pour faire envoler les cendres. En outre, lorsque la cigarette est terminée et que l'on en pose le bout encore allumé dans le cendrier, le tabac, continuant à se consumer, produit une fumée désagréable.

Il existe d'assez nombreux modèles de cendriers évitant ces désagréments. En voici un, tout dernièrement paru, qui semble devoir remplir efficacement son rôle. En



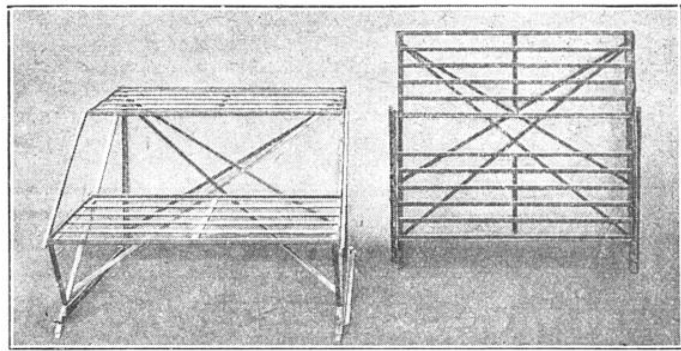
COUPE DU CENDRIER MONTRANT LE TRAJET SUIVI PAR LES CENDRES LORSQU'ON RENVERSE L'APPAREIL

métal nickelé, il se compose d'une coupelle profonde *B*, au milieu de laquelle est fixé un godet également profond *A*. Un couvercle, qui s'ajuste sur la grande coupelle, porte, sur sa partie supérieure, trois gorges destinées à recevoir la cigarette que l'on fume. En son centre il est percé d'une ouverture, sous laquelle vient se placer le godet *A* dont nous parlions plus haut. Lorsque l'on fait tomber la cendre de la cigarette, elle se rassemble dans le godet central et, par conséquent, n'est plus soumise aux courants d'air. En outre, il suffit de renverser le cendrier pour que les cendres ou les bouts de cigarettes tombent dans la grande coupelle. Ainsi, la fumée se trouve emprisonnée. Quelle que soit la position du cendrier, la cendre ne peut être renversée. On peut donc le laisser tomber, sans rien salir.

Pour le vider, il suffit d'enlever le couvercle, qui est maintenu par deux ergots s'engageant dans deux rainures, et de renverser le tout au-dessus d'un récipient quelconque.

Support métallique, de hauteur variable et très robuste

DANS la construction de charpentes, de bâtiments, dans tous les travaux, on utilise des supports permettant aux ouvriers de se trouver à la hauteur convenable pour leur travail. En général, on emploie, à cet effet, de forts tréteaux sur



VUE D'UNE ÉTAGÈRE MÉTALLIQUE A DEUX RAYONS, DÉPLIÉE ET REPLIÉE

lesquels on place des planches. Mais ces tréteaux ont une hauteur fixe et, par conséquent, ne peuvent servir que dans les limites que l'ouvrier peut atteindre.

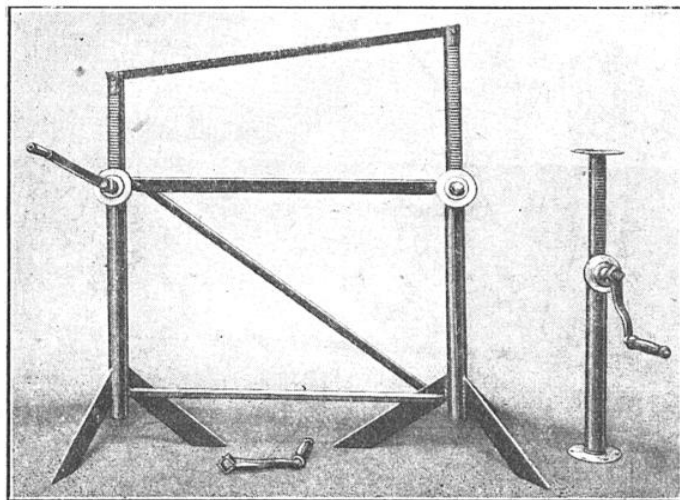
On a imaginé, pour remédier à cet inconvénient, des tréteaux dont la partie supérieure peut s'élever ou s'abaisser et que l'on fixe dans la position voulue au moyen de barres de fer que l'on engage dans des trous ménagés à cet effet. Perfectionnant encore ce dispositif, on a créé des supports d'une grande solidité basés sur le même principe que celui que nous représentons ci-dessus. Le mouvement d'élévation est obtenu grâce à une crémaillère. Celle-ci est actionnée au moyen d'une spirale conique, mue par une manivelle et dont les dents s'engagent entre les dents de la crémaillère, obligeant celle-ci à monter ou descendre lorsque l'on fait tourner la spirale. Aucun dispositif d'arrêt n'est nécessaire, car le mouvement est irréversible.

Quel que soit le poids placé à sa partie supérieure, elle ne peut descendre d'elle-même.

Le modèle figuré ci-contre est un peu plus léger. On se rend compte immédiatement qu'il est très pratique pour installer une planche à dessin, en permettant de donner à celle-ci l'inclinaison et la hauteur voulues. Le modèle « tréteau » est beaucoup plus robuste.

Simple et solide, l'étagère métallique est appréciée de tous

L'INSTALLATION d'un système d'étagère mobile soulève, dans certains cas, quelques difficultés, car elle nécessite la fixation de supports métalliques, d'où des scellements dans les murs, ce qui exige la venue d'un ouvrier. En outre, il est peu com-



MUE PAR UNE MANIVELLE, UNE SPIRALE CONIQUE S'ENGAGE DANS LES DENTS DE LA CRÉMAILLÈRE, QU'ELLE OBLIGE À MONTER OU À DESCENDRE

mode de placer, de cette façon, plusieurs rayons de manière que tous présentent aux clients, d'une façon intéressante, les divers articles qu'ils supportent.

Aussi voit-on souvent employer des étales métalliques légers et robustes, faciles à rentrer le soir dans un magasin, peu encombrants et comportant plusieurs rayons décalés verticalement les uns par rapport aux autres et permettant, par conséquent, de voir parfaitement les objets placés sur chacun d'eux.

C'est un étalage de ce genre que représente notre photographie. Il est construit sur une base solide qui soutient l'inclinaison d'un plan variable. Quelle que soit la déclivité du sol sur lequel doit reposer l'appareil, sa stabilité est toujours assurée au moyen de pieds, dont la hauteur est réglable par simple serrage ou desserrage d'un écrou à oreilles. L'installation de ce dispositif, à un, deux ou trois rayons, ne demande guère que cinq minutes. Il est donc rapide et plus élégant qu'un assemblage de caisses et de tréteaux. Replié, un étalage métallique correspondant à 10 mètres de rayons, peut être facilement logé dans un espace d'un mètre carré.

Bien que d'un poids réduit, il est capable de supporter 75 kilogrammes par rayon.

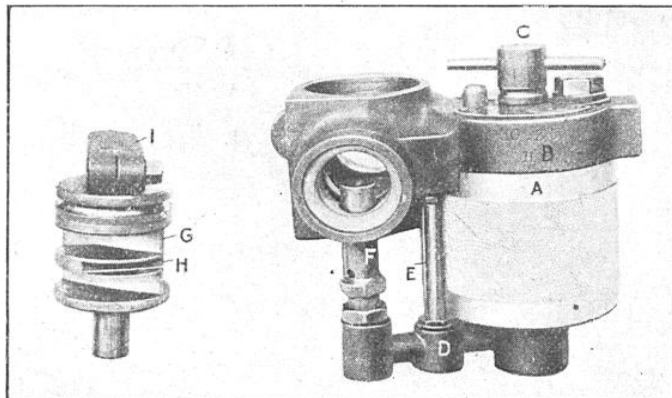
Un carburateur qui assure la régularité de l'alimentation des moteurs d'automobiles

DANS tout carburateur moderne, destiné à assurer l'alimentation des moteurs à essence à régime rapide des automobiles, sont conjugués deux carburateurs distincts : l'un qui fonctionne pour le départ et le

ralenti, et le second qui entre en jeu dès que l'on accélère. Pour obtenir la marche du moteur la plus régulière et la plus économique à toutes les allures, chacun d'eux doit fournir un mélange bien dosé et, quand on passe de l'un à l'autre, il ne doit se manifester aucune hésitation, on ne doit pas rencontrer de trou.

Dans le carburateur D. E. C., les deux carburateurs sont automatiques et le passage

de l'un à l'autre est obtenu par une ingénieuse disposition de la vanne de réglage d'admission. Sur la palette avec laquelle on obture plus ou moins la tuyauterie d'alimentation reliée au moteur pour faire varier l'allure de ce dernier, on a ménagé un aileron horizontal assez épais, dans lequel est creusée une gorge devant laquelle vient déboucher le conduit du puits de ralenti. Quand on accélère, la position de la



DÉTAILS DU CARBURATEUR D. E. C.

A, cuve du flotteur ; B, partie supérieure du carburateur attenante avec la bride reliée au moteur ; C, écrou à broche d'assemblage ; D, partie inférieure du carburateur portant les gicleurs ; E, gicleur à émulsion de marche normale ; F, gicleur à émulsion de ralenti ; G, palette d'obturation du conduit d'admission ; H, aileron creusé d'une gorge et portant une partie pleine permettant de mettre en action et d'isoler le gicleur de ralenti ; J, clé de manœuvre.

gorge est telle que le carburateur de marche normale commence son action avant que celui de ralenti n'ait complètement terminé la sienne et vice versa. Ainsi chacun d'eux a le temps de s'amorcer et l'on ne perçoit jamais le moment de passage de l'un à l'autre.

En marche normale, le puits de ralenti est masqué par une partie pleine de l'aileron et il ne peut se produire de jaillissement intempestif d'essence de ce côté.

Le système d'automatisme adopté par les gicleurs à rentrée d'air, qui freine le débit d'essence et produit une pulvérisation du carburant plus complète, permet une consommation réduite. Un seul écrou à broche à desserrer et le porte-gicleurs vient en main, rendant toute vérification facile et immédiate.

V. RUBOR.

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

A TRAVERS LES REVUES

AUTOMOBILE

LE DERNIER SALON DE L'AUTOMOBILE, *par A. Caputo.*

Le dernier Salon de l'Automobile, venant deux ans après le précédent, a été suivi avec un grand intérêt par tous ceux qui s'intéressent à l'automobile. De révolution dans la construction, il n'en faut pas chercher, mais on y a remarqué des tendances nouvelles. C'est ainsi que ce Salon a été couramment baptisé : le Salon de la six cylindres. En outre, on a remarqué : la diffusion des applications des servo-freins ; l'amélioration des suspensions (roues indépendantes) ; de nouveaux modes de propulsion (roues avant motrices) ; l'emploi des peintures à l'émail ; l'évolution des carrosseries (carrosseries souples et carrosseries tout acier) ; les recherches de carburants de remplacement, etc., etc...

Le numéro d'*Omnia* consacré au Salon fait ressortir et détaille toutes ces tendances nouvelles.

En outre, il y figure un tableau complet de toutes les voitures exposées au Salon, avec leurs caractéristiques et leurs prix.

« *Omnia* » (n° 78).

LES PROGRÈS DE L'INDUSTRIE AUTOMOBILE AUX ETATS-UNIS EN 1925.

On sait que les États-Unis possèdent à eux seuls près des cinq sixièmes des automobiles en service dans le monde entier. Il y a une voiture pour 5,7 habitants et on estime que 70 % des familles possèdent la leur. En 1925, 4.800.321 automobiles ont été construites dans le monde. Sur ce chiffre, les États-Unis en ont fabriqué 4 millions 175.365, soit 86,95 % du chiffre total, sans compter le Canada, qui en a fourni 161.389. La France en a construit seulement 177.000, et cependant notre pays vient au deuxième rang dans le monde. Une des raisons du développement de l'industrie automobile aux États-Unis est certainement l'abondante production d'essence. En 1925, cette production a atteint 10.886 millions de gallons de 3 lit. 785, sur lesquels 9.362 millions ont été consommés dans le pays.

« *Le Génie Civil* » (n° 2.305).

ÉLECTRICITÉ

LES GRANDS TRANSPORTS D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE A HAUTE TENSION CONTINUE, *par V. Sylvestre.*

La ligne de transport de force de Moutiers à Lyon a été exécutée en 1906. Elle était destinée à alimenter la Compagnie des Omnibus et Tramways de Lyon. Pour ce transport d'énergie, on a adopté le courant continu à haute tension à intensité constante, système « Thury ». Les machines génératrices et réceptrices sont toutes connectées en série.

La partie la plus accidentée de cette ligne est la traversée de la montagne du Chat, entre Chambéry et Novalaise, par le col de Lépine (altitude : 1.003 mètres), soit un parcours d'environ 30 kilomètres.

Pour augmenter la sécurité de la ligne, surtout en hiver, on a décidé de faire passer cette

partie en souterrain, à l'aide d'un câble armé à très haute tension. La tension de service est de 150.000 volts par rapport à la terre et pourra atteindre 300.000 volts entre fils positif et négatif. Ce chiffre énorme a nécessité des précautions toutes spéciales. Le câble est isolé par du papier enroulé sur les conducteurs, séché et imprégné de la matière isolante (huile de naphte et résine). Le tout est recouvert d'un tube de plomb, protégé par une armature de deux fers feuillards enroulés à recouvrement après interposition d'un matelas de filin goudronné.

Dans les parties abruptes du tracé, on a remplacé le fer feuillard par deux couches de fil d'acier fretté de distance en distance, de manière à amarrer chaque longueur de câble dans le rocher.

« *La Houille blanche* » (n° 115-116).

FORCE MOTRICE

GROUPES ÉLECTROGÈNES ACTIONNÉS PAR MOULINS A VENT, *par V. Neveu.*

La France est particulièrement favorisée par la prédominance de vents puissants et réguliers. On a donc cherché à utiliser cette énergie pour produire de l'électricité. L'auteur décrit, dans cet article, un nouveau moulin à vent pouvant actionner une petite usine électrique. Ce moulin est caractérisé par la forme de ses ailes, rappelant celle des ailes d'avions, que l'on maintient dans l'angle voulu au moyen de ressorts ou de contre-poids. Pour maintenir la roue dans le vent, on a disposé en arrière, formant queue, deux petites hélices perpendiculaires au plan de la roue. On obtient, avec ce moulin, une puissance pouvant atteindre 76 C. V. 7 pour un vent de 10 mètres par seconde.

« *L'Electricien* » (n° 1404).

HYDROÉLECTRICITÉ

UTILISATION DES FORCES HYDRAULIQUES ET NAVIGATION INTÉRIEURE ; AMÉNAGEMENT DE LA SEINE ENTRE PARIS ET ROUEN, *par Jean Dupin.*

Tout cours d'eau, considéré au double point de vue de la navigation et de la production d'énergie, peut, en principe, se diviser en trois zones : la zone supérieure (faible débit, pente forte), favorable aux installations de force motrice ; la zone moyenne pouvant être aménagée assez facilement par canaux de dérivation et barrages pour utiliser l'énergie hydraulique ; la zone basse (navigation facile, captage difficile de l'énergie).

M. Dupin étudie spécialement la question de l'utilisation de la zone basse des cours d'eau pour la production de l'énergie. Il montre que, si l'aménagement de cette zone, au seul point de vue de la force motrice, ne saurait être raisonnablement envisagé, il est, par contre, possible, moyennant un certain surcroît de dépenses, d'utiliser les ouvrages nécessaires à la navigation pour la production de l'énergie dans des conditions économiques favorables. M. Dupin prend pour base les études qui viennent d'être faites pour l'aménagement de la Seine entre Paris et

Rouen, par M. Perrier, ingénieur en chef, et M. Genthial, ingénieur ordinaire de la navigation de la Seine.

« *Revue générale de l'électricité* » (tome XX, n° 15).

MÉTALLURGIE

LE TRÉFILAGE DE L'ACIER, par R. Galmard.

La tréfilerie a conservé, pendant longtemps, un caractère empirique. Elle reposait, soi-disant, sur des tours de main de fabrication, des recettes pratiques dont le secret était jalousement gardé par les ateliers de tréfilage. Actuellement cette industrie est basée sur des méthodes scientifiques d'une grande précision. L'étude du recuit et de l'écrouissage, qui est exposée par l'auteur, est à la base de la technique du tréfilage. Le travail mécanique des métaux modifie, en effet, leurs propriétés, les écrouit. Il est nécessaire, pour la plupart tout au moins, de leur faire subir l'opération du recuit, qui leur redonne leurs propriétés premières.

Après avoir indiqué la fabrication du fil machine (diamètre minimum 5 mm.), l'auteur passe en revue les diverses machines à tréfiler en donnant leurs caractéristiques. Il étudie ensuite les machines auxiliaires utilisées en tréfilerie, les filières et, enfin, il signale les appareils annexes.

« *La Technique moderne* » (18^e année, n° 20).

VAPEUR

LA CHAUDIÈRE MODERNE DANS SES APPLICATIONS A LA MARINE ET AUX CENTRALES THERMIQUES.

Dans une conférence qu'il a faite au Congrès pour l'Avancement des Sciences, M. Lalitte a fait ressortir la supériorité des chaudières à tubes d'eau. Le générateur de vapeur moderne doit comprendre : à la base, les éléments vaporisateurs ; au-dessus, un surchauffeur de vapeur et, à l'orée de la cheminée, un économiseur.

La grille fixe doit être condamnée et remplacée par la grille mobile, à mouvement alternatif, qui assure une meilleure combustion du charbon. La chauffe rationnelle semble être obtenue par le charbon pulvérisé. Le chauffage par combustible liquide est également à l'ordre du jour.

« *Le Génie Civil* » (n° 2.305).

DIVERS

LE GASPILLAGE DANS L'INDUSTRIE, par Henri Marchand.

Les États-Unis d'Amérique ont recherché les principales causes du gaspillage affectant l'industrie, dans le but de déterminer les économies possibles. Cette enquête a porté principalement sur six branches de l'industrie. En voici les résultats : en métallurgie, le gaspillage dû surtout aux chômages, grèves, lock-out, accidents, maladies professionnelles, atteint 29 % ; industrie de la chaussure, 41 % ; industries textiles, 49 % ; industries du bâtiment, 53 % ; industrie de l'impression, 58 % ; industrie du vêtement, 64 %. La moyenne est de 49 %.

Ce chiffre, établi par M. Hoover et commenté par M. W. C. Wetherill, du département du Commerce des États-Unis, représente, même réduit au tiers de cette valeur, une perte de 10 milliards de dollars par an.

Les causes de ce gaspillage sont souvent difficiles à combattre ; quelques-unes proviennent d'habitudes mauvaises ou d'un manque d'entente.

La réduction des modèles fabriqués par une industrie, par exemple, permet une meilleure fabrication, un travail plus efficace, un meilleur contrôle, etc.

L'administration du commerce s'applique avec ténacité à faire disparaître les causes du gaspillage par tous les moyens dont elle dispose : circulaires, tracts, dessins, conférences, enquêtes, etc.

« *L'Industrie électrique* » (n° 823).

TARIF DES ABONNEMENTS A « LA SCIENCE ET LA VIE » A PARTIR DU 1^{er} JANVIER 1927

FRANCE ET COLONIES

Envois simplement affran-	{ 1 an..... 55 fr.	Envois recommandés	{ 1 an..... 65 fr.
chis.....	{ 6 mois... 30 —		{ 6 mois... 35 —

ÉTRANGER

Pour les pays ci-après :

Australie, Bolivie, Brésil, Canada, Chine, Danemark, Dantzig, République Dominicaine, États-Unis, Grande-Bretagne et Colonies, Guatemala, Guyane, Honduras, Îles Philippines, Indes Néerlandaises, Irlande, Islande, Italie, Japon, Nicaragua, Norvège, Palestine, Pérou, Rhodésie, Siam, Suède, Suisse.

Envois simplement affran-	{ 1 an ... 100 fr.	Envois recommandés	{ 1 an ... 120 fr.
chis.....	{ 6 mois.. 55 —		{ 6 mois.. 65 —

Pour les autres pays :

Envois simplement affran-	{ 1 an..... 90 fr.	Envois recommandés	{ 1 an ... 110 fr.
chis.....	{ 6 mois .. 50 —		{ 6 mois.. 60 —

Les abonnements partent de l'époque désirée et sont payables d'avance, par mandats, chèques postaux ou chèques tirés sur une banque quelconque de Paris.

« LA SCIENCE ET LA VIE » — Rédaction et Administration : 13, rue d'Enghien, Paris-X^e
CHÈQUES POSTAUX : 91-07 PARIS

Le Gérant : Lucien Josse.

Paris. — Imp. HÉMERY, 18, rue d'Enghien.

LA SCIENCE ET LA VIE

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

Rédigé et illustré pour être compris de tous

TOME XXX : JUILLET à DÉCEMBRE 1926 (N°s 109 à 114)

TABLE DES MATIÈRES PAR ORDRE ALPHABÉTIQUE

	N°	Pages		N°	Pages
A					
Accélérateur d'automobile (Plus de commodité de manœuvre de l'). — <i>Appa...</i>	109	72	Appareil de levage facile à déplacer, par J. M.	111	218
Acier (Le bois, comme l') sous l'étreinte de la machine. Comment on cintré les roues d'automobile, par A. C.	109	18	Appareil photographique pliant qui permet la mise au point sans verre dépoli (Un). — <i>Vidi</i>	113	428
Acier (On peut, à volonté, aimanter ou désaimanter une pièce d').	111	258	Atlantique? (Comment on téléphone par-dessus l').	111	190
A côté de la science (Les) : Inventions, découvertes et curiosités, par V. RUBOR.	109	79	Auto (Pour loger facilement et économiquement votre).....	111	259
d° d°	110	165	Automatisme intégral (Le <i>synchrodyne</i> , superhétérodyne à). — T. S. F.	114	589
d° d°	111	257	Automobile de 1927 (Ce que sera l'), par CHARLES FAROUX.....	114	569
d° d°	112	339	Automobile (Detroit, aux Etats-Unis, est la ville géante de l'), par RENÉ VRINAT.	114	477
d° d°	113	425	Automobile (L') et la vie moderne, par A. CAPUTO.....	109	67
d° d°	114	595	d° d°	110	153
Aération (Amusant et utile, ce petit appareil mesure l'humidité d'une pièce et contrôle son).....	112	339	d° d°	111	244
Aimanter ou désaimanter une pièce d'acier (On peut, à volonté).....	111	258	d° d°	112	329
Aimants permanents artificiels (La supraconductivité des métaux et les), par MARCEL BOLL.....	109	37	d° d°	113	413
Alcool (On peut extraire de l') pendant la cuisson du pain.....	110	171	Automobile (Le bois, comme l'acier, sous l'étreinte de la machine. Comment on cintré les roues d'), par A. C.	109	18
Alimentation des moteurs d'automobile (Un carburateur qui assure la régularité de l'). — D. E. C.	114	598	Automobile (L'évolution de la carrosserie) depuis trente ans, par ANDRÉ CAPUTO.	111	244
Altitudes (Pourra-t-on bientôt, en volant aux hautes), faire le tour de la Terre en moins de quatre jours? — Interview de M. Rateau, par PIERRE CHANLAINE....	114	459	Automobile (Pourquoi l'industrie américaine est-elle la plus puissante du monde? par A. CAPUTO.....	113	413
Aménagement de la houille blanche (Les travaux d') vont-ils être suspendus en France? (Interview de M. Marlio), par PIERRE CHANLAINE.....	113	368	Automobile (Que verrons-nous au Salon de l') 1926? par A. CAPUTO.....	112	329
Aménagement hydroélectrique (L') du Rhône et du Rhin donnera à la France 5 millions de chevaux, par L. MATH.....	109	26	Automobile (Trente ans de construction) : Louis Renault, par CHARLES FAROUX..	109	43
Animaux marins (Les) de nos colonies, sources de richesses industrielles pour la France, par A. GRUVEL.....	113	389	Automobiles (Un carburateur qui assure la régularité de l'alimentation des). — D. E. C.	114	598
Antenne à haut rendement (Nouvelle)...	112	338	Automobile (Un raccord pour tuyauterie d), élégant et pratique. — <i>Presto</i>	109	71
Antenne (Dispositif pratique de mise à la terre de l'). — T. S. F.	113	422	Automobiles (Les pare-soleil pour). — <i>Parsolazur</i> , Py.....	109	71
Antenne intérieure à grand rendement (Une). — <i>Brillantenne</i>	114	590	Automobiles (Pour gonfler, sans fatigue, les pneus d').....	113	427
Antenne (La lutte du câble et de l'); qu'est-ce que le permalloy? par L. HOULLEVIGUE.....	109	13	Automobiles (Les voitures) de 1.500 cmc. de cylindrée des grandes épreuves de vitesse 1926.....	110	153
Appareil (Amusant et utile, ce petit mesure l'humidité d'une pièce et contrôle son aération).....	112	339	Aviation allemande? (Où en est l'), par JEAN MARCHAND.....	114	485
Appareil de bureau (Un nouvel). — <i>Horo-Mémo</i>	114	593	Aviation américaine? (Où en est l'), par PIERRE VASTINAIS.....	109	19
			Aviation anglaise? (Où en est l'), par le général NIESSEL.....	113	361
			Avionnette de 70 kilogrammes (Une nouvelle).....	114	595
			Azotés (Les procédés industriels de synthèse pour l'obtention des produits), par CAMILLE MATIGNON.....	113	371

	N ^{os}	Pages		N ^{os}	Pages
B					
Bâle (A l'exposition de) 1926.....	114	495	Chance (La) et le hasard ne sont que des mots créés pour masquer notre ignorance, par MARCEL BOLL.....	110	97
Bataille du blé (La), par VICTOR BORET...	114	505	Charbon (Des wagons de) déchargés par un simple jet d'eau, par J. LEDOIR.....	109	46
Batterie de chauffage de T. S. F. (Construction d'une).....	111	254	Charbon (La repartition du) dans le monde, par PIERRE ARVERS.....	109	57
Berlin (Le palais des mille essais, à), par V. B.....	112	285	Chaudières de locomotives (Pour nettoyer les), un ouvrier américain a imaginé un dispositif pratique.....	113	427
Berthelot (A propos du prochain centenaire de Marcelin), par MARCEL BOLL...	112	309	Chauffage d'une pièce d'un appartement, d'une villa (Les procédés modernes de), par RENÉ DONCIÈRES.....	111	233
Bibliographie.....	109	84	Chaussée moderne (La) dans la cité moderne. — Interview de M. Giraud, par PIERRE CHANLAINE.....	114	543
Bicyclette (Ni patinette ni), cet appareil est à la fois un jouet sportif et un excellent moyen de transport. — <i>Le Troticycle</i>	113	425	Chemins de fer (Les progrès réalisés depuis dix ans sur les), par J. NETTER.....	113	347
Bicyclette (Nouvelle multiplication pour).....	109	79	Chemins de fer russes (La plus puissante locomotive Diesel des).....	109	83
Bigrilles ? (Comment fonctionnent les lampes). — T. S. F.....	114	586	Chevaux hydrauliques indomptés (Six millions de) : comment on a capté les chutes du Niagara, par RENÉ VRINAT...	110	89
Bigrilles (Les réflexes). — T. S. F.....	113	421	Chiffons nous-mêmes nos correspondances.....	110	165
Blé (La bataille du), par VICTOR BORET...	114	505	Chutes du Niagara (Comment on a capté les), par RENÉ VRINAT.....	110	89
Blondel (La lampe). — T. S. F.....	113	422	Ciel (Tout le) projeté sur un écran, grâce au planetarium, par JEAN MARCHAND.	112	291
Bobine de self-induction de T. S. F. à grand rendement et très robuste. — <i>Disco</i>	112	337	Cinématographe (Trente ans après l'invention du). — Interview de M. Louis Lumière, par PIERRE ARVERS.....	114	207
Bobines toroïdales (Les). — T. S. F.....	113	424	Cité moderne (La chaussée moderne dans la). — Interview de M. Giraud, par PIERRE CHANLAINE.....	114	543
Boire (Pour) dans n'importe quelle position sans renverser une goutte de liquide.....	109	80	Classe unique (Les paquebots à) des « Chargeurs Réunis » sont de véritables hôtels flottants, par PIERRE ARVERS...	112	304
Bois (Le), comme l'acier, sous l'étreinte de la machine. Comment on cintre les roues d'automobile, par A. C.....	109	18	Colloïde ? (Qu'est-ce qu'un), par A. BOUTARIC.....	114	519
Briquet automatique dont la flamme résiste au vent.....	112	341	Colonies (Les animaux marins de nos), sources de richesses industrielles pour la France, par A. GRUVEL.....	113	389
Bureau (Un nouvel appareil de). — <i>Horo-Mémo</i>	114	593	Communications interplanétaires (Le mystérieux <i>fading</i> et les). — T. S. F.....	114	585
C			Compresseur d'air (Cette machine comprend à la fois un moteur électrique et un).....	109	82
Câble (La lutte du) et de l'antenne; qu'est-ce que le permalloy ? par L. HOULLEVIGUE.....	109	13	Comptabilités industrielles et commerciales (De l'utilisation des machines à statistiques pour l'organisation rationnelle des), par M. CH. DILLEMANN.....	113	416
Câbles (Les) ne quitteront plus les gorges des poulies.....	109	80	Condensateur produisant une variation de longueur d'onde proportionnelle à sa graduation (Nouveau). — <i>Bardon</i>	113	424
Cachetez vos lettres à l'électricité.....	113	426	Condensateur suivant la loi du carré (Nouveau type de). — T. S. F.....	112	335
Cadre pliant, léger et solide (Nouveau). — <i>Igranic</i>	110	164	Condensateur variable à air (Un bon). — <i>Mansel</i>	109	78
Calculer rapidement et sûrement le prix d'un poids connu de marchandises (Pour).....	111	257	Condensateur variable à variation linéaire de longueur d'onde (Nouveau). — T.S.F.	111	256
Capitaines de l'industrie moderne (Les grands) : <i>Louis Renault</i> , trente ans de construction automobile, par CHARLES FAROUX.....	109	43	Condensateur variable très précis et d'une conception nouvelle. — <i>Palmer</i>	112	338
Carburateur à débouchage automatique (Un). — <i>Legrain</i>	110	157	Conducteurs électriques sous tension (Pour déceler les), par L. D. F.....	111	250
Carburateur (Un) qui assure la régularité de l'alimentation des moteurs d'automobile. — <i>D. E. C.</i>	114	598	Confins (Aux) de l'univers visible, par M ^{me} GABRIELLE CAMILLE FLAMMARION.	112	263
Carrosserie automobile (L'évolution de la) depuis trente ans, par ANDRÉ CAPUTO.....	111	244	Congrès de Palerme (Le) nous a montré l'essor de l'Italie industrielle, par CAMILLE MATIGNON.....	112	295
Cartographie (La photographie aérienne au service de la), par J. M.....	109	66	Corde pratique pour étendre le linge (Une)	112	341
Catalyse ? (Qu'est-ce que la), par MARCEL BOLL.....	112	300	Correspondances (Chiffons nous-mêmes nos).....	110	165
Cendrier (Les cendres de cigarettes ne s'envoleront plus du).....	114	596	Coupleur de basse fréquence Donle. — T. S. F.....	111	254
Centenaire de Marcelin Berthelot (A propos du prochain), par MARCEL BOLL....	112	309			
Centrale d'Eguzon (La plus puissante usine hydroélectrique française : la), par J. M.....	110	108			
Chaleur ? (Qu'est-ce que la), par MARCEL BOLL.....	112	275			

	N ^{os}	Pages		N ^{os}	Pages
Courant électrique (Le) peut être distribué automatiquement, à bas prix, pendant le jour et pendant la nuit, par CHARLES BRACHET	113	377	Eclairage d'une habitation (Ce groupe moteur aérien-dynamo assure aisément l')	109	81
Coussinet sans graissage aux applications multiples (Un). — Auto <i>Silentbloc</i>	109	71	Eclairage moderne des ateliers, locaux commerciaux, usines et voies publiques (L')	112	342
Cristaux? (Quel est le mécanisme de la détection par les). — T. S. F.	110	159	Ecran (Tout le ciel projeté sur un) grâce au planetarium, par JEAN MARCHAND..	112	291
Cristaux (Quelques conseils pour les amateurs pratiquant la réception sur)	111	255	Ecrans indesserrables (Un nouvel)	111	258
Croiseurs modernes (Les): <i>Duguay-Trouin</i> , <i>Memphis</i> , par le capitaine de corvette de réserve LAPOUREUR	114	499	Edifice de 30 tonnes (Comment un) a été déplacé à la Foire de Paris 1926? par V. M.	109	65
Cuisson du pain (On peut extraire de l'alcool pendant la)	110	171	Editeurs (Chez les)	109	84
Curiosités (Les A côté de la science: Inventions, découvertes et), par V. RUBOR ..	109	79	d°	110	172
d°	110	165	Effervescence (Le soleil est actuellement en), par M ^{me} GABRIELLE CAMILLÉ FLAMMARION	111	191
d°	111	257	Eguzon (La plus puissante usine hydro-électrique française: la centrale d'), par J. M.	110	108
d°	112	339	Electricité (Cachetez vos lettres à l')	113	426
d°	113	425	Electricité (L') à la Foire de Paris 1926, par LUCIEN FOURNIER	109	61
d°	114	595	Electriques (Une nouvelle application des rayons X: vérification rapide des installations)	114	462
Cycliste (Cette nouvelle multiplication diminue considérablement l'effort du) ..	109	79	Emetteur d'amateur pour téléphonie sans fil (Un véritable)	110	162
Cylindrée (Les voitures de 1.500 cmc. de) des grandes épreuves de vitesse 1926...	110	153	Encres qui n'oxydent pas (Des)	109	82
D					
Décarbonisation périodique des moteurs d'automobile (La)	109	67	Enquêtes de <i>La Science et la Vie</i> (Les): Où en est l'aviation américaine? par PIERRE VASTINAIS	109	19
Déchargement hydraulique des wagons (Le), par J. LEDOIR	109	46	La renaissance italienne dans le domaine industriel et économique, par PIERRE CHANLAINE	111	201
Décor théâtral (Comment la science a transformé le), par ANDRÉ BOLL	111	221	Où en est l'aviation anglaise? par le général NIESSEL	113	361
Découvertes et curiosités (Les A côté de la science: Inventions), par V. RUBOR	109	79	Où en est l'aviation allemande? par JEAN MARCHAND	114	485
d°	110	165	Epoques de la science (Les grandes): <i>Fernand Forest</i> , par JEAN LABADIÉ	109	41
d°	111	257	A propos du prochain centenaire de <i>Marcelin Berthelot</i> , par MARCEL BOLL	112	309
d°	112	339	Essais (Le palais des mille), à Berlin, par V. B.	112	285
d°	113	425	Essor de l'Italie industrielle (Le Congrès de Palerme nous a montré l'), par CAMILLE MATIGNON	112	295
d°	114	595	Etalage métallique (Simple et solide, l') est apprécié de tous	114	597
Déplacement d'un édifice de 30 tonnes (Le) à la Foire de Paris 1926, par V. M.	109	65	Evolution de la carrosserie automobile depuis trente ans (L'), par ANDRÉ CAPUTO	111	244
Désert (Des observatoires dans le) pour la prédiction du temps, par JEAN LABADIÉ	110	141	Evolution des théories électriques (Trois siècles d'), par ALBERT TURPAIN	113	383
Détection par les cristaux? (Quel est le mécanisme de la). — T. S. F.	110	159	Exposition de Bâle 1926 (A l')	114	495
Detroit, aux Etats-Unis, est la ville géante de l'automobile, par RENÉ VRINAT	114	477	Exposition de Philadelphie 1926 (A l') ..	114	552
Diesel (La plus puissante locomotive) des chemins de fer russes	109	83	F		
Diesel (Un moteur) de 15.000 chevaux, le plus puissant du monde	114	551	<i>Fading</i> (Le mystérieux) et les communications interplanétaires. — T. S. F.	114	585
Dispositif d'ouverture et de fermeture automatique pour tramways	112	340	Filament? (Sous quelles formes peut-on concevoir les valves sans). — T. S. F.	113	419
Dispositif pratique de mise à la terre de l'antenne. — T. S. F.	113	422	Foire de Paris 1926 (<i>La Science et la Vie</i> a remarqué à la), par LUCIEN FOURNIER: Electricité. — T. S. F.	109	61
Donle (Le coupleur de basse fréquence). — T. S. F.	111	254	Mécanique. — Moteurs	110	147
<i>Duguay-Trouin</i> (Le) et le <i>Memphis</i> , croiseurs modernes, par le capitaine de corvette de réserve LABOUREUR	114	499	<i>Ford</i> (Les usines d'automobiles), par RENÉ VRINAT	114	477
E					
Eau bouillante (Pour se servir d') sans se brûler	111	260	<i>Forest</i> (<i>Fernand</i>), le précurseur méconnu du moteur à explosions, a bien mérité de l'automobile et de l'aviation, par JEAN LABADIÉ	109	41
Ebonite? (Comment percer des trous de grand diamètre dans l')	109	76			
Echafaudages (Griffe amovible pour l'établissement des)	113	426			
Eclairage? (Comment réaliser un bon), par JEAN DOURGNON	113	405			

	N ^{os}	Pages		N ^{os}	Pages
France? (Les travaux d'aménagement de la houille blanche vont-ils être suspendus en). — Interview de <i>M. Marlio</i> , par PIERRE CHANLAINE	113	368	Industrie moderne (Les grands capitaines de l') : <i>Louis Renault</i> , trente ans de construction automobile, par CHARLES FAROUX	109	43
Frémissements de la Terre (Les), par CHARLES MAURAIN	112	269	Infiniment petit (De l') à l'infiniment grand, par M ^{me} G. C. FLAMMARION ..	114	559
Fumées (Les) accumulent annuellement sur les villes des tonnes de poussières par hectare, par VICTOR JOUGLA	109	51	Insecte (De l'œuf de l') à l'individu complet, par C. PIERRE	114	577
G			Installations électriques (Une nouvelle application des rayons X : vérification rapide des)	114	462
Galène (Augmentons la puissance des montages à). — T. S. F.	110	161	Interviews de <i>La Science et la Vie</i> :		
<i>Giraud</i> (Interview de <i>M.</i>)	114	543	<i>Volterra</i> (<i>Vito</i>)	110	111
Girotte (L'aménagement du lac de la), par CHARLES BRACHET	110	137	<i>Lumière</i> (<i>Louis</i>)	111	207
Glace (Machine à) fonctionnant sans force motrice, par simple chauffage	110	168	<i>Marlio</i>	113	368
Glace sur la mer (La), par J. M.	112	274	<i>Rateau</i> (<i>Auguste</i>)	114	459
Gobelet permettant de boire dans n'importe quelle position sans renverser une goutte de liquide	109	80	<i>Giraud</i>	114	543
Gonfler (Pour) sans fatigue les pneus d'automobiles	113	427	Inventions, découvertes et curiosités (Les A côté de la science), par V. RUBOR.	109	79
<i>Goudard</i> (La conférence de <i>M.</i>) sur l'industrie automobile américaine	113	413	d ^o	110	165
Graissage (Un coussinet sans) aux applications multiples. — <i>Auto Silentbloc</i> ..	109	71	d ^o	111	257
Griffe amovible pour l'établissement des échafaudages	113	426	d ^o	112	339
<i>Grignard</i> (<i>Victor</i>) est élu membre de l'Institut, par MARCEL BOLL	110	132	d ^o	113	425
Groupe moteur aérien-dynamo (Ce assure aisément l'éclairage d'une habitation.	109	81	d ^o	114	595
H			Inventions industrielles (Les), par JEAN LABADIÉ	114	433
Habitation (Ce groupe moteur aérien-dynamo assure aisément l'éclairage d'une)	109	81	Ions positifs (Les redresseurs électriques à). — T. S. F.	112	333
Hasard (La chance et le) ne sont que des mots créés pour masquer notre ignorance, par MARCEL BOLL	110	97	Italie industrielle (Le Congrès de Palerme nous a montré l'essor de l'), par CAMILLE MATIGNON	112	295
Haut-parleur perfectionné (Un). — <i>Brunet</i> ..	109	78	J		
Haut-parleur. — <i>Supervox</i>	112	327	Jet d'eau (Des wagons de charbon déchargés par un simple), par J. LEDOIR.	109	46
Hôtels flottants (Les paquebots à classe unique des « Chargeurs Réunis » sont de véritables), par PIERRE ARVERS	112	304	Jouet sportif (Ni patinette ni bicyclette, cet appareil est à la fois un) et un excellent moyen de transport. — <i>Le Tricycle</i>	113	425
Houille blanche (La) aux États-Unis, par RENÉ VRINAT	110	89	L		
Houille blanche (La Suède, reine de la), par ANDRÉ JAEGER	113	397	Lac (Comment a été aménagé un) pour servir de « volant » électrique ? par CHARLES BRACHET	110	137
Houille blanche (Les travaux d'aménagement de la) vont-ils être suspendus en France ? — Interview de <i>M. Marlio</i> , par PIERRE CHANLAINE	113	368	Lampe au néon (Les applications de la) en T. S. F.	111	251
Humidité d'une pièce (Amusant et utile, ce petit appareil mesure l') et contrôle son aération	112	339	Lampe <i>Blondel</i> (La). — T. S. F.	113	422
Hydravion (Le plus grand) du monde vient d'être construit en France, par HENRI LE MASSON	112	288	Lampe de puissance à faible consommation. — T. S. F.	112	328
Hydrogène atomique (Une révolution dans la soudure autogène, grâce à l'), par MARCEL BOLL	110	124	Lampe (Une) qui ne fatigue pas la vue. — <i>Opticia</i>	111	257
I			Lampes bigrilles? (Comment fonctionnent les). — T. S. F.	114	586
« Ignorance (L') sépare, la Science rapproche », — Interview de <i>M. Vito Volterra</i> , par PIERRE CHANLAINE	110	111	Lampes de T. S. F. (Nouvelles)	114	592
Industrie automobile américaine (Pourquoi l') est-elle la plus puissante du monde ? par A. CAPUTO	113	413	Lampes électriques (On peut donner une vie nouvelle aux), par JEAN MARIVAL.	111	231
			Laver (Cette machine à) le linge fonctionne sans moteur	110	167
			Lettres (Cachetez vos) à l'électricité ..	113	426
			Levage (Appareil de) facile à déplacer, par J. M.	111	218
			Linge (Une corde pratique pour étendre le)	112	341
			Locomotive Diesel (La plus puissante) des chemins de fer russes	109	83
			Locomotives (Pour nettoyer les chaudières de), un ouvrier américain a imaginé un dispositif pratique	113	427
			Loger facilement et économiquement votre auto (Pour)	111	259
			<i>Lumière</i> (Interview de <i>M. Louis</i>)	111	207
			<i>Lumière</i> (La) est-elle pesante ? par A. BOUTARIC	111	209

	Nos	Pages		Nos	Pages
M			O		
Machine à calculer de poche (Une)	114	595	Neutrodynage (En quoi consiste le) ? — T. S. F.	109	73
Machine à glace fonctionnant sans force motrice, par simple chauffage	110	168	Neutrodyne (Un bon récepteur) pour ondes de 200 à 500 mètres. — T. S. F.	109	75
Machine à laver le linge (Cette) fonctionne sans moteur	110	167	Niagara (Comment on a capté les chutes du), par RENÉ VRINAT	110	89
Machine (Le bois, comme l'acier, sous l'étreinte de la). Comment on cintre les roues d'automobile, par A. C.	109	18	Nobel (Pourquoi le Suédois Manne Sieg- bahn a-t-il obtenu le prix) de physique ? par MARCEL BOLL	113	359
Machines à statistiques pour l'organisa- tion rationnelle des comptabilités in- dustrielles et commerciales (De l'uti- lisation des), par CH. DILLEMANN	113	416	Nobel (Un Français, lauréat du prix), est élu membre de l'Institut (<i>Victor Gri- gnaud</i>), par MARCEL BOLL	110	132
Manche (Votre marteau ne quittera plus son). — Coin <i>Sfix</i>	110	167	Nouveautés en T. S. F. (Les)	112	327
Manufacture nationale de Sèvres (La), par PIERRE VASTINAI	110	113			
Marteau (Votre) ne quittera plus son manche. — Coin <i>Sfix</i>	110	167	P		
Matières premières dans le monde (Les) : la répartition du charbon, par PIERRE ARVERS	109	57	Pain (On peut extraire de l'alcool pendant la cuisson du)	110	171
Mécanique (La) à la Foire de Paris 1926, par LUCIEN FOURNIER	110	147	Palais des mille essais, à Berlin (Le), par V. B.	112	285
Mécanique (La) au secours de la mémoire. — <i>Horo-Mémo</i> , par JEAN CAEL	114	593	Palerme (Le Congrès de) nous a montré l'essor de l'Italie industrielle, par CA- MILLE MATIGNON	112	295
Mémoire (La mécanique au secours de la). — <i>Horo-Mémo</i> , par JEAN CAEL	114	593	Paquebots à classe unique (Les) des « Chargeurs Réunis » sont de véritables hôtels flottants, par PIERRE ARVERS	112	304
Memphis (Le <i>Duguay-Trouin</i> et le), croi- seurs modernes, par le capitaine de cor- vette de réserve LABOUREUR	114	499	Pare-soleil pour automobiles (Les). — <i>Parsolazur</i> , <i>Py</i>	109	71
Mer (La glace sur la), par J. M.	112	274	Paris aura-t-il bientôt le téléphone auto- matique ? par VICTOR JOUGLA	112	319
Mer (La puce de), par P. C.	110	169	Patinette (Ni) ni bicyclette, cet appareil est à la fois un jouet sportif et un excel- lent moyen de transport. — <i>Le Tro- ticycle</i>	113	425
Métaux (La supraconductivité des) et les aimants permanents artificiels, par MARCEL BOLL	109	37	Permalloy ? (La lutte du câble et de l'an- tenne ; qu'est-ce que le), par L. HOUL- LEVIGUE	109	13
Millikan (Les expériences de), par JEAN LABADIÉ	112	313	Pertes (Les pièces à faibles). — T. S. F.	114	590
Mise au point sans verre dépoli (Un appa- reil photographique pliant qui permet la). — <i>Vidi</i>	113	428	Philadelphie (A l'Exposition de) 1926	114	552
Mondes en formation (De nouvelles radia- tions, tout récemment découvertes, nous viendraient de). — <i>Millikan</i> , par JEAN LABADIÉ	112	313	Photographie aérienne (La) au service de la cartographie, par J. M.	109	66
Monorail électrique aérien dans les usines (Le)	111	219	Photographique (Un appareil) pliant qui permet la mise au point sans verre dépoli. — <i>Vidi</i>	113	428
Montages à galène (Augmentons la puis- sance des). — T. S. F.	110	161	Physique ? (Pourquoi le Suédois Manne Siegbahn a-t-il obtenu le prix Nobel de), par MARCEL BOLL	113	359
Moteur aérien-dynamo (Ce groupe) assure aisément l'éclairage d'une habitation	109	81	Pièce (Amusant et utile, ce petit appareil mesure l'humidité d'une) et contrôle son aération	112	339
Moteur à explosions (<i>Fernand Forest</i> , le précurseur méconnu du), a bien mérité de l'automobile et de l'aviation, par JEAN LABADIÉ	109	41	Pièces à faibles pertes (Les). — T. S. F.	114	590
Moteur Diesel de 15.000 chevaux (Un), le plus puissant du monde	114	551	Pinceau (Un piton suffit pour que votre) ne s'enfonce plus dans la peinture	109	81
Moteur électrique (Cette machine com- prend à la fois un) et un compresseur d'air	109	82	Piton (Un) suffit pour que votre pinceau ne s'enfonce plus dans la peinture	109	81
Moteurs d'automobile (La décarbonisa- tion périodique des)	109	67	Planetarium (Tout le ciel projeté sur un écran, grâce au), par JEAN MARCHAND	112	291
Moteurs d'automobile (Un carburateur qui assure la régularité de l'alimenta- tion des). — D. E. C.	114	598	Pneus d'automobiles (Pour gonfler sans fatigue, les)	113	427
Moteurs (Les) à la Foire de Paris 1926, par LUCIEN FOURNIER	110	147	Poche (Une machine à calculer de)	114	595
Multiplication (Cette nouvelle) diminue considérablement l'effort du cycliste	109	79	Portemanteau de poche facile à installer partout (Un)	109	80
N					
Néon (Les applications de la lampe au) en T. S. F.	111	251			

	N ^{os}	Pages		N ^{os}	Pages
Soie artificielle (Cent mille tonnes de) ont été fabriquées en 1926, par G. HERMANT Soleil (Le) est actuellement en effervescence, par M ^{me} GABRIELLE CAMILLE FLAMMARION	114	463	Trous de grand diamètre dans l'ébonite (Comment percer des)	109	76
Soudure autogène (Une révolution dans la) grâce à l'hydrogène atomique, par MARCEL BOLL.....	111	191	T. S. F. (La) à la Foire de Paris 1926, par LUCIEN FOURNIER	109	61
Sport scientifique, le yachting (Un), par ALPHONSE BERGET.....	110	124	T. S. F. (La) et la Vie, par JOSEPH ROUSSEL	109	73
Statistiques (De l'utilisation des machines à) pour l'organisation rationnelle des comptabilités industrielles et commerciales, par M. CH. DILLEMANN.....	114	525	d° d°	110	159
Suède (La), reine de la houille blanche, par ANDRÉ JAEGER.....	113	397	d° d°	111	251
Superhétérodyne à automatisme intégral (<i>Le Synchrodyne</i>). — T. S. F.....	114	589	d° d°	112	333
Support métallique, de hauteur variable et très robuste.....	114	597	d° d°	113	419
Supraconductivité des métaux (La) et les aimants permanents artificiels, par MARCEL BOLL.....	109	37	T. S. F. (La) et les constructeurs, par J. M.....	114	585
Sûreté (Ce tiroir-caisse de) permet d'enregistrer au fur et à mesure les sommes perçues	110	165	d° d°	109	77
<i>Synchrodyne</i> (Le), superhétérodyne à automatisme intégral. — T. S. F.....	114	589	d° d°	110	164
Synthèse (Les procédés industriels de) pour l'obtention des produits azotés, par CAMILLE MATIGNON.....	113	371	d° d°	111	256
T			d° d°	112	337
Télé mécanique (La) transforme l'aspect des usines, par CHARLES BRACHET	109	3	d° d°	113	424
Téléphonique (Le) du Niagara.....	110	90	d° d°	114	589
Téléphone automatique ? (Paris aura-t-il bientôt le), par VICTOR JOUGLA	112	319	T. S. F. (Les nouveautés en).....	112	327
Téléphone (C'est le Français <i>Charles Bourseu!</i> qui a conçu le), par J. M.....	114	448	T. S. F. (Nouvelles lampes de)	114	592
Téléphone (Comment on) par-dessus l'Atlantique	111	190	T. S. F. (Poste récepteur de) à commande unique	114	591
Téléphonie sans fil (Un véritable émetteur d'amateur pour).....	110	162	T. S. F. (Récepteur de) à alimentation mixte par le secteur ou par piles et accumulateurs	112	334
Télescope de 5 mètres de diamètre (Un), par VICTOR JOUGLA	110	127	Tuyauterie d'automobile (Un raccord pour), élégant et pratique. — <i>Presto</i> ...	109	71
Télévision (L'état actuel de la), par LUCIEN FOURNIER	114	531	U		
Tension (Pour déceler les conducteurs électriques sous), par L.-D. F.....	111	250	Univers visible (Aux confins de l'), par M ^{me} GABRIELLE CAMILLE FLAMMARION.	112	263
Terre (Dispositif pratique de mise à la) de l'antenne. — T. S. F.....	113	422	Usine hydroélectrique française (La plus puissante) : la centrale d'Eguzon, par J. M.....	110	108
Terre (Les frémissements de la), par CHARLES MAURAIN.....	112	269	Usines (La télé mécanique transforme l'aspect des), par CHARLES BRACHET.....	109	3
Théâtre (Comment la science a transformé le décor de), par ANDRÉ BOLL.....	111	221	Usines (Le monorail électrique aérien dans les)	111	219
Théories électriques (Trois siècles d'évolution des), par ALBERT TURPAIN.....	113	383	Utopies d'hier, possibilités d'aujourd'hui, réalisations de demain, par MARCEL BOLL	114	511
Tiroir-caisse de sûreté (Ce) permet d'enregistrer au fur et à mesure les sommes perçues	110	165	V		
Toroidales (Les bobines). — T. S. F.....	113	424	Valves sans filament? (Sous quelles formes peut-on concevoir les). — T. S. F.....	113	419
Tour de la Terre en moins de quatre jours? (Pourra-t-on bientôt, en volant aux hautes altitudes, faire le). — Interview de M. Rateau, par PIERRE CHANLAINE.	114	459	Vatican (Les Sciences et le), par PIERRE CHANLAINE	109	33
Train (Déterminez en quelques secondes la vitesse de votre).....	111	260	Véhicules électriques (Les) sont appelés à se multiplier en France, par JEAN MARCHAND	110	133
Tramways (Dispositif d'ouverture et de fermeture automatique pour).....	112	340	Vérification rapide des installations électriques (Une nouvelle application des rayons X)	114	462
Travaux d'aménagement de la houille blanche (Les) vont-ils être suspendus en France ? — Interview de M. Marlio, par PIERRE CHANLAINE.....	113	368	Villes (Les fumées accumulent annuellement sur les) des tonnes de poussières par hectare, par VICTOR JOUGLA	109	51
			Vitesse de votre train (Déterminez en quelques secondes la).....	111	260
			<i>Volterra</i> (Interview de M. Vito).....	110	111
			Voyage (Un bon récepteur de T. S. F. que l'on peut emporter en).....	111	253
			Vue (Une lampe qui ne fatigue pas la). — <i>Opticia</i>	111	257
			W		
			Wagons de charbon (Des) déchargés par un simple jet d'eau, par J. LEDOIR.....	109	46
			Y		
			Yachting (Un sport scientifique, le), par ALPHONSE BERGET.....	114	52