

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 27. n. 93. Mars 1925
Adresse	Paris : La Science et la Vie, 1925
Collation	1 vol. (p.[179]-264) : ill., couv. ill. en coul. ; 24 cm
Cote	SCI. VIE 93
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.093

France et Colonies. .. 2 fr. 50
Etranger 3 fr. 50

N° 93. - Mars 1925

LA SCIENCE ET LA VIE



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

Cours sur place -:- Cours par correspondance

INSCRIPTION A TOUTE ÉPOQUE DE L'ANNÉE

L'ÉCOLE DU GÉNIE CIVIL

Directeur : J. Galopin, Ingénieur, * *

PLACÉE SOUS LE HAUT PATRONAGE DE L'ÉTAT

152, avenue de Wagram - PARIS-17^e

*permet, à peu de frais et sans perte de temps,
d'acquérir les diplômes*

**d'INGÉNIEURS,
CHEFS DE TRAVAUX,
DESSINATEURS,
CONTREMAITRES,
EXPERTS COMPTABLES,
DIRECTEURS COMMERCIAUX, etc...**

INSCRIPTION A TOUTE ÉPOQUE DE L'ANNÉE

*L'Ecole, fondée il y a vingt ans par des industriels, dirigée par des ingénieurs,
a fait éditer 800 cours scientifiques ou techniques*

Envoi gratuit de l'une des brochures suivantes :

Electricité - T.S.F. - Mécanique, Automobile, Aviation et Froid - Chauffage central - Bâtiment et Béton armé - Chimie - Travaux publics - Mécaniciens de la Marine - Officiers de la Marine marchande - Marine de guerre - Agriculture et Génie rural - Commerce et Comptabilité - Représentation et Publicité - Examens universitaires - Carrières du Droit - Ecoles militaires et Emplois réservés - Grandes Ecoles - Armée - Administrations diverses - Colonies.

TOUS LES ÉTUDIANTS LISENT

"Le Journal des Mathématiques"

TOUS LES TECHNICIENS LISENT

"La Revue Polytechnique"

NUMÉRO GRATIS

La Constitution de l'Univers, d'après les plus récents travaux de photométrie et de spectrographie	Général Bourgeois 181
Les affinités de l'Electricité et de la Mécanique.	Membre de l'Institut et du Bureau des longitudes.
Pour parler à votre chauffeur, employez le téléphone ..	Paul Janet 189
Les progrès de l'aviation au cours de l'année 1924. ..	Directeur de l'Ecole Supérieure d'Electricité, membre de l'Institut.
Comment l'œil utilise la lumière	S. et V. 194
Deux dispositifs qui facilitent grandement l'emploi du ski.	L'-Colonel Martinot-Lagarde.. 195
Conducteurs d'autobus et de tramways sont aujourd'hui, à Paris, sélectionnés scientifiquement	D ^r André Broca 205
Un nouvel appareil pantographique facilite la reproduction des œuvres d'art à une échelle fixée	Membre de l'Académie de Médecine, professeur à la Faculté de Médecine de Paris.
Une conception neuve en aviation : l' " Autogiro ", appareil volant à voilure tournante	S. et V. 212
Pourquoi calculer à la plume quand vous avez des machines qui font toutes les opérations?	Nicolas Dorvain 213
Pour permettre aux ouvriers et ouvrières d'améliorer leurs méthodes de travail	Pierre Van Ongeval 219
L'intelligence chez les animaux : un chien qui répond, à sa manière, aux questions qui lui sont posées et commence à s'initier au calcul.. .. .	Alfred Renard. 223
Une réplique en miniature à la célèbre horloge de Strasbourg.	Ingénieur attaché au Laboratoire aérotechnique de Belgique.
Perfectionnement aux accumulateurs : un accumulateur électrique qui ne se sulfate pas et ne se décharge pas non plus en circuit ouvert.. .. .	Lucien Fournier 229
La T. S. F. et la vie (Conseils et informations utiles aux amateurs de T. S. F.)	J. B. 244
La T. S. F. et les constructeurs.	H. Rumpf.. 245
Les A côté de la science (Inventions, découvertes et curiosités)	Louis Cavalier. 249
L'Observatoire du Pic du Midi, qui a été récemment doté d'un poste de T. S. F.	Paul Meyan. 251
A travers les Revues.. .. .	Constant Grinault. 253
	J. M. 258
	V. Rubor 259
	S. et V. 263
	S. et V. 264

Dans le but de leur éviter la perte d'un temps précieux et, d'autre part, de faciliter la tâche de nos services d'abonnement, dont la besogne augmente sans cesse, nous ne saurions trop recommander à nos lecteurs d'utiliser, pour nous faire parvenir le montant de leur souscription, de préférence au chèque de banque, le chèque postal, qui réduit au minimum, pour eux, le dérangement que nécessite leur envoi de fonds, et, pour nous, la multiplicité de nos écritures.

La couverture du présent numéro représente l'une des épreuves psycho-physiques que subissent les candidats machinistes de la Société des Transports en commun de la Région Parisienne (Voir l'article à la page 213).

LES INNOVATIONS DE LA "SCIENCE ET LA VIE"

Radio-conférences de vulgarisation scientifique

*P*OUR l'agrément des amateurs de T. S. F., dont la plupart sont ses lecteurs, La Science et la Vie a organisé, avec le concours de la station du Petit Parisien, réputée pour la pureté de ses émissions, des radio-conférences de vulgarisation scientifique, qui seront toujours données par d'éminentes personnalités. La première a été faite, le 9 février dernier, par M. Alphonse Berget, docteur ès sciences, professeur à l'Institut Océanographique.

Le sujet traité par lui devant le microphone : L'Atlantide et la Science moderne, a paru très vivement intéresser les auditeurs, si nous nous en rapportons aux témoignages flatteurs qui nous sont parvenus, nombreux, de tous les points de la France et même de l'étranger.

La prochaine radio-conférence de La Science et la Vie sera donnée le LUNDI 9 MARS, A 21 H. 30 (longueur d'onde 345 mètres). M. le général Bourgeois, membre de l'Institut et du Bureau des Longitudes, parlera sur la Constitution de l'Univers d'après les plus récentes données de la Science. D'autres suivront, qui auront lieu, jusqu'à nouvel avis, le DEUXIÈME LUNDI DE CHAQUE MOIS, à la même heure.

Pour tout ce qui a trait à ces conférences par T. S. F., on est prié d'écrire ou de s'adresser personnellement à nos bureaux, 13, rue d'Enghien, Paris (10^e).

L'Exposition des Arts décoratifs et industriels

*D'*AUTRE part, à l'occasion de l'Exposition des Arts décoratifs et industriels, qui doit s'ouvrir à Paris au printemps prochain, nous avons décidé de consacrer notre NUMÉRO DE MAI à cette grandiose manifestation internationale, qui va retenir l'attention du monde entier. Dès l'ouverture des portes, nos lecteurs pourront ainsi connaître, dans le détail, les multiples aspects de cette magnifique exposition, où se révéleront les conceptions artistiques et les réalisations industrielles de tous les peuples ; ces descriptions préliminaires pourront les guider dans leur première visite.

Dans notre prochain numéro, nous exposerons les principales divisions du fascicule consacré à l'Exposition des Arts décoratifs et industriels, — et nous sommes convaincus que nos lecteurs sauront apprécier le nouvel effort accompli par La Science et la Vie pour faire de leur magazine favori une publication inégalable.

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

Abonnements : France, 26 francs; Étranger, 42 francs. - Chèques postaux : N° 91-07 - Paris

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

BUREAUX EN BELGIQUE : 30, rue du Marché-aux-Poulets, BRUXELLES. — Téléph. : 106-78

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

Copyright by La Science et la Vie, Mars 1925. - R. C. Seine 116.544

Tome XXVII

Mars 1925

Numéro 93

LA CONSTITUTION DE L'UNIVERS D'APRÈS LES PLUS RÉCENTS TRAVAUX DE PHOTOMÉTRIE ET DE SPECTROSCOPIE

Par le général BOURGEOIS

MEMBRE DE L'INSTITUT ET DU BUREAU DES LONGITUDES

L'UNIVERS, ou le monde sidéral, était pour nous, il y a encore peu d'années, quelque chose d'insondable, et l'un de nos plus éminents astronomes, Hervé Faye, disait, en 1881, dans l'introduction de son cours d'astronomie à l'Ecole polytechnique : « L'Univers forme probablement un tout dont les limites nous échappent ; s'il est régi par des lois dans son ensemble, ces lois sont inconnues ; il n'y a guère d'espoir que l'esprit humain s'élève jamais jusqu'à elles. »

Mais la science évolue maintenant avec une telle rapidité que ce qui paraissait impossible à réaliser hier, s'éclaire et se précise aujourd'hui. Les moyens d'investigation deviennent de plus en plus puissants, les méthodes de plus en plus parfaites, de telle sorte qu'à l'heure actuelle les études entreprises depuis un demi-siècle nous permettent d'avoir des idées suffisamment avancées sur la question si mystérieuse de la constitution de l'Univers, question en même temps si importante, non seulement au point de vue astronomique, mais aussi au point de vue purement philosophique.

Ces résultats peuvent paraître d'autant plus extraordinaires, qu'en dépit des dimensions et de la qualité de nos lunettes, la plupart des astres qui composent le monde

sidéral se présentent à nous simplement comme des points lumineux ; ces points sont le plus souvent tellement faibles qu'il faut plusieurs heures pour qu'ils impressionnent une plaque photographique. On a pu, cependant, déduire de ces simples points ce que sont les astres qu'ils représentent, quels sont leurs états physiques, leurs températures, leurs masses, leurs densités, quels sont les éléments qui les composent, quel peut être leur âge et à quelles lois obéit leur évolution. On a pu même aborder un autre problème, qui pouvait paraître tout aussi chimérique, à savoir, l'étude de la distribution des étoiles dans l'espace, la mesure de leurs mouvements relatifs et de leurs distances



GÉNÉRAL BOURGEOIS

à la Terre, celles des dimensions du monde sidéral, l'exploration des abîmes qui s'étendent entre les étoiles ou se prolongent au delà.

Ces questions, que l'on aurait cru interdites à l'esprit humain ont, cependant, reçu

déjà bien des réponses ; certaines d'entre elles sont encore indécises, mais elles montrent la voie où se trouvera la solution cherchée lorsque des documents plus nombreux et plus précis auront été accumulés.

Pour procéder avec méthode dans un problème encore bien complexe, nous dirons que nous pouvons considérer, en somme, trois univers : celui que nous appellerons notre univers immédiat, c'est le système solaire, le Soleil et son cortège de planètes ; puis notre univers élargi, c'est-à-dire l'ensemble des étoiles et des corps célestes dont notre Soleil fait partie et que l'on nomme la *galaxie* ; enfin, ce que l'on peut appeler l'Univers général, c'est-à-dire l'ensemble des autres

écoliers ; Jupiter, par un petit melon ; Uranus, Saturne et Neptune, par des pommes moyennes. La Terre, à cette échelle, serait à 130 mètres du Soleil, et la planète la plus éloignée, Neptune, trente fois plus loin, à 4 kilomètres environ. La lumière, qui ne se propage pas instantanément, mais nous arrive comme un train à la très grande vitesse de 300.000 kilomètres à la seconde, met, du Soleil, huit minutes à nous parvenir ; il lui faut quatre heures pour arriver à Neptune. L'étoile la plus proche de nous est à quatre années de lumière du Soleil, c'est-à-dire que, lorsque nous la regardons, il y a quatre ans que le rayon lumineux que nous recevons dans notre œil a quitté l'étoile. A l'échelle que nous avons adoptée, et à laquelle Neptune se trouve à 4 kilomètres du Soleil, l'étoile la plus rapprochée serait à 8.000 kilomètres. Arrivons à l'univers déjà plus

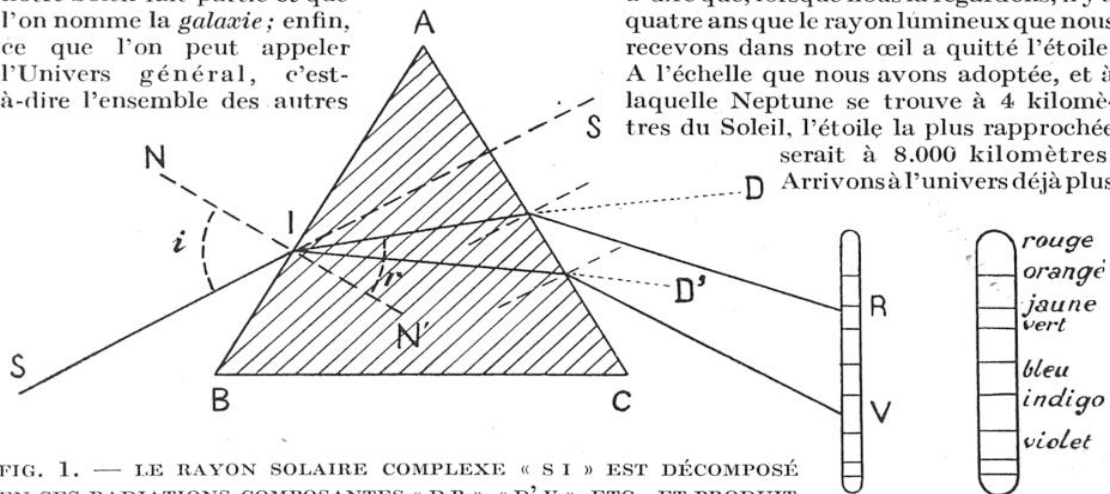


FIG. 1. — LE RAYON SOLAIRE COMPLEXE « SI » EST DÉCOMPOSÉ EN SES RADIATIONS COMPOSANTES « DR », « D'V », ETC., ET PRODUIT UN SPECTRE « RV », QUI EST REPRODUIT À CÔTÉ, AVEC LA SUCCESSION DES COULEURS SIMPLES

« galaxies », dont chacune est, du moins nous sommes appelés à le croire, un univers analogue à notre univers élargi.

Notre petit univers à nous...

Rappelons rapidement, avant d'arriver aux connaissances que nous avons actuellement sur la galaxie et l'Univers général, ce qu'est notre petit univers immédiat, notre système solaire.

Le Soleil n'est qu'une étoile, analogue aux autres ; il n'est même pas une des étoiles les plus remarquables. Il entraîne avec lui une série de petits corps obscurs, dont notre Terre, qui ont été formés de sa matière, et qui vivent de la lumière et de la chaleur qui émanent de lui. Disparition de la lumière et de la chaleur, un Soleil éteint, et ce sera la fin de notre monde.

Les planètes ne sont rien, comparées au Soleil. Si nous assimilons celui-ci à une sphère de 1 mètre de diamètre, Mercure sera représenté par un pois, Vénus, la Terre et Mars, par des billes analogues à celles de nos

étendu, c'est-à-dire à la *voie lactée* ou *galaxie*.

Le Soleil lui-même fait partie d'un ensemble, d'un univers auquel appartiennent les milliers d'étoiles qui nous paraissent fixées à la sphère céleste, alors qu'elles se trouvent à des distances immenses, d'ailleurs très variables, et qu'elles sont elles-mêmes immensément éloignées les unes des autres.

Cet ensemble d'étoiles et d'autres corps célestes, amas d'étoiles, nébuleuses, n'est pas réparti au hasard. L'ensemble, exception faite pour une seule catégorie de nébuleuses, forme une immense agglomération, de forme lenticulaire, le Soleil se trouvant dans les environs du centre de la lentille ; la tranche de celle-ci, sur laquelle se projettent le plus grand nombre des étoiles et des corps célestes, forme dans le ciel ce que l'on appelle la *voie lactée*, d'où le nom de *galaxie* donné à notre univers lenticulaire.

Cinq grandes classes d'astres

C'est un fait remarquable que, parmi les centaines de millions d'astres que nous

pouvons observer, on ne trouve pas des milliers de types différents, mais tout au plus cinq grandes classes :

1° *Les étoiles* : la classe la plus nombreuse ; elles se présentent à nous comme de simples points lumineux, sauf l'une d'elles, le Soleil, en raison de son éloignement relativement faible par rapport à la Terre, comparé aux distances des autres étoiles. Leur nombre est énorme ; plus de cent millions sont accessibles à nos instruments, elles sont

forme, avec les étoiles, la classe la plus nombreuse ; les grands instruments d'observation peuvent en déceler près d'un million (fig. 4). Elles apparaissent comme un mélange de matière nébuleuse et d'étoiles, disposé selon des branches de spirales. Leurs dimensions apparentes sont très variables. La nébuleuse d'Andromède a plus de deux fois le diamètre apparent du Soleil dans sa grande dimension ; les plus faibles, à peine le diamètre apparent d'une belle planète



FIG. 2. — REPRODUCTION D'UNE PHOTOGRAPHIE PARTIELLE DE LA VOIE LACTÉE
Plus de 100 millions d'étoiles situées dans la Voie lactée sont aujourd'hui accessibles aux instruments puissants des astronomes.

toutes dans la voie lactée (fig. 2) ;

2° *Les nébuleuses planétaires*, semblables à de petits nuages floconneux, ronds ou ovales, et présentant presque toujours une étoile centrale. On en connaît environ cent cinquante ;

3° *Les amas globulaires stellaires*, agrégats de dix mille à cent mille étoiles, condensés sur une surface qui peut aller, en apparence, jusqu'à environ deux à trois fois la surface apparente du Soleil. On en connaît une centaine ;

4° *Les nébuleuses diffuses*, masses nuageuses énormes et ténues, assez nombreuses.

Ces trois catégories d'astres font, comme les étoiles, partie de la voie lactée ;

5° *Les nébuleuses spirales*, catégorie qui

Mars ou Vénus. Elles n'appartiennent plus à la voie lactée et semblent former des univers à part.

Nous avons, comme nous l'avons dit, des données très certaines sur la composition matérielle, les mouvements, les températures du Soleil et des autres étoiles de la galaxie.

Toutes les connaissances que nous avons acquises dans ces dernières années reposent sur l'application à l'astronomie des méthodes de la physique, la spectroscopie, la photométrie et la photographie.

Comme le savent les lecteurs de cette revue, la spectroscopie est fondée sur la propriété optique du prisme de décomposer un faisceau de lumière blanche et de séparer

les unes des autres les diverses radiations simples qui la composent. Si l'on fait tomber sur l'une des faces d'un prisme un mince faisceau de lumière solaire, ce faisceau s'étale, à la sortie du prisme, en un ruban coloré des nuances les plus vives ; c'est ce ruban qui porte le nom de *spectre solaire* (fig. 1).

Un phénomène analogue se produit pour tout faisceau de lumière complexe, c'est-à-dire qui n'est pas monochromatique.

Le spectre solaire

Tout le monde sait que le spectre solaire est composé de sept couleurs principales : rouge, orangé, jaune, vert, bleu, indigo et violet, dont l'ordre reste toujours le même, le rouge se trouvant à l'extrémité la moins déviée, le violet à l'extrémité la plus déviée. On

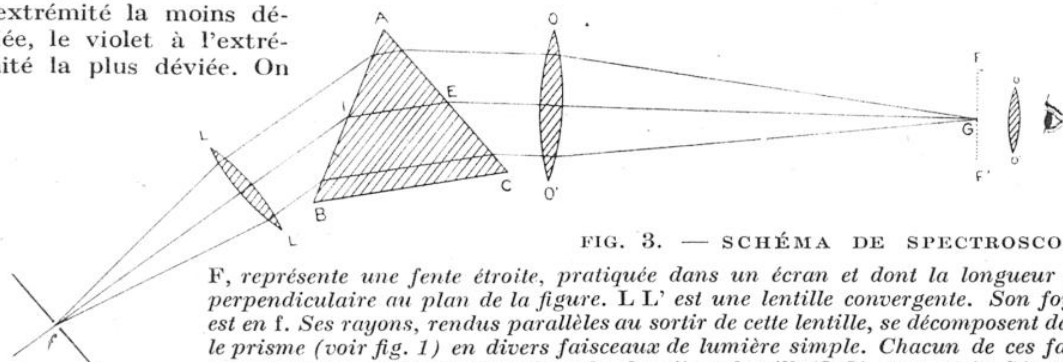


FIG. 3. — SCHÉMA DE SPECTROSCOPE

F, représente une fente étroite, pratiquée dans un écran et dont la longueur est perpendiculaire au plan de la figure. L, L' est une lentille convergente. Son foyer est en f. Ses rayons, rendus parallèles au sortir de cette lentille, se décomposent dans le prisme (voir fig. 1) en divers faisceaux de lumière simple. Chacun de ces faisceaux donne, après passage dans la deuxième lentille O, O', une série d'images de la fente, chacune d'une couleur différente. L'œil examine ces images avec l'oculaire o, o'.

sait aujourd'hui, en outre, que ce spectre visible se prolonge au delà de ses deux extrémités par le spectre infra-rouge, dont les radiations invisibles à l'œil sont surtout calorifiques, et le spectre ultra-violet, également invisible, dont les radiations sont surtout chimiques.

Le phénomène de la dispersion de la lumière par le prisme a sa cause dans la nature même de la lumière, qui résulte, comme on le sait, de mouvements vibratoires. Le lecteur qui ne serait pas très familiarisé avec cette question pourrait, avec avantage, se référer à la magistrale étude intitulée : *La Lumière et la Vie*, publiée dans cette revue par mon confrère de l'Institut, M. Jean Perrin (n° 90 de décembre 1924.)

Chaque couleur du spectre solaire est caractérisée par une fréquence de vibration qui lui est propre. On conçoit aussi que, pour une radiation déterminée, violette par exemple, l'éclat ou, comme l'on dit, l'intensité de cette radiation, puisse varier : elle peut être plus ou moins vive. On a reconnu que cette variation d'intensité dépendait de la température de la source

lumineuse et l'on a trouvé les lois qui relient entre elles la longueur d'onde, l'intensité, c'est-à-dire l'énergie de la radiation et la température. Ces lois sont la base des récentes découvertes de l'astronomie physique. La mesure des intensités des sources lumineuses fait l'objet de la *photométrie*, dans les détails de laquelle nous n'entrerons pas.

Le spectre solaire examiné à l'œil nu paraît former un ruban continu ; mais, observé avec un appareil grossissant, il apparaît strié de raies noires très fines perpendiculaires au bord du ruban. L'instrument dont on se sert pour ces observations porte le nom de *spectroscope*, quand on observe le spectre à l'aide d'un oculaire faisant l'office d'une

loupe (fig. 3), ou de *spectrographe*, quand, au lieu d'oculaire, l'instrument comporte un appareil photographique permettant de photographier le spectre. Le spectroscopie et le spectrographe sont les instruments fondamentaux des nouvelles découvertes.

L'étude des spectres des gaz et des vapeurs portés à l'incandescence a montré que ces gaz ou ces vapeurs émettaient non pas des spectres continus comme celui du Soleil, mais des spectres discontinus, constitués par une ou plusieurs raies brillantes. De plus, on a constaté que, lorsqu'une source lumineuse, celle du Soleil, par exemple, émet un faisceau lumineux qui, après dispersion par le prisme, produirait un spectre continu, et que ce faisceau lumineux traverse une couche de gaz ou de vapeurs, celle-ci absorbe les radiations du spectre continu, dont les ondes correspondent aux radiations qu'elle émet elle-même quand elle est portée à l'incandescence. La vapeur de sodium, par exemple, qui émet une raie jaune caractéristique, absorbe la radiation correspondante du spectre solaire, et cette radiation absorbée est remplacée dans ce dernier par une raie

noire. Toutes les raies noires du spectre solaire correspondent ainsi à l'absorption par l'atmosphère solaire de radiations brillantes qui seraient émises par les vapeurs des corps composant cette atmosphère.

L'étude des raies du spectre solaire, caractéristiques des corps qui composent le Soleil et qui existent à l'état de vapeurs dans son atmosphère, a montré que ces raies noires correspondaient aux raies brillantes de l'hydrogène, de l'hélium, du fer, du zinc, du calcium, du sodium, etc..., bref, à celles des corps ou des gaz que nous connaissons sur la Terre (fig. 5).

La composition chimique du Soleil est donc la même que celle de la Terre. L'étude du spectre des planètes conduit aux mêmes conclusions, et cela n'a, du reste, rien d'étonnant, puisque nous avons vu que la matière de la Terre et des planètes provenait de celle du Soleil. Elle est, pour les corps que nous appelons solides, solidifiée dans les planètes, et encore à l'état de vapeurs ou de particules incandescentes dans le Soleil, voilà tout.

Du Soleil aux étoiles...

Mais le spectroscopie permet d'obtenir aussi les spectres des étoiles, des nébuleuses, de tous les corps célestes qui peuplent l'Univers. On constate alors une première loi fondamentale relative à la constitution de l'ensemble des mondes, l'unité de composition chimique de l'Univers. A part deux gaz qui n'ont pas encore été identifiés, on retrouve dans toutes les étoiles et dans

toutes les nébuleuses, l'hydrogène, l'hélium, le calcium, le sodium, le fer, le zinc, le carbone, etc., soit isolés, soit groupés entre eux.

Voilà pour la composition chimique, qui est une, mais l'étude photométrique de l'éclat des étoiles, jointe à l'étude de leur spectre, fournit encore d'autres données des plus intéressantes.

L'éclat des étoiles est loin d'être une donnée fixe. Pour beaucoup d'étoiles l'éclat

varie avec le temps. Le nombre des étoiles variables augmente de plus en plus, à mesure que nos procédés de mesures photométriques deviennent plus précis, et l'on peut penser que la variabilité est la règle générale. Le Soleil lui-même est une étoile variable, dont la période est de onze ans environ.

En étudiant la variation d'éclat de certaines étoiles, on constate que cette variation lumineuse est périodique. L'éclat diminue, passe par un minimum, augmente ensuite jusqu'à revenir à la valeur pri-

mitive, et ainsi de suite. On a été porté tout naturellement à rattacher les variations lumineuses d'une période aussi régulière à une rotation de l'astre. On hésitait entre deux hypothèses : ou bien on avait affaire à deux ou plusieurs astres tournant les uns autour des autres et trop rapprochés pour qu'on pût les séparer visuellement, ou bien on avait un astre unique, mais couvert de taches distribuées dissymétriquement à sa surface. C'est la première hypothèse qui s'est montrée la bonne, lorsqu'on a eu découvert des changements périodiques dans les



FIG. 4. — TYPE TRÈS CARACTÉRISTIQUE DE NÉBULEUSE SPIRALE

A l'heure actuelle, les grands instruments d'observatoires peuvent déceler près d'un million de ces astres.

longueurs d'onde des raies des spectres des étoiles variables.

La théorie indique, en effet, et l'expérience a vérifié que, lorsqu'on compare le spectre d'une source lumineuse *en mouvement* au spectre d'une source *en repos*, si la source en mouvement se rapproche, les raies sont déviées vers le violet et, si elle s'éloigne, elles le sont vers le rouge : c'est le principe de Doppler-Fizeau. En outre, la plus ou moins grande valeur de la déviation permet de déterminer la vitesse du déplacement dans le sens du rayon visuel allant de l'observateur à l'étoile. L'étude des spectres de certaines étoiles variables et l'application du principe Doppler-Fizeau indiquent que la source lumineuse se rapproche ou s'éloigne périodiquement de l'observateur suivant une période exactement égale à celle des variations lumineuses. On a donc certainement affaire à deux étoiles qui tournent autour l'une de l'autre. On a pu conclure de la forme de la courbe de lumière, de sa période, de son amplitude, tous les éléments du système double ; on a pu obtenir également, par des études approfondies de ces courbes et des spectres, les dimensions relatives des deux composantes, leurs diamètres, le rapport de leurs éclats intrinsèques. On a pu calculer le rapport de la masse du système à celle du Soleil. En admettant que les composantes aient les mêmes masses, on a pu conclure, de leurs dimensions, leurs densités.

La plupart de ces étoiles doubles ont des orbites extrêmement resserrées, de dimensions comparables aux diamètres mêmes des composantes. Pour beaucoup, le centre de gravité tombe à l'intérieur de l'étoile principale, les deux composantes se pénètrent mutuellement. Les densités sont faibles, en général bien plus faibles que celles de notre Soleil, dont la densité est un peu plus forte que celle de l'eau (1,4). Les masses restent comparables à celle du Soleil.

Tous les astres sont en mouvement

On a vérifié par l'étude du déplacement des raies des spectres des étoiles, en appliquant le principe de Doppler-Fizeau, le fait que l'on avait pu déjà constater sur un petit nombre d'étoiles par des observations ordinaires, faites aux lunettes, à savoir, que tous les astres sont en mouvement. Le Soleil lui-même se déplace avec tout son cortège de planètes, à raison de 20 kilomètres par seconde ; toutes les étoiles, chacune avec son cortège de planètes, font de même, avec des vitesses soit du même ordre que

celle du Soleil, soit beaucoup plus grandes. Rien dans l'Univers n'est en repos.

La discussion des lois du mouvement des systèmes d'étoiles doubles dont les deux composantes tournent l'une autour de l'autre, ou plus exactement tournent l'une et l'autre autour du centre de gravité du système, a montré que ces lois étaient les mêmes que celles qui règlent le mouvement des planètes de notre système autour du Soleil, lois qui ont été découvertes au *xvi^e* siècle par Képler, traduites mathématiquement au *xviii^e* siècle par Newton, étudiées plus avant encore par Laplace, Lagrange, Poincaré, etc. De là découle une seconde loi fondamentale de l'Univers, l'unité des lois du mouvement, la généralisation à tout l'Univers de la loi de gravitation.

D'autres études des spectres, basées sur les lois reliant entre elles l'énergie des radiations, la température et la longueur d'onde, ont permis de déterminer la température des étoiles. Ces températures, qui jouent, comme nous allons le voir, un rôle des plus importants dans l'évolution des étoiles, varient de 3.000 à 20.000 degrés environ. Notre Soleil est à une température d'environ 6.000 degrés.

L'évolution des Mondes

La connaissance de ces températures, jointe à d'autres données, telles que l'intensité lumineuse, ont conduit à la détermination des dimensions des étoiles, et l'ensemble de tous ces résultats nous autorise aujourd'hui à faire sur l'évolution des mondes des hypothèses qui sont vraisemblablement très près de la vérité.

Les étoiles sont comme les êtres humains : elles naissent, vivent et meurent. A l'origine, elles ont une densité excessivement faible, des dimensions énormes, une température relativement peu élevée, de quelque 3.000 degrés ; on leur a donné, à ce stade, le nom d'étoiles géantes. Puis elles se contractent, par suite de l'attraction réciproque des éléments qui les composent ; cette contraction développe de la chaleur qui élève progressivement leur température ; leur densité augmente également par suite de la contraction des éléments, et leurs dimensions diminuent. En même temps, comme elles sont incandescentes, elles rayonnent de la chaleur ; mais, dans cette période de leur évolution, la chaleur perdue par le rayonnement est plus faible que celle acquise par la contraction. Leur température continue donc à s'élever en même temps que leur volume diminue et que leur densité aug-

mente, jusqu'au moment où il y a équilibre entre la chaleur acquise et la chaleur perdue. L'étoile a alors atteint son maximum de température : 15.000 à 20.000 degrés. Elle continue à évoluer en se refroidissant petit à petit, car, tout en continuant à se contracter et à devenir plus dense, la quantité de chaleur qu'elle émet à chaque instant est plus forte que la chaleur produite par la contraction des éléments, et cela jusqu'au moment où l'étoile pourra s'éteindre tout à fait. Dans cette évolution, l'étoile, qui, au début, était une étoile géante, devient une étoile naine. De 3.000 degrés environ, sa température a atteint 15.000 à 20.000 degrés lors du maximum, puis a baissé jusqu'à revenir tout au moins au point de départ, sinon plus bas. Le Soleil est dans la période

trop faibles de la base dont on dispose.

Depuis quelques années, on a réussi à évaluer les distances stellaires par un procédé tout à fait différent. Certaines considérations, basées toujours sur l'étude des spectres, permettent de déterminer quel serait l'éclat des étoiles si elles se trouvaient ramenées à une certaine distance de nous, la même pour toutes et que l'on a prise comme unité. La connaissance, pour une étoile déterminée, de cet éclat à l'unité de distance, et celle de son éclat réel, que l'on obtient par des mesures photométriques directes, donne immédiatement sa distance par application du principe de la décroissance des éclats en raison du carré des distances.

C'est aux astronomes de l'Observatoire du Mont-Wilson, en Amérique, en particu-

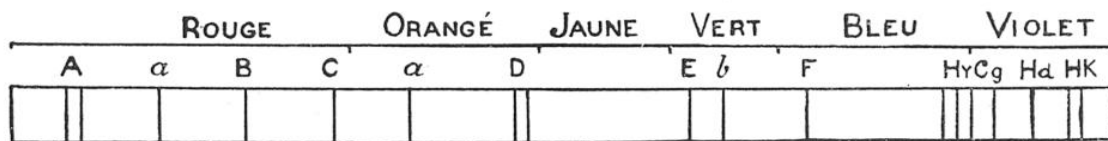


FIG. 5. — SCHÉMA MONTRANT, DANS LA PARTIE VISIBLE DU SPECTRE SOLAIRE, LES PRINCIPALES RAIES NOIRES DE FRAUNHOFER

Chacune de ces raies correspond à un métal. Parmi les raies les plus importantes, il faut signaler la double raie D, qui se rapporte au sodium.

décroissante, à peu près au milieu, sa température, nous l'avons dit, est d'environ 6.000 degrés ; c'est déjà une étoile naine....

Des « années de lumière » nous séparent des autres astres

Voyons enfin à quelles distances de nous se trouvent les étoiles, quelles sont les dimensions de la galaxie et à quelles distances de la galaxie peuvent être estimées les nébuleuses spirales, si nous les considérons comme des Univers distincts, analogues à celui dont nous faisons partie.

Nous dirons de suite que, les distances des étoiles au Soleil et à la Terre étant énormes, on ne les évalue pas en kilomètres, ce qui donnerait des nombres qui ne parleraient plus à notre esprit, mais en années de lumière, c'est-à-dire en prenant comme unité la distance que la lumière, qui se propage à la vitesse de 30.000 kilomètres par seconde, parcourt en un an.

La mesure directe des distances astronomiques se fait par la méthode employée par les topographes pour déterminer sur terre l'éloignement des points inaccessibles.

Mais on ne peut obtenir ainsi que des distances allant jusqu'à 200 années de lumière en raison des dimensions réellement

liées à M. Adams, que l'on est redevable de ces procédés de mesure, grâce auxquels on a pu reculer la limite des distances calculées jusqu'à 2.000 à 3.000 années de lumière.

Enfin, ces dernières années, d'autres méthodes, basées sur d'autres considérations, mais toujours sur l'étude des spectres, ont amené l'astronome américain Shapley à évaluer des distances formidables pouvant aller jusqu'à 200.000 années de lumière.

Les dimensions de notre Univers ?

Enfin, quelles dimensions peut-on assigner au monde galactique ? Comme nous l'avons vu, les mesures directes de parallaxe nous permettent de pénétrer dans la galaxie jusqu'à 200 années de lumière : les mesures indirectes par la méthode spectrophotométrique d'Adams portent actuellement sur des étoiles situées à 2.000 ou 3.000 années de lumière. Les évaluations de M. Shapley donnent des distances de 30.000 à 200.000 années de lumière ; or, les amas d'étoiles qui forment notre troisième catégorie d'astres et qui sont à des distances de cet ordre de grandeur, appartiennent encore, d'après M. Shapley, au monde galactique, à notre Univers.

Avant les travaux de Shapley, la plupart

des pionniers de l'astronomie sidérale s'accordaient pour donner à la galaxie un diamètre de 15 à 20.000 années de lumière, nettement inférieur à 30.000 années, et une épaisseur d'environ 5.000 années. Assurément, aucune raison philosophique ne s'oppose à ce qu'on adopte les dimensions bien plus considérables de M. Shapley, mais il faut dire, cependant, que les nombres qu'il donne sont contestés par certains astronomes.

En nous bornant aux dimensions les moins discutées, nous aurons, comme nous venons de le dire, pour les dimensions de la galaxie, c'est-à-dire pour celles de l'Univers auquel appartient le Soleil, et que nous savons avoir une forme lenticulaire, 15.000 à 20.000 années de lumière dans le sens de la plus grande dimension, et 5.000 à 6.000 années de lumière dans le sens perpendiculaire.

Voilà notre Univers, dans lequel, comme nous l'avons vu, des étoiles naissent, vivent et meurent. N'oublions pas que chaque étoile est certainement, lorsqu'elle est arrivée à son stade normal, accompagnée comme notre Soleil d'un cortège de planètes issues de sa matière, qu'il est plus que vraisemblable que la vie règne partout ; représentons-nous ces millions de mondes, et nous aurons une idée de l'immensité de notre Univers, de celui auquel appartient le Soleil.

Notre Univers est un, mais il en existe plus d'un million comme le nôtre

Reste la question des nébuleuses spirales. L'observation nous montre qu'en dehors de la galaxie il existe dans l'espace plus d'un million d'autres univers, analogues au nôtre, situés à des distances que l'on estime pouvoir aller jusqu'à des centaines de millions

d'années de lumière. Ce sont les nébuleuses spirales, en tout analogues à notre galaxie. Ce sont d'autres univers, régis par les mêmes lois, ayant la même composition chimique d'ensemble que le nôtre et, comme le nôtre, en perpétuel mouvement.

On voit, par ce rapide exposé, combien nos connaissances se sont étendues déjà, et, si l'on considère que l'astronomie sidérale n'a pris son plein essor que depuis quarante ans, on peut être émerveillé des résultats

et ne pas s'étonner s'il reste bien des points ayant encore besoin d'être précisés.

Retenons toutefois les deux faits fondamentaux : l'unité de composition chimique et l'unité des lois du mouvement. Retenons aussi que tout l'Univers est en mouvement et que les astres ont une vie, comme l'humanité.

Et alors se posent ici, comme conclusion, de mystérieux points d'interrogation : Qu'est-ce que le temps absolu, qu'est-ce que l'espace absolu ? Où commence l'ensemble des univers, où finit cet ensemble ? Ici,

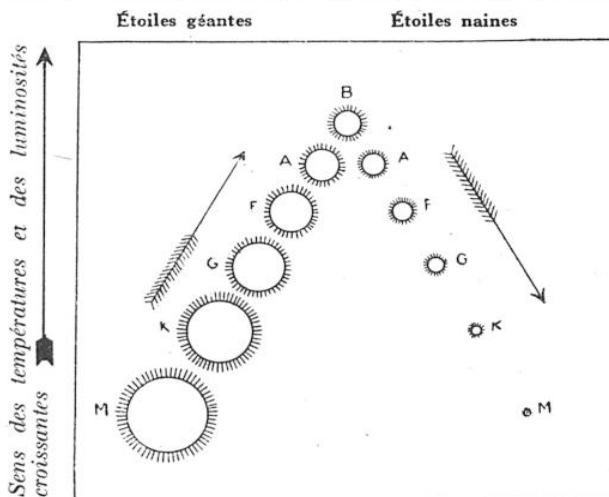
nous devons dire que nous n'en savons rien.

Et, enfin, se pose le point d'interrogation le plus énigmatique : qu'est-ce que tout cela, quelle en est la cause initiale, quelles en sont les causes finales ? N'est-ce que de la matière et du mouvement, et alors d'où viendraient cette matière et ce mouvement, ou, au contraire, un esprit supérieur a-t-il présidé à l'origine et préside-t-il à l'évolution de tout cet ensemble ? Nous ne pouvons que laisser les réponses aux conceptions philosophiques de chacun. Rappelons-nous toutefois les deux vers de Voltaire :

L'Univers m'embarrasse, et je ne puis songer
Que cette horloge existe et n'ait son horloger.

GÉNÉRAL BOURGEOIS.

Fig. 6. — SCHÉMA D'ÉVOLUTION D'UNE ÉTOILE



(Les flèches qui se trouvent à l'intérieur de la figure montrent le sens de l'évolution. C'est aussi le sens des densités croissantes.)

LES ÉTOILES REPRÉSENTÉES SUR CE SCHÉMA SONT DES ÉTOILES-TYPES, APPARTENANT AUX DIVERSES CLASSES SPECTRALES (ÉTOILES GÉANTES, à gauche ; ÉTOILES NAINES, à droite).

A gauche : A, α Cygne ; F, Canopus ; G, Capella ; K, Arcturus ; M, Bételgeuse. A droite : A, Sirius ; F, Procyon ; G, Soleil ; K, 70 Ophiuchus ; M, Krueger 60. Au sommet du triangle formé par les étoiles : B, Bellatrix.

LES AFFINITÉS DE L'ÉLECTRICITÉ ET DE LA MÉCANIQUE

Par Paul JANET

DIRECTEUR DE L'ÉCOLE SUPÉRIEURE D'ÉLECTRICITÉ
MEMBRE DE L'INSTITUT

Dès la découverte des phénomènes les plus élémentaires de l'électricité, il fut évident que cette nouvelle branche de la science présenterait des points de contact nombreux et importants avec la mécanique : les phénomènes fondamentaux de l'électrostatique, connus dès la plus haute antiquité, puisqu'on en attribue la découverte à Thalès, de Milet (640 av. J.-C.), et dont les lois quantitatives ont été établies par Coulomb au commencement du XIX^e siècle ; ceux de l'électromagnétisme, découverts par Ørstedt, en 1829, et dont les lois quantitatives ont été établies immédiatement après par les admirables travaux d'Ampère, ont révélé l'existence de forces nouvelles, centrales dans le cas de l'électrostatique, transversales dans le cas de l'électromagnétisme, qui établissent des relations particulièrement étroites entre la science nouvelle de l'électricité et la vieille science de la mécanique.

Quelques phénomènes probants

Mais, en dehors de ces faits, que nous pourrions appeler des faits électro-mécaniques, les phénomènes électriques purs nous révèlent, sinon des identités, au moins des analogies profondes avec les phénomènes de la mécanique, et ces analogies se sont surtout montrées fécondes depuis que l'idée d'énergie a dominé la science entière : le frottement dégage de la chaleur ; un courant qui passe dans un fil dégage de la chaleur ; comment ne pas comparer les deux phénomènes ? Lorsque l'on rompt brusquement le circuit d'un courant circulant dans une puissante bobine à noyau de fer, on obtient une étincelle violente, l'étincelle de rupture,

capable de provoquer des accidents destructifs considérables. Comment ne pas comparer ces faits aux coups de béliers si connus dans nos conduites d'eau ? Enfin, tout le monde sait qu'il est possible d'emmagasiner, à l'état statique, de l'énergie électrique dans un

appareil complètement inerte le condensateur ; n'est-il pas également possible d'emmagasiner de l'énergie élastique dans un ressort tendu ?

Toutes ces analogies, et bien d'autres que nous rencontrerons, paraissent si évidentes que la plupart des savants du XIX^e siècle ont vécu dans l'idée hautement affirmée que les phénomènes électriques, comme, d'ailleurs, tous les phénomènes naturels pourraient, un jour ou l'autre, être ramenés aux lois de la mécanique. On peut dire qu'ils avaient comme idée directrice cette pensée profonde que Huyghens écrivait au début de son remarquable



M. PAUL JANET

traité de la lumière, publié en 1690, où il définissait la « *vraie philosophie, celle dans laquelle on connaît la cause de tous les effets naturels par des raisons de mécanique — ce qu'il faut faire, à mon avis, ajoutait-il, ou bien renoncer à l'espérance de jamais rien comprendre dans la physique.* »

Les idées ont beaucoup évolué depuis cette époque ; la tendance, aujourd'hui, semble, en effet, être de voir dans les phénomènes électriques des phénomènes beaucoup plus généraux que ceux de la mécanique, et de réduire la mécanique à l'électricité plutôt que l'électricité à la mécanique.

Nous ne nous engageons pas ici dans ces discussions de principe, si intéressantes qu'elles puissent être. Notre but sera beaucoup plus modeste : nous nous attacherons seulement à montrer, sans aucune préten-

tion à des conséquences philosophiques, que nous pouvons, dans bien des cas, transporter à l'électricité certaines idées très claires que nous avons en mécanique, et que ce transport peut être de quelque utilité, surtout en ce qui concerne les applications des lois de l'électricité que nous avons surtout en vue ici. Nous essaierons ainsi de réagir contre l'abus des abstractions et des considérations purement mathématiques, qui voilent souvent les phénomènes et n'en laisse, pour ainsi dire, subsister qu'une apparence morte et vide de sens physique.

On a remarqué quelquefois que, dans son développement, l'enfant parcourt, en quelques années, l'ensemble des idées que l'humanité a mis de longs siècles à acquérir. On pourrait, je crois, en dire autant des sciences nouvelles : ces sciences parcourent, en quelques années, toutes les étapes que les sciences anciennes ont traversées pendant la suite des siècles ; elles passent par les mêmes hésitations, les mêmes recherches, quelquefois les mêmes erreurs.

Lorsque les hommes ont commencé à réfléchir sur les principaux faits de la mécanique, ils ont, évidemment, trouvé que le principal obstacle à la mise en mouvement des corps était le frottement : le moindre bûcheron, tirant au moyen d'une corde un fagot reposant sur le sol, devait s'en rendre compte.

Aussi, lorsque de puissants esprits, comme celui d'Aristote, qui vivait de 384 à 322 avant Jésus-Christ, commencèrent à réfléchir à ces questions, ils arrivèrent à la conclusion que le mouvement des corps (ou leur vitesse) dépendait à la fois de la puissance (nous dirions aujourd'hui la force) qui agit sur eux, et de la résistance du milieu dans lequel ils se meuvent.

A ce propos, il nous paraît intéressant de citer un passage d'un des savants qui a étudié avec le plus de profondeur l'histoire du développement des idées fondamentales de la mécanique, M. Pierre Duhem, que nous avons eu le chagrin de perdre il y a quelques années ; le passage est extrait de son grand et remarquable ouvrage intitulé : *Le système du Monde (Histoire des doctrines cosmologiques de Platon à Copernic)*

« Au Pirée, Aristote observe un groupe de haleurs, le corps penché en avant : ils pèsent de toutes leurs forces sur un câble amarré à la proue d'un bateau ; lentement,

la galère approche du rivage avec une vitesse qui semble constante ; d'autres haleurs surviennent, et, à la suite des premiers, s'attellent au câble ; le vaisseau fend maintenant l'eau plus vite qu'il ne le faisait tout à l'heure ; mais, tout à coup, il s'arrête ; sa quille a touché le sable ; les hommes qui étaient assez nombreux et assez forts pour vaincre la résistance de l'eau, ne peuvent surmonter le frottement de la coque sur le sable ; pour tirer le bateau sur la grève, il leur faudra du renfort. Ne sont-ce pas là les observations qu'Aristote s'est efforcé de traduire en langage mathématique ? »

Quel est donc ce langage ? Comme nous l'avons vu, dans cet ordre d'idée, la vitesse d'un corps dépend à la fois de la force qui agit sur lui et de la résistance du milieu où il se trouve. Aristote, qui était mathématicien médiocre, conçoit comme les plus simples les lois de proportionnalité et de proportionnalité inverse.

Il dira donc : « La vitesse est proportionnelle à la force, et en raison inverse de la résistance du milieu. »

La force et la vitesse

Si, de la simple proportionnalité, nous nous élevons à l'idée plus moderne de *fonction*, nous dirons : la force qu'il faut appliquer à un corps pour entretenir sa vitesse uniforme dans un milieu résistant est *fonction* de cette vitesse. Remarquons que c'est là la loi fondamentale qui régit toutes nos grandes applications industrielles de transport : chemins de fer, bateaux, avions, etc. ; on ne peut donc en nier l'importance, et nous avons le droit de dire : dans les milieux résistants, la *force* produit de la *vitesse*.

Mais nous savons aussi combien cette idée était incomplète ; la preuve en est dans les conclusions inadmissibles et qui, aujourd'hui, nous paraissent tout à fait extraordinaires, auxquelles arrivaient Aristote et son école : pour lui, la résistance du milieu est un élément aussi essentiel du mouvement que la force elle-même, et, par conséquent, dans le vide, suivant lui, le mouvement serait impossible, parce qu'il mènerait à la conception d'une vitesse infinie, ce qui est absurde ; aussi, engagé dans cette voie, a-t-il recours, pour expliquer la possibilité de lancer les corps au loin — on sait que, dans l'antiquité,

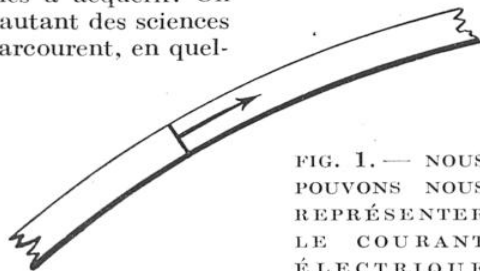


FIG. 1. — NOUS POUVONS NOUS REPRÉSENTER LE COURANT ÉLECTRIQUE COMME UN FLUX D'ÉLECTRICITÉ À TRAVERS CHAQUE SECTION DU CONDUCTEUR

le jet des corps pesants était parmi les exercices athlétiques les plus en honneur — à une interprétation qui nous paraît des plus bizarres aujourd'hui : il admet que c'est l'air, mis en mouvement par la détente du bras, qui continue à pousser le corps lorsque celui-ci a quitté la main qui l'a lancé. Nous n'insisterons pas sur cette théorie erronée.

Il fallait donc s'élever à la conception du mouvement en dehors de tout milieu résistant, c'est-à-dire dans le vide. C'est seulement trois cents ans après Aristote et l'Ecole des péripatéticiens, que nous voyons apparaître cette conception dans le grand poète

latin Lucrèce, qui fut aussi un grand précurseur; nous nous permettrons d'en citer un passage qui nous paraît tout à fait remarquable :

« Sans doute, tous les corps qui tombent à travers l'eau ou le fluide rare de l'air, doivent accélérer leur chute à proportion de leur pesanteur, car les éléments de l'eau et la nature de l'air

subtil ne peuvent retarder également tous les corps, et cèdent plus vite à la pression victorieuse des corps pesants. Mais, pour le vide, en aucun lieu, en aucun temps, il ne saurait se trouver sous aucun corps sans continuer à lui céder, comme l'exige sa nature; aussi, tous les atomes, emportés à travers le vide inerte, doivent se mouvoir avec la même vitesse, malgré l'inégalité de leurs poids. »

N'est-il pas curieux de reconnaître là la grande loi découverte plus tard par Newton, et que répète, aujourd'hui, le moindre débutant dans les sciences physiques : « Tous les corps tombent dans le vide avec la même vitesse. »

On sait comment ces idées se sont développées au XVI^e et au XVII^e siècles, avec Benedetti, Galilée, Newton. La vitesse peut se maintenir *sans force* indéfiniment dans le vide : ce n'est donc pas la vitesse que produit la force, mais bien la *variation* de

vitesse ou *accélération*. Dans le vide, c'est-à-dire en l'absence de toute résistance, c'est l'accélération et non la vitesse qui est proportionnelle à la force et le coefficient de proportionnalité, qui est la *masse*, caractérise l'inertie de la matière.

Mécanique et électricité rationnelles

Au début de la science électrique, on s'est trouvé à peu près dans la même situation qu'au début de la mécanique : la résistance des conducteurs constituait le seul obstacle connu à la mise en mouvement de l'électricité, c'est-à-dire à la production du courant. Nous

nous représentons le courant comme un flux d'électricité à travers chaque section de conducteur (fig. 1); ce flux est partout le même, c'est-à-dire que l'électricité se comporte comme un fluide incompressible.

De même qu'on appelle *vitesse*, dans un mouvement uniforme, le rapport de l'espace au temps, de même, nous appellerons *in-*

tensité d'un courant électrique le rapport de la quantité d'électricité au temps qu'elle a mis à traverser une section du conducteur : nous assimilerons donc une quantité d'électricité à un déplacement.

Si l'on veut entretenir le mouvement uniforme d'un corps dans un milieu résistant, il faut, au moins dans certains cas, lui appliquer une force proportionnelle à la vitesse qu'on veut lui maintenir. De même, si l'on veut entretenir un courant constant dans un conducteur, il faut lui appliquer une force électromotrice proportionnelle à l'intensité qu'on veut maintenir : c'est la loi bien connue sous le nom de loi d'Ohm.

L'analogie peut, d'ailleurs, être poussée plus loin : dans le cas du mouvement uniforme que nous avons considéré plus haut, la force étant proportionnelle à la vitesse, et le déplacement par unité de temps étant aussi proportionnel à la vitesse, la puissance, c'est-à-dire le travail par unité de temps ou,

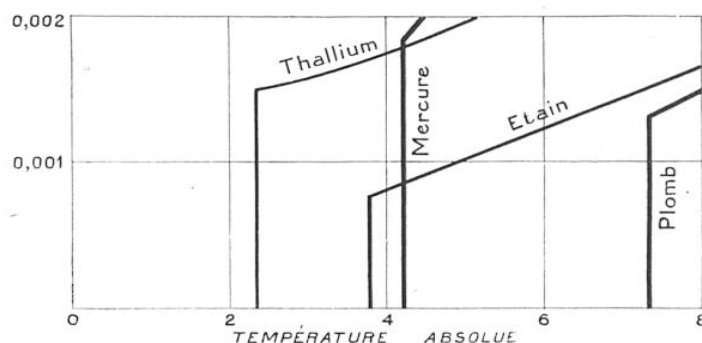


FIG. 2. — CETTE FIGURE MONTRE LA MANIÈRE DONT LA RÉSISTANCE ÉLECTRIQUE D'UN FIL TOMBE BRUSQUEMENT À UNE VALEUR NÉGLIGEABLE POUR UNE TRÈS BASSE TEMPÉRATURE

On a porté horizontalement les températures absolues, c'est-à-dire les températures comptées à partir de 273° au-dessous de 0; verticalement, les rapports entre la résistance à la température considérée et celle à la température de la glace fondante.

ce qui revient au même, la chaleur dégagée est proportionnelle au carré de la vitesse : transportons cet énoncé à l'électricité, nous trouvons que la quantité de chaleur dégagée par un courant est proportionnelle au carré de l'intensité : c'est la loi de Joule.

De ces quelques considérations, il résulte qu'au début des recherches sur l'électricité, la résistance des conducteurs a paru le principal obstacle à sa mise en mouvement dans ces conducteurs ; or, nous avons vu que, par de longs efforts, la mécanique s'est élevée peu à peu de la mécanique du frottement à la mécanique du vide, ou, comme on l'a appelée, à la *mécanique rationnelle*.

Pouvait-il en être de même en électricité ? Était-il possible, était-il même utile de s'élever à la conception d'une électricité sans résistance, d'une *électricité rationnelle* ?

Au premier abord, la question semble n'avoir qu'un intérêt purement spéculatif : tous les conducteurs usuels sont résistants, et l'on peut dire que, pendant longtemps, nous avons été, en électricité, dans la situation où l'on était, en mécanique, avant l'invention des moyens si ingénieux que l'on possède aujourd'hui, sinon pour supprimer, au moins pour diminuer, dans des proportions extraordinaires, les frottements, comme ces délicats roulements à billes qui permettent d'entretenir indéfiniment le mouvement de lourdes transmissions au moyen d'un léger souffle d'air.

Ce furent les admirables expériences de Kamerlingh Onnes, dans son laboratoire cryogénique de Leyde, qui, pour la première fois, dans le domaine de l'électricité, nous fournirent des moyens analogues, c'est-à-dire nous permirent de réaliser des conducteurs sinon sans résistance, du moins de résistance absolument négligeable.

On savait depuis longtemps que la résistance des métaux diminue lorsque la température s'abaisse ; mais, jusqu'où irait cette diminution ? Si l'on s'adresse à un métal pur, comme le mercure, on trouve que la résistance diminue régulièrement jusqu'aux températures les plus basses ; mais le fait fondamental et tout à fait inattendu, c'est que, pour une certaine température très basse, telle que celle que l'on peut obtenir au moyen de l'hélium liquide la résistance tombe brusquement, sinon à zéro, du moins à une quantité si petite qu'elle n'est pas mesurable.

L'expérience a été faite sur du mercure contenu dans un tube de cinq millièmes de millimètre carré de section disposé en zigzag. La résistance de ce tube à 0°, c'est-

à-dire à 273° absolus (1) est de 170 ohms. Si on abaisse sa température jusque vers — 268,8 (c'est-à-dire 4° 2 absolus), la résistance diminue jusqu'à environ 0,002 de sa valeur primitive, c'est-à-dire qu'elle est devenue 0,34 ohm ; si, à ce moment, on continue à refroidir, la résistance tombe brusquement à une valeur pratiquement nulle ; c'est ce qu'on a appelé l'état supraconducteur des métaux.

Les mêmes faits se reproduisent avec d'autres métaux qu'on peut se procurer à l'état pur, par exemple : le plomb, l'étain, le thallium, etc. Les courbes portées sur la figure 2 donnent les résultats obtenus :

Les points de discontinuité sont :

Pb	6°9 (absolus)
Sn	3°8 —
Th	2°3 —

Sans nous arrêter aux détails de ces intéressantes expériences, qui nous entraîneraient trop loin de notre sujet, nous en tirerons seulement un certain nombre de conséquences qui ne sont point négligeables.

Expériences concluantes

Considérons, à ces températures extrêmement basses, c'est-à-dire à l'état de supraconducteur, une bobine de fil isolé fermée sur elle-même, avec, à son intérieur, un barreau aimanté. On sait que si l'on retire brusquement le barreau, par suite des phénomènes d'induction, un courant prendra naissance dans cette bobine ; en général à la température ordinaire, c'est-à-dire dans un fil résistant, ce courant s'éteindra presque aussitôt que le mouvement de l'aimant.

Mais si l'on répète la même expérience avec la bobine amenée à l'état de supraconducteur, on trouve que le courant subsiste un temps très long après que le mouvement de l'aimant a cessé ; on s'en rend compte soit en observant que la bobine continue à agir sur une petite aiguille aimantée placée à l'extérieur, soit en intercalant brusquement un galvanomètre dans son circuit.

Ainsi, il est possible de concevoir des conducteurs sans résistance dans lesquels un courant, qui, pour une raison quelconque aurait pris naissance, subsisterait ensuite indéfiniment, de même que le mouvement d'une pierre lancée sur la glace durerait indéfiniment si le frottement était réelle-

(1) On sait que l'échelle absolue des températures n'est autre chose que l'échelle centigrade dont le zéro, au lieu de se trouver à la température de la glace fondante, se trouverait à 273° au-dessous de cette température.

ment nul. Ce fait a des conséquences considérables ; pour la première fois il nous démontre la possibilité de ces courants particuliers par lesquels Ampère, dans une conception de génie, a pu expliquer toutes les propriétés des aimants : d'après cette conception, ces courants particuliers pré-existent à l'aimantation, et le rôle de cette aimantation est seulement de les orienter ; mais, comment des courants peuvent-ils subsister indéfiniment dans ces circuits particuliers, sans force électromotrice et sans dégagement de chaleur ? C'était là une question laissée longtemps sans réponse et que Ampère lui-même n'avait pas résolue. Les expériences de Kamerlingh Onnes nous montrent au moins la possibilité de tels circuits.

On sait que, dans le même ordre d'idées, les courants particuliers, dans des circuits sans résistance, considérés maintenant non plus comme *dirigés*, mais comme *induits* par le champ extérieur, nous permettent d'expliquer le *diamagnétisme*, c'est-à-

dire la propriété qu'ont certains corps, comme le bismuth, de s'aimanter en sens inverse des corps magnétiques. La simple application des lois connues de l'induction montre qu'en approchant d'une bobine AB , sans résistance fermée sur elle-même, un pôle nord N (fig. 3), il se développe dans cette bobine un courant induit qui, d'après ce qui précède, dure indéfiniment et développe en face de N un pôle nord N' , c'est-à-dire un pôle de même nom, résultat inverse de celui qu'on obtient dans le cas de l'aimantation par influence des corps magnétiques. Si on retire l'aimant, le courant induit disparaît : le diamagnétisme ne peut donc être que temporaire ; il n'existe pas de diamagnétisme permanent.

Reprenons maintenant l'expérience fondamentale de Kamerlingh Onnes qui consiste à induire dans une bobine sans résistance un courant permanent, en éloignant vivement un aimant de cette bobine. Dans ce mouvement, en vertu de la loi de Lenz, on a dépensé du travail ; par ce travail, l'électricité a été mise en mouvement dans la bobine ; n'y

a-t-il pas là une analogie profonde avec l'opération qui consiste à lancer un corps et que nous avons longuement étudiée précédemment : pour lancer un corps, il faut lui appliquer une force qui, à chaque instant est égale à sa masse multipliée par l'accélération.

De même, pour lancer un courant dans un fil, il faut lui appliquer une force électromotrice proportionnelle à l'accélération de ce courant ; le coefficient de proportionnalité caractérisera l'inertie électromagnétique du circuit, comme la masse caractérise l'inertie mécanique d'un corps ; cette inertie électromagnétique, c'est ce que l'on désigne sous le nom de *coefficient de self-induction*.

Le travail mécanique qu'il faut dépenser

pour lancer un corps est, comme on sait, égal au demi-produit de sa masse par le carré de sa vitesse ; c'est ce que l'on appelait autrefois la force vive et qui porte aujourd'hui le nom d'*énergie cinétique* ; pour les mêmes raisons, on peut montrer que le travail nécessaire

pour établir un courant dans un circuit est égal au demi-produit de son coefficient de self-induction par le carré de l'intensité : c'est ce produit qui constitue l'*énergie électrocinétique* emmagasinée dans le circuit.

D'autres analogies peuvent encore être établies : on connaît l'importance qu'a en mécanique la notion de *quantité de mouvement*, produit de la masse par la vitesse ; en électricité, le produit de la self-induction par l'intensité jouera le même rôle et pourra recevoir le nom de *quantité de mouvement électrocinétique* : cette quantité n'est pas autre chose que le flux magnétique qui traverse le circuit.

Nous arrêtons là, car la place nous fait défaut, ces analogies entre les phénomènes électriques et les phénomènes mécaniques, analogies dont l'étude pourrait être poussée extrêmement loin. Il nous a suffi de montrer les points de contact et de ressemblance entre deux sciences, au premier abord bien différentes : ne sont-ce pas ces rapprochements qui sont le but de la philosophie naturelle ? PAUL JANET.

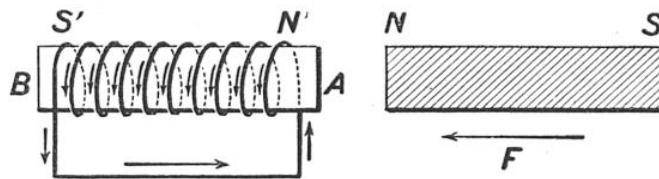
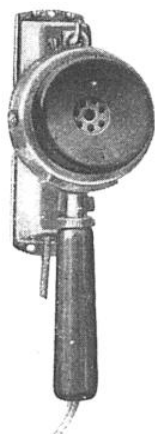


FIG. 3. — EXPLICATION DU DIAMAGNÉTISME PAR LES COURANTS INDUITS

Si, d'une bobine AB , on approche, dans le sens de la flèche F , un aimant ayant son pôle nord en N et son pôle sud en S , il se développe dans cette bobine des courants induits qui, d'après la loi de Lenz, doivent s'opposer au mouvement de NS : ces courants induits ont donc le sens indiqué, et ils forment un pôle nord en N' et un pôle sud en S' : c'est l'explication du diamagnétisme.

POUR PARLER A VOTRE CHAUFFEUR EMPLOYEZ LE TÉLÉPHONE



MICROPHO-
NE TRANS-
METTEUR

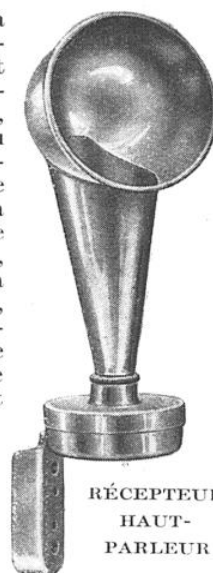
On ne peut plus, maintenant que le confort automobile a fait tant de progrès, s'astreindre à ouvrir une glace pour donner un ordre au chauffeur, et le cornet acoustique est, on doit le reconnaître, une solution anachronique et inadmissible, en ce siècle du téléphone.

Pourtant, et bien que toutes les voitures possèdent, aujourd'hui, une batterie d'accumulateurs, par conséquent une source d'énergie électrique, le téléphone n'avait pas encore fait son apparition sur l'automobile. Ce n'est qu'à une exposition de l'art et de l'industrie autrichiens, qui s'est tenue il y a quelque temps à Londres, qu'il nous a été donné d'en voir la première application.

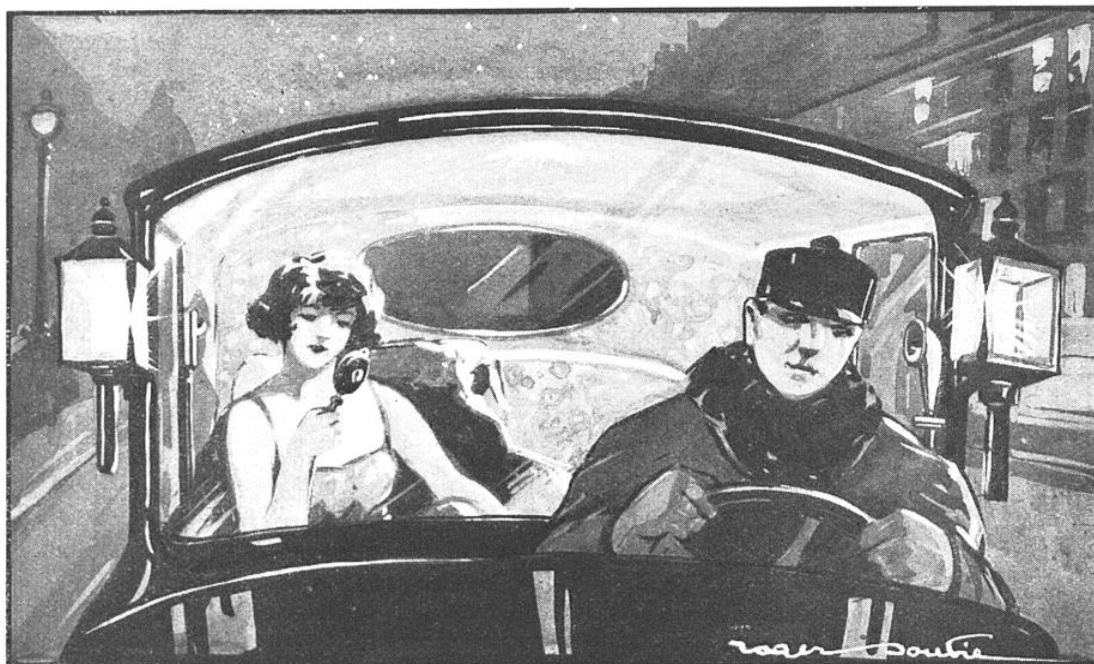
Cette initiative prend la forme d'un micro-

phone sensible accroché à portée de la main, à l'intérieur de la voiture, et d'un récepteur haut-parleur installé à poste fixe, à la hauteur de la tête du chauffeur. Les paroles prononcées de l'intérieur de la voiture, sans élever la voix, parviennent à ce dernier très distinctement, en dépit du bruit de la rue. On peut, d'ailleurs, attirer l'attention du conducteur au moyen d'une petite lampe qui s'allume lorsqu'on ferme le circuit téléphonique en décrochant le microphone.

L'appareil peut être établi et réglé pour fonctionner sous 6 ou 12 volts, suivant, par conséquent, la tension de la batterie.



RÉCEPTEUR
HAUT-
PARLEUR



UN MICROPHONE SENSIBLE ET UN RÉCEPTEUR TÉLÉPHONIQUE HAUT-PARLEUR REMPLACENT AVANTAGEUSEMENT, SUR L'AUTOMOBILE, LE TUBE ET LE CORNET ACOUSTIQUES

LES PROGRÈS DE L'AVIATION AU COURS DE L'ANNÉE 1924

Par le lieutenant-colonel MARTINOT-LAGARDE

LE IX^e Salon de l'Aéronautique a tenu ses assises au Grand Palais, du 5 au 21 décembre 1924, dans un cadre magnifique. Les missions étrangères d'ingénieurs et de militaires sont venues longuement examiner les productions nouvelles de l'Aéronautique, où la France tient une place prépondérante. Et le public s'est présenté nombreux.

C'est que les avions exposés n'étaient pas seulement des maquettes ou des appareils d'étude ou de laboratoire ; presque tous avaient fait leurs preuves et possédaient leur palmarès ; en effet, en cette année 1924 un grand nombre de records sont « rentrés » en France : vitesse, altitude, durée — c'est dire, évidemment, que certains en étaient « sortis » — ainsi le veut la loi de la concurrence mondiale et de la noble émulation entre les ingénieurs de tous les pays.

Avions des grandes épreuves de l'année

Les avions vainqueurs des grandes épreuves de l'année étaient là, entre autres :

L'avion Bréguet-XIX, à moteur Renault, 480 CV, gagnant de la Coupe Michelin sur

un trajet de 2.835 kilomètres, parcouru en 19 heures environ ;

L'avion Ferbois-Bernard (448 km. à l'heure) ;

L'avion Farman de transport *Jabiru* (fig. 1), à quatre moteurs Hispano 180 CV, classé premier au concours des avions de transport de 1924 ; les trois trajets Paris-Bordeaux, aller et retour, ont été effectués avec une vitesse commerciale de 173 kilomètres à l'heure et une charge marchande de 800 kilogrammes ; le même avion a été vainqueur de la Coupe Lamblin sur le parcours Le Bourget-Istres et retour ;

L'avion Blériot, à quatre moteurs Salmson 260 CV, classé deuxième au concours d'avions de transport (fig. 2) ;

Le Caudron-Rhône, 80 CV, vainqueur de la Coupe Zénith, disputée sur le parcours Paris-Lyon-Paris, en transportant le plus de poids avec la plus faible consommation de combustible ;

L'avion Potez, à moteur Lorraine 400 CV, gagnant du « Military Zénith », sur 2.800 km. ;

L'avion de chasse Gourdou-Leseurre (fig. 3), détenteur du record d'altitude (12,066 m.) ;

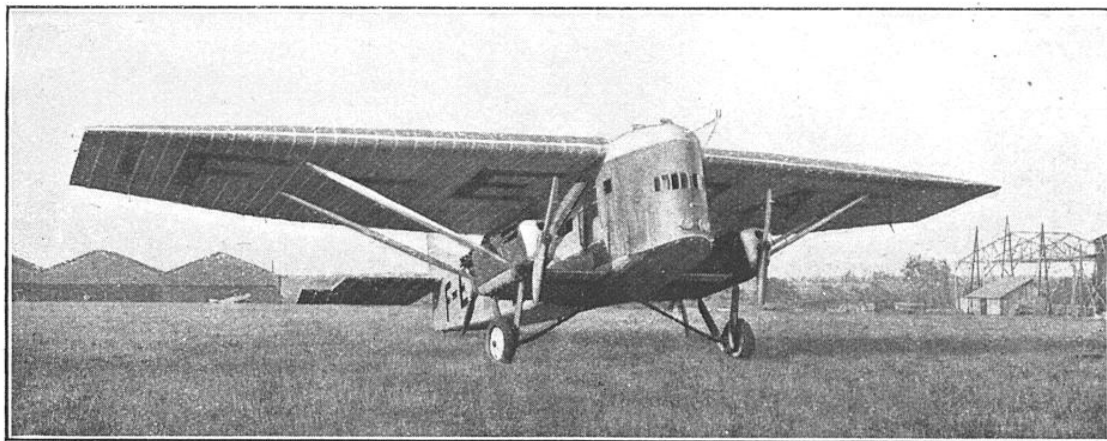


FIG. 1. — AVION FARMAN-JABIRU A QUATRE MOTEURS HISPANO-SUIZA, DE 180 CV CHACUN. CHARGE COMMERCIALE, 800 KILOS ; POIDS TOTAL, 5.000 KILOGRAMMES ; SURFACE PORTANTE, 81 MÈTRES CARRÉS ; VITESSE COMMERCIALE, 172 KILOMÈTRES A L'HEURE

Monoplan à ailes semi-épaisses soutenues par des haubans obliques ; moteurs placés deux à deux, en tandem, dans des fuseaux-moteurs latéraux à l'aplomb des roues du train d'atterrissage ; au-dessus, poste du pilote et de l'aide-pilote ; en arrière, la cabine des passagers avec douze sièges.

L'avion Farman, à moteur Salmson, qui a effectué le Tour de France des Avionnettes ; les avions Potez-Anzani, 50 CV ; Morane-Saulnier, 120 CV ; Caudron-Salmson, 120 CV, qui ont eu les premières places dans le concours d'aviation de tourisme, où les appareils étaient classés suivant la régularité de marche et le poids transporté (1).

PRINCIPAUX TYPES D'AVIONS

Avions de transport

L'avion commercial a à assurer, dans des conditions compatibles avec une exploitation industrielle, le transport des passagers, des messageries, de la poste, ce qui est un de ses rôles les plus importants ; il a aussi un débouché comme avion de travail destiné à la topographie et à la géographie (photographie aérienne) ; dans la marine, il est utilisé pour la recherche des fonds, des bancs de poissons, pour la reconnaissance rapide de navires en détresse, pour la recherche des épaves ; dans l'agriculture, on l'emploie pour la protection des forêts contre l'incendie et des cultures contre la grêle ; on s'en sert également pour la publicité aérienne et pour le transport des voyageurs à leur demande (Nieuport, Caudron, 180 CV).

(1) Dans un numéro ultérieur, *La Science et la Vie* consacrera, sous la signature de M. Guy Billault, une étude approfondie à la question du tourisme et aux avions de tourisme. — N. D. L. R.

Des avions de puissance moyenne, de 400 à 500 CV, au maximum 800 CV, suffisent au trafic actuel. Les conditions de sécurité conduisent à l'emploi de plusieurs groupes moteurs complètement indépendants.

Les avions qu'on a pu voir au dernier Salon de l'Aéronautique sont bimoteurs ; mais les vainqueurs du concours de transport Farman et Blériot sont des quadrimoteurs, avec moteurs de faible puissance, de 180 à 230 CV ; ils sont susceptibles de voler avec l'un quelconque et même deux de leurs moteurs arrêtés. Pour cela, la charge unitaire par mètre carré de surface ne doit pas dépasser, suivant les profils, de 40 à 60 kilogrammes, et la charge par CV, 6 à 7 kilogrammes. Les plans fixes de queue sont, en général, réglables en vol, de façon à pouvoir tenir compte, dans les meilleures conditions pour la stabilité et la moindre résistance à l'avancement, des variations de la charge totale et de sa répartition à bord.

La capacité de transport reste de l'ordre de 2, 4, 6, 10 passagers au maximum. Mais il y a lieu de noter une tendance nette à l'augmentation de la vitesse, qui passe de 120, 140 à 180 et 200 kilomètres à l'heure.

Grâce à l'application des formes et des dispositions nouvelles des voilures, tous les nouveaux avions présentés (Farman, Dewoitine, Latécoère) sont monoplans, avec profil semi-épais et haubans obliques ; Latécoère a même construit un avion postal de 400 CV

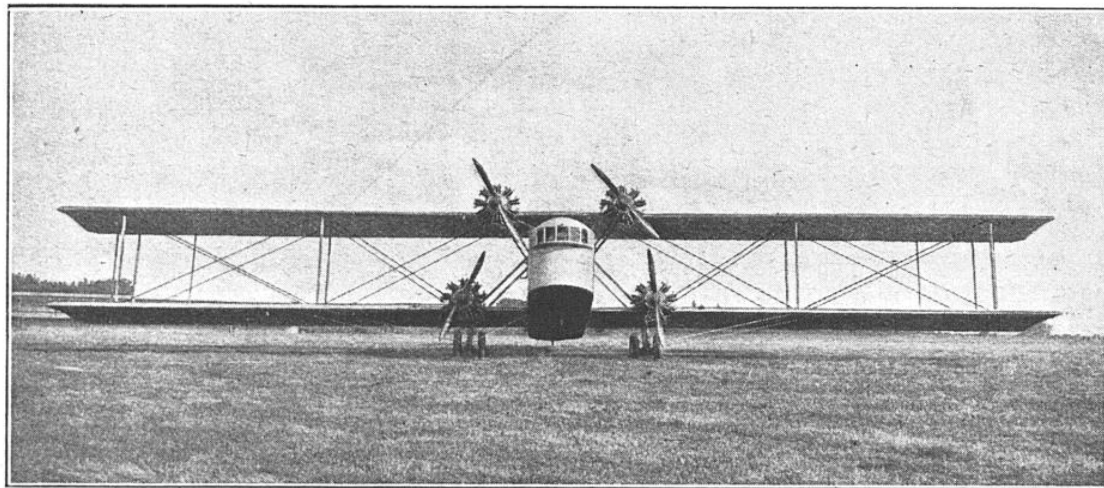


FIG. 2. — AVION DE TRANSPORT BLÉRIOT QUADRIMOTEUR : QUATRE MOTEURS SALMSON DE 230 CV CHACUN, A REFROIDISSEMENT PAR L'AIR (OU HISPANO 180 CV) PLACÉS EN AVANT ET AU SOMMET D'UN TRAPÈZE ; CELLULE BIPLANE CLASSIQUE CONSTRUITE EN BOIS

A l'avant, cabine du navigateur avec vue bien dégagée. Charge commerciale, 1.000 kilogrammes ; surface portante, 126 mètres carrés ; poids total en charge, 5.500 kilogrammes ; vitesse moyenne commerciale, 150 kilomètres ; vitesse maximum, 170 kilomètres. La mission aérienne du Tchad pilote deux avions de ce type.

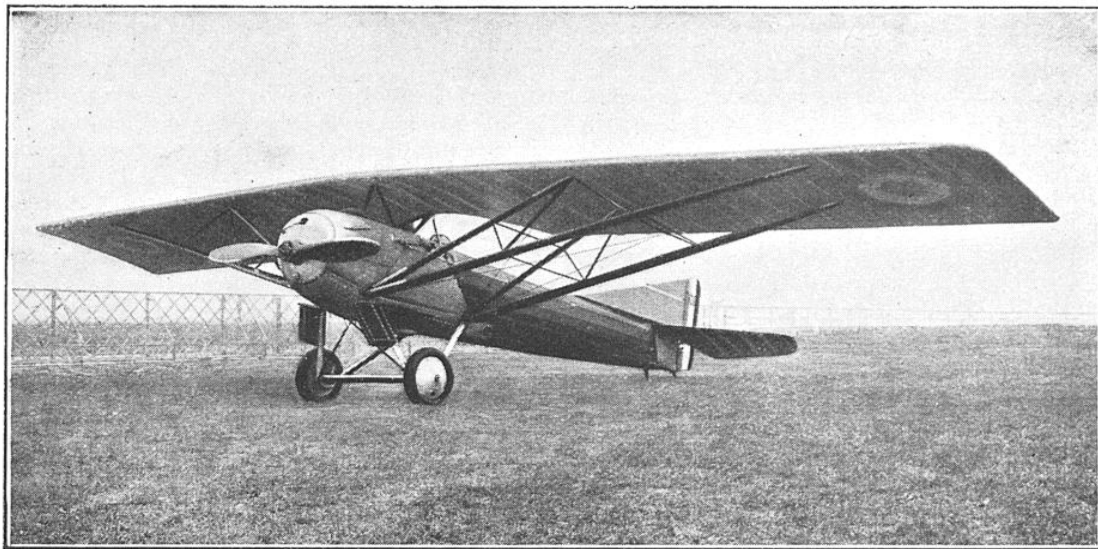


FIG. 3. — AVION DE CHASSE GOURDOU-LESEURRE (RECORD D'ALTITUDE)

Monoplan métallique à ailes soutenues par des haubans ; moteur Hispano-Suiza 300 CV, suralimenté par un turbo-compresseur Rateau. Le pilote dispose d'un inhalateur d'oxygène Gourdou-Leseurre ; le barographe enregistreur, établi par le même constructeur, a une sensibilité constante jusqu'à 12.000 m. au moins, à 1 millimètre de mercure près. Cet appareil s'est élevé à 12.066 mètres. Envergure, 14 m. 50 ; surface, 35 mètres carrés ; poids total en charge, 1.510 kilogrammes ; vitesse horizontale à 7.000 mètres, 260 kilomètres à l'heure.

avec les ailes épaisses, sans haubans. La construction en bois est encore maintenue parallèlement à celle en métal.

Grâce aux progrès de la technique de la construction et à la réglementation de l'entretien, les cellules durent maintenant de trois cents à quatre cents heures.

L'aménagement des cabines de passagers devient aussi confortable et même aussi luxueux que celui des wagons de chemins de fer ; il reste encore, néanmoins, de grands progrès à faire pour diminuer le bruit de l'échappement des moteurs.

Les appareils sont dotés de postes de pilotage et de navigation de plus en plus complets avec indicateurs de pente, d'altitude et de vitesse, postes de T. S. F. et même, pour quelques-uns, de téléphonie sans fil, de façon à pouvoir rester en liaison constante avec les aérodromes les plus voisins ; des boussoles et des dérivomètres permettent, par simple visée d'un point du sol, de déterminer la vitesse et la direction du vent et, par suite, le cap réel à donner à l'avion. La radiogoniométrie commence à permettre la navigation sans voir le sol ; un système d'éclairage à l'aide de phares déjà décrits dans cette revue est prévu pour les vols de nuit ; une des étapes de la ligne de Bucarest s'effectue normalement de nuit.

Avions de chasse

Les avions de chasse comportent aujourd'hui de nombreux types nouveaux : Blériot (fig. 4), Dewoitine, Bernard, Gourdou, Nieuport (fig. 5), Hanriot Spad. L'avion de chasse doit, à tout prix, être plus rapide, plus maniable, monter plus haut que l'adversaire et être mieux armé que lui. La cellule doit, en même temps, être très solide pour résister aux efforts qu'entraînent les évolutions acrobatiques. Il est ainsi nécessaire de disposer d'un grand excès de puissance, c'est-à-dire d'avoir une faible charge par cheval, de l'ordre de 2,7 à 4 kilogrammes, une surface suffisante, et de rester dans de faibles dimensions d'encombrement. Le biplan avec monomât, profil peu épais, permettant d'obtenir une surface relativement importante et très robuste, convient ; mais, d'autre part, il est très indiqué d'employer les nouvelles formes d'ailes, semi-épaisses, plus porteuses et très robustes en monoplan ou sesquiplan.

C'est ainsi que, sur les dix nouveaux types d'avions exposés au Grand Palais, on pouvait remarquer six biplans, deux sesquiplans et deux monoplans.

Le bois laisse de plus en plus la place au duralumin ; il n'est plus employé, dans les

appareils de construction mixte, que pour les nervures des ailes et l'arrière des fuselages en forme de coque.

Les mises au point des nouveaux moteurs de 400 à 480 CV, susceptibles de remplacer les 300 CV actuels, et des nouvelles voilures ont permis de faire un pas sensible en avant au point de vue de la vitesse, qui passe de 200 à 240 et 270 kilomètres à l'heure, du plafond, qui s'élève de 6.000 à 8.000 mètres, de l'armement, qui est doublé et porté de deux à quatre mitrailleuses.

Aux avions de chasse, encore tous mono-

moteur Renault 300 CV ; le Potez à moteur Lorraine 370-400 CV. Restant dans cette puissance de 300 CV, Tampier a construit un avion original, en bois, à ailes repliables et susceptible, une fois replié, de se mouvoir au sol par ses propres moyens comme une auto ; dans ce but, il est doté à l'intérieur d'un petit moteur qui sert à la fois à lancer le moteur de l'avion et à entraîner, par une transmission, l'essieu et les roues de l'appareil ; la direction est assurée par un faux châssis avant à deux roues, orientable et escamotable, qu'on rabat le long de la béquille.

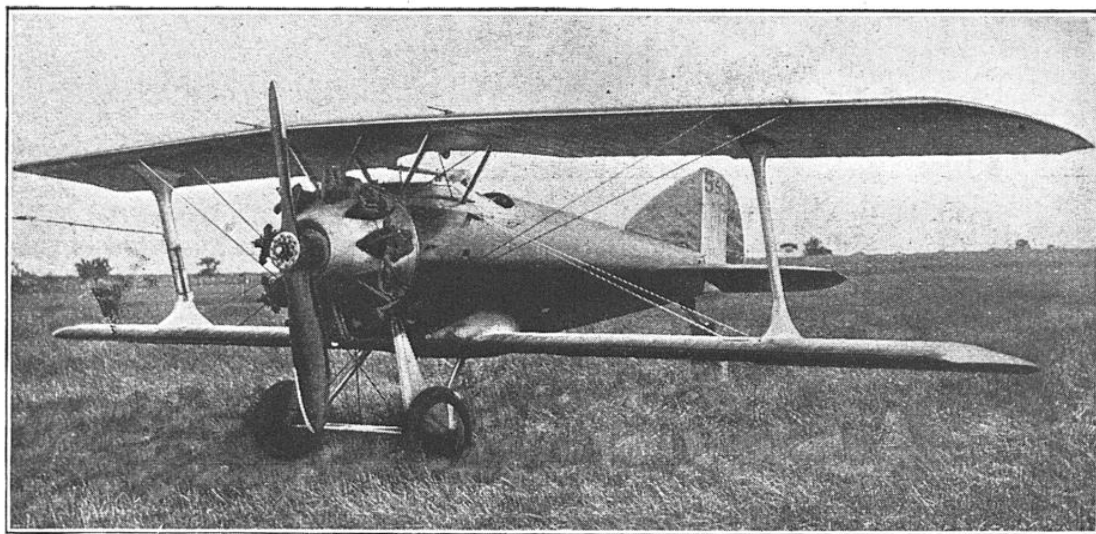


FIG. 4. — AVION DE CHASSE BLÉRIOT SPAD, POURVU D'UN MOTEUR GNOME-RHONE JUPITER DÉVELOPPANT 400 CV

Biplan à coque en bois et à voilure métallique avec un seul mât latéral à semelles élargies. Envergure, 9 m. 60 ; surface portante, 30 mètres carrés ; poids total, 1.260 kilogrammes ; poids au mètre carré, 42 kilogrammes ; plafond, 8.500 mètres ; vitesse au sol, 250 kilomètres ; vitesse à 7.000 mètres, 205 km.

places, on peut rattacher le Schneider bimoteur 800 CV, multiplace de combat.

Avions de reconnaissance

L'avion militaire d'observation, de reconnaissance, ou de bombardement de jour est au moins biplace. Il doit être équipé d'un appareil photographique, d'un poste de T. S. F., d'instruments de navigation, être armé de mitrailleuses et, en cas de besoin, être pourvu de bombes ; il doit pouvoir rester plusieurs heures à haute altitude pour prendre des photos, hors de la portée des canons antiaériens ; enfin, il doit être rapide et avoir un grand rayon d'action.

La réalisation simultanée de toutes ces conditions est difficile. Les avions de ce type, utilisés jusqu'à ce jour, étaient le Bréguet à

Dans tous les nouveaux avions, Caudron, Potez, Farman et Bréguet, la puissance est portée à 400 ou 480 CV. Parmi ceux-ci figure le Bréguet XIX (fig. 7), de Pelletier Doisy, à cellule sesquiplane : on y a appliqué les profils nouveaux ; il est construit tout entier en métal, sauf le revêtement des ailes. Grâce à la réduction des résistances passives, l'emploi de radiateur escamotable, etc., la finesse a été améliorée de 25 % au moins, par rapport aux avions des types précédents, de sorte que l'appareil tient normalement sa ligne de vol avec 200 CV. La vitesse a été portée de 160 à 210 kilomètres-heure, le plafond est monté à 6.500 mètres ; grâce à la légèreté de la construction, l'approvisionnement normal d'essence correspond à un rayon d'action de 1.000 kilomètres.

En remplaçant une partie de l'équipement par du combustible, les étapes atteignent 2.000 kilomètres ; la charge de bombes peut être de 300 à 400 kilogrammes.

Avions de bombardement

Les avions de bombardement de nuit doivent être normalement polymoteurs, afin d'avoir la sécurité voulue ; la vitesse d'atterrissage ne doit pas être trop grande. La

avec un redan pour faciliter le déjaugage avant l'envol ; la coque est normalement en bois. Ils sont du modèle biplan, de façon à réduire au minimum l'envergure en vue d'avoir la stabilité maximum sur l'eau. Les ailes sont dotées à leur extrémité d'un petit flotteur, destiné à empêcher le déversement en cas d'inclinaison transversale importante.

L'augmentation de la résistance et du poids

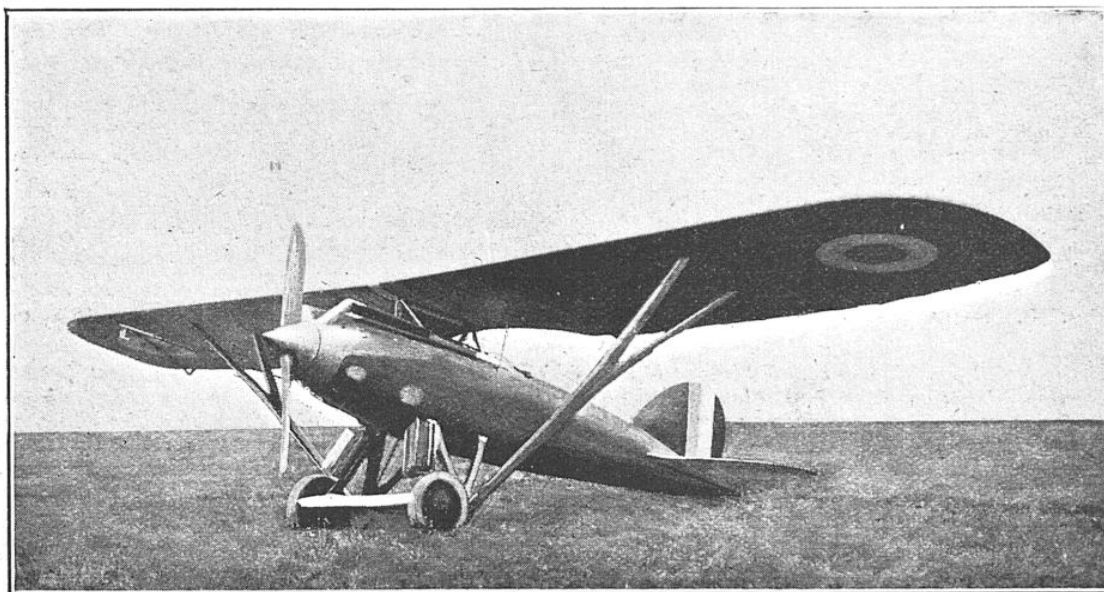


FIG. 5. — AVION DE CHASSE NIEUPORT, SESQUIPLAN, DE CONSTRUCTION MIXTE. MOTEUR HISPANO DE 450-500 CV, A DOUZE CYLINDRES EN V

La coque de cet appareil, en bois entoilé, est constituée par des bandes de tulipier de 1 millimètre d'épaisseur enroulées et collées sur un moule. Le berceau moteur, l'atterrisseur, les mâts obliques latéraux qui soutiennent les plans, les poutres intérieures des plans sont en duralumin ; les nervures des ailes sont en bois, les ailes sont recouvertes de toiles. Envergure, 12 mètres ; longueur, 7 m. 50 ; hauteur, 3 mètres ; surface portante, 26 mètres carrés ; poids total, 1.730 kilogrammes ; charge par mètre carré, 65 kilogrammes ; charge par cheval, 3 kg. 600 ; vitesse au sol, 270 kilomètres à l'heure ; plafond, 7.500 mètres.

forme biplan est, jusqu'à présent, conservée. Le « Lioré-Olivier », bimoteur de 800 CV, et le S. E. C. M., de 600 CV, monomoteur, rentrent dans cette catégorie.

Le modèle le plus puissant établi est le Farman quadrimoteur 1.800 CV, dont la surface atteint 266 mètres carrés ; le poids total en charge, 11.000 kilogrammes ; la charge utile, 4.000 kilogrammes, dont 2.000 kilogrammes de combustible, soit quatre heures et demie de marche à une vitesse de 170 kilomètres-heure.

Les hydravions

Tous les hydravions sont à coque centrale établie comme un bateau à fond plat, mais

due à la présence de la coque entraîne, pour les hydravions, une diminution de performances par rapport aux avions de même puissance. On est, d'ailleurs, limité dans les vitesses maximum de vol, qui ne sont pas encore, de beaucoup, supérieures à 120 et 150 kilomètres à l'heure, par la nécessité de ne pas dépasser, à l'amerrissage, 75 à 80 kilomètres-heure.

Au point de vue de la sécurité, les hydravions de transport devraient être polymoteurs ; on voyait seulement, au Salon, les bimoteurs Cams, Blanchard, de 350 à 550 CV.

Il semblerait que, normalement, la Marine militaire ne dût employer que des hydravions. Pour certaines missions, cependant, il

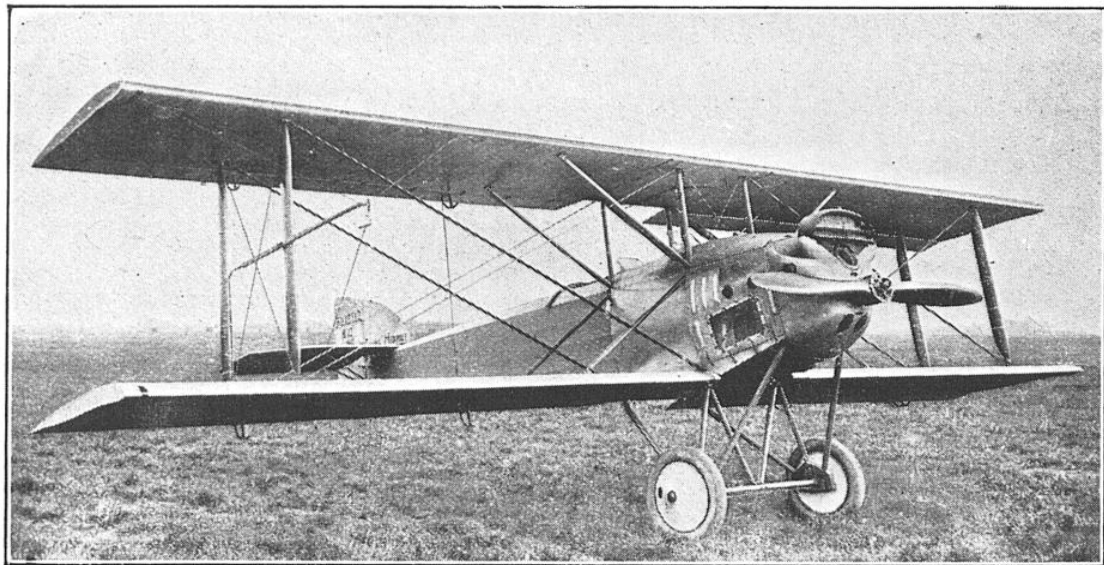


FIG. 6. — AVION-ÉCOLE HANRIOT MUNI D'UN MOTEUR HISPANO-SUIZA DE 180 CV, A HUIT CYLINDRES EN V

Cet appareil possède une cellule biplane biplace à éléments de voilure interchangeable ; il est de construction mixte ; un capotage en aluminium entoure le moteur. Au-dessus du moteur on voit le radiateur de forme semi-circulaire. Berceau moteur amovible en tubes d'acier, double commande des gouvernes débrayable à la volonté du moniteur. Envergure, 9 m. 19 ; longueur totale, 7 m. 20 ; surface portante, 26 m. 27 ; poids total en ordre de marche, 950 kilogrammes, dont 120 kilogrammes de combustible ; plafond, 5.500 mètres ; vitesse maximum, 170 kilomètres ; minimum, 70 kilomètres.

lui est utile de pouvoir disposer d'appareils susceptibles également de partir de la terre ferme ou de s'y poser. On a, dans ce but, construit des hydravions amphibies, dont la coque est complétée latéralement par deux roues relevables (Schreck, fig. 9). On a, en outre, établi des avions dits *marins* (Levavasseur), établis comme les avions terrestres, mais dont la coque est imperméable à l'eau jusqu'à une certaine hauteur et dont le train d'atterrissage est larguable pour l'amerrissage, afin d'éviter la résistance de l'eau qui pourrait entraîner le capotage.

CONDITIONS DE FONCTIONNEMENT DE L'AVION

Heureuses modifications dans les profils

Pour pouvoir mieux juger des progrès réalisés, au cours de ces dernières années, dans chacune des catégories d'avions visées ci-dessus, rappelons sommairement les conditions générales de fonctionnement de l'avion. La sustentation de l'avion est produite du fait de son déplacement rapide, sous l'effort de traction de l'hélice, par la réaction de l'air sur les ailes. Cette réaction peut se décomposer en une poussée, qui tend à soulever

l'aile, et une résistance à l'avancement ou traînée ; la poussée résulte elle-même d'une pression sur la surface inférieure de l'aile et d'une sorte de succion ou dépression sur la surface supérieure, deux ou trois fois plus importante que la pression précédente ; le travail fourni par le moteur est utilisé à vaincre la résistance à l'avancement due à la traînée. La traînée totale de l'avion correspond non seulement à la résistance à l'avancement des ailes, mais à celle du fuselage et de tous les accessoires. Le rapport de la traînée totale à la poussée s'appelle la *finesse* ; les recherches ont pour but d'obtenir un chiffre de finesse aussi petit que possible, c'est-à-dire une portance maximum pour une traînée et par suite une puissance utile à bord minimum. Jusqu'à ces dernières années, la finesse était de 0,14 à 0,12 ; dans les nouveaux avions elle est descendue à 0,10. Portance et traînée sont fonctions du profil, de la forme et des dimensions des ailes, et en outre de leur disposition, de l'emplacement des supports et accessoires, par suite des actions que chaque surface exerce sur ses voisines pour diminuer leur effet porteur utile. Les progrès sont ainsi obtenus en procédant à l'étude systématique des profils des

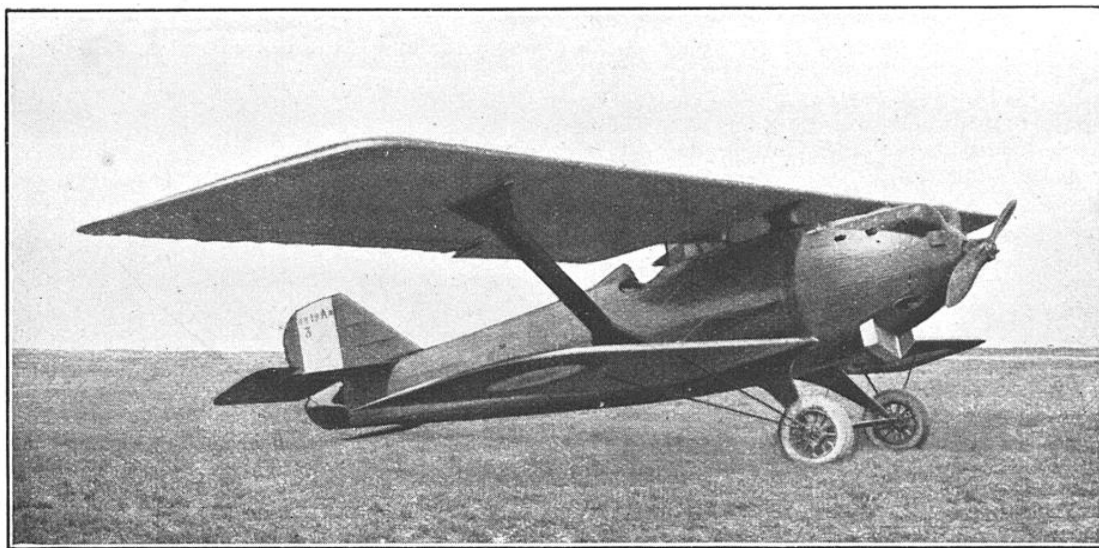


FIG. 7. — AVION BRÉGUET-XIX, DE RECONNAISSANCE, DE BOMBARDEMENT ET DE TRANSPORT, AVEC MOTEUR LORRAINE-DIETRICH DE 400 CV, MODÈLE UTILISÉ PAR PELLETIER DOISY POUR SON RAID PARIS-SHANGHAI

Avion sesquiplan, ailes semi-épaisses, de construction métallique, sauf le revêtement des ailes et de l'arrière du fuselage ; en-dessous du fuselage, le radiateur escamotable et la prise d'air du carburateur. Vitesse à 2.000 mètres, 210 kilomètres ; plafond, 6.700 mètres ; charge utile, 810 kilogrammes.

ailes, au laboratoire, dans le vent de la soufflerie du tunnel aérodynamique, et on a dressé un catalogue des meilleurs profils. Comme on l'indiquera plus loin, les profils les plus employés tendent à être non plus minces, mais *semi-épais*.

Principales caractéristiques

Mais il ne suffit pas que la portance soit élevée, il faut que dans le poids total soulevé la charge utile soit maximum, et que par suite le poids mort constitué par la cellule et ses aménagements intérieurs, le groupe moteur et ses accessoires, le combustible nécessaire et ses réservoirs, soit aussi faible que possible. En outre des caractéristiques du groupe moteur, les matériaux entrant dans la constitution de la cellule et la structure des charpentes ont donc une grande importance. La lutte entre l'acier spécial très résistant, les alliages très légers d'aluminium et le bois se circonscrit actuellement en France entre le bois et le duralumin, avec un développement sensible de la construction mixte ou même tout entière métallique.

Quatre éléments principaux interviennent finalement dans la détermination des dimensions générales d'un avion : la charge à emporter, l'équipage, le combustible, et la

charge marchande ; la hauteur maximum ou le « plafond » à atteindre, ce qui détermine pratiquement l'altitude d'utilisation normale ; la vitesse maximum de vol et la vitesse admise à l'atterrissage.

Avec un profil et une cellule déterminés, les caractéristiques de l'avion varient avec la charge soulevée, non seulement par mètre carré de surface, mais aussi par cheval. Si le poids par cheval augmente, ou bien la vitesse horizontale diminue, ou bien le plafond descend ; pour un même poids par cheval, vitesse et plafond varient en sens inverse. Pour se sustenter à chaque altitude, l'avion a besoin d'une puissance minimum ; la puissance supplémentaire est disponible pour la montée, ou comme réserve de sécurité. La rapidité des évolutions de la montée et le plafond croissent avec l'excès de puissance et l'allègement par mètre carré de surface. La résistance de l'air étant proportionnelle au carré de la vitesse d'avancement, le travail à fournir, égal au produit de cette résistance par la vitesse, croît très vite, proportionnellement au cube de la vitesse.

Comme conséquence de ces considérations, les principaux types d'avions ont les caractéristiques générales suivantes :

Les avions-école ou de tourisme (fig. 8) ont une surface relativement grande, ils sont peu

chargés par mètre carré, et moyennement par cheval, de façon à être très maniables ; les avions militaires de reconnaissance, qui ont à évoluer et à monter haut, ont, pour le même moteur, de plus grandes dimensions que les avions marchands dont le plafond est seulement de l'ordre de 4.000 mètres ; les avions de course, qui volent très bas et à très grande vitesse, ont une surface très réduite correspondant à une très forte charge par mètre carré et une charge très faible par cheval (2 kg.) : c'est une véritable débauche de chevaux-vapeur ; les avions de chasse, destinés à combattre à haute altitude, sont un peu plus lourds par cheval que les précédents, mais ont une surface beaucoup plus grande.

L'influence du profil des ailes et de la cellule de l'avion. La finesse

Tous les éléments de l'avion influent les uns sur les autres, et l'art de l'ingénieur est de les concilier dans le compromis le plus avantageux. Des progrès importants dans l'amélioration de la finesse et de la constitution des voilures étaient apparus au Salon de 1922, mais les solutions présentées n'avaient pas encore la sanction de la pratique. Certaines ont commencé à apparaître classiques au Salon de 1924. Au début de l'aviation jusqu'à ces dernières années, les profils employés étaient des profils d'aile minces, dont l'épaisseur maximum était égale à 10 %, au plus, de la profondeur ; ces profils ont une faible résistance à l'avancement pour de très faibles angles d'attaque ou d'incidence (inclinaison de la corde de l'aile sur la trajectoire de l'avion), d'où leur emploi au début pour les avions de chasse ; mais les angles d'incidence sous lesquels on peut les employer sont compris entre des limites étroites, de sorte qu'ils ne permettent que de faibles écarts de vitesse entre la vitesse maximum de vol et celle d'atterrissage, et comme conséquence on doit se contenter de les charger faiblement (à 35 à 40 kilogrammes au maximum).

L'aile, étant peu résistante par elle-même, doit être soutenue soit par des montants comme dans le biplan, soit par des haubans ou des tendeurs placés en dessus et en dessous, dans le monoplane (quand l'aile est placée complètement au-dessus du fuselage, l'avion prend le nom de « parasol »). L'avion à fort tonnage à ailes minces devant avoir une grande surface, la forme biplane s'impose, et ce avec de multiples mâts et haubans ; la résistance à l'avancement est grande, l'encombrement considérable. C'est, néan-

moins, encore une solution admise sur les avions gros porteurs de bombardement de nuit, comme le Farman à quatre moteurs de 450 CV (dont l'envergure atteint 35 mètres, la longueur 20 mètres, la hauteur 7 m. 30) ; sur les avions gros porteurs Blériot, à quatre moteurs 180 CV Hispano ou 230 CV Salmson, Caudron, Lioré, Latécoère trimoteurs ; sur l'avion repliable Tampier ; sur tous les hydravions ; c'était le système des anciens avions de reconnaissance Bréguet-Renault, 300 CV ; Potez-Lorraine, 370 CV ; de l'ancien avion de chasse Nieuport, du *Leviathan*, Bréguet de 900 CV, à quatre moteurs groupés, présenté en 1922.

Pour affiner les avions, le regretté M. Levavasseur, en France (1911), les Allemands ensuite, ont étudié des profils plus épais, qui semblent appelés à se généraliser. Ces profils, semi-épais ou épais, dont l'épaisseur est de 15 à 18 % de la profondeur, présentent la particularité d'avoir une portance plus grande que les profils minces, tout en conservant des résistances à l'avancement faibles dans une zone assez grande d'angles d'incidence ; on peut ainsi les charger davantage au mètre carré, tout en conservant de grands écarts de vitesse, ce qui facilite l'atterrissage tout en permettant de plus grandes vitesses de vol.

Les efforts augmentant avec la vitesse, la solidité de l'aile doit elle-même augmenter. La grande épaisseur se prête à cet accroissement de robustesse ; l'aile peut même être constituée de façon assez rigide pour pouvoir se soutenir par elle-même en porte-à-faux sur une assez grande longueur (on est allé jusqu'à 10 mètres), ou tout au moins, et ce qui est souvent le plus avantageux au point de vue du poids total, avec un minimum de mâts et de haubans ; de ce fait, la finesse de l'ensemble de l'avion se trouve améliorée de 15 à 20 %.

On est ainsi conduit au monoplane, ou tout au moins, étant donné l'influence relativement plus nuisible qu'exerce l'aile épaisse sur les ailes voisines, à des biplans dont l'aile inférieure est très diminuée, c'est-à-dire à des sesquiplans, disposition mise en œuvre une des premières par la maison Nieuport ; l'encombrement reste sensiblement le même qu'avec les biplans et les vitesses atteignent couramment 200 kilomètres-heure. On généralise l'emploi du monomâ, d'ordinaire oblique et fuselé, élargi à ses assises pour intéresser simultanément les deux longerons de l'aile et prolongé souvent jusqu'à la base du train d'atterrissage, de façon à former une véritable pyramide rigide. On trouve ces

dispositifs dans presque tous les types d'avions nouveaux : les avions de transport Farman, *Jabiru* (fig. 1), Latécoère, Blériot ; les avions de reconnaissance et de transport Bréguet XIX (fig. 7) ; les avions de chasse et de course et les avions de combat et de bombardement Schneider.

Dans le Ferbois (1), le Schneider et le Latécoère, tout hauban ou montant est supprimé, la voilure est complètement en porte-à-faux ; et si l'on pousse jusqu'à l'extrême le principe de l'aile épaisse pour réduire au minimum les résistances passives,

la construction métallique. L'acier spécial, très résistant, mais lourd, est réservé à certaines pièces de grande fatigue, assemblages, axes, essieux, tendeurs, en réduisant au minimum la soudure autogène pour les pièces travaillant à la traction ; l'utilisation des tôles minces d'acier, pour la constitution des membrures des ailes et du fuselage, n'a pas, en France tout au moins, donné satisfaction ; le calcul de résistance conduit à des épaisseurs trop faibles pour résister aux déformations locales, flambages, plissures, etc. ; si on augmente l'épaisseur, ou si on ajoute des élé-

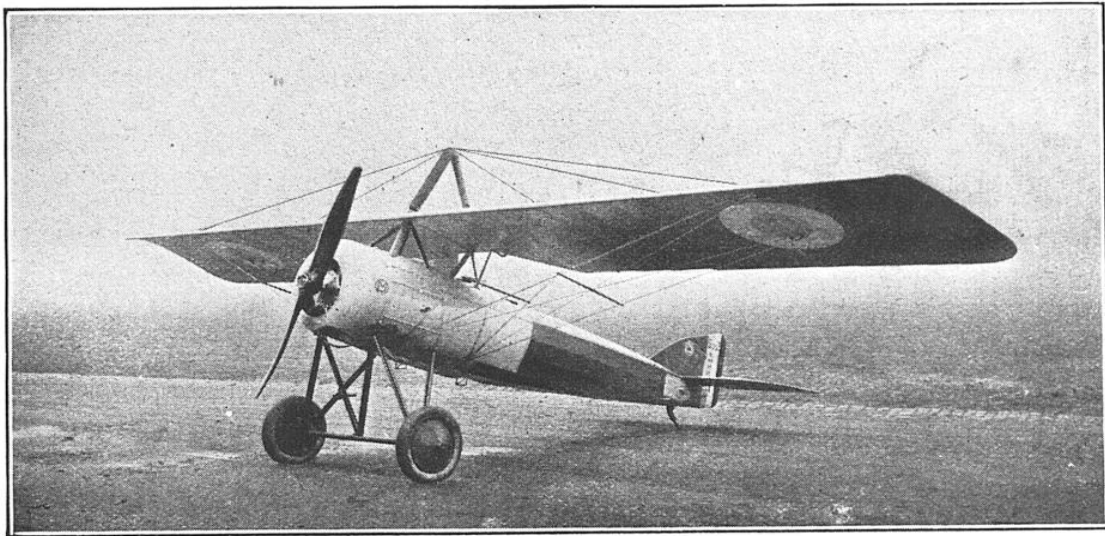


FIG. 8. — AVION D'ÉCOLE OU DE TOURISME MORANE-SAULNIER

C'est un appareil monoplan « parasol » équipé avec un moteur rotatif Rhône de 80 CV ou un moteur Anzani de 70-80 CV. Envergure, 10 m. 50 ; poids total, 700 kg. ; plafond, 4.000 mètres. Vitesse, 120-130 kilomètres à l'heure ; approvisionnement à bord pour trois heures de marche.

on aboutit aux avions de Monge ou Schneider ou Blériot. Dans l'appareil de Monge, le fuselage est constitué par une portion centrale d'aile de plus d'un mètre de haut logeant les moteurs et les passagers ; les faces latérales du fuselage sont prolongées à l'arrière pour soutenir l'empennage. Dans le Schneider, les passagers et les bombes sont placés dans une partie centrale épaisse de l'aile, les moteurs dans deux fuselages latéraux prolongés à l'arrière pour supporter les gouvernails (on a le profil de l'oiseau).

La construction métallique

L'aile épaisse facilite l'emploi de modes de construction nouveaux et, en particulier,

(1) Dans notre numéro de janvier, page 10, nous avons publié la photographie de l'avion de course Ferbois-Bernard.

ments raidisseurs, le poids devient trop élevé.

On utilise ainsi, en France, d'une part, le bois, d'autre part des alliages légers d'aluminium, genre duralumin, qui, pour une densité environ deux fois et demie plus faible que l'acier, ont une résistance à la rupture comparable à celle de l'acier doux, soit 38 à 40 kilogrammes par millimètre carré. Pour avoir ces caractéristiques, le duralumin, qui est un alliage d'aluminium et de magnésium, doit subir des traitements thermiques précis, c'est-à-dire être porté à une température bien définie pendant un temps bien déterminé ; un premier traitement l'adoucit, pour permettre de le travailler par estampage ou matriçage à la presse, etc., un deuxième supprime l'écrouissage consécutif à l'opération précédente et lui donne la résistance et l'élasticité voulues pour l'emploi.

Le duralumin se soudant mal, les assemblages se font par rivetage avec des rivets en duralumin, ou agrafage par des œillets.

Tout n'est cependant pas parfait avec le duralumin : des précautions doivent être prises dans la constitution des charpentes pour empêcher que les vibrations inévitables du moteur à explosion ne donnent lieu à des efforts locaux exagérés ; en particulier, tous les angles vifs doivent être évités ; dans cet ordre d'idées, les charpentes homogènes, c'est-à-dire constituées avec des pièces de

dans le Bréguet-XIX, soit avec des plats rivés comme dans le Nieuport ; l'âme est en tôle avec des montants raidisseurs gaufrés.

Toutefois, l'aile de l'avion Schneider, tout entier métallique, comprend un caisson principal supportant des nervures très espacées, reliées par des petites pannes longitudinales sur lesquelles est agrafé un revêtement en tôle de duralumin, de 5/10 de mm. d'épaisseur.

Les fuselages sont constitués soit par une pyramide rectangulaire avec longerons et cadres en tubes, raccords en duralumin

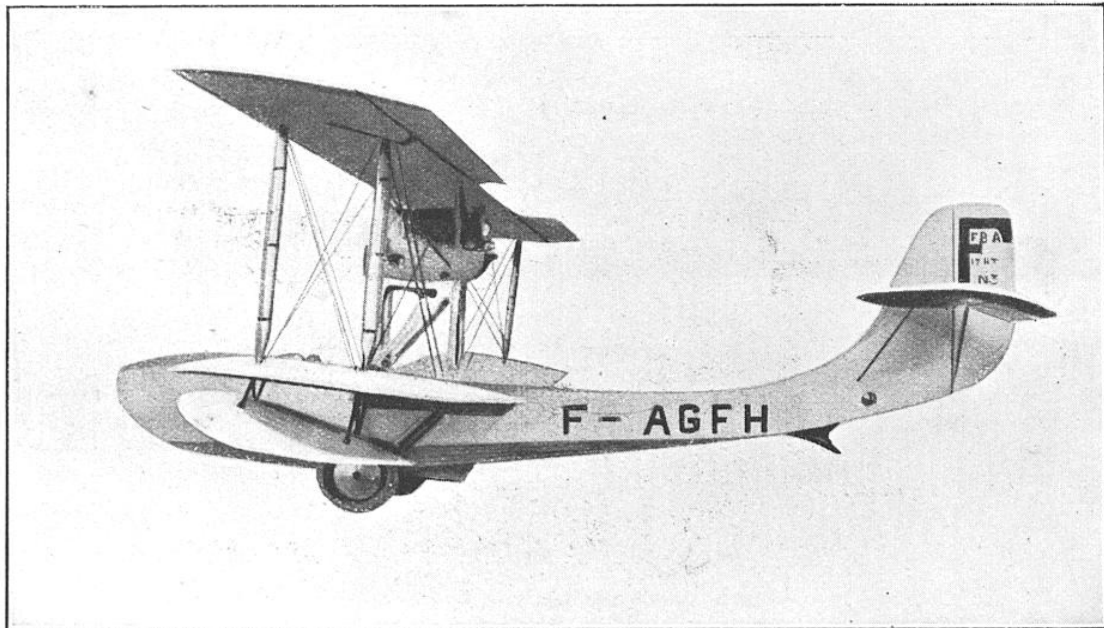


FIG. 9. — HYDRAVION SCHRECK A MOTEUR HISPANO, DE 350-400 CV

La coque de cet avion est complétée latéralement par deux roues relevables, que l'on voit vers l'avant.

sections comparables, sont avantageuses, sans être parfaites ; de bonnes solutions pratiques ont été déjà obtenues.

Ailes et fuselages en métal

Jusqu'à présent, la majorité des ailes en métal sont constituées, comme les ailes en bois, au moyen de deux poutres longitudinales ou longerons, entretoisées de façon à former des rectangles indéformables et supportant des nervures légères, sortes de petits chevrons sur lesquels est fixé le recouvrement ; celui-ci est encore normalement en toile imperméabilisée et vernie ; les longerons sont tantôt constitués par un tube rectangulaire ou cylindrique, tantôt par une poutre en double T avec deux semelles, elles-mêmes formées soit en tôle moulurée, comme

estampé, tendeurs en cordes d'acier, dans le Bréguet ; soit comme un corps de bateau, avec des courbes et des lisses, et un revêtement en duralumin raidissant l'ensemble, dans le Schneider, le Dewoitine, les Latécoère. Dans tous les avions de constitution mixte, le duralumin, incombustible, est au moins réservé pour le support-moteur.

En résumé, grâce aux efforts de ces dernières années, aussi bien chez les métallurgistes que chez les aviateurs et dans les laboratoires, la construction métallique est devenue industrielle et tend à se généraliser.

Dans un numéro ultérieur, nous continuerons cette étude par l'examen des moteurs, des hélices et des divers accessoires dont sont pourvus les différents types d'avions.

L¹-C¹ MARTINOT-LAGARDE.

COMMENT L'ŒIL UTILISE LA LUMIÈRE

Par le docteur André BROCA

MEMBRE DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
PROFESSEUR A LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

I. Introduction

C'EST un problème tout à fait à l'ordre du jour que celui de l'éclairage. L'industrie moderne, avec les sources puissantes qu'elle met à notre disposition, permet à nos contemporains de prolonger leur activité à des heures où nos ancêtres ne pouvaient songer qu'au repos. Mais, comme toutes les révolutions, celle de l'éclairage pose des problèmes nouveaux ; c'est le rôle de la science de mettre entre les mains des hommes des éléments précis qui leur permettent de s'orienter dans le terrain nouvellement conquis et de diriger ainsi l'évolution en économisant en partie les tâtonnements naturels. Dans la concurrence économique, l'utilisation la meilleure de l'œil des producteurs de tout ordre est loin d'être négligeable, car elle augmente dans des proportions notables la production intellectuelle et la production industrielle, ces deux fermes appuis de toute civilisation.

De nombreux résultats expérimentaux ont déjà été acquis dans ce domaine, et, chaque jour, ils se diffusent dans le grand public, souvent pour son plus grand profit. Mais on manque souvent, pour juger sainement les résultats indiqués, de connaissances fondamentales précises relativement au fonctionnement normal de l'œil. Je désire, dans cette courte étude, indiquer quelques-unes des conditions physiologiques du problème, souvent mal connues et mal interprétées.

II. Étendue du champ d'emploi de l'œil

« L'œil humain, disait Helmholtz, est un mauvais instrument ; il possède toutes les

aberrations, et je refuserais certainement à un constructeur un appareil d'optique aussi mal fait. »

Cette boutade est parfaitement justifiée, si l'on se rappelle que l'œil est chromatique, et que l'œil a des aberrations de sphéricité,

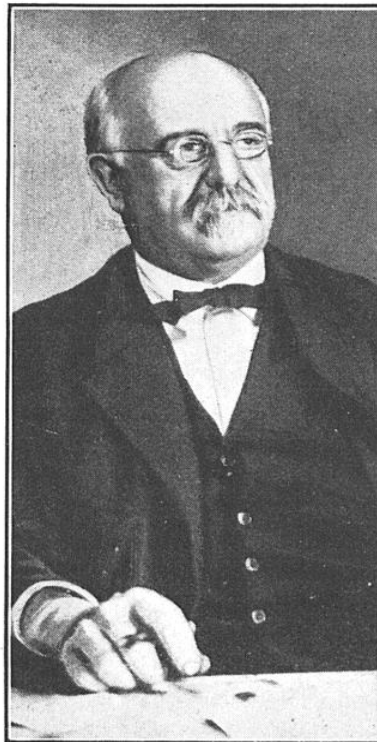
que sa forme, en général, n'est même pas de révolution, que son cristallin n'est jamais centré sur la cornée, que les secteurs de cet organe donnent des faisceaux qu'une accommodation exacte peut seule rendre concourants. Mais ces imperfections nombreuses sont la rançon de certaines perfections admirables, qu'aucun instrument construit par l'homme ne peut atteindre. La perfection d'un organe ne peut porter que sur un point, et la nature ne fait que le moindre effort ; c'est une loi générale. Aussi, ne devons-nous pas nous étonner que notre œil, fait pour voir et distinguer dans les limites utiles, ne possède que les qualités optiques juste nécessaires pour assurer, dans ces mêmes limites, ces deux fonctions fondamentales.

L'œil doit, tout d'abord, utiliser la lumière pour accomplir le plus longtemps possible les actes vitaux. Or, il est plongé dans un

milieu soumis aux alternatives quotidiennes de lumière et d'obscurité ; dans le jour même, il doit pouvoir travailler parfois en plein soleil, et, un instant après, sous les faibles éclaircissements des lieux envahis par l'ombre.

Si nous nous limitons aux conditions où l'homme peut exécuter un travail véritable et suivi, où il peut se déplacer, par exemple, en transportant un fardeau, nous voyons qu'il peut utiliser un éclaircissement de 0,1 lux (1).

(1) On appelle « lux » l'éclaircissement produit par une bougie décimale placée à 1 mètre.



M. LE DOCTEUR ANDRÉ BROCA

Quand l'homme est en plein soleil, il doit utiliser des éclairagements de l'ordre de 100.000 lux. Voilà donc un organe dont l'étendue d'utilisation correspond à des variations de l'agent excitant de 1 à 1 million.

Et nous sommes encore bien loin de compte ; Tumlirz a montré qu'une bougie était visible encore à 12 kilomètres la nuit, et c'est le même œil qui peut, pendant une fraction de seconde, contempler le soleil en face ; or, le soleil, vu sur un angle de 32 minutes, a un éclat de 160.000 bougies par centimètre carré. Quand, en partant de ces données numériques, on calcule l'éclat d'une source ayant le même diamètre apparent que le soleil et excitant l'œil comme la bougie de Tumlirz, on trouve que l'éclat devrait être environ 10^{13} fois ou dix millions de millions de fois plus faible.

III. La constitution de l'œil

Étudions d'un peu près les étapes connues de l'impression lumineuse et nous pourrions nous rendre compte, dans une certaine mesure, des causes d'une pareille endurance de notre appareil visuel.

Il est bien connu de tous que l'œil perçoit nettement les détails d'un objet quand le système optique qui le constitue macroscopiquement donne de cet objet une image nette sur le fond de l'organe. Je rappelle que ce système optique se compose (fig. 1) de la *cornée*, qui sépare l'air d'un milieu liquide appelé l'*humeur aqueuse*, lequel est en contact avec une des faces d'une lentille appelée le *cristallin*, dont l'autre face est en contact avec un milieu transparent gélatineux, le *corps vitré*. Dans l'humeur aqueuse est plongé un diaphragme musculueux, l'*iris*, dont l'ouverture est collée contre la face antérieure du cristallin. Humeur aqueuse et corps vitré ont même indice de réfraction.

L'iris a pour l'œil un rôle protecteur. Quand la lumière devient trop forte, il se contracte, diminuant ainsi la surface offerte à la pénétration de la lumière. C'est ce qu'on appelle un *reflexe de défense* de l'organisme.

Au contraire, dans l'obscurité, l'iris s'ouvre tout grand, permettant à l'œil d'utiliser des lumières même très faibles

On a vu que l'image nette se formait sur le fond de l'œil, au moment où la vision est nette, en éclairant directement l'œil au moyen d'un miroir percé d'un trou, le trou permettant de regarder le champ éclairé par le miroir, malgré l'étroitesse de la pupille.

Le fond de l'œil, au point de vue macroscopique, présente l'aspect de la figure 2 (1).

L'arbre vasculaire, qu'on voit à la première inspection, provient de l'artère centrale de la rétine, qui pénètre dans l'œil au milieu des fibres du nerf optique, dans la région appelée *tache de Mariotte*, où la sensibilité lumineuse n'existe pas. On voit, à une certaine distance, une

région différenciée, qu'on appelle la *région maculaire*; en cette région, une pigmentation jaune indique une texture spéciale.

Au centre de cette tache jaune se trouve une légère excavation qu'on nomme fossette centrale, dont l'organisation très délicate permet la vision excellente des détails. Le centre de la fossette centrale, organisé plus délicatement encore que

le reste de cette région, détermine ce qu'on nomme le *point de fixation*. Ce point, avec le centre optique du système réfringent de l'œil, détermine la ligne de fixation.

IV. La rétine

Le fond de l'œil est constitué par une membrane, qui se nomme la *rétine*, dont nous donnons ci-joint une image microscopique (fig. 3) (1). On y verra que la lumière traverse toutes ses couches avant d'arriver aux terminaisons nerveuses elles-mêmes, transformatrices d'énergie, qui sont constituées par la couche des cônes et des bâtonnets. Ce sont des éléments allongés implantés dans la couche la plus externe de la rétine, celle des cellules pigmentaires.

Nous savons peu de choses sur tout cet organe si petit et si complexe, mais nous savons trois choses importantes.

Dans les bâtonnets, Boll, Kühne et Ranvier ont montré l'existence d'une substance photochimique, le *pourpre rétinien*, qui se transforme en *jaune rétinien*, puis en *blanc*

(1) Gravure extraite du *Précis de Physique Médicale* de M. le Dr André Broca. Bibliothèque Gilbert et Fournier. J.-B. Baillière et Fils, éditeurs

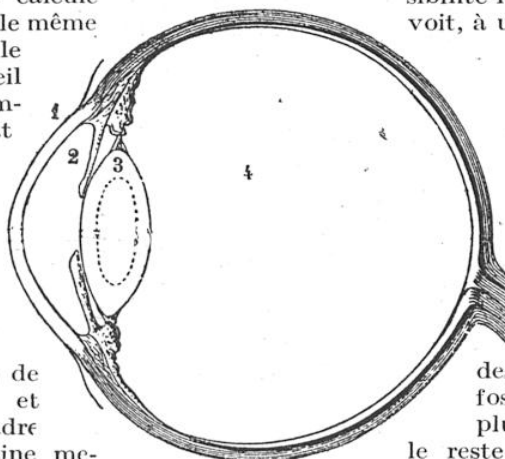


FIG. 1. - COUPE SCHÉMATIQUE DE L'ŒIL

1, cornée ; 2, humeur aqueuse ; 3, cristallin ; 4, corps vitré.

rétinien, sous l'action de la lumière. On a pu fixer dans l'alun des images obtenues sur la rétine ; on leur donne le nom d'*optogrammes*. Il y a donc, à la base de la sensation, une transformation chimique, une usure.

Nous savons aussi, depuis Boll, que la lumière produit, dans la couche pigmentaire des cellules hexagonales, une transformation importante ; des prolongements protoplasmiques de ces cellules se glissent entre les cônes et les bâtonnets, étranglant ceux-ci et remplaçant, par conséquent, une partie de la surface photochimique par de la surface absorbant simplement les radiations, c'est-à-dire les transformant en chaleur. Peut-être même le pigment ainsi amené au contact plus intime des éléments sensibles soumis à l'usure favorise-t-il leur nutrition, c'est-à-dire la défense contre la destruction par la lumière. Peut-être le pigment est-il un stade de l'évolution du pourpre rétinien, ou, tout au moins, joue-t-il un rôle actif dans sa production. Cette dernière

idée est généralement admise aujourd'hui. Le troisième phénomène connu qui se passe dans la rétine, est la production des connexions latérales (appelées souvent connexions horizontales) de Ramon y Cajal. Ce phénomène ne peut avoir qu'une signification. Il met en communication plusieurs lignes venant de plusieurs terminaisons nerveuses (cônes ou bâtonnets). Nous devons penser que cela se produit quand l'influx nerveux provenant d'une de ces terminaisons n'est plus assez intense pour exciter une cellule grise corticale ; la mise en batterie, comme on dit en électricité, de plusieurs sources permet d'obtenir des effets plus considérables.

Nous verrons bientôt que cette mise en

batterie de plusieurs terminaisons nerveuses a une répercussion considérable sur la perception des formes. Nous retenons seulement ici que cela peut avoir une action énorme sur la sensibilité aux basses lumières. Nous verrons, en effet, qu'au moment du seuil, tous les cônes de la macula sont en batterie ; or, ces cônes sont aux environs de 2.000. Il y a donc là un moyen de multiplier par 2.000 la sensibilité de l'œil aux basses lumières.

Dans la couche la plus interne de la rétine,

nous voyons des vaisseaux, dernières ramifications de l'artère centrale de la rétine. Ceux-ci apportent les éléments de nutrition aux diverses couches de la rétine, qui forment ce qu'on appelle des *espaces lacunaires*, où le sang circule entre les cellules pour les nourrir, sans parois vasculaires.

A la lumière de ces faits, nous pouvons éclaircir un peu les premiers stades physiologiques qui correspondent à la sensation. Il y a, pendant l'excitation par la lumière, destruction constante du

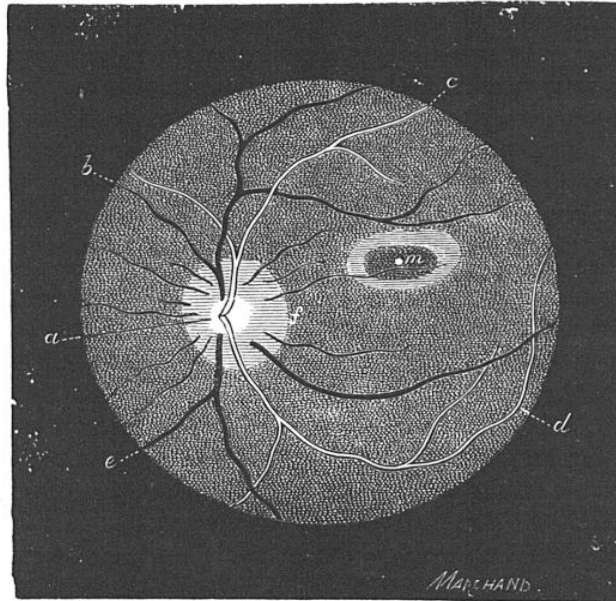


FIG. 2. — ASPECT DU FOND DE L'ŒIL

a, papille du nerf optique ; b, c, veines ; c, d, artères ; f, bord interne de la papille correspondant à la tache jaune ; m, fosse centrale (Galezowski).

pourpre rétinien et bien probablement d'autres substances analogues qui ne nous sont pas encore connues. Ces substances s'usant, la sensation baisse et le sang afférent doit entrer en jeu pour que, par équilibre entre la destruction et la reconstitution, il y ait une sensation permanente. On voit, par cela seul, quelle souplesse déjà pourra avoir un pareil organe, les conditions de la circulation sanguine pouvant être extrêmement variées par la dilatation vasculaire.

V. Le seuil — L'adaptation

On comprend tout de suite que le séjour à l'obscurité doit augmenter considérablement la sensibilité rétinienne. C'est le *phénomène de l'adaptation*, sur lequel nous

allons donner ci-dessous quelques détails.

Et, tout d'abord, comment peut-on mesurer la sensibilité d'un organe? Nous n'avons aucun moyen de mettre un chiffre sur la grandeur d'une sensation donnée par un excitant connu. Le propre des sensations est de se définir par elles-mêmes et de servir de bases aux définitions précises par lesquelles nous caractérisons le monde extérieur.

Une seule sensation est susceptible d'une définition numérique, c'est le *seuil* de la sensation, c'est-à-dire la valeur la plus petite de l'énergie objective pour laquelle nous commençons à éprouver cette sensation. C'est, en effet, un fait d'expérience courante que, pour toutes les sensations, il y a un minimum au-dessous duquel aucune excitation ne se produit. La valeur du minimum d'excitation, *du seuil*, peut servir, faute de mieux, à caractériser la sensibilité de l'organe à un moment donné. On détermine le seuil d'excitation lumineuse au moyen du *photoptomètre* de Charpentier.

La figure 4 fait comprendre le fonctionnement de cet appareil. Un écran *a* est éclairé par une source de lumière. Un objectif (o_1 o_2) donne une image de *a* sur l'écran *b*. L'objectif étant double, chaque lentille travaille en son foyer. Entre les deux lentilles se trouve un diaphragme variable connu sous le nom d'*œil de chat*.

Le seuil varie énormément en fonction de l'adaptation. La courbe de la figure 5 donne la marche du phénomène. Pendant les cinq premières minutes de séjour à l'obscurité, la sensibilité augmente énormément (le seuil diminue, par conséquent), pour croître ensuite, d'une manière encore notable, pendant vingt minutes, mais, toutefois, beaucoup plus lentement. La courbe présente un aspect hyperbolique.

L'adaptation que nous venons d'étudier

a été mesurée en lumière blanche. Quand on opère en lumière colorée, les résultats sont un peu différents comme grandeur. Dans le rouge, l'adaptation est faible. Dans le vert,

on arrive par adaptation à une variation de sensibilité de 1 à 45. Dans le bleu, on peut arriver aux environs de 650.

La notion de couleur subit aussi de grandes variations. Quand on ouvre progressivement le diaphragme du photoptomètre, on voit tout d'abord apparaître une lueur grise incolore; ce n'est que par une ouverture plus grande que la notion de couleur apparaît. On donne au *rapport des deux ouvertures* le nom d'*intervalle photochromatique*. L'intervalle photochromatique est presque nul pour le rouge et énorme pour le bleu (plus de 500). Ce phénomène et celui de l'adaptation sont parallèles; le minimum chromatique varie peu par adaptation, mais le minimum lumineux s'abaisse.

Il y a donc deux genres de sensibilité très différents, correspondant l'un à la lumière, l'autre à la couleur. Cela est si vrai qu'on peut comparer deux plages de couleurs absolument différentes, comme du rouge spectral et du bleu spectral et évaluer pour ces deux plages la notion d'éclat. Certes, la précision d'une pareille comparaison n'est pas parfaite, mais un même observateur obtient toujours des résultats comparables, si, toutefois, il a soin de se placer toujours dans les mêmes conditions.

VI. Fatigue de l'œil — Vision des couleurs

Ce que nous avons vu sur l'adaptation nous montre que la rétine, aux points excités par une forte lumière, devient moins sensible que quand elle est à l'obscurité. C'est l'origine des *images accidentelles sur fond clair*. Quand on transporte sur un fond éclairé le regard d'un œil qui vient de fixer une lumière éblouissante, on voit le contour de celle-ci se dessiner en sombre sur la plage

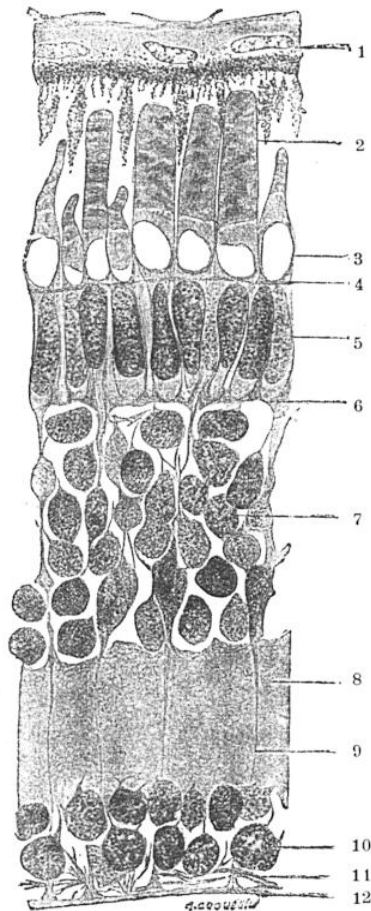


FIG. 3. — IMAGE MICROSCOPIQUE DE LA RÉTINE

1, couche de cellules pigmentaires; 2, bâtonnet; 3, cône; 4, limitante externe; 5, corps des cellules visuelles; 6, plexus basal; 7, couche des cellules bipolaires; 8, plexus cérébral; 9, fibre de Muller; 10, couche des cellules multipolaires; 11, fibres du nerf optique; 12, limitante interne.

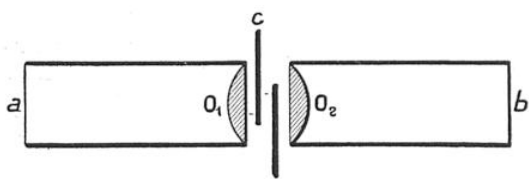


FIG. 4. — PHOTOPTOMÈTRE DE CHARPENTIER UTILISÉ POUR LA DÉTERMINATION DU SEUIL D'EXCITATION LUMINEUSE

a, écran ; O_1 , O_2 , objectif ; b, autre écran ; c, œil de chat (sorte de diaphragme réglable).

claire. Corrélativement, si l'on ferme les yeux, en plaçant les mains devant les paupières pour obtenir une obscurité complète, on voit se dessiner positivement l'image de la source éblouissante. Ces images sont intimement liées l'une à l'autre. Elles apparaissent et disparaissent en même temps. L'image sur fond obscur est l'indice qu'une énergie se dépense sur la rétine pour se reconstituer après l'impression par la lumière. Dans les travaux qui ont été faits il y a quelques années au Laboratoire Central d'Electricité, la durée de cette image a été prise comme mesure de la fatigue de l'œil par les sources aveuglantes, et les résultats obtenus ont été bien coordonnés.

Quand on place l'œil dans les diverses régions d'un spectre solaire, on sait, depuis longtemps, que l'impression, maxima dans le jaune-vert, décroît de part et d'autre, pour s'annuler à l'extrême rouge et à l'extrême violet. L'œil a donc des limites de perception pour les diverses radiations.

Du côté du violet, les variations individuelles sont peu considérables ; il n'en est pas de même du côté du rouge.

Le grand physicien anglais Dalton ne percevait pas du tout le rouge ; il ne reconnaissait pas les fraises au milieu du feuillage de la plante, d'où le nom de *daltonisme* donné à cette viciation du sens des couleurs, viciation qui est assez fréquente. Mais, si cette viciation complète est seulement assez fréquente, la variation dans la perception du rouge par les divers sujets l'est bien davantage. La première observation de cette nature fut prise par lord Rayleigh. Les sujets ainsi viciés sont dangereux quand ils sont mécaniciens et qu'ils ont à reconnaître des signaux colorés, les signaux rouges pouvant normalement leur échapper.

VII. Réactions oculaires aux variations de lumière

Revenons maintenant sur les phénomènes d'adaptation qui se produisent quand la

rétine est plongée dans l'obscurité. Corrélativement, quand une rétine « obscurée » est impressionnée par une lumière vive, celle-ci la trouve en état d'hyperexcitabilité, et son action sera trop violente pour pouvoir être supportée. Des phénomènes de défense entrent alors en jeu, pour protéger la rétine contre une usure dangereuse. Nous connaissons deux de ces phénomènes, la *constriction pupillaire* et la *migration du pigment rétinien*. Il est probable qu'à ces phénomènes de défense passive s'ajoutent des phénomènes de défense active du côté du courant sanguin, comme, par exemple, une vasodilatation permettant un afflux nourricier plus considérable.

En collaboration avec le regretté Sulzer, j'ai pu mesurer ce phénomène en fonction du temps et voir qu'après quelques centièmes de seconde, pour les hautes lumières, la sensation passe par un maximum, qui peut atteindre quatre fois la valeur de la sensation permanente due à cette lumière. Le rapport entre la sensation maxima et la permanente se nomme *l'ondulation de fatigue*.

Cette défense de l'organisme correspond à la mise en œuvre de phénomènes importants qui ne peuvent se produire sans une fatigue accumulée. Il est donc certain que le passage fréquent de l'ombre à la lumière doit être une source de ruine pour l'œil.

Mais l'expérience montre qu'il y a à cela des limites. Si l'on prend des lumières peu éclatantes, par exemple un papier blanc éclairé par une dizaine de lux, on voit l'ondulation de fatigue se réduire à très peu de chose, montrant que les variations d'excitation lumineuse dans ces limites ne présentent pas d'inconvénient pour la rétine.

Cette hypothèse a été vérifiée par de belles expériences de M. Jacques Couvreur, qui, étudiant la constriction pupillaire sous l'action de la lumière, a vu que le temps nécessaire par cet acte pouvait atteindre l'ordre

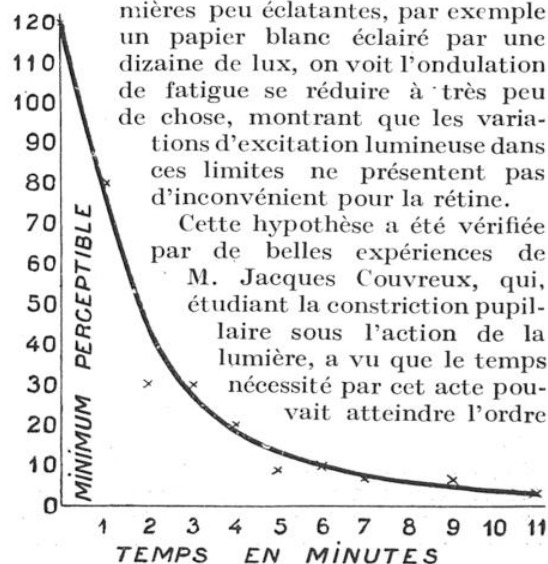


FIG. 5. — VARIATIONS DU MINIMUM PERCEPTIBLE AVEC LE TEMPS, LORSQUE L'ŒIL ADAPTÉ AU JOUR EST TENU DANS L'OBSCURITÉ (Courbe d'après Charpentier.)

de dix secondes quand l'œil était soumis à des obscurations et excitations successives. La vitesse du phénomène physiologique est un indice excellent de l'état d'intégrité de l'organe ; la mesure précédente nous confirme donc dans les idées générales ci-dessus émises.

VIII. Le sens des formes

Nous allons donner quelques principes fondamentaux relatifs au sens des formes.

Tout d'abord, la première condition que doit remplir un sens d'appréciation des formes, c'est de permettre à l'organe qui en est le siège de posséder, pour chaque point à distinguer, une sensation bien déterminée, différente des sensations données par des points voisins. Une sensation ainsi déterminée et nettement différenciée se nomme un *signe local*.

Il faudrait donc, pour que les choses fussent parfaites, que chaque point géométrique de la rétine eût une sensation absolument indépendante de celle des points voisins. Mais ce desideratum est irréalisable. Nous devons, pour percevoir la lumière, avoir des terminaisons nerveuses, comme pour les autres sens. Ces terminaisons nerveuses ont des dimensions finies, et nous ne pouvons pas concevoir que deux points d'une même terminaison donnent des sensations distinctes.

Un cône ou un bâtonnet, isolé de ses voisins, c'est-à-dire dont le prolongement nerveux arrivera, sans aucune *anastomose latérale*, à une cellule grise cérébrale, formera donc un *territoire indépendant*.

Du moment que le territoire indépendant a une largeur finie, nous voyons que nous ne pourrions jamais distinguer l'un de l'autre deux points dont les images se formeront sur le même territoire. Celui-ci additionnera indifféremment toutes les excitations qu'il recevra. Il y a donc probablement un *angle limite* tel que deux objets dont la distance est vue sous cet angle limite ne seront jamais discernés à l'œil nu.

Nous avons dit *probablement*, car nous pouvons imaginer deux points aussi voisins que possible l'un de l'autre, et dont l'un ferait son image sur un cône et l'autre sur

le cône voisin. Nous devrions donc les distinguer l'un de l'autre, si aucune autre condition n'était à respecter. Il nous suffirait, dans ce cas, de laisser l'œil errer sur un objet pour y distinguer n'importe quoi. Mais cela n'irait pas sans un inconvénient grave. Nous ne pourrions, en effet, voir une surface large uniforme, car deux points impressionnant deux cônes voisins seraient vus séparés, et nous verrions se dessiner la texture de notre rétine sur les plages uniformes. Aussi la condition de distinction de deux points est-elle que, entre deux territoires indépendants excités par ces deux points, il y ait un cône non excité (fig. 6). Si nous avons pris l'habitude d'interpréter ainsi les signes locaux, nous pourrions avoir à la fois la notion de plages continues et celle de points distincts, mais à la condition que le diamètre apparent sous lequel sont vus les deux points soit supérieur au diamètre apparent sous lequel est vu un territoire indépendant depuis le centre optique de l'œil.

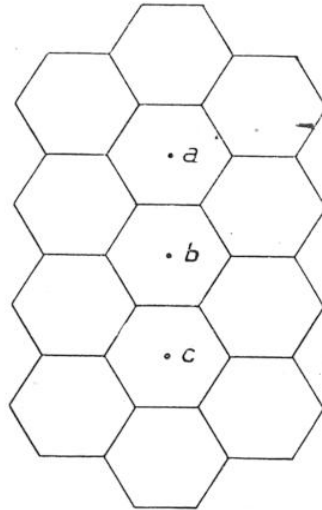


FIG. 6. — CONDITION DE DISTINCTION DES IMAGES

Cette condition est que, entre deux territoires indépendants excités par deux points lumineux, il y ait un cône non excité. Ainsi a et c pourront être distingués l'un de l'autre, si b n'existe pas.

Les observations faites à lumière moyenne ont montré que l'angle limite correspondait sensiblement aux dimensions de la section droite des cônes. Aussi Volkmann admit-il cette théorie comme démontrée, et celle-ci fut-elle admise universellement à sa suite et à la suite de Helmholtz.

On a pour habitude de chiffrer les résultats de ces mesures en donnant la valeur de ce qu'on nomme l'*acuité visuelle*

de l'œil observé. On définit l'acuité visuelle d'un œil par l'inverse de l'angle limite correspondant à cet œil, et l'on chiffre les résultats en prenant comme unité l'acuité visuelle d'un œil dont l'angle limite est de une minute, ce qui correspond à la distinction de traits noirs sur fond blanc situés à une distance d'environ trois mille cinq cents fois leur épaisseur.

Mais une difficulté considérable se présente. Avec cette théorie, l'acuité visuelle devrait être absolument indépendante des conditions d'éclairage, car la dimension d'un cône est une constante. Il semble donc que, tant que la lumière peut exciter un cône, l'acuité visuelle est constante.

L'expérience prouve que, en lumière blanche, l'acuité visuelle suit la loi indiquée

par la courbe de la figure 7 ci-dessous.

Le simple examen de cette courbe montre que la théorie de Volkmann et Helmholtz doit subir une modification.

Une ancienne expérience de Charpentier va nous mettre sur la voie de l'explication.

On sait, par de multiples observations, que l'éclat qui correspond au seuil d'excitation est indépendant de la surface de la plage observée et de sa position dans le champ visuel, sauf quand on fixe cette plage, et qu'elle a un diamètre apparent plus petit qu'un centième (diamètre 2 millimètres ; distance 20 centimètres). A partir de cette dimension, l'éclat du seuil est inversement proportionnel à la surface éclairée. Cela veut dire qu'à partir de ce moment, la lumière excite un territoire indépendant. Le diamètre de celui-ci devient égal à celui de la tache jaune, qui, comme nous l'avons dit, contient 2.000 cônes environ. Nous avons déjà insisté sur ce phénomène et indiqué qu'il était nécessaire pour l'utilisation des basses lumières ; mais, en même temps, ce phénomène montre que le territoire indépendant n'est pas constant ; il devient plus grand quand la lumière diminue ; l'acuité visuelle doit alors diminuer.

Les connexions horizontales de Ramon y Cajal permettent d'expliquer ce phénomène. Il y a une liaison absolue entre l'utilisation de la lumière par l'œil au point de vue du sens lumineux pur et au point de vue de la distinction des formes.

Si, maintenant, nous considérons les hautes lumières, nous voyons que l'acuité visuelle augmente très lentement, mais d'une manière constante, montrant que le territoire indépendant diminue de diamètre apparent. L'explication de ce fait se présente d'elle-même : migration du pigment qui étrangle le cône.

L'expérience montre, en outre, que, pour les basses lumières, l'acuité visuelle augmente par une obscurité préalable et que, au contraire, pour les très hautes lumières, elle augmente par un éblouissement préalable. C'est que, dans le premier cas, l'usure photochimique conditionne la mise en batterie de plusieurs cônes sur une même cellule centrale ; cette mise en batterie est d'autant moins nécessaire que la rétine est moins fati-

guée ; dans le second cas, la migration du pigment, produite par l'éblouissement, étrangle le cône et augmente l'acuité.

D'autres observations viennent encore à l'appui de ce que nous avons énoncé, et ces observations ont une portée pratique ; aussi allons-nous les indiquer.

Puisque la segmentation est nécessaire pour donner à l'œil l'acuité visuelle dont il a besoin, on comprend qu'elle doit se faire le plus complètement possible. Mais, d'un autre côté, quand nous contemplons une plage uniforme, aucune segmentation n'est utile. Nous devons donc penser que, dans ce cas, la rétine est indifférente et que les

connexions latérales (ou horizontales) sont absolument quelconques. Quand un objet vient faire son image sur la rétine, il sollicite celle-ci à se segmenter, jusqu'au degré qu'il faut pour le distinguer nettement. Il est évident que cette segmentation doit être d'autant plus

lente qu'elle est plus parfaite.

C'est pour vérifier cela que j'ai étudié, avec Sulzer, le temps nécessaire pour reconnaître un *test-objet*, en fonction de l'éclairement et du diamètre apparent sous lequel il est vu. Les résultats ont été absolument nets. Le temps croît extrêmement vite quand le diamètre apparent décroît. Ainsi, pour reconnaître un gril dont les traits sous-tendent un angle d'une minute, il faut un centième de seconde ; quand les traits sous-tendent cinq minutes, il n'en faut plus que treize millièmes.

Ces expériences montrent une fois de plus l'influence considérable de la fatigue.

IX. Conclusion

Telles sont les lois fondamentales, généralement peu connues, auxquelles les sensations lumineuses sont astreintes et qui ne doivent jamais être perdues de vue quand on s'occupe de l'éclairage pratique. Il faut que celui-ci donne à l'œil une acuité visuelle convenable ; il faut qu'il ne donne pas lieu à des images accidentelles gênantes, et, enfin, que l'éclairement soit assez régulier pour ne pas produire la diminution de vitesse des fonctions d'adaptation aux grands éclats : constriction pupillaire, migration du pigment et segmentation rétinienne — diminution de vitesse qui est un sûr indice d'une fatigue que l'organe ne peut longtemps soutenir. ANDRÉ BROCA.

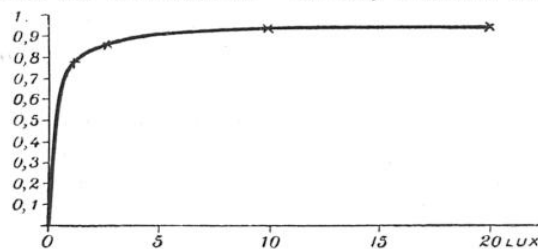


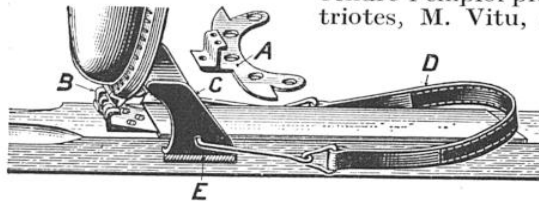
FIG. 7. — COURBE INDIQUANT LES VARIATIONS DE L'ACUITÉ VISUELLE AVEC L'ÉCLAIRAGE

DEUX DISPOSITIFS QUI FACILITENT GRANDEMENT L'EMPLOI DU SKI

Mode de fixation perfectionné

POINT n'est besoin d'être un virtuose dans le sport du ski pour comprendre qu'une bonne fixation aux pieds de ces longues lattes de bois recourbées à l'extrémité avant, est un point capital. Les sauts fantastiques que nous avons tous vus, sinon en réalité, du moins reproduits sur l'écran, peuvent présenter un gros danger, aux allures vertigineuses des skieurs, si le pied est emprisonné trop étroitement ou, au contraire, si par suite d'une fixation peu soignée, le ski n'est pas bien assujéti à la chaussure.

Cette question de la fixation des skis a une telle importance que les systèmes préconisés sont innombrables. Ainsi que nous l'avons dit, il faut que le ski soit solidement attaché au pied, de manière à s'opposer à tout mouvement latéral de celui-ci ; par contre, le pied doit être libre verticalement pour permettre au skieur de fléchir le corps et même de s'agenouiller. Le système de fixation, représenté ci-dessus, dû à M. Ad. Schiess, de Genève, semble résoudre très heureusement la question. A l'extrémité de la semelle du soulier est vissée une plaque de butée *A* qui s'adapte à des crochets *B* fixés au ski et dans lesquels elle peut pivoter ; des étriers en arc de cercle *C*, bloqués par une cale *E*, à laquelle s'ajustent les butées latérales de la plaque *A*, assurent la rigidité latérale ; enfin une courroie *D*, de fort caoutchouc, ramène constamment le ski contre le talon. Aucune courroie ne gêne les mouvements du pied, aucune pression désagréable n'est exercée sur le dessus de celui-ci.



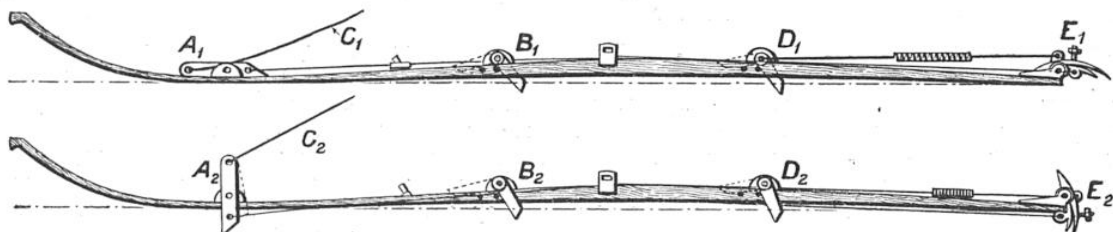
MODE DE FIXATION SOUPLE ET SOLIDE
POUR SKI

Ski pourvu d'un frein

L'AISANCE avec laquelle évoluent les virtuoses du ski ne doit pas cependant faire oublier que l'apprentissage en est rude et long. En outre, les vitesses énormes réalisées sur les pentes neigeuses exigent des méthodes particulières pour effectuer des arrêts assez rapides permettant d'éviter les obstacles imprévus qui se dressent soudainement dans la descente. Pour faciliter l'apprentissage du ski autant que pour en rendre l'emploi plus sûr, un de nos compatriotes, M. Vitu, a imaginé le dispositif représenté par le dessin ci-dessous. Disons tout de suite que ce dernier a été essayé et reconnu apte à rendre les plus grands services aux skieurs.

Il consiste à compléter le ski du modèle ordinaire par un agencement de crochets qui font saillie sous la longue latte de bois lorsque le skieur tend le jarret ; une commande est fixée à cet effet à une jarretière. Or, avec ce système, on parvient à se maintenir sur des pentes de 0 m. 50 par mètre (30 degrés). L'arrêt obtenu est très progressif à condition, bien entendu, de ne pas tirer trop brusquement sur le câble de commande. Les montées se font, avec cet appareil, sans prendre aucune précaution. Les cannes sont devenues complètement inutiles et l'apprentissage est réduit aux quelques minutes de tâtonnement qui suivent l'explication du mode de fixation et d'emploi des skis modifiés.

Comme nous l'avons dit plus haut, le frein Vitu a été expérimenté sur diverses pistes de sports d'hiver, et les professionnels aussi bien que les amateurs s'en sont déclarés pleinement satisfaits.



SYSTÈME DE FREINAGE TRÈS PRATIQUE POUR SKIS

En haut, le câble de commande *C₁* est lâche, les crochets *A₁ E₁* sont relevés. En bas, le câble *C₂* est tendu, les crochets *A₂ E₂* assurent le freinage. *B₁ D₁*, *B₂ D₂*, crochets évitant tout glissement en arrière.

CONDUCTEURS D'AUTOBUS ET DE TRAMWAYS SONT, AUJOURD'HUI, A PARIS, SÉLECTIONNÉS SCIENTIFIQUEMENT

Par Nicolas DORVAIN

THE *right man in the right place*, telle est la devise que la vie impose à toutes les grandes entreprises modernes. Utilisant un personnel nombreux, employant des machines compliquées et coûteuses, les dirigeants se voient obligés de veiller à ce que chaque poste ne soit occupé que par un homme vraiment capable de s'acquitter au mieux de la tâche qui lui est dévolue.

Mais, comment choisir, comment s'assurer si tel ou tel candidat sera capable d'effectuer le travail pour lequel il propose ses services? Ici, comme, d'ailleurs, en bien d'autres cas, la science peut venir en aide à l'industrie (1).

C'est ainsi qu'a été récemment inauguré un laboratoire psychotechnique, créé à Paris par les soins de la Société des Transports en commun de la région parisienne (la S. T. C. R. P., comme on la désigne communément), afin de permettre une sélection minutieuse et rationnelle des

(1) Se reporter à l'article publié dans le n° 86, du mois d'août 1924 de cette revue, intitulé « Une méthode rationnelle pour recruter et former de bons conducteurs de tramways », par le Dr H. Houdmont.

candidats, toujours nombreux, aux emplois de conducteurs d'autobus et de tramways.

Aucun aspirant wattman ou chauffeur n'est accepté, désormais, par la S. T. C. R. P. avant d'avoir reçu une attestation favorable

de ce laboratoire, qui est dû à l'initiative et est placé sous la direction de M. Lahy, l'un des plus distingués promoteurs français de la psychotechnique, auquel on est redevable d'un grand nombre de méthodes et procédés que met en œuvre cette science bien spéciale, fille savante de l'organisation commerciale et industrielle.

Avant de passer à la description des diverses épreuves auxquelles doivent être soumis les candidats, il est nécessaire de signaler la différence fondamentale qui existe entre les méthodes employées par le laboratoire psychotechnique de la S. T. C. R. P. et la plupart des autres installations analogues.

D'ordinaire, pour juger de la capacité d'un sujet à accomplir un travail déterminé, on le soumet à une épreuve le plaçant le plus possible dans les conditions normales du travail.

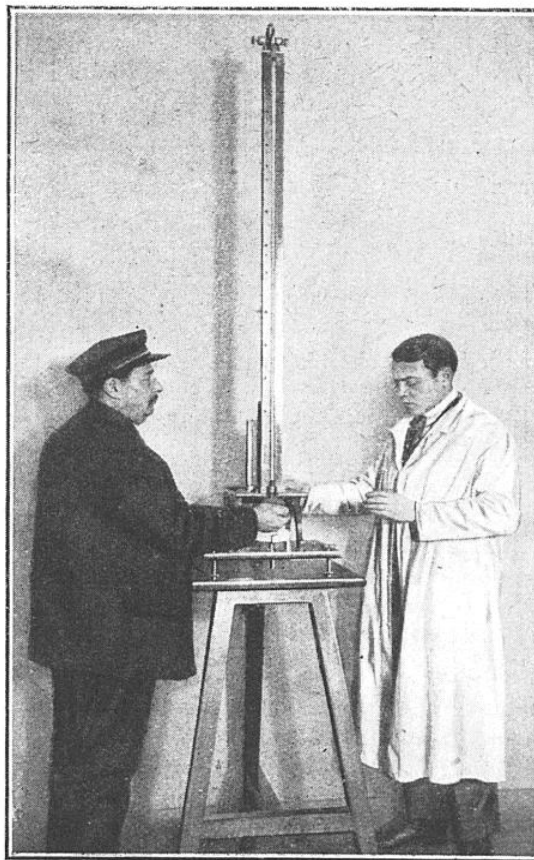


FIG. 1. — ÉPREUVE DE LA RÉSISTANCE A LA FATIGUE

En pressant sur une poire remplie de mercure le candidat fait monter ce dernier dans un tube. La hauteur maximum atteinte donne la mesure de la force et la constance du niveau, jusqu'à ce qu'il tombe à la moitié de la hauteur maximum, indique la résistance à la fatigue.

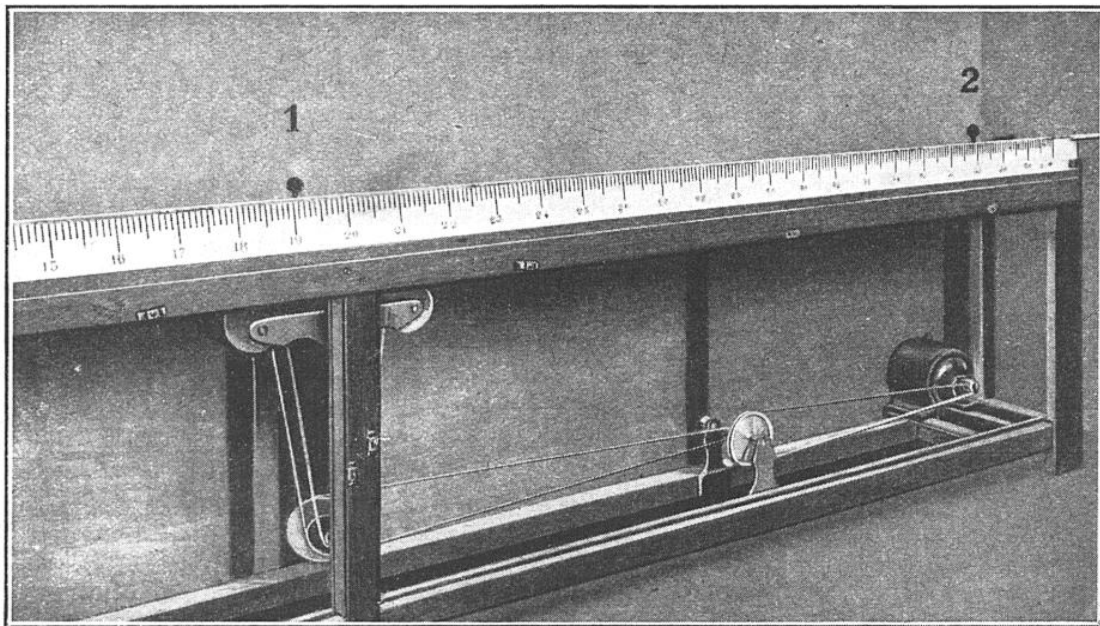


FIG. 2. — APPAREIL POUR L'ÉPREUVE DE L'APPRÉCIATION DES DISTANCES ET DES VITESSES
 Les disques 1 et 2 étant mis en route, à partir des deux extrémités de la règle, et avec des vitesses différentes, le candidat doit juger le plus rapidement possible à quelle graduation de la règle les disques se rejoindront.

Sur l'ordre des examinateurs, ou d'après les indications fournies par divers signaux acoustiques ou visuels, le sujet doit exécuter les différentes manœuvres qui composent la tâche pour laquelle il offre ses services. La durée et la qualité d'exécution de ces manœuvres sont enregistrées par des appareils spéciaux, ce qui permet aux examinateurs de juger de la valeur du sujet.

Ce système d'épreuve, dit *système synthétique*, qui, de prime abord, paraît extrêmement séduisant, présente pourtant de réels inconvénients : 1^o le sujet, malgré tous les artifices imaginés, artifices presque toujours extrêmement ingénieux, ne se trouve pas véritablement placé dans les conditions exactes du travail qu'il est appelé à fournir ; 2^o l'essai dit synthétique montre plutôt le degré de préparation du candidat ; ses aptitudes réelles peuvent être masquées par un apprentissage préalable ; 3^o un grand nombre de renseignements échappent à l'examineur, comme la résistance du sujet à la fatigue, son tempérament et, en particulier, son degré d'émotivité, ses aptitudes de concentration de la volonté, etc., etc., car, au cours de l'épreuve complète, ses points faibles peuvent être en partie compensés par d'autres aptitudes mieux développées que celles qu'il s'agit de vérifier.

Pour remédier à ces lacunes du système synthétique, M. Lahy a proposé un autre système dit *analytique*. Le sujet n'est soumis à l'épreuve complète qu'à titre de contre-essai, c'est-à-dire d'ultime vérification des résultats déduits d'une série d'épreuves partielles se rapportant chacune à l'examen d'une seule aptitude.

Nous allons passer en revue, l'une après l'autre, ces différentes épreuves.

I. Épreuve de la résistance à la fatigue

Un tube de verre vertical (fig. 1) porte à son extrémité inférieure une poire en caoutchouc remplie de mercure. Un petit support est disposé sous la poire. Le sujet pose sa main sur le support et presse de toutes ses forces sur la poire, faisant ainsi monter le niveau de mercure dans le tube. Un contre-poids muni d'un index enregistre sur un cylindre tournant l'effort fourni par le candidat. Au fur et à mesure que le sujet se fatigue, la colonne de mercure descend. L'essai est arrêté quand l'effort exercé ne vaut plus que la moitié de sa valeur initiale. La hauteur maximum donne la caractéristique de la force de l'individu et la surface limitée par la courbe enregistrée fournit des indications précieuses sur la résistance à la fatigue, c'est-à-dire l'endurance du sujet.

II. Épreuve de la suggestibilité motrice

Deux petites poulies de 0 m. 10 de diamètre, munies de manivelles, sont réunies l'une à l'autre par une courroie pouvant subir un léger glissement. L'opérateur, faisant tourner une de ces poulies, tend à entraîner l'autre, dont la manivelle est dans la main du sujet ; celui-ci a les yeux bandés. Il doit suivre, avec sa poulie, le mouvement de celle que l'opérateur actionne, et cela en se basant uniquement sur l'impulsion donnée. Il doit arrêter sa poulie quand la première poulie s'arrête, et la remettre en marche dès que celle-ci commence à tourner.

Comme la poulie de l'opérateur est montée sur une roue libre analogue à celle des bicyclettes, le sujet ne peut sentir les ralentissements ou les arrêts que s'il est doué d'une sensibilité suffisante, sinon, il « automatise » le mouvement, tout comme s'il était atteint de suggestibilité motrice.

Les mouvements de chaque poulie sont enregistrés sur une bande de papier noir. Les fautes commises par les candidats pendant l'essai, qui est d'une cer-

taine durée, permettent de classer ces derniers selon leur degré de suggestibilité.

III. Épreuve de l'appréciation des distances et des vitesses

Le sujet est placé devant une règle horizontale graduée, de 4 mètres de longueur (fig. 2).

Deux disques, l'un rouge, l'autre vert, sont placés aux deux extrémités de la règle ; à un moment donné, ils se déplacent l'un vers l'autre avec des vitesses différentes. Le sujet doit indiquer le plus vite possible la division au-dessus de laquelle les disques se rencontreront.

Cet essai est répété une trentaine de fois et chaque fois avec un rapport différent de vitesses. L'erreur moyenne commise dans l'appréciation du lieu de rencontre des deux disques permet de classer les sujets d'après leur degré d'appréciation des distances et des vitesses et la rapidité avec laquelle ils répondent.

IV. Essai d'attention diffusée

Le sujet est assis sur un siège en tout point semblable au siège du conducteur d'autobus ordinaire. Ses pieds



FIG. 3. — ÉPREUVE D'ATTENTION DIFFUSÉE ET MESURE DE L'« ÉMOTIVITÉ » DU CANDIDAT

Assis devant une table, chaque pied sur une pédale, ayant dans la main droite un petit appareil lui permettant d'établir un contact électrique, le candidat a, devant lui, un écran entouré de lampes de diverses couleurs. Un timbre de bois et un timbre métallique complètent le dispositif. A chaque signal, provenant de la combinaison des lampes et des timbres, correspond une manœuvre (voir tableau, page 216). Toutes les « réponses » sont enregistrées. En outre, deux doigts de la main gauche sont plongés dans deux éprouvettes contenant de l'eau salée et intercalées dans un circuit électrique, comprenant un galvanomètre. Le fort clakson situé sous la table donne au candidat des commotions psychiques qui se traduisent par des déviations du galvanomètre. En A, on voit l'ouverture à travers laquelle on projette un film sur l'écran pour distraire l'attention du candidat.

reposent sur deux pédales (fig. 3). Dans la main droite, il tient un appareil comportant un contact électrique. Devant le siège, et à une certaine distance, est placé un écran entouré de plusieurs lampes, rouges, vertes et blanches. Deux sonneries, une métallique et l'autre comportant une cloche de bois, sont fixées à proximité. Suivant la couleur des lampes qui s'allument, le sujet doit faire telle ou telle manœuvre en se servant des pédales et indiquer, en même temps, par le contact électrique qu'il tient en main, qu'il a saisi la signification du signal. Un appareil

matique, visible dans la figure 6. L'ordre de ces signaux n'étant pas connu de l'opérateur, celui-ci ne peut en rien influencer sur la marche de l'épreuve.

Pour compliquer celle-ci, on s'efforce encore, pendant toute sa durée, de distraire l'attention du sujet par la projection sur l'écran entouré des lampes d'un film cinématographique où des scènes comiques alternent avec des scènes dramatiques. On comprendra que, dans ces conditions, il faut au candidat un certain effort de volonté pour ne pas se laisser distraire par le film.

SIGNAUX	MANŒUVRES
LAMPE ROUGE.....	<i>Appuyer sur la pédale gauche.</i>
LAMPE ROUGE.....	<i>Appuyer sur la pédale gauche et établir le contact à la main.</i>
TIMBRE MÉTALLIQUE.....	
LAMPE ROUGE.....	<i>Appuyer sur la pédale gauche sans établir le contact.</i>
TIMBRE BOIS.....	
LAMPE VERTE.....	<i>Lâcher la pédale droite.</i>
LAMPE VERTE.....	<i>Lâcher la pédale droite ; établir le contact.</i>
SONNERIE MÉTALLIQUE...	
LAMPE VERTE.....	<i>Lâcher la pédale droite, pas de contact.</i>
SONNERIE BOIS.....	
LAMPE BLANCHE.....	<i>Appuyer sur la pédale gauche ; lâcher la pédale droite.</i>
LAMPE BLANCHE.....	<i>Appuyer sur la pédale gauche, lâcher la pédale droite ; établir le contact.</i>
TIMBRE MÉTALLIQUE.....	
LAMPE BLANCHE.....	<i>Appuyer sur la pédale gauche ; lâcher la pédale droite sans établir de contact.</i>
TIMBRE BOIS.....	
SONNERIE MÉTALLIQUE...	<i>Établir le contact.</i>
SONNERIE BOIS.....	<i>Pas de manœuvre correspondante.</i>

TABLEAU DE CORRESPONDANCE DES SIGNAUX ET DES MANŒUVRES DU CANDIDAT

enregistre à la fois le moment où le signal a été donné, le moment où il y fut répondu et le caractère de la réponse (fig. 5).

On jugera de la complexité des signaux et des manœuvres correspondantes, ainsi que de l'attention que doit montrer le candidat en jetant un coup d'œil sur le tableau ci-dessus.

Voici comment on procède à cette épreuve particulièrement importante. La chambre est plongée dans l'obscurité, et l'opérateur fait jouer les divers signaux devant le candidat en appuyant sur les boutons correspondants de son pupitre (fig. 4). Après un apprentissage préalable plus ou moins long et variant avec le sujet de trois à dix-sept minutes, on passe à l'épreuve proprement dite.

Pendant cette épreuve, qui dure dix minutes, les divers signaux sont actionnés non par l'opérateur, mais par un appareil auto-

En même temps, pour contrôler l'émotivité du sujet, on actionne à l'improviste un clakson de grande puissance.

Le degré d'émotivité se décèle immédiatement par un retard plus ou moins grand, ou même par des fautes dans les manœuvres correspondant aux signaux qui suivent immédiatement le coup de clakson, mais on le mesure, en outre, par un dispositif fort original. Les deux doigts de la main gauche du candidat sont introduits dans deux éprouvettes remplies d'eau salée. Ces éprouvettes sont branchées sur un circuit électrique comprenant une batterie de piles et un galvanomètre très sensible, à miroir, projetant un spot lumineux sur une échelle graduée. Les deux doigts étant plongés dans l'eau salée, le courant passe dans le galvanomètre et fait dévier le spot lumineux d'un

certain nombre de divisions. Cette déviation du spot est, évidemment, fonction de la résistivité électrique des doigts et du corps du sujet.

De récentes recherches scientifiques ont démontré que la résistivité, ou, ce qui revient au même, la conductibilité du corps humain varie quand l'individu est soumis à une forte commotion psychique. Dans le cas particulier qui nous occupe, chaque fois que le klaxon retentit, le sujet est « émo-

L'enregistreur marque le temps qui s'écoule entre l'origine du bruit et le moment du contact donné par le sujet.

La variation moyenne de ce temps, calculée sur trente essais, donne l'indication relative à la stabilité psychomotrice du sujet.

De toutes ces épreuves, seules celles de la suggestibilité motrice, de la stabilité psychomotrice et de l'attention diffusée, servent à la classification des sujets sur une liste d'aptitude dont les meilleurs occupent la tête.

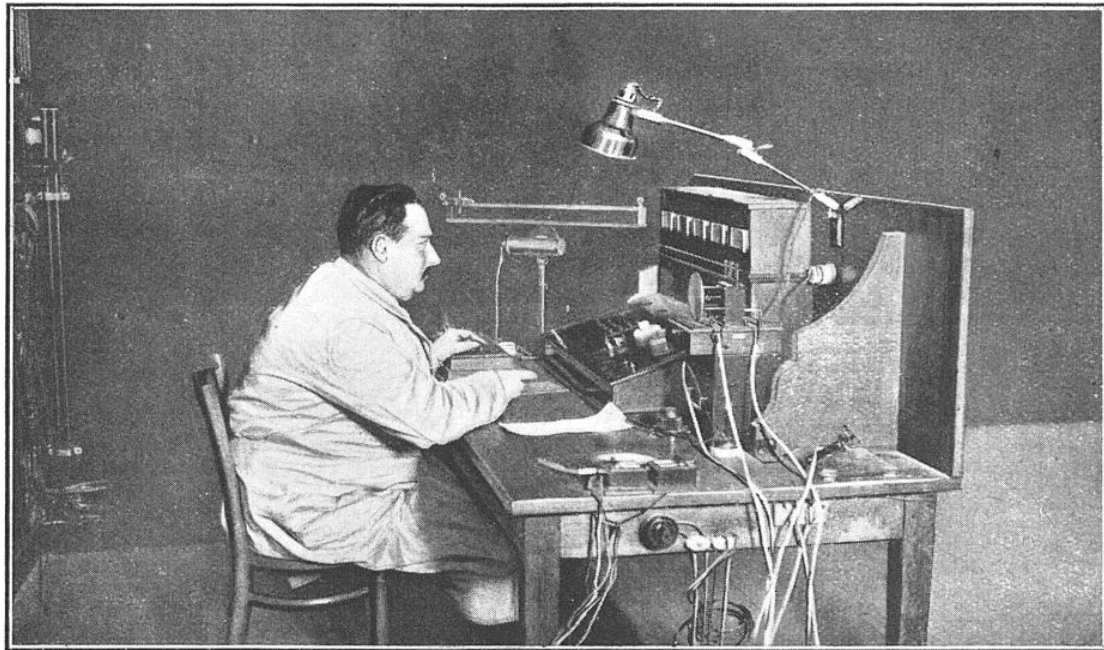


FIG. 4. — TABLE DE COMMANDE DES DIVERS SIGNAUX AUXQUELS LE CANDIDAT DOIT RÉPONDRE PAR DES MANŒUVRES DÉTERMINÉES

Lorsque le candidat est familiarisé avec ces signaux qui sont, pour cela, transmis à la main, un appareil lance automatiquement ces signaux, dans un ordre quelconque et impossible à prévoir.

tionné » et le courant, circulant dans le circuit : piles — éprouvettes — corps du candidat — galvanomètre, varie et fait dévier le spot lumineux le long de la réglette graduée. La déviation du spot permet donc la mesure très exacte de « l'émotivité » du sujet.

V. Épreuve de la stabilité psychomotrice

L'opérateur tenant dans la main une tige métallique, qu'un conducteur électrique relie à l'enregistreur, peut provoquer un bruit sec en frappant cette tige sur une plaque métallique également reliée à l'enregistreur.

Chaque fois que le sujet entend ce bruit, il doit appuyer sur un contact électrique qu'il tient dans la main.

Les personnes reconnues aptes au service sont envoyées à l'école de la S. T. C. R. P.

Avant d'être titularisés, les candidats wattmen subissent encore l'essai dit *synthétique*.

Une plate-forme, qui est la reproduction exacte de la plate-forme des voitures motrices, est placée devant un écran de cinématographie. L'appareil de projection, placé de l'autre côté de l'écran, permet de projeter un film pris d'un tram en marche. Au début de l'essai, le film est immobile, et c'est une simple image photographique que le wattman aperçoit devant le tram qu'il est appelé à *conduire*. (Voir la couverture du présent numéro.)

En manœuvrant le *controller* du tramway, le candidat déclenche le déroulement du

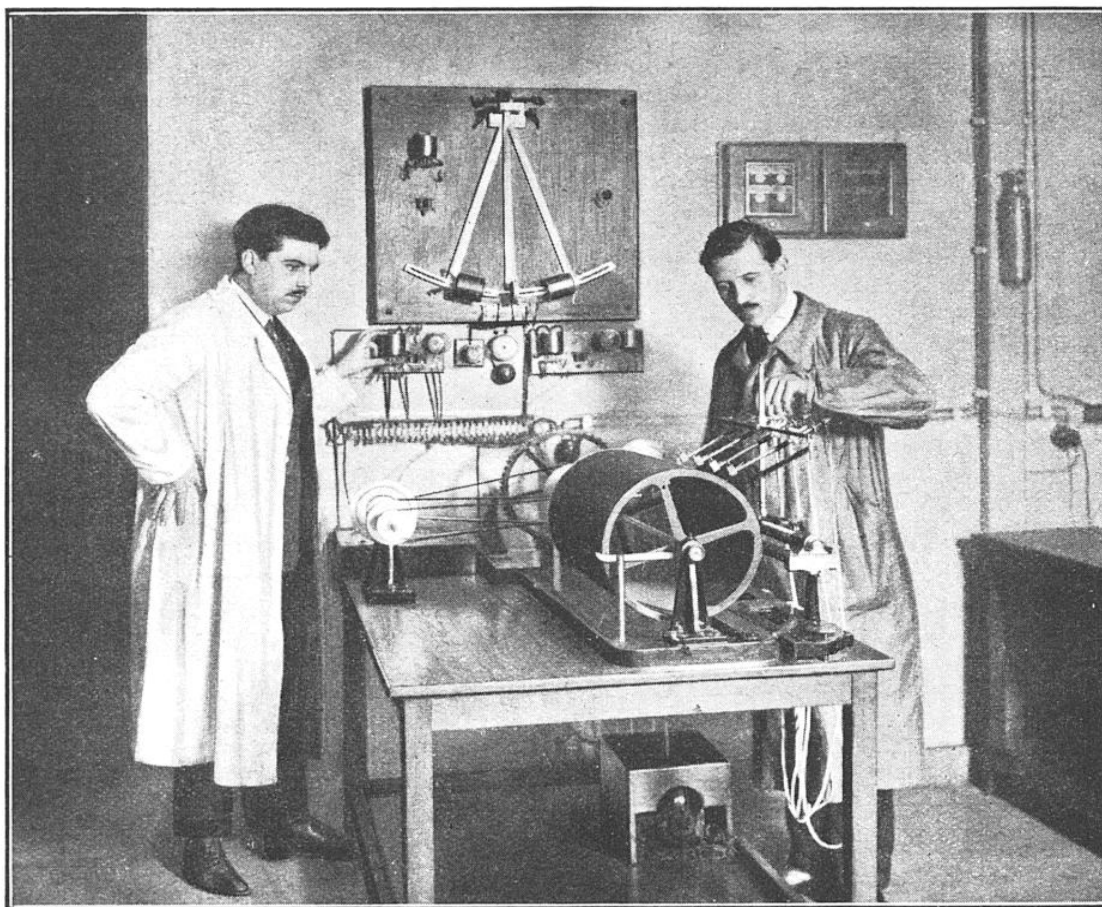


FIG. 5. — ÉPREUVE D'ATTENTION DIFFUSÉE

La roue du second plan porte sur sa périphérie des contacts qui, automatiquement, envoient le courant vers les divers signaux. Le tambour du premier plan permet d'enregistrer les diverses manœuvres que le sujet exécute comme « réponse » aux signaux.

film, dont la vitesse demeure rigoureusement proportionnelle aux diverses positions du contrôleur. Le wattman peut, à volonté, accélérer ou ralentir le « mouvement apparent » de la voiture ou même l'arrêter, au moyen des freins. Le ralentissement du mouvement de cette dernière est rigoureusement analogue à celui de la voiture réelle sous l'action de ses freins propres. Tout est pris en considération; même l'inertie des voitures dont un lourd disque accouplé à l'appareil cinématographique tient compte.

Le wattman met en marche la voiture, le film se déroule avec tous les incidents de la rue : les lourds camions, les taxis se croisent devant lui, les passants traversent la voie. Le conducteur actionne les freins, le contrôler, sonne, s'arrête, repart; toutes ses manœuvres sont enregistrées par l'impla-

cable cylindre tournant, semblable à celui représenté par la figure 5. A côté des manœuvres enregistrées, un style marque, par des signes conventionnels, les moments correspondants à tel ou tel incident ou obstacle rencontré par le tram au cours de son « voyage ».

Bien que le laboratoire que nous venons de décrire ne fonctionne que depuis quelques mois, les résultats obtenus et les services rendus par cette organisation à la S.T.C.R.P. sont déjà appréciables. Ils se seraient même traduits par une économie annuelle de 130.000 francs pour le seul service de l'apprentissage. Ils seront encore plus importants pour les économies d'énergie électrique, pour les dépenses occasionnées par les accidents et pour les frais d'entretien de matériel.

NICOLAS DORVAIN.

UN NOUVEL APPAREIL PANTOGRAPHIQUE FACILITE LA REPRODUCTION D'UNE ŒUVRE D'ART A UNE ÉCHELLE FIXÉE

Par Pierre Van ONGEVAL

LES sculpteurs ont coutume d'établir la maquette de leurs œuvres en terre glaise ou en plastiline. Lorsque l'œuvre est suffisamment poussée, le moulage sur plâtre intervient. C'est une opération qui, en général, est faite par des ouvriers mouleurs professionnels suffisamment habiles. L'artiste se contente de donner le dernier *coup de fion* sur le plâtre encore humide (qui est à la fois assez tendre et suffisam-

ment résistant pour permettre le *signolage*).

La maquette une fois établie, il faut réaliser l'œuvre dans la matière choisie. Si c'est du marbre ou de la pierre, c'est-à-dire une matière dure, il est nécessaire, avant de la sculpter, de prendre d'abord des points de repère exacts sur la maquette et de les reporter, à l'échelle adoptée, sur le bloc à travailler.

Là encore, le sculpteur intervient rarement. Il confie ce travail, dénommé justement *de mise au point*, à un ouvrier habile, connu sous le nom de *praticien*.

Jusqu'à présent, les praticiens se servaient de compas et autres instruments primitifs, qui rendaient l'opération longue et laborieuse. Il n'en sera plus de même désormais, grâce à l'appareil pantographique très ingénieux imaginé, récemment, par M. Marnix d'Havelooze.

L'idée directrice de cette invention est, en effet, de substituer à la méthode actuelle,

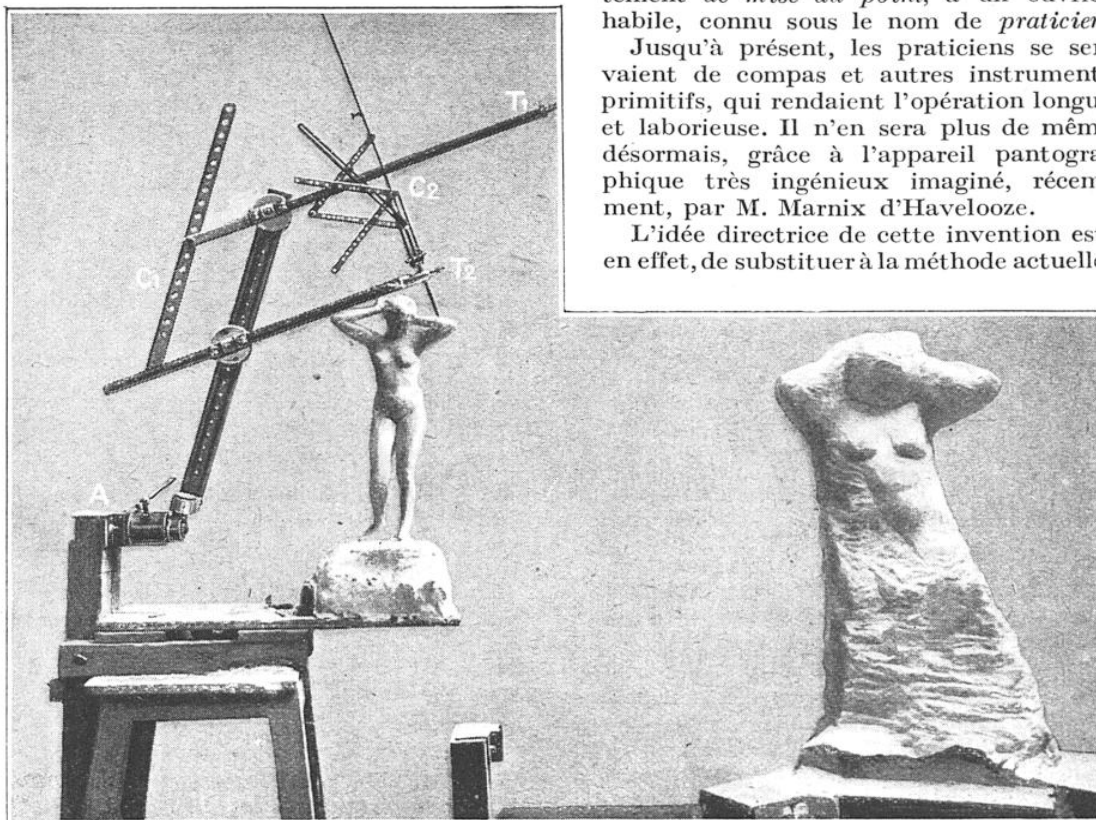


FIG. 1. — COMMENT ON REPÈRE UN POINT SUR LE MODÈLE

L'appareil, constitué par un double pantographe $C_1 C_2$ est engagé dans le coulisseau A du support. On manœuvre l'ensemble des deux pantographes $C_1 C_2$ de façon à amener une sonde à toucher le point cherché du modèle. Suivant que l'on désire exécuter une réduction ou un agrandissement, le pantographe C_2 est placé au bout de la tige T_1 ou à l'extrémité de la tige T_2 .

qui remonte à la plus haute antiquité, une installation spéciale permettant de prendre rapidement et avec précision des points de repère, dans tous les plans, sur l'œuvre initiale, et de les reporter, à une échelle quelconque, avec précision, sur un bloc ou sur une succession de blocs à dégrossir.

Nous avons déjà mis nos lecteurs au courant de la façon dont on procède pour la mise au point à la même grandeur (voir *La Science et la Vie*, n° 47, novembre 1919). L'appareil actuel procède aussi rapidement, aussi sûrement, mais à une échelle différente.

L'appareil se compose essentiellement de deux postes, l'un pour la maquette, l'autre pour la matière à dégrossir.

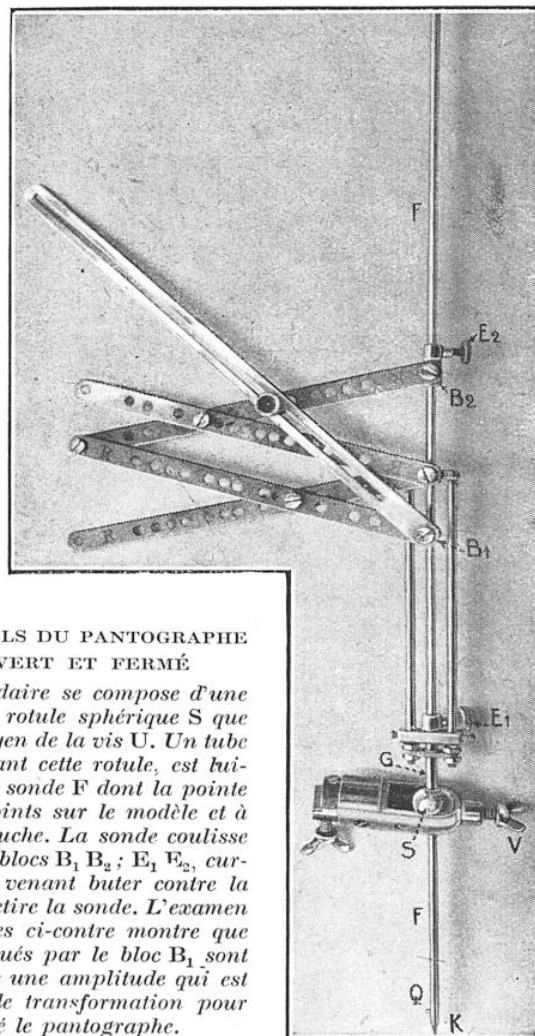
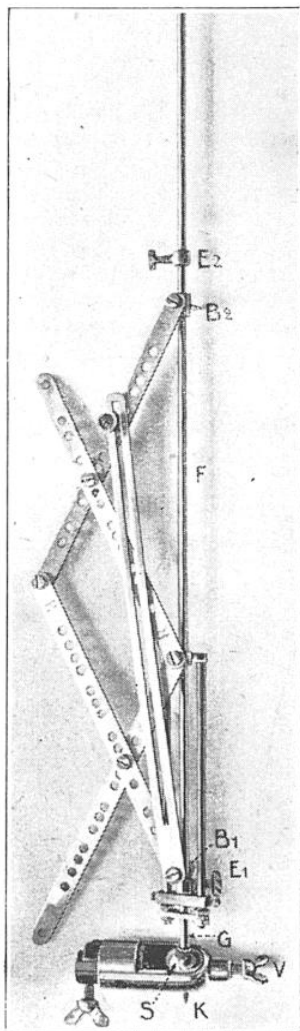


FIG. 2 ET 3. — DÉTAILS DU PANTOGRAPHE DE SONDE, OUVERT ET FERMÉ

Le pantographe secondaire se compose d'une fourche enserrant une rotule sphérique S que l'on peut serrer au moyen de la vis U. Un tube de guidage G, traversant cette rotule, est lui-même traversé par une sonde F dont la pointe K sert à repérer les points sur le modèle et à les rapporter sur l'ébauche. La sonde coulisse librement à travers les blocs B₁ B₂; E₁ E₂, curseurs à vis; Q, ergot venant buter contre la sphère S lorsque l'on retire la sonde. L'examen des deux photographies ci-contre montre que les déplacements effectués par le bloc B₁ sont reproduits par B₂ avec une amplitude qui est fonction du rapport de transformation pour lequel on a réglé le pantographe.

sir et à mettre au point. On peut aussi, bien entendu, prévoir une succession de postes identiques pour les ébauches.

Lorsque la grandeur de la pièce à exécuter dépasse les dimensions que l'appareil peut embrasser dans des limites extrêmes, le travail peut facilement se faire par zones successives, le poste vis-à-vis de la matière à dégrossir étant facilement mis en place de façon à ce que le raccord des zones soit exact.

Chacun des postes comporte un socle et

tance convenable et proportionnelle à l'échelle à laquelle on désire reproduire le modèle.

Sur ce coulisseau vient s'adapter un ensemble déformable de bras articulés, monté sur rotule et constituant un premier pantographe C₁ (fig. 1), qui reçoit lui-même alternativement, à ses deux extrémités T₁ et T₂, un second pantographe C₂, beaucoup plus petit, appelé *pantographe de sonde*.

Ce pantographe secondaire (fig. 3) se compose d'une fourche, qui embrasse une

rotule sphérique S , pouvant être serrée par l'action d'une vis V . A travers cette rotule est montée, à glissement dans un guidage tubulaire G , une sonde F , au moyen de laquelle on va chercher le point du modèle pour le reporter sur la matière à reproduire.

Cette sonde forme la base commune des triangles du pantographe secondaire

on a réglé le pantographe. A une petite distance en arrière de la pointe K de la sonde est fixé un ergot Q venant buter contre la sphère S , si l'on retire la sonde. En réalité, pour que l'opération d'agrandissement ou de réduction soit tout à fait exacte, cet ergot devrait buter exactement au centre de la sphère S , condition pratiquement irréalisable. De plus, la partie de la sonde se trouvant en avant de l'ergot doit être agrandie ou réduite également. Pour obtenir ce résultat, on a eu recours à un subterfuge. La sonde étant retirée à fond et le pantographe complètement ouvert, (fig. 3, à gauche) le curseur à vis E_2 est placé définitivement à la distance voulue du bloc B_2 pour que, lorsque l'on avance la sonde, au moment où E_2 vient buter contre B_2 , la distance de la pointe K au centre de la sphère se trouve agrandie de la quan-

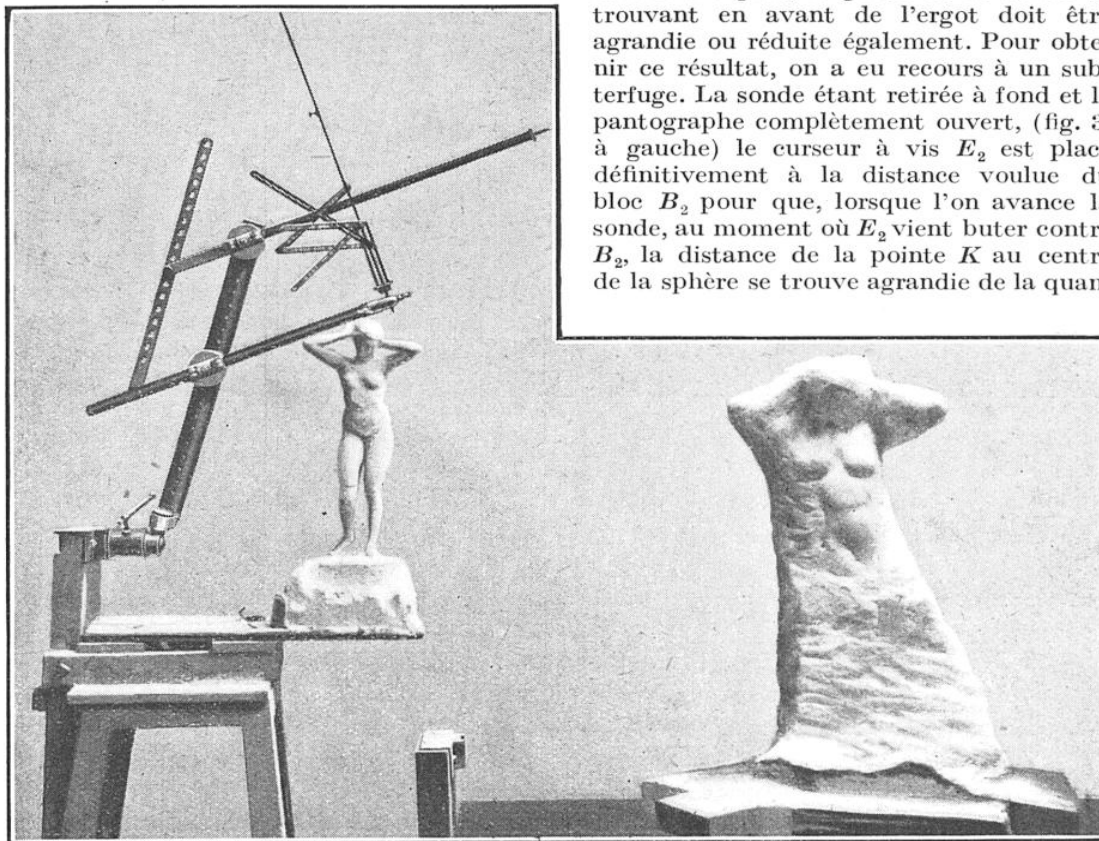


FIG. 4. — DEUXIÈME OPÉRATION DU REPÉRAGE D'UN POINT DU MODÈLE

Après avoir amené la pointe de la sonde à toucher le point du modèle que l'on désire rapporter sur l'ébauche, on bloque le pantographe dans la position obtenue, après avoir remonté la sonde à fond ainsi que le montre cette photographie. Ce blocage est réalisé en remontant le curseur E_1 (fig. 3) contre B_1 et en le serrant dans cette position.

spécial. Elle est montée à coulissement dans les blocs $B_1 B_2$ de ce pantographe. Deux curseurs à vis de serrage $E_1 E_2$ sont prévus : nous en verrons le rôle plus loin.

D'après la disposition de la figure 3, en vertu de la théorie bien connue du pantographe, on se rend compte immédiatement que les déplacements effectués par l'extrémité B_1 sont reproduits par l'extrémité B_2 , en sens inverse et avec une amplitude qui est fonction du rapport de transformation (agrandissement ou réduction) pour lequel

tité voulue. A ce moment seulement le pantographe agit automatiquement.

La reproduction d'un point s'opérera donc de la manière suivante : si l'on désire obtenir une réduction, le pantographe secondaire sera placé en T_1 . Le modèle étant placé sur le socle (fig. 1), on amène la pointe K de la sonde à toucher le point à reproduire. Ce faisant, grâce au curseur E_2 qui entraîne B_2 avec la sonde, on oblige le pantographe à se fermer. Le bloc B_1 , qui coulisse librement sur la sonde, prend alors une certaine posi-

tion par rapport à la pointe de cette dernière. Cette position, il est nécessaire de la repérer, ce que l'on obtient en immobilisant le pantographe au degré d'ouverture qu'il a pris. Pour cela, après avoir retiré la sonde à fond, on remonte le curseur E_1 contre B_1 et on le bloque (fig. 4). On enlève alors l'ensemble des pantographes $C_1 C_2$ et on le reporte

arrêtée contre le modèle au moyen du curseur E_1 contre G . En retirant la sonde à fond, E_1 venant buter contre B_1 oblige le pantographe à se fermer. On l'immobilisera à l'endroit où il se trouve et l'on rendra la liberté à E_1 . On transportera l'appareil face à l'ébauche et le pantographe secondaire en T_1 . La reproduction du point à l'échelle

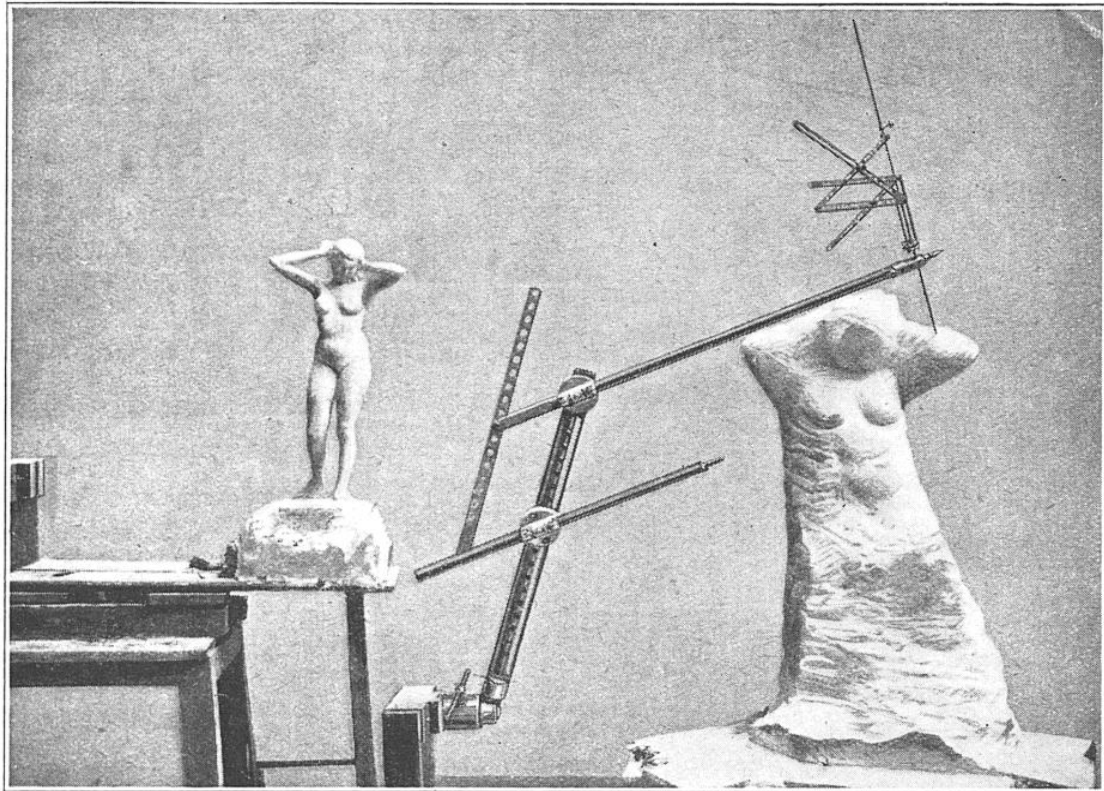


FIG. 5. — REPORT DU POINT DU MODÈLE DE L'ÉBAUCHE

Le pantographe de sonde étant bloqué (fig. 4), on transporte l'ensemble de l'appareil sur le coulisseau du socle de l'ébauche en ayant soin de placer le petit pantographe sur la tige supérieure du pantographe primaire (on ferait le contraire s'il s'agissait d'une réduction). On pousse alors la sonde jusqu'à ce que le curseur E_1 (fig. 3) vienne buter contre G , la sonde servant au besoin de foret. On obtient alors automatiquement la reproduction, à l'échelle, du point cherché.

sur le coulisseau du socle de l'ébauche après avoir mis le pantographe secondaire en T_2 . En poussant la sonde jusqu'à ce que E_1 bute contre le tube G , on aura obtenu la reproduction du point à l'échelle réduite.

S'il s'agit d'une reproduction à l'échelle agrandie, les opérations se font en sens inverse. L'appareil étant placé face au modèle, le pantographe secondaire sera placé en T_2 . On amènera la pointe K de la sonde à toucher le point à reproduire sans s'occuper d'abord du pantographe, on repère la profondeur à laquelle la sonde s'est

agrandie sera donnée lorsque, en poussant la sonde vers l'ébauche, le curseur E_2 sera venu buter contre le bloc B_2 . En répétant l'opération pour autant de points qu'il le désire, le praticien sera certain d'obtenir, à l'échelle voulue, la reproduction du modèle. L'appareil dont nous avons décrit le principe permet une variété d'échelles très grande allant des sept huitièmes au sixième. Le réglage en est facile, car il suffit de faire coïncider les trous correspondants ménagés dans les règles du pantographe pour obtenir l'échelle désirée. P. VAN ONGEVAL.

UNE CONCEPTION NEUVE EN AVIATION : L' « AUTOGIRO », APPAREIL VOLANT A VOILURE TOURNANTE

Par Alfred RENARD

INGÉNIEUR ATTACHÉ AU LABORATOIRE AÉROTECHNIQUE DE BELGIQUE

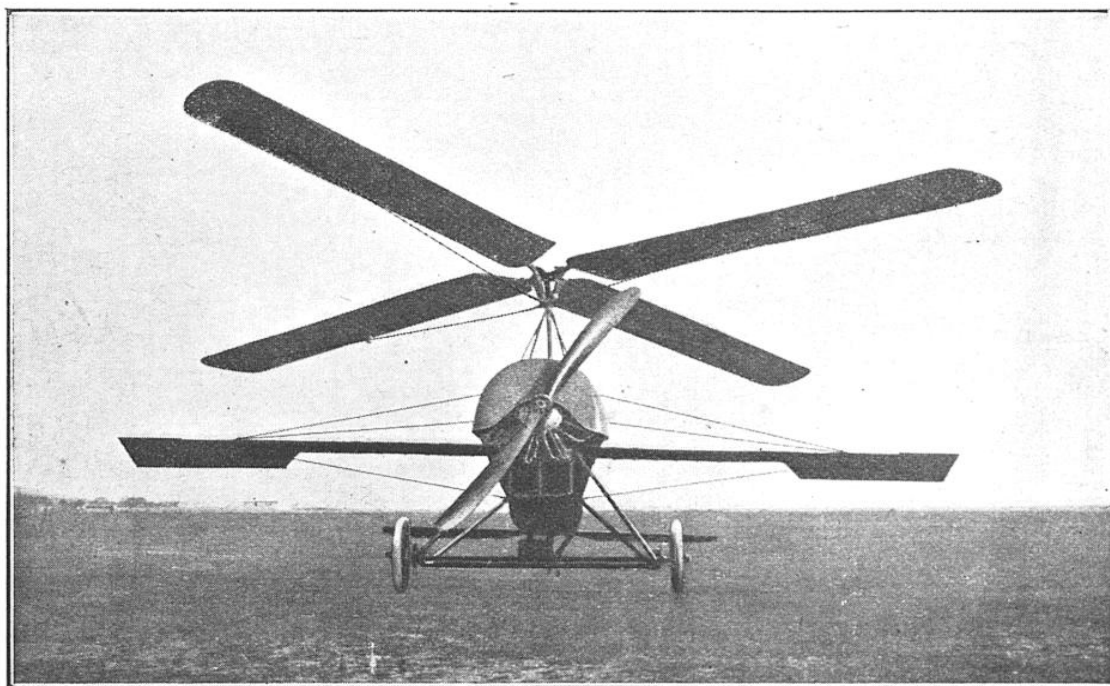
Il y a quelque temps, la presse mondiale s'est faite l'écho des résultats remarquables obtenus par un ingénieur espagnol, M. Juan de la Cierva, avec un appareil volant de son invention qui fut à tort, d'ailleurs, présenté par la plupart des journaux comme un nouveau type d'hélicoptère. Cet appareil, dans ses derniers essais, a, en effet, réussi un vol d'une douzaine de kilomètres à une altitude comprise entre 100 et 200 mètres. Notre constant souci de documentation exacte et précise nous a incités à nous renseigner directement non seulement auprès de l'inventeur, mais encore auprès des ingénieurs amis que nous comptons en Espagne, avant de publier quoi que ce soit sur l'appareil en question. Nous avons réuni ainsi un ensemble de notes que notre collaborateur spécialiste, M. A. Renard, a mises au point et présente ci-dessous à nos lecteurs.

LE nouvel appareil de l'ingénieur espagnol M. Juan de la Cierva, a été baptisé *Autogiro*. Ce n'est pas un hélicoptère ; ce n'est pas cependant non plus un avion semblable à tous ceux que l'on voit d'habitude.

Il ressemble fort au premier, quant à

l'aspect extérieur, car il possède un organe qui rappelle l'hélice ; en réalité, par son principe de fonctionnement, il est parent très proche des appareils du type aéroplane.

Pour réaliser son invention, M. de la Cierva a pris simplement un avion ordinaire



CETTE MACHINE VOLANTE, L' « AUTOGIRO » DE M. DE LA CIERVA, N'EST PAS UN HÉLIÉROPTÈRE. Son hélice supérieure, qui est une voilure, n'est pas, en effet, entraînée par un moteur. Son mouvement résulte de l'action du vent engendré par le déplacement de l'appareil qui, comme un avion ordinaire, est mû par une hélice tractrice que l'on voit à l'avant.

dont il a remplacé les ailes par une voilure spéciale. Nous retrouvons donc tous les éléments connus : *fuselage*, ou corps de l'avion, portant à l'avant un moteur actionnant une hélice tractive ; à l'arrière l'*empennage*, composé du gouvernail vertical de direction et du gouvernail horizontal de montée ; le fuselage est supporté par le *train d'atterrissage* muni des deux roues habituelles.

Dans l'aéroplane normal, les *ailerons*, organes de commande permettant au pilote d'incliner son appareil à droite ou à gauche pendant le vol, sont toujours fixés aux extrémités des ailes. Ce sont, comme leur nom l'indique, de petites ailes constituées par des panneaux allongés, s'articulant autour d'un axe perpendiculaire au plan de symétrie de l'avion.

Supprimant les ailes, mais voulant conserver les ailerons, M. de la Cierva relie ces derniers au fuselage, par l'intermédiaire d'une longue poutre s'encastrent à la base de

celui-ci (la figure 1 montre clairement cette disposition, qui rappelle l'aile inférieure d'un biplan). Il ne faudrait pas, cependant, s'imaginer que c'est là un organe sustentateur ; à ce point de vue, en effet, les ailerons et la poutre ont une valeur négligeable. L'inventeur vient, d'ailleurs, de montrer que les qualités de son engin sont telles que plus n'est besoin d'ailerons ni de commande pour opérer des mouvements latéraux, la stabilité transversale étant

absolument automatique ; aussi parle-t-il de supprimer les ailerons, sur ses prochains « Auto-giros ».

Pour permettre de s'élever dans les airs, il ne manque plus qu'une chose à l'ensemble ci-dessus décrit : c'est l'organe sustentateur !

Cet organe c'est l'*auto-gire*.

On appelle ainsi, d'une façon générale, des dispositifs se mettant à tourner lorsqu'ils sont placés dans un courant d'air, exception faite des hélices. Le plus simple

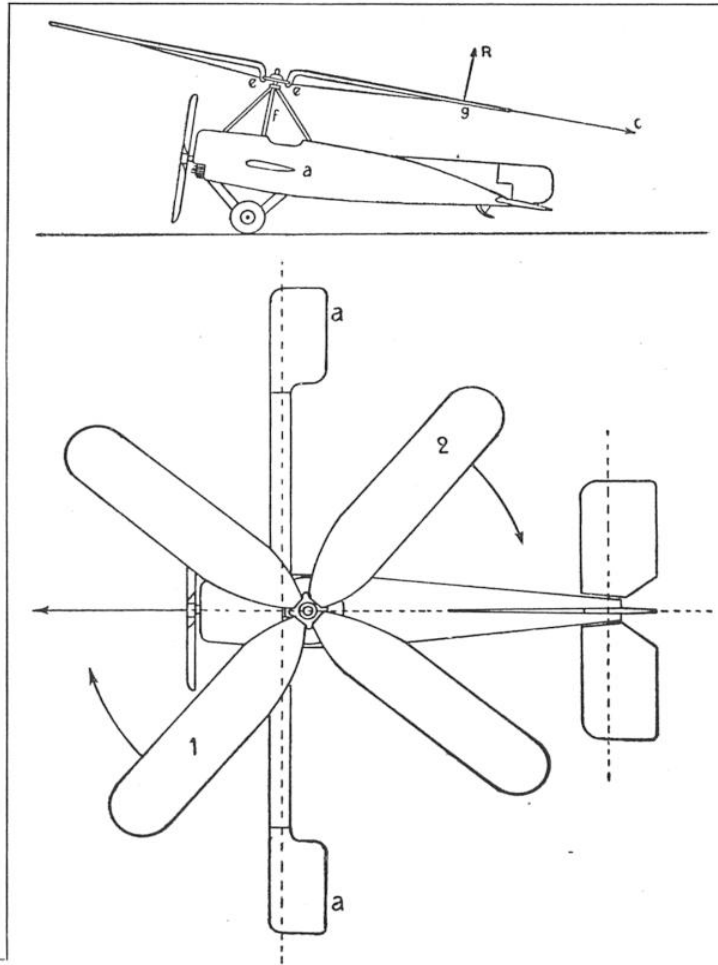
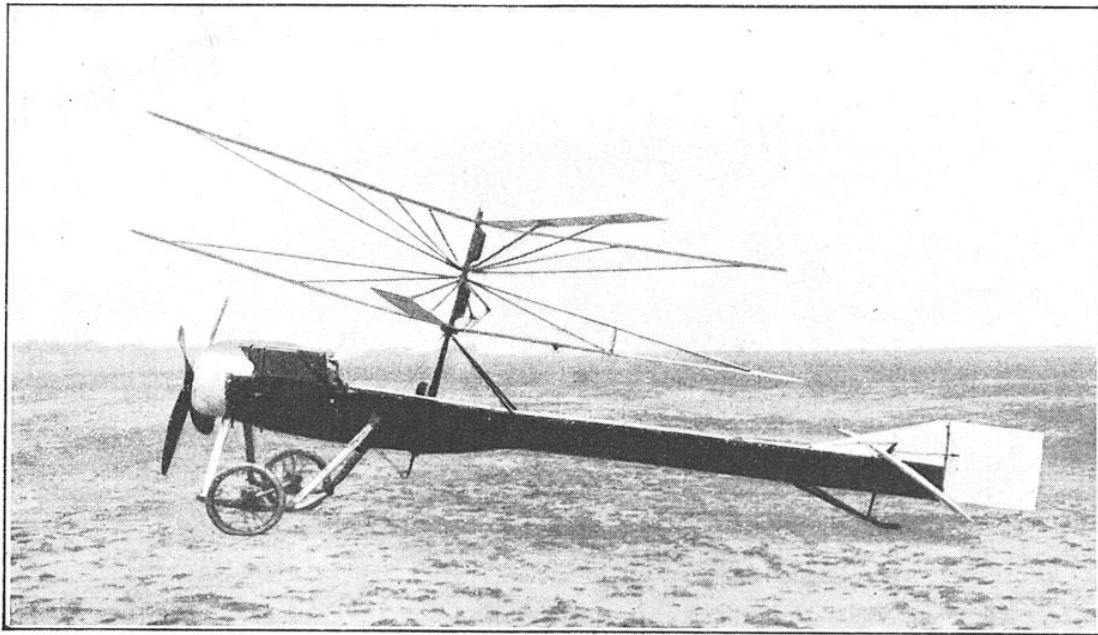


FIG. 1. — EXPLICATION DU VOL ET DE LA STABILITÉ DE L'« AUTO-GIRO »

L'appareil roulant vers la gauche, l'aile 1, qui tourne contre le vent relatif dû à la vitesse, subit une réaction supérieure à celle que subit l'aile 2. Pour éviter le déséquilibre qui en résulte, les ailes sont articulées en c, de sorte qu'elles peuvent se mouvoir librement dans un plan passant par l'axe f. La force centrifuge c, appliquée en g, se combine avec la force de sustentation R. L'équilibre sera réalisé quand la résultante de ces deux forces passera par l'articulation c. La résultante générale est une force dirigée sensiblement suivant l'axe f, mais un peu en arrière, et toujours vers le haut. Il en résulte donc une force portante. D'autre part, le point d'application de cette force étant bien au-dessus du centre de gravité de l'appareil, la stabilité est assurée automatiquement. a, ailerons de commande de direction.



LE PREMIER APPAREIL DE L'INGÉNIEUR DE LA CIERVA COMPORTAIT DEUX HÉLICES AFIN DE COMPENSER LA DISSYMMÉTRIE SIGNALÉE DANS LA LÉGENDE DE LA FIGURE 1

que l'on utilise est formé de quatre demi-sphères portées par deux bras en croix (fig. 2). C'est l'élément essentiel de certain anémomètre. Lorsque le vent souffle sur cet appareil, la sphère tournant sa concavité vers le vent, subit une poussée plus grande que la demi-sphère opposée qui lui présente sa convexité, de là l'entraînement sous l'action du courant d'air.

Il est possible de réaliser un autogire avec n'importe quel corps, pourvu qu'il offre une prise au vent différente suivant la face frappée par celui-ci.

Prenons, par exemple, au lieu de demi-sphère, un corps allongé pisciforme (fig. 3) ; la résistance à l'air sera plus grande pour la position 1 que pour la position 2, car l'expérience montre qu'un semblable corps offre moins de prise au vent si la pointe du corps est dirigée vers l'arrière par rapport au vent, que si elle est dirigée vers l'avant. Si nous en disposons quatre aux extrémités de deux bras en croix, nous aurons encore un autogire. Si les corps fuselés ont une grande dimension transversale, tout se passe de la même façon (fig. 4). Cette dernière réalisation est celle utilisée dans l'« Autogiro ».

Jusque dans ces derniers temps, la seule propriété connue des autogires était l'entraînement autour de leur axe sous l'effet du vent. Sur l'initiative de M. de la Cierva, le

Laboratoire aéro-dynamique de Cuatro Vientos (Madrid), sous la direction du commandant Herrera, entreprit l'étude complète de ces dispositifs. Elle mit en lumière d'autres propriétés, extrêmement curieuses, des autogires construits suivant la conception de l'ingénieur espagnol.

Voici en quoi consistèrent les essais : un modèle réduit de 1 m. 10 de diamètre, dont les quatre ailes avaient chacune 50 centimètres de longueur et 8 centimètres de largeur, était placé dans un courant d'air artificiel d'environ 20 mètres par seconde.

L'autogire était fixé sur un axe par l'intermédiaire d'un roulement à billes ; l'axe étant perpendiculaire au vent, l'ensemble se mettait à tourner sitôt que le courant d'air se produisait. Comme n'importe quel objet disposé dans le vent, l'autogire tendait à être emporté et l'on constatait deux phénomènes : la rotation de l'appareil, sa résistance à l'avancement. Mais, si l'on venait à incliner son axe de rotation, par rapport au vent, vers l'arrière, par exemple, en le déplaçant de 1 en 2 (fig. 5), l'autogire avait une tendance à monter ; il apparaissait donc une force dirigée vers le haut, la *force portante*, tout comme dans le cas d'une aile d'avion placée dans un courant d'air.

Ce qui distingue surtout l'autogire d'une aile, c'est que, pour une vitesse de vent et

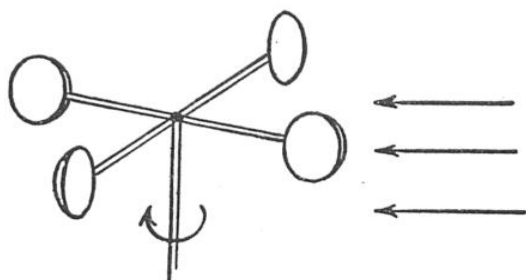


FIG. 2. — PRINCIPE D'UN AUTOGIRO.

Quatre demi-sphères fixées à quatre bras se mettent à tourner dans le sens de la flèche sous l'action du vent. C'est le principe de certains anémomètres, appareils permettant de mesurer la vitesse du vent.

pour des surfaces d'aile données, la force portante de l'autogiro peut être beaucoup plus grande que la force portante de l'aile.

Les résultats tirés des expériences faites indiqueraient, en effet, que l'autogiro aurait une force portante maximum quinze fois plus grande que celle de la meilleure aile.

D'autre part, il existe pour l'autogiro, des angles de fonctionnement correspondant à une grande force portante pour de très

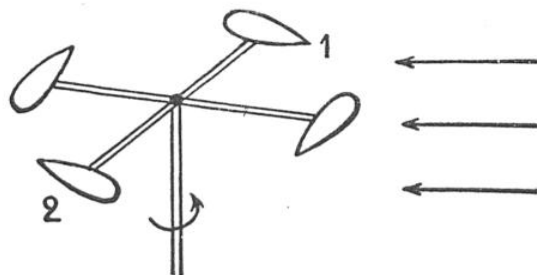


FIG. 3. — AUTRE FORME D'AUTOGIRO

La résistance offerte au vent par les corps pisciformes étant plus grande pour la position 1 que pour la position 2, il en résulte un déséquilibre et une rotation de l'ensemble dans le sens de la flèche.

faibles résistances à l'avancement, ce qui contribue encore à le rendre plus avantageux que l'aile ordinaire de l'avion.

Le fonctionnement de l'autogiro ne ressemble en rien au fonctionnement de l'hélice, car cette dernière doit être mise en mouvement par un moteur, tandis que le premier tourne sous l'effet du courant d'air le frappant, soit latéralement, soit obliquement.

L'avantage essentiel de l'« Autogiro » sur l'aéroplane serait sa grande force portante.

On conçoit bien que, dans ces conditions, la vitesse de translation minima, que l'appareil peut avoir par rapport à l'air pour se soutenir, sera beaucoup plus petite que pour l'avion. Il suffit, pour cela, de se rappeler que

la force portante, d'une aile ou d'un autogiro, diminue, lorsque la vitesse du courant venant frapper l'appareil diminue.

Un « Autogiro », dont la vitesse maxima

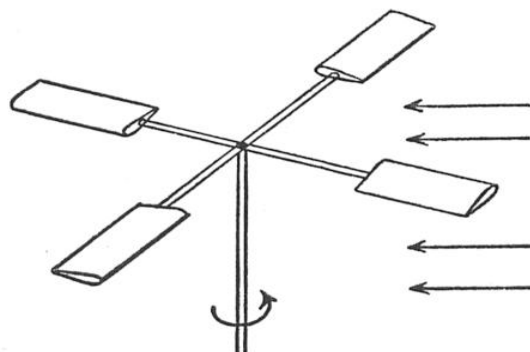


FIG. 4. — AUTOGIRO A AILES

Les ailes ayant une section dissymétrique et analogue à celle des corps pisciformes, sous l'action du vent, l'ensemble se met à tourner dans le sens de la flèche.

serait de 150 kilomètres à l'heure, pourrait avoir une vitesse minima de 18 kilomètres à l'heure environ, alors que l'avion, bien conditionné, ne pourrait pas descendre en dessous de 60.

Pour l'envol, l'avion envisagé devrait donc rouler sur le sol jusqu'à ce qu'il atteigne la vitesse de 60 kilomètres à l'heure, ce qui

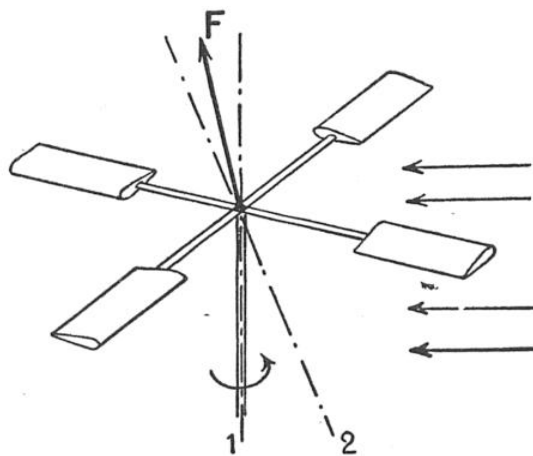
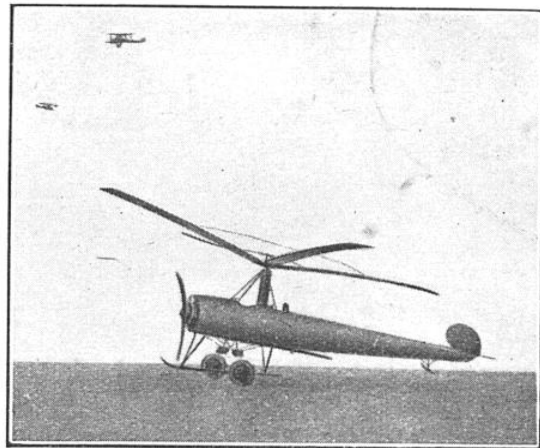


FIG. 5. — PRINCIPE DE L'« AUTOGIRO »

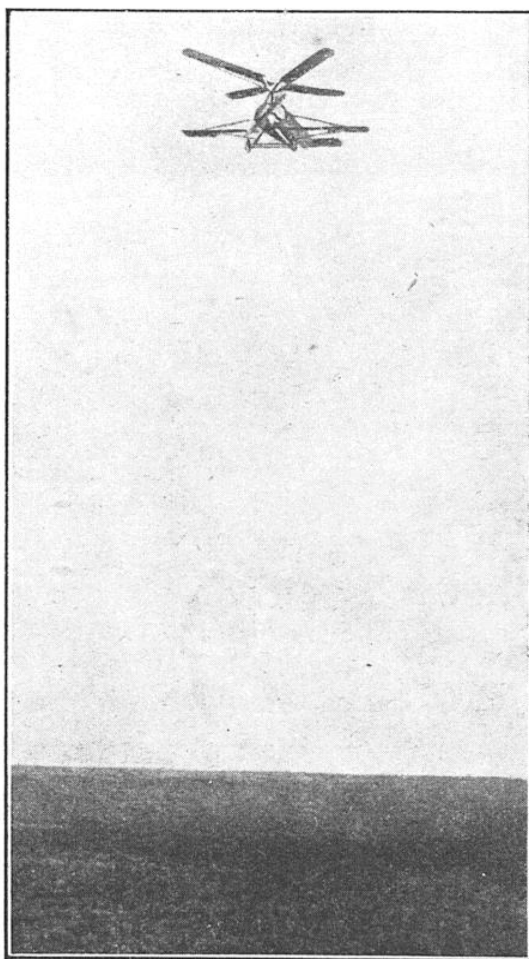
Son axe étant vertical (position 1), l'appareil tourne sous l'influence du vent. Si, par un moyen quelconque, on incline l'axe pour l'amener dans la position 2, on constate qu'une force F, dirigée vers le haut, prend naissance. Donc l'autogiro dont l'axe est incliné par rapport au vent, possède une force portante. Les mesures de laboratoire ont montré que cette force portante est supérieure à celle qui serait développée par une aile d'aéroplane.

nécessite des aérodromes de 300 à 400 mètres de longueur. Pour l'atterrissage, il faudrait au moins 200 mètres de parcours libre. Pour l'autogiro, la vitesse de départ ne devant être que d'une vingtaine de kilomètres à l'heure, il suffirait qu'il puisse rouler quelques dizaines de mètres au plus.

Les vitesses considérées en aviation sont toujours prises par rapport à l'air ; il s'ensuit que les vitesses par rapport au sol des avions, pour le décollage, sont diminuées de la vitesse du vent à ce moment si, bien entendu, le pilote, ce qui est élémentaire, part ou atterrit debout au vent. Pour une brise de 18 kilomètres à l'heure, chose assez courante, l'autogiro pourrait partir et atter-



L' « AUTOGIRO » DÉCOLLE SOUS UNE FAIBLE VITESSE



L' « AUTOGIRO » EN PLEIN VOL PENDANT LES ESSAIS AU COURS DESQUELS IL RÉUSSIT À EFFECTUER UN VOL D'UNE DOUZAINÉ DE KILOMÈTRES À UNE ALTITUDE COMPRISE ENTRE 100 ET 200 MÈTRES

rir sur place, verticalement ; l'avion ordinaire, dans ces conditions, aurait encore à prendre une vitesse minimum de 42 kilomètres à l'heure par rapport au sol.

L' « Autogiro » de la Cierva paraît donc bien résoudre et d'une façon extrêmement simple, le problème dont la solution semblait devoir être donnée par l'hélicoptère. Mais il se distinguerait encore de l'hélicoptère par d'autres propriétés.

Les appareils à hélices sustentatrices essayés jusqu'ici, sont, en général, difficiles à manier et fort peu stables. L' « Autogiro » aurait, au contraire, une stabilité automatique, c'est-à-dire que l'appareil revient à sa position normale de vol si une cause extérieure quelconque tend à l'en écarter, et cela sans la moindre intervention du pilote. La conduite de l'appareil serait, par ce fait encore, plus simple que la conduite de l'avion ordinaire.

D'après le pilote qui a essayé l' « Autogiro » de M. de la Cierva, M. Gomez Spencer, outre une stabilité parfaite, l'appareil est très peu sensible aux remous et rafales ; cela s'expliquerait par la présence de la voilure touronnante, qui, étant donnée sa vitesse de rotation, son diamètre et son poids, constitue un gyroscope efficace. Les hélices sustentatrices des hélicoptères ne peuvent pas jouer le même rôle, car elles sont toujours couplées par deux et tournent en sens inverse ; l'effet gyroscopique de l'une annule donc l'effet de l'autre.

La conception de M. de la Cierva est-elle appelée à supplanter celle de l'avion actuel ? Cela est bien possible, car on ne voit, jusqu'à présent du moins, rien à lui objecter en théorie ; mais, comme le seul critérium est la pratique, ne nous avançons pas trop sur le terrain des prophéties... A. RENARD.



FIG. 1. — VUE PARTIELLE D'UNE SALLE OU TRAVAILLENT LES OPÉRATRICES DES MACHINES À CALCULER, AUX « GALERIES LA FAYETTE »

POURQUOI CALCULER A LA PLUME QUAND VOUS AVEZ DES MACHINES QUI FONT TOUTES LES OPÉRATIONS ?

Par Lucien FOURNIER

LEQUEL d'entre nous n'a admiré les caissiers des grands magasins de nouveautés? Du matin au soir, ils se livrent au noble sport du calcul avec une maîtrise qui révèle un entraînement de longue haleine. Le vendeur dicte : 3 m. 75 à 10 fr. 35 et ils écrivent aussitôt 38 fr. 81, passent à un autre article, à plusieurs autres encore, additionnent tous les produits et annoncent le total avant que l'acheteur ait eu le temps de sortir les coupures de son portefeuille. Les erreurs sont, il est vrai, beaucoup plus fréquentes qu'on se l'imagine.

Si, de la caisse, nous passons à la pièce où opèrent les comptables, nous assisterons aux mêmes prouesses, exécutées par des employés que des années de pratique ont façonnés en véritables machines à calculer, cerveaux dont la matière grise s'est, pour ainsi dire,

métallisée, transformée en un extraordinaire mécanisme à rouages et à leviers.

Nous sommes arrivés à une époque où cette catégorie de spécialistes doit disparaître. A quoi bon, en effet, martyriser des esprits bien doués jusqu'au point de les réduire à l'état de machines, quand des machines elles-mêmes, véritables cerveaux d'acier, peuvent faire plus vite, mieux et sans fatigue, le même travail? Il n'est pas de calculateur qui ne commette des erreurs ; la machine ne se trompe que si le cerveau qui la commande a lui-même une défaillance ; mais elle la répare très vite aussi, elle contrôle ses calculs, souvent elle s'oppose à l'erreur toujours elle est merveilleusement fidèle.

Son règne commence à s'imposer : il n'est plus de grande administration qui ne possède son « atelier » de comptabilité, comme il n'est

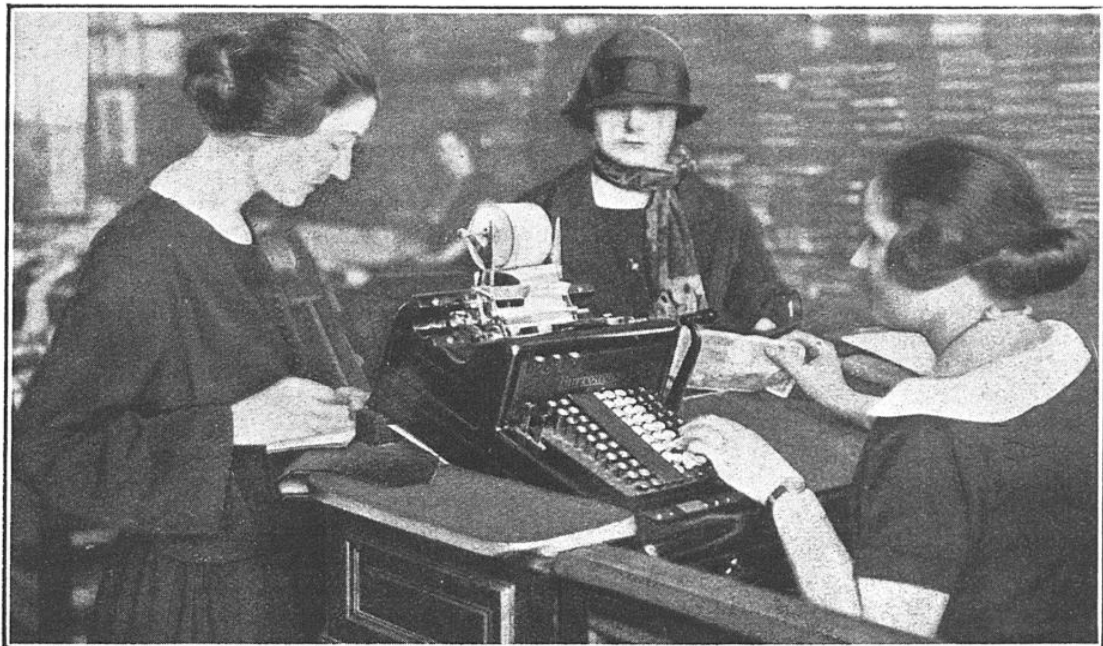


FIG. 2. — LA MACHINE A CALCULER EST UTILISÉE PAR TOUTES LES VENDEUSES, POUR LEURS FICHES DE DÉBIT, CHEZ UN GROS NÉGOCIANT DE LA RUE DU 4-SEPTEMBRE

plus personne, aujourd'hui, pour envoyer une lettre commerciale manuscrite, sans jeter bénévolement le discrédit sur son entreprise. Actuellement, on juge de la valeur d'un établissement sur son outillage mécanique.

Ce qu'a fait la machine à écrire, la machine à calculer est en train de le réaliser. Mais, ici, la résistance est plus énergique, car la lutte est engagée contre le dernier rempart de l'antique organisation administrative : celui des chiffres. Résistance bien inutile d'ailleurs, puisque les plus solides redoutes sont emportées. Il n'est plus, à l'heure actuelle, de grande administration commerciale ou financière qui

et diviser. Cela, elles le font et avec une rapidité que l'on exigerait vainement d'un cerveau humain, fût-il celui d'Inaudi, et, à plus forte raison, d'un comptable ordinaire.

Un autre argument, qui réside dans l'idée qu'il faut un spécialiste-mécanicien pour faire fonctionner une machine à calculer, ne résiste pas davantage à l'examen. La mécanique de ces appareils n'est pas,

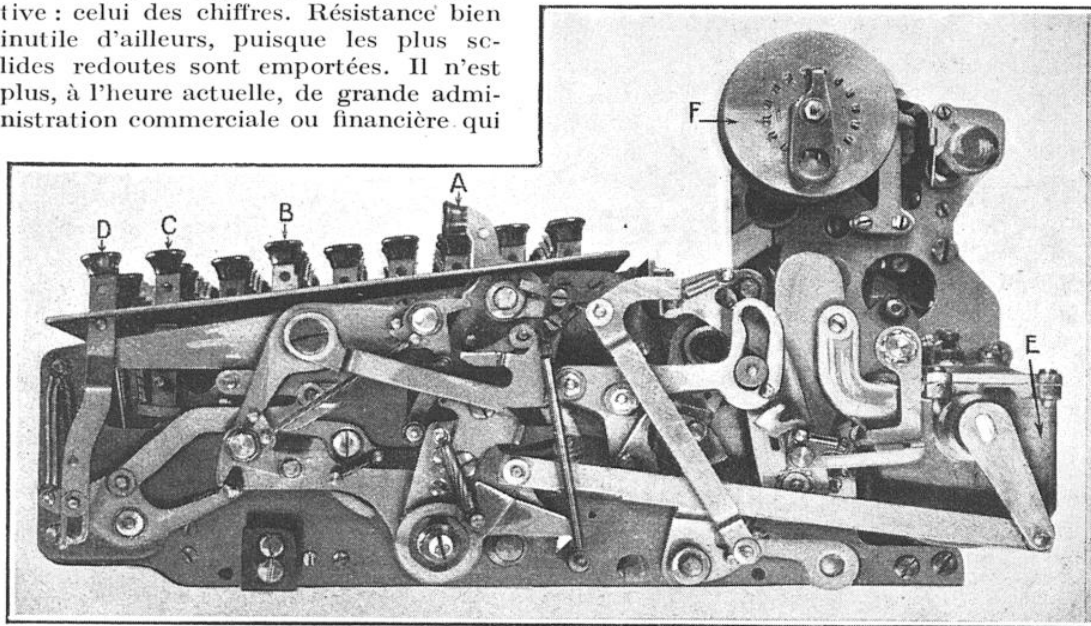


FIG. 3. — MÉCANISME INTÉRIEUR DE LA MACHINE « BARRETT »

A, touche total ; B, touche répétition ; C, touche de sous-total et de relevage des clés ; D, touche de non addition ; E, corps du frein à huile qui assure la douceur du fonctionnement du mécanisme en régularisant la course des différents organes ; F, bobine droite d'enroulement du ruban encreur.

utilise uniquement les services dévoués mais trop lents du comptable traditionnel.

* * *

Détruisons d'abord une idée extrêmement fausse, ancrée dans quelques esprits, que les machines à calculer qui font des « racines carrées et des racines cubiques » ne conviennent pas à la petite comptabilité.

Les constructeurs ou les représentants qui spéculent sur la racine carrée et la racine cubique commettent une grosse erreur commerciale. Aucune machine ne fait la racine cubique, et si on demande à l'une d'elles d'extraire une racine carrée, on remarquera que, le plus souvent, l'opération est moins rapide qu'à la main. Laissons donc de côté ces calculs spéciaux et ne voyons dans les machines à calculer, quelles qu'elles soient, que des outils à additionner, soustraire, multiplier

comme on pourrait le croire, une mécanique d'horlogerie ; c'est plutôt une mécanique d'ingéniosité. L'ensemble est compliqué, sans doute, mais cette complication est plus apparente que réelle, car ce sont presque toujours les mêmes organes : rouages, cames, leviers, qui interviennent, répétés à plusieurs éditions. Tous sont très robustes, et il faut bien se mettre dans l'esprit que ce n'est pas un grain de sable qui empêchera la machine de marcher. Et puis, si un accident grave se produit, aucune maison n'hésite à détacher immédiatement un mécanicien et même à remplacer provisoirement une machine par une autre pendant que s'effectuent les réparations.

En réalité, on hésite parce que l'habileté manuelle des opératrices déconcerte. C'est là, d'ailleurs, le meilleur argument qu'on puisse invoquer en faveur des machines

à calculer. Les doigts se posent sur les touches ou abaissent des leviers avec une telle rapidité que les yeux ne peuvent suivre leur gymnastique, et l'opération est terminée avant que le profane ait fini de lire, dans les fenêtres, le multiplicande ! La vélocité vient tout naturellement avec la pratique, et il n'est pas plus difficile d'effectuer l'une quelconque des quatre opérations que de copier une ligne à la machine à écrire.

Comment s'effectue une addition, par

même temps qu'ils sont frappés, en fait le total et même le reporte dans une colonne voisine. Mettez Inaudi en face d'une petite machiniste qui aura huit jours de pratique, et le célèbre calculateur ne « figurera pas », car la machine livre le total dès que le dernier nombre est posé, tandis que c'est seulement à partir de ce moment qu'Inaudi et tous les comptables commencent à additionner. C'est tout bonnement merveilleux. Cependant, il s'agit de faire un choix.

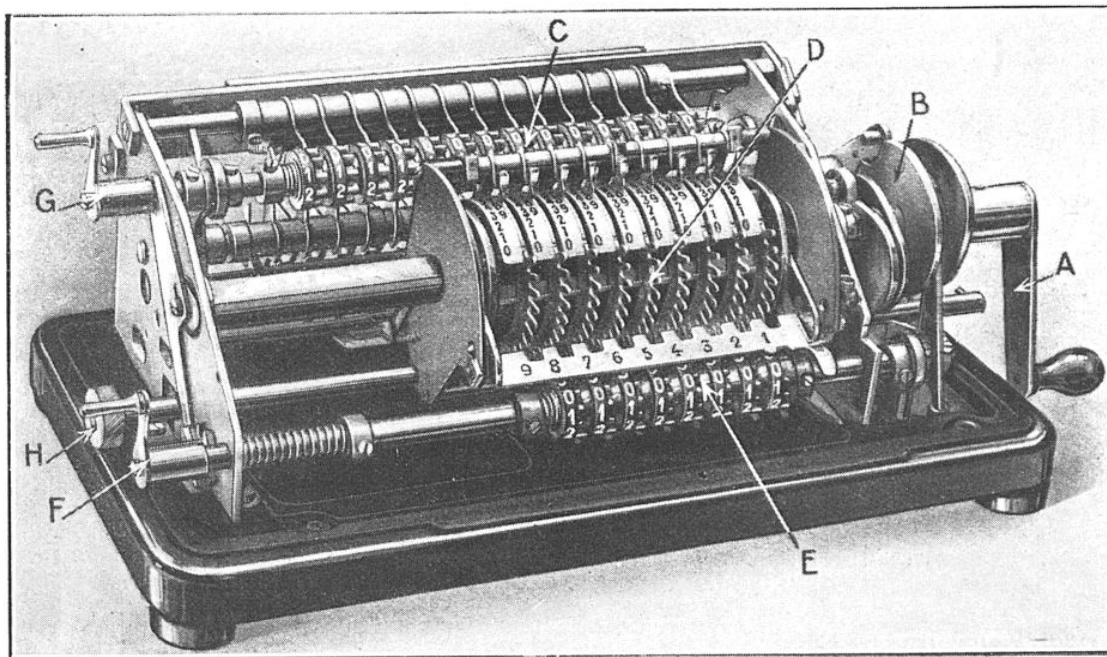


FIG. 4. — MÉCANISME INTÉRIEUR DE LA MACHINE « DEMO »

A, manivelle ; B, cames commandant les mouvements des divers organes de la machine ; C, totalisateur à 14 roues ; E, compteur à 8 roues ; F, manivelle de remise à zéro du compteur ; G, manivelle de remise à zéro du totalisateur ; D, chariot calculateur ; H, poussoir de manœuvre du chariot calculateur.

exemple ? On inscrit le premier nombre en appuyant sur des touches numérotées ou en abaissant des leviers en face de chacun des chiffres qui constituent le nombre. Puis, par l'intermédiaire d'une autre touche ou d'un autre levier, automatiquement si la machine comporte un moteur électrique, ce nombre « rentre » dans la machine, dans le totalisateur. Le nombre suivant, posé de la même manière, s'ajoute au premier ; le troisième vient à son tour grossir le total, de sorte que tous les nombres sont à peine posés que l'opération est complètement achevée, avec ses décimales s'il y a lieu.

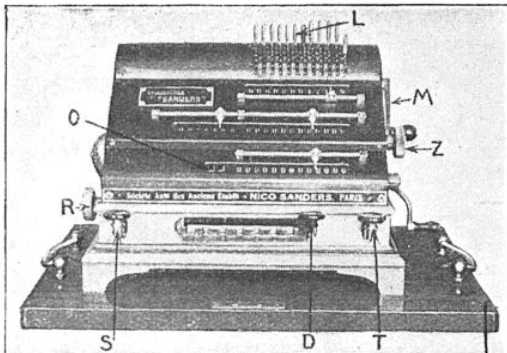
Bien mieux ! si on désire un contrôle écrit, rien n'empêche de choisir une machine imprimante, qui inscrit tous les nombres en

Si toutes les machines effectuent toutes les opérations, cela ne signifie pas que toutes soient de même rendement. On peut même dire que chacune d'elles est, en quelque sorte, spécialisée dans certaines opérations, bien qu'effectuant toutes les autres indistinctement, avec une égale facilité.

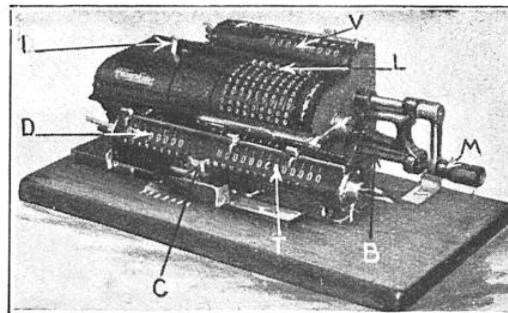
Expliquons-nous en quelques mots :

Certains commerçants n'ont besoin que de faire des additions, ou, plutôt, l'addition figure dans leur comptabilité comme étant l'opération la plus courante. Dans ce cas, la machine à additionner suffit, une bonne machine qui rende rapidement et sans erreur les totaux qu'on lui demande. Si, à

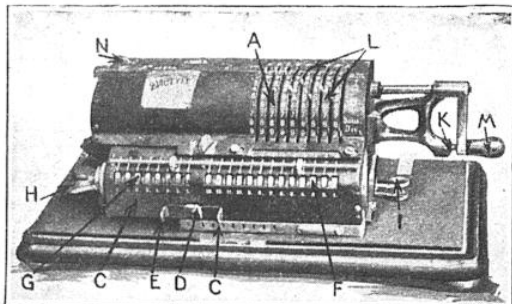
MACHINES A CALCULER A CURSEURS



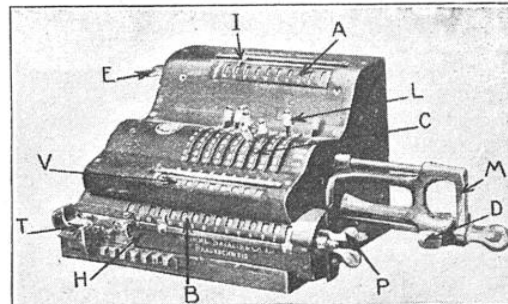
MACHINE « SANDERS ». — L, leviers de manœuvre ; M, manivelle de remise à zéro de la pose des valeurs ; Z, bouton de remise à zéro des résultats ; T, levier de totalisation ; D, levier de multiplication et de division ; S, levier de soustraction ; R, remise à zéro du totalisateur ; O, indicateur donnant le nombre des opérations passées au totalisateur.



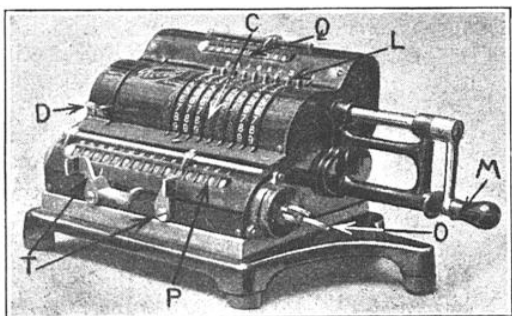
MACHINE « TRIOMPHATOR ». — I, levier commandant la division automatique ; V, pose et visibilité des nombres dans une rangée de fenêtres ; L, leviers d'inscription ; M, manivelle tournant dans les deux sens ; C, leviers de commande du déplacement automatique du chariot ; D, report automatique des dizaines au compteur ; T, totalisateur ; B, blocage automatique des leviers quand l'opération est complètement terminée.



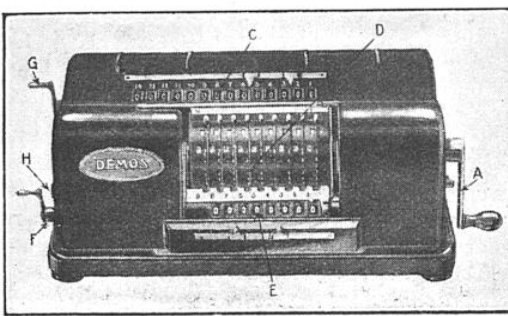
MACHINE « DACTYLE ». — L, leviers d'inscription ; A, cadrans d'inscription ; C, chariot mobile ; D, pédale à main du chariot ; E, poussoir du chariot ; F, totalisateur ; G, compteur ; H, remise à zéro du compteur ; I, remise à zéro du totalisateur ; M, manivelle ; K, taquet d'arrêt de la manivelle ; N, remise au zéro des leviers d'inscription dans l'addition.



MACHINE « BRUNSVIGA ». — A, compteur avec report des dizaines ; I, index des virgules ; L, leviers d'inscription ; C, cadrans d'inscription ; T, taquet d'avancement automatique du chariot ; H, chariot mobile ; B, totalisateur ; P, ailettes d'effacement du totalisateur ; E, ailettes d'effacement des compteurs ; M, manivelle ; D, taquet d'arrêt du mécanisme.



MACHINE « FACIT ». — L, leviers d'inscription ; C, cadran d'inscription ; M, manivelle ; Q, quotient ou multiplicande ; P, produit, total, différence ; D, levier effaçant le dividende ; T, leviers de transport du chariot, de droite à gauche ou de gauche à droite ; O, oreilles pour la remise à zéro.



MACHINE « DEMOS ». — A, manivelle ; C, lucarnes du totalisateur à 14 chiffres ; D, chariot calculeur ; E, lucarnes du compteur à 8 chiffres ; F, manivelle de remise à zéro du compteur ; G, manivelle de remise à zéro du totalisateur ; H, poussoir de manœuvre du chariot calculeur.

l'occasion, une multiplication est nécessaire, on peut la lui confier, ainsi qu'une division, mais il ne faudra pas exiger un rendement intensif dans ces opérations, pour lesquelles elle n'est pas spécialement construite.

Le premier devoir du commerçant est donc de déterminer les besoins de sa comptabilité avant de faire son choix. Il trouvera alors aisément le type de machine qui lui convient, sans se laisser influencer par des possibilités d'extraction de racines cubiques. Selon les exigences de son travail et aussi d'après ses moyens, il arrêtera son choix sur des machines dont le prix peut varier entre 2.000 et 25.000 fr. ; dans bien des cas, la moins coûteuse pourra lui être très utile.

L'opérateur peut effectuer toutes les opérations, y compris les règles de trois, sur une machine unique, même d'un prix modéré. L'étude du clavier et des différentes manœuvres n'est pas très longue et, l'habileté se développant de jour en jour, le rendement devient vite surprenant.

En ce qui concerne les puissantes machines à grand débit, dont le perfectionnement a été poussé jusqu'à la réalisation de l'automatisme absolue — la machine *Mercedès* fait automatiquement toutes les opérations et la *Madas* possède la division automatique — leur rendement tient du prodige : en quelques secondes, on obtient le produit d'une multiplication : 3.478.249 par 3.987,52, par exemple, ou le quotient d'une division même plus importante encore.

Nous pouvons donc conclure avec M. Maurice d'Ocagne, membre de l'Académie des Sciences, que « la machine à calculer devrait, dès maintenant, être aussi couramment utilisée que la machine à écrire ; si elle n'a

pas encore atteint à un emploi aussi général, ajoute l'illustre savant, cela tient, sans doute, à ce que le grand public n'est pas encore suffisamment au courant de ses extraordinaires ressources ».

Nous devons constater, avec une certaine fierté, que la machine à calculer est une invention d'origine exclusivement française. Nous rappellerons seulement, pour mémoire, les machines de Pascal, de Thomas de Colmar et de Léon Bollée, qui sont les prototypes de tous les appareils actuels. (Voir

La Science et la Vie, n° 34, septembre 1917, page 345). Malheureusement, l'industrie des machines à calculer s'est uniquement développée à l'étranger, si bien qu'actuellement deux seulement, la *Dactyle* et la *Sanders*, sont construites en France.

Toutes comportent un très grand nombre de pièces de mécanique, qui leur donnent, dès que l'on jette un coup d'œil sur leur anatomie, un aspect très rébarbatif. Cela

n'est pas sans nuire à leur diffusion, ainsi que nous l'avons remarqué déjà, nos commerçants, toujours quelque peu méfiants, redoutant l'intervention constante d'un mécanicien pour assurer leur marche normale. Nous avons fait justice de cette crainte.

Cependant, si l'on analyse une machine, on ne tarde pas à s'apercevoir que les multiples éléments qui la constituent remplissent des fonctions déterminées, qui se répètent à chaque opération, à chaque manœuvre.

Dans la plupart des machines, notamment dans celles du type *Odhner* ou *Dactyle*, il faut un tour de manivelle pour entrer dans le total chacun des nombres à additionner. Pour la multiplication, il faut également autant de tours de manivelle qu'il

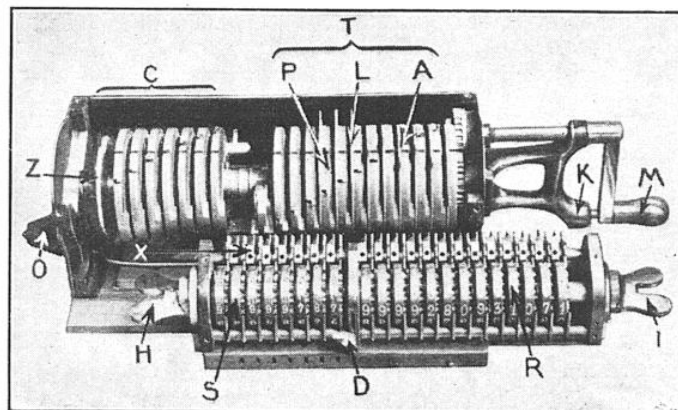


FIG. 5. — VUE DU MÉCANISME GÉNÉRAL DE LA MACHINE A CALCULER « DACTYLE »

L, levier d'inscription au tableau ; A, doigts de report des dizaines ; P, disque portant les ardoises qui se soulèvent sous la commande des leviers et actionnent les roues du totalisateur ; T, bloc-tambour de l'enregistreur ; C, bloc-tambour du compteur ; X, marteau tête de cheval de report automatique des dizaines ; R, rondelles numérotées de l'enregistreur ; S, rondelles numérotées du compteur ; H, oreilles de remise à zéro du compteur ; I, oreilles de remise à zéro du totalisateur ; M, manivelle ; K, taquet d'arrêt de la manivelle ; Z, disque de la remise automatique à zéro des leviers ; D, pédale à main destinée à dégager le chariot ; O, timbre.

y a d'unités dans chaque chiffre du multiplicateur, c'est-à-dire que la multiplication s'effectue comme l'addition. Si le multiplicateur est 645, par exemple, la multiplication exigera $6 + 4 + 5 = 15$ tours de manivelle. Quant aux divisions, elles se font par soustractions successives : on partage le dividende en tranches de chiffres pouvant contenir au moins une fois le diviseur et on soustrait de chacune de ces tranches et successivement, autant de fois qu'il est possible, le nombre diviseur.

Il n'en est pas de même dans certaines machines très perfectionnées, telles que la *Mercedes* automatique, la *Madas* à division automatique, qui représentent un progrès, vers lequel tendent, d'ailleurs, toutes les machines nouvelles. Il paraît évident, en effet, que le jour où il suffira de poser les nombres sur un clavier pour recevoir, quelques secondes après, le résultat de l'opération sans que l'opérateur soit tenu à une manœuvre quelconque, les machines à calculer rempliront alors — et seulement — le but que poursuivaient actuellement tous les inventeurs.

Les limites restreintes de cet article ne nous permettant d'analyser aujourd'hui toutes les machines, nous nous bornerons à exposer le procédé mécanique de la *Millionnaire* ainsi que le système imprimeur de la machine *Wales*, qui est d'ailleurs commun à la plupart des machines imprimantes.

Deux organes essentiels interviennent : la table de Pythagore, réalisée pour la première fois par Léon Bollée, et un groupe de crémaillères actionnées par cette table. Léon Bollée avait imaginé de fixer sur une plaquette métallique autant de points qu'il existe de chiffres dans une table de Pythagore, la longueur de chacune d'elles étant déterminée par le nombre d'unités contenues dans chacun des chiffres.

Ici, les pointes sont remplacées par neuf lames de bronze, de 3 millimètres d'épaisseur environ, taillées suivant des hauteurs déterminées par les produits de la table

de Pythagore, qu'elles matérialisent pour ainsi dire. Ces lames sont suffisamment espacées pour en recevoir neuf autres semblables, mais différemment taillées. Il y a donc deux lames voisines pour représenter un même chiffre. Nos lecteurs vont comprendre immédiatement par l'examen de notre dessin, figure 6, ci-contre, qui représente les deux lames du chiffre 7.

La première lame *A* prend la forme d'un escalier, dont les marches seraient assez régulières, et comportant, au maximum, six unités. La seconde est taillée plus irrégulièrement, et on ne voit pas bien, au premier abord, à quelle formule cette taille appartient. Afin de pouvoir nous en rendre

compte, effectuons donc la multiplication de 7 successivement par les neuf chiffres.

Commençons par le haut : $7 \times 1 = 7$. Ce produit 7 est représenté par les sept unités de la tête supérieure de *B*. Continuons : $7 \times 2 = 14$. Ce produit est représenté par l'unité (1) de la deuxième tige de

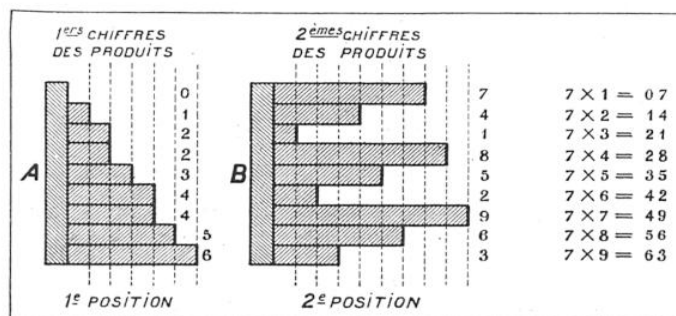


FIG. 6. — PRINCIPE DE LA REPRÉSENTATION DES CHIFFRES DANS LA TABLE DE PYTHAGORE

Les deux constructions représentent la multiplication du chiffre 7 par tous les chiffres. La première position, à gauche, donne les premiers chiffres des produits et la seconde les derniers.

A et les quatre unités de la deuxième tige de *B*. Et ainsi de suite : $7 \times 7 = 49$, représentés par la septième tige de quatre unités de *A* et la septième tige de neuf unités de *B*. Donc la longueur de ces tiges est déterminée non par les chiffres constituant le multiplicande et le multiplicateur, mais par ceux du produit. On ne pouvait montrer plus d'ingéniosité.

En face des tiges de la table de Pythagore sont disposées horizontalement, et séparées l'une de l'autre par un intervalle égal à leur largeur, neuf crémaillères placées directement sous le clavier, de manière que chaque rangée des mêmes chiffres soit au-dessus de la même crémaillère. Posons une multiplication : 3.429 par 5, par exemple, en abaissant les touches correspondantes du multiplicande sur le clavier. Quant au multiplicateur, il nous suffira, pour le mettre en place, d'amener sur le chiffre 5 la manette de gauche de la machine. Imprimons enfin un tour à la manivelle de droite. Voici exactement ce qui va se produire :

La manette du multiplicateur (gauche

a amené la table de Pythagore à la hauteur convenable (correspondant au chiffre 5), pour lui permettre d'attaquer les crémaillères avec le chiffre 5. Dès que nous commençons à faire tourner la manivelle, la table de Pythagore se met en marche, en bloc, vers les crémaillères. La première pointe, la plus longue, ne tarde pas à atteindre l'une d'elles; elle la pousse alors vers la droite. Peu à peu, toutes les crémaillères se déplacent successivement sous l'action de toutes les pointes correspondant au chiffre 5 et d'une quantité égale au nombre d'unités que comporte chaque pointe.

Suivons attentivement le dessin schématique (fig. 9) dans lequel nous avons éliminé toutes les

Or, cette première manœuvre s'effectue pendant que la manette, actionnée de la main droite, accomplit son premier quart de tour, et le produit est visible, dès maintenant, dans le totalisateur. Celui-ci a enregistré 1214. Mais, si nous nous rappelons que la multiplication par un seul chiffre s'effectue à l'aide de deux séries de pointes de la table de Pythagore, nous verrons immédiatement que ce total ne représente que la première partie de l'opération, que nous

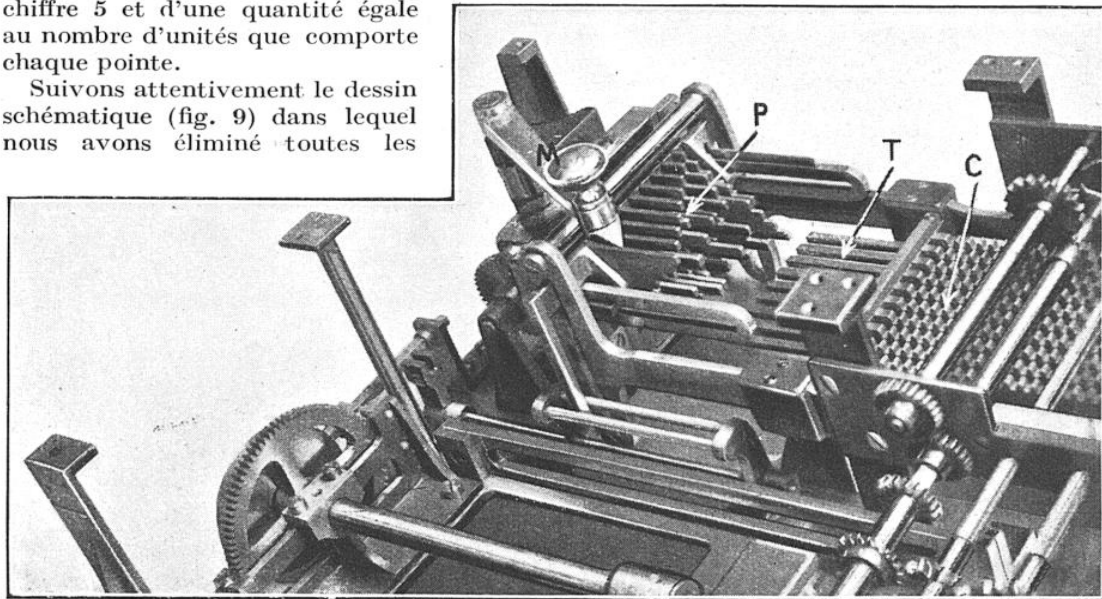


FIG. 7. — DÉTAILS DE LA MACHINE LA « MILLIONNAIRE », MONTRANT LA TABLE DE PYTHAGORE ET UNE PARTIE DE CRÉMAILLÈRE

C, crémaillères ; T, extrémité des crémaillères ; P, table de Pythagore ; M, manette du multiplicateur actionnant la table de Pythagore de bas en haut et de haut en bas.

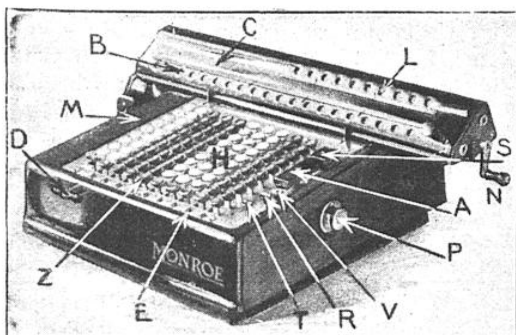
pointes inutiles à l'opération. Les crémaillères 3, 4, 2, 9 seront donc poussées : la première d'une quantité égale à une unité, la deuxième de deux unités, la troisième d'une unité et la quatrième de quatre unités. Comme chacune d'elles est en prise avec une roue dentée *R*, que l'on a descendue en appuyant sur les touches, pour former le multiplicande, chacune de ces roues tournera donc d'autant de dents et les mouvements seront transmis par des pignons à autant de rosaces *T* qu'il y a de roues en prise, de chiffres au multiplicande par conséquent. Sur notre dessin, nous avons déporté les roues *R* sur un seul arbre ; mais on se rend compte que chacune d'elles appartient à un arbre différent qui commande par pignons d'angle sa rosace correspondante.

décomposerons ainsi : $3 \times 5 = 15$; $4 \times 5 = 20$; $2 \times 5 = 10$; $9 \times 5 = 45$. On remarque immédiatement que les premiers chiffres de chacun de ces produits partiels sont précisément ceux qui apparaissent, avec une visibilité parfaite, à travers les fenêtres du totalisateur : 1214, et qui nous ont été donnés par les pointes de la lame *A*.

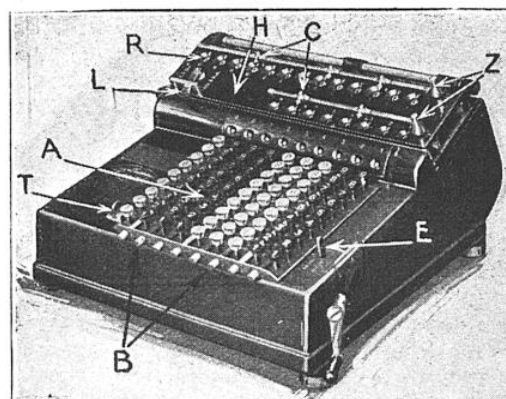
Observons, en passant, que l'opération que nous donnons comme exemple a été commencée par la gauche, contrairement à l'usage.

Continuons à tourner notre manivelle. Au deuxième quart de tour, nous voyons le chariot totalisateur se déplacer d'une division vers la gauche, pour prendre la position *D*, en conservant ses chiffres, qui sont alors tous décalés d'une dizaine. En même temps, la table de Pythagore a été.

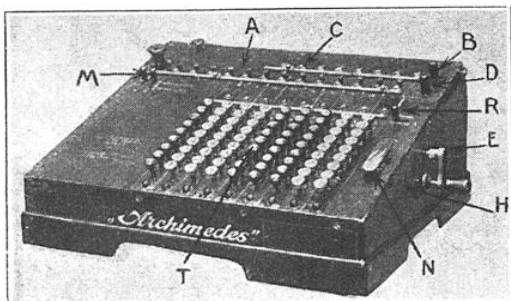
MACHINES A CALCULER, A CLAVIER



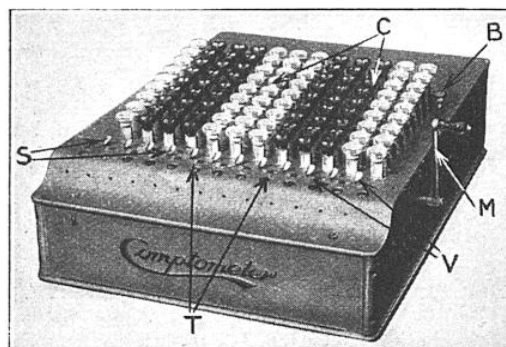
MACHINE « MONROE ». — P, manivelle ; A, addition, multiplication ; S, soustraction, division ; C, chariot ; L, B, lucarnes ; M, moteur ; D, levier chariot ; H, clavier ; E, index décimales ; T, déclanchement ; Z, touches déclanchant la colonne ; R, répétition ; V, non-répétition ; N, remise à zéro.



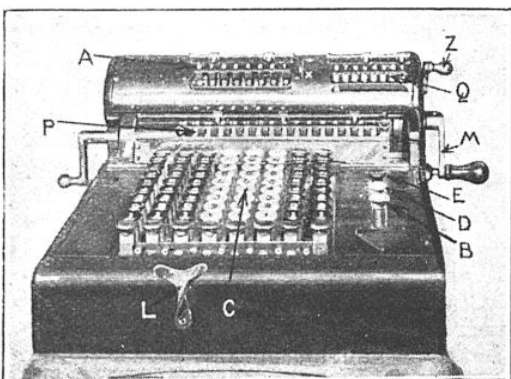
MACHINE « RECORD ». — C, curseurs à virgules ; H, chariot ; R, résultats ; L, levier pour multiplications et divisions ; Z, remise à zéro des résultats ; E, effaçage des touches ; B, règles de division du clavier ; T, touche de contrôle ; A, clavier.



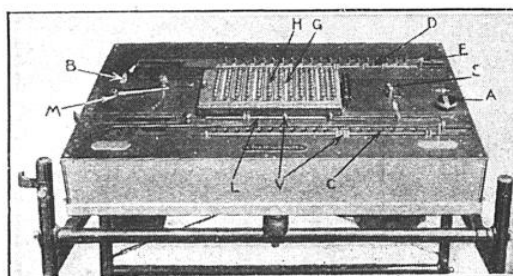
MACHINE « ARCHIMÈDE ». — A, chariot ; C, compteur ; M, manettes ; B, manette d'effaçage du compteur ; D, manette d'effaçage du totalisateur ; R, remise à zéro ; E, manivelle ; H, butée d'arrêt ; N, effaceur automatique de l'inscripteur ; T, clavier d'inscription.



LA MACHINE « COMPTOMETER ». — C, clavier à touches directes, les touches actionnant elles-mêmes le mécanisme ; B, bouton de blocage ; M, manivelle de remise à zéro ; V, index des virgules ; T, totalisateur ; S, leviers de soustraction.

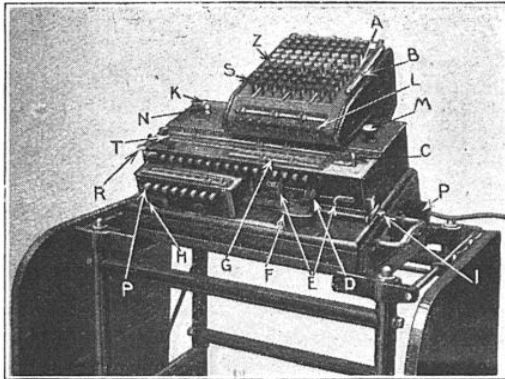


MACHINE « MARCHANT ». — A et Q, viseurs ; P, viseur du produit et du dividende ; C, clavier ; L, levier du chariot ; B, touche de contrôle en addition et de remise à zéro du clavier en soustraction ; D, touche de contrôle pour la multiplication et la division ; E, touche de correction ; M, manivelle d'opération ; Z, manivelle de remise à zéro.

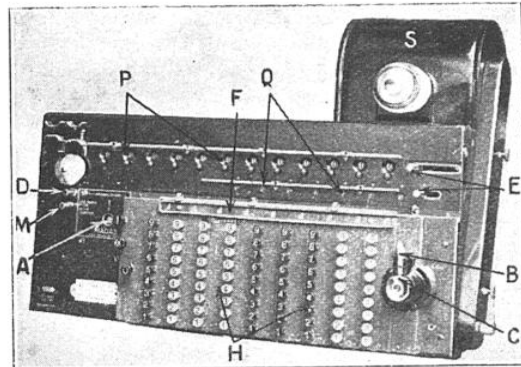


LA MACHINE « MILLIONNAIRE ». — D, totalisateur général ; E, non effaceur ; S, commande des deux chariots totalisateurs ; A, prise de manivelle ; C, totalisateur inférieur ; L, lucarnes de contrôle du multiplicateur ; M, manette de commande du multiplicateur ; B, levier de mise en marche du moteur ; H, clavier ; G, barres mobiles des virgules et des points ; V, virgules des chariots.

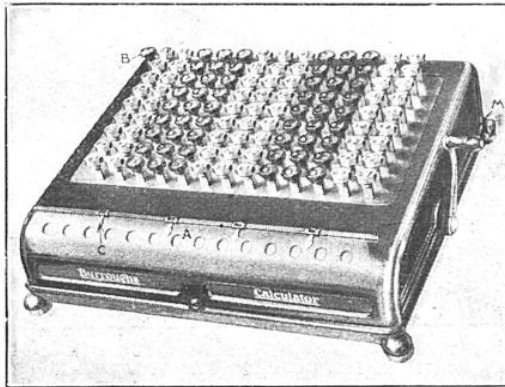
MACHINES À CALCULER, À CLAVIER (Suite)



MACHINE AUTOMATIQUE « MERCEDES ». — P, prise de courant ; C, levier de mise en marche automatique ; H, levier de multiplication et de division automatique ; K et B, contrôle des deux totalisateurs ; P, boutons de pose contrôlée du multiplicateur ; boutons de pose directe du dividende, le diviseur comme le multiplicateur se posant au clavier ; T, grand totalisateur ; G, petit totalisateur ; E, effaceurs instantanés ; F, frein ; A, commande du clavier en addition ou en multiplication ; B, barre d'addition et de soustraction ; L, lucarnes de contrôle de pose au clavier ; Z, remise à zéro du clavier ; S, touches de correction par colonnes situées à la base du clavier.



MACHINE « MADAS » A DIVISION AUTOMATIQUE. — S, moteur électrique actionnant la machine ; E, effaceur partiel facultatif et effaceur instantané ; B, bloqueur de la commande du moteur électrique ; C, commande électrique ; H, clavier de neuf rangées de touches de deux couleurs différentes ; F, lucarnes de contrôle du clavier ; A, commande de l'addition ; M, levier de la multiplication ; D, commande de la division automatique ; Q, lucarnes où apparaissent les chiffres des multiplicateurs ou quotients ; P, lucarnes où apparaissent les chiffres des produits ou dividendes. En cas d'arrêt de courant on peut adapter une manivelle à main à la machine.



BURROUGHS CALCULATOR. — A, totalisateur ; C, curseurs servant de virgules ; B, touche de soustraction ; M, manivelle de remise à 0 ; D, clavier complet.

elle aussi, légèrement décalée de manière à présenter cette fois, devant les crémaillères revenues à leur position de repos, la seconde série de pointes (B) dont nous avons expliqué tout à l'heure la raison d'être.

Alors, au troisième quart de tour de manivelle, la table de Pythagore s'avance de nouveau ; les pointes de B attaquent les crémaillères, qui font tourner les roues dentées une seconde fois. Les pointes n'étant pas, comme on le sait, de même hauteur que les premières, d'autres chiffres sortiront. Ils seront alors les deuxièmes chiffres de chacun des produits partiels : 15, 20, 10, 45, c'est-à-dire : 5, 0, 0,5 (position E).

Mais la fenêtre devant laquelle devrait sortir le premier chiffre 5 est déjà occupée par le chiffre 2 ; la machine ajoute donc automatiquement 5 à 2 et en fait le total : 7, chiffre qui remplacera, par conséquent,

le 2 dans sa fenêtre. Les deux zéros suivants laisseront en place les chiffres 1 et 4, et, enfin, le dernier chiffre, 5, s'insérera purement et simplement à sa place. Le premier chiffre 1 restant également en tête, nous pourrions lire au totalisateur, à la fin du troisième quart de tour de la manivelle, le produit de la multiplication : 17.145.

Enfin, au quatrième quart de tour, tout rentre dans l'ordre, crémaillère et table de Pythagore ; le produit reste visible, et le chiffre du multiplicande apparaît dans une fenêtre ménagée à la partie supérieure.

Si le multiplicateur comporte plusieurs chiffres, on recommence la même manœuvre pour chacun d'eux, en commençant par la gauche, de sorte qu'une multiplication de cinq chiffres s'effectue en cinq tours de manivelle ou, mieux encore, en cinq tours du moteur. Grâce à un double chariot, on

obtient, si on le désire, le total général de toutes ces opérations.

Si la machine est en position pour la multiplication et le dispositif inverseur du second chariot sur « soustraction », la machine établit en même temps le pourcentage ou l'es-compte désiré dans le chariot du bas et, simultanément, celui-ci est soustrait du total inscrit dans le chariot du haut.

Nous devons encore attirer l'attention sur certaines machines qui présentent des particularités intéressantes.

La *Mercédès*

automatique par exemple, est la première machine électrique qui multiplie et divise automatiquement sans que l'opérateur soit obligé de s'occuper d'autre chose que de poser les facteurs et de remettre les totalisateurs à zéro. Non seulement il n'a pas d'effort à fournir, soit cérébral, soit musculaire, à part l'attention qu'il doit apporter dans la pose des nombres, comme dans toutes les machines, d'ailleurs, pour ne pas commettre d'erreur, mais il est libéré de toute manipulation ; la machine seule, une fois mise en marche, les effectuant automatiquement à sa place.

Cette machine est un dérivé très perfectionné de celle de Thomas de Colmar. Nous ne pouvons, malheureusement, entrer dans le détail des mécanismes qui interviennent pour réaliser l'automatisme, problème susceptible de recevoir de nombreuses solutions et vers lequel tendent actuellement la plupart des autres machines. Déjà, l'équipement électrique que l'on trouve dans plusieurs autres constitue un progrès sensible, et peut-être verrons-nous un jour qu'il suffira de dicter les opérations pour en obtenir le résultat imprimé sous les yeux quelques secondes plus tard ! Nous n'en sommes pas encore là, mais il faut

convenir que des efforts considérables s'accomplissent chaque jour en vue du perfectionnement de plus en plus accentué de toutes les machines actuelles.

La *Comptometer* appartient à la catégorie de ces jolies petites machines moins volumineuses qu'une machine à écrire, très légères, que l'on peut installer partout, selon les besoins. Le clavier, qui comporte 4, 8, 10 ou 12 colonnes de neuf chiffres, suivant les modèles, est à *touches directes*, c'est-à-dire que les opérations s'effectuent automa-

tiquement par simple appui sur les touches, sans l'intervention d'une commande pour « rentrer » les chiffres dans la machine ou pour effectuer les totaux ou les produits. Si l'on enfonce insuffisamment une touche, ou si l'on appuie accidentellement sur deux touches voisines, toutes les autres touches se bloquent, et il devient impossible de continuer l'opération. La touche étant mal

enfoncée, a bloqué tout le clavier, ce dont on s'aperçoit en essayant d'appuyer sur la touche suivante. Il suffit donc de revenir sur la touche insuffisamment enfoncée et d'appuyer à fond pour que le chiffre soit enregistré correctement ; on débloque ensuite le clavier en appuyant sur la touche dite de rectification qui se trouve en arrière, à droite. Quand on commence une opération, la machine prévient, par un coup de timbre, qu'elle est complètement disponible, c'est-à-dire qu'il n'y a aucune opération en cours d'exécution.

* * *

Le clavier de la *Comptometer* présente une très ingénieuse disposition que l'on retrouve dans d'autres machines. Chaque touche porte deux chiffres, un grand et, à sa gauche, un

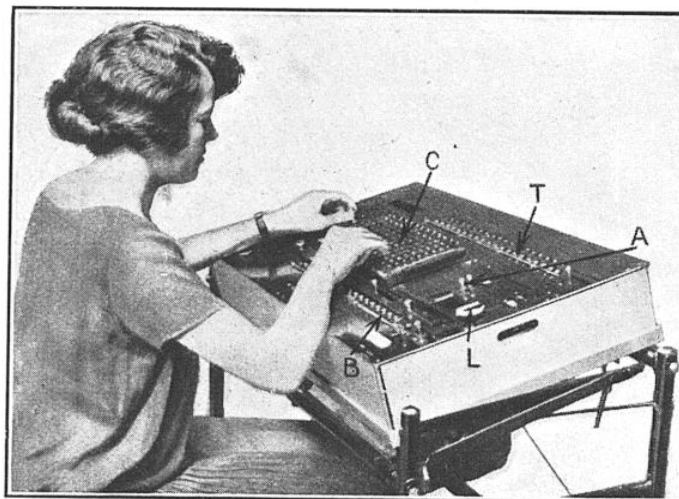


FIG. 8. — VUE D'ENSEMBLE DE LA MACHINE A CALCULER LA « MILLIONNAIRE »

C, clavier ; T, deuxième totalisateur ; A, commande du deuxième totalisateur ; B, premier totalisateur ; L, levier de commande des additions, multiplications, soustractions, divisions (de la main gauche, l'opératrice manœuvre le levier commandant la table de Pythagore).

petit, qui est le complément à 9 du premier : $5, 36, 27$, etc. Celui de grande impression est dit *positif*, il sert pour l'addition et la multiplication. Celui de petite impression est dit *négligé*, il sert pour la soustraction et la division. Pour soustraire, on entre le grand nombre dans la machine, on appuie sur l'interrupteur, petit levier placé à la base de chaque colonne de touches, et on compose le petit nombre en utilisant les petits chiffres des touches.

25834 divisé par 12 , par exemple. On soustrait 12 deux fois de 25 , reste 1 , une fois de 18 , reste 6 , cinq fois de 63 , reste 3 , enfin deux fois de 34 et il reste 10 . Cette méthode de diviser n'est pas tout à fait particulière à la machine *Burroughs* ; c'est le principe général de toutes les machines à additionner.

La *Burroughs imprimante* permet la correction, sans gommage et sans soustraction, d'un seul ou de plusieurs chiffres sur lesquels on aurait appuyé par erreur. Cette

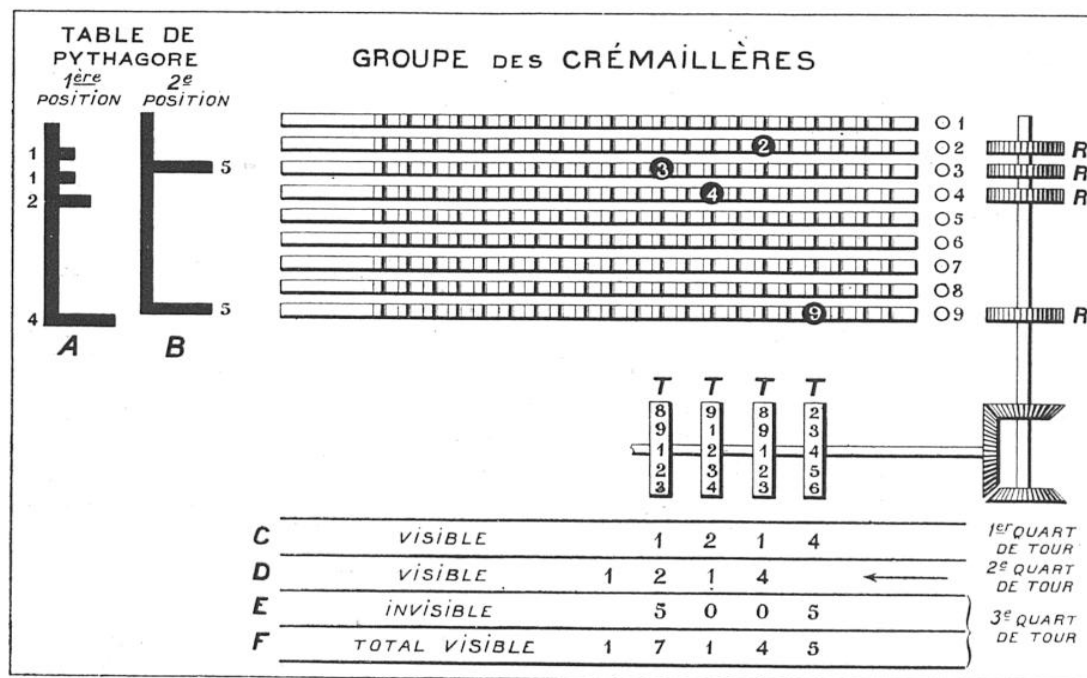


FIG. 9. — SCHÉMA EXPLICATIF DU FONCTIONNEMENT DE LA « MILLIONNAIRE »

Exemple choisi : multiplication de 3429 par 5 . Le multiplicande est représenté par les touches abaissées au-dessus des crémaillères ; le multiplicateur par les deux expositions A et B du chiffre 5 de la table de Pythagore ; RR, roues dentées engrenant avec les crémaillères ; TT, rosaces ; C D E F représentent les positions prises par le totalisateur pendant un tour de la manivelle à main, ou du moteur si la machine est à commande électrique.

La *Burroughs Calculator* possède également un clavier dont les touches sont à double chiffre. Un dispositif spécial empêche d'abaisser deux touches à la fois dans une même colonne ; de plus, si on appuie insuffisamment sur une touche, on bloque toutes les autres de la même colonne ; c'est une protection contre la frappe défectueuse. Dans la soustraction, une touche spéciale enlève la puissance de 10 de gauche.

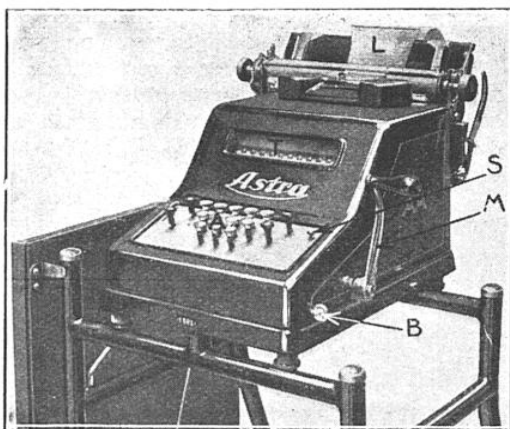
La division s'effectue aussi simplement que la soustraction : on pose le dividende et on soustrait le diviseur dans chaque tranche du dividende plus grande que le diviseur :

machine, comme toutes celles imprimantes, d'ailleurs, présente l'avantage de laisser une trace écrite des données et d'insérer automatiquement les résultats sur une bande de papier qu'on peut détacher à volonté.

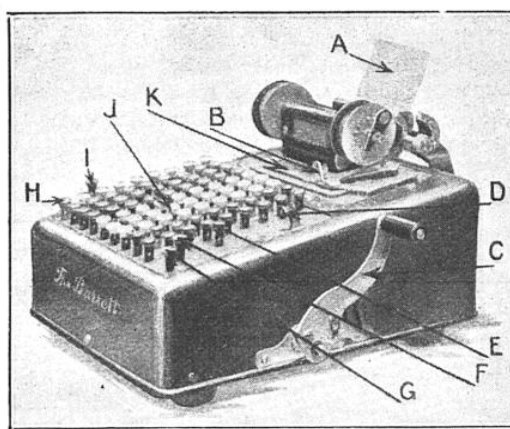
Nous allons encore dire quelques mots du système d'impression d'une machine imprimante, en nous aidant du dessin, figure 12, emprunté à une machine *Wales*.

Quand on appuie sur la touche *T*, entourée de son ressort de rappel *R*, le levier *L* effectue un mouvement de bascule qui détermine l'ascension d'une tige dite de verrouillage *A*. Il y a autant de tiges que de tou

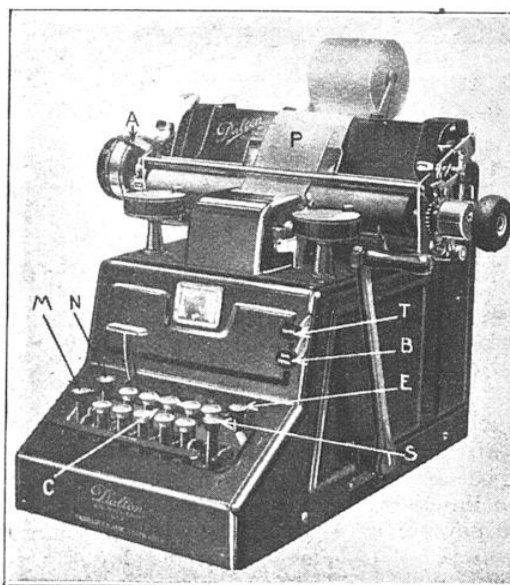
MACHINES A CALCULER IMPRIMANTES



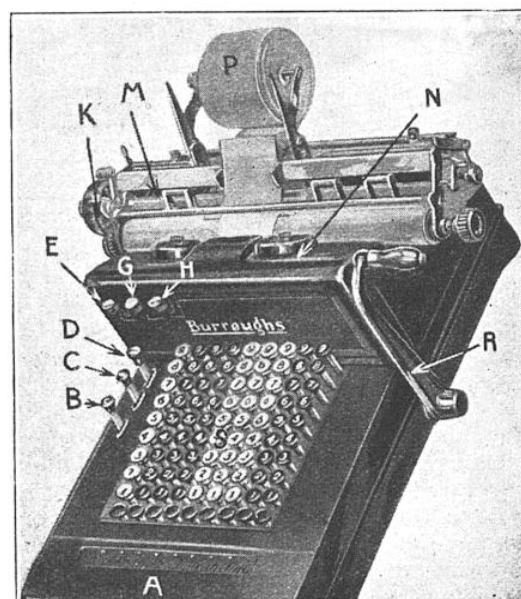
MACHINE « ASTRA ». — A, clavier de douze touches ; T, totalisateur visible dans un voyant spécial qui laisse les nombres constamment lisibles dès leur inscription ; L, bande de papier sur laquelle s'inscrivent les nombres au fur et à mesure de leur frappe ; M, manivelle de commande ; S, levier de la soustraction directe sans aucune manipulation spéciale ; B, clé de blocage. Le chariot permet d'additionner des nombres inscrits verticalement, horizontalement, ou en ligne brisée, ce qui présente un avantage particulièrement appréciable.



MACHINE « BARRETT ». — A, papier sur lequel s'impriment les données et les résultats des opérations ; B, commande du chariot du totalisateur mobile ; C, levier de manœuvre ; D, touche total ; E, touche de répétition ; F, touche de sous-total et de relevage des clés ; G, touche de non addition ; H, touche pour l'impression du multiplicateur ; I, touche de non impression ; J, clavier complet de 88 touches ; K, fenêtres du totalisateur visible à 12 chiffres. Cette machine convient à toutes les opérations, qu'elle effectue avec une très grande rapidité.

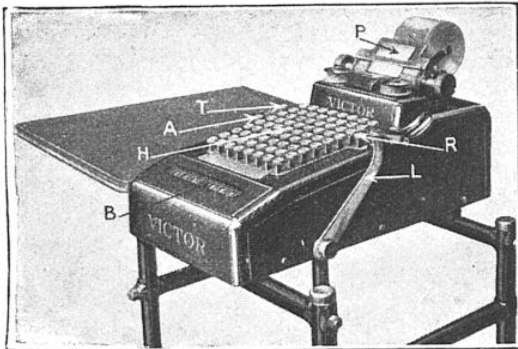


MACHINE « DALTON ». — A, compteur de lignes ; P, papier sur lequel s'inscrivent les nombres, les totaux, les produits. Leur visibilité est complète pendant toute la durée d'une opération ; M, touche de multiplication ; C, clavier à 10 touches, disposées en deux rangées horizontales ; T, touche total ; B, touche sous-total ; E, espacement en arrière ; S, soustraction automatique ; N, touche non addition.

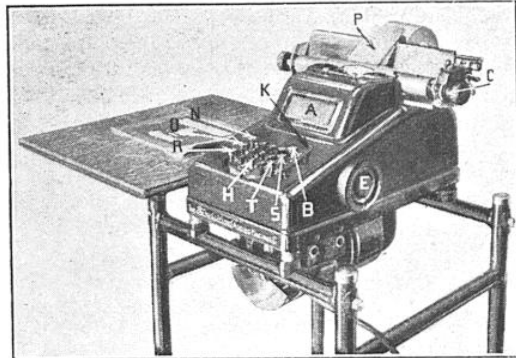


BURROUGHS VISIBLE. — A, totalisateur ; B, touche de correction générale ; C, touche total ; D, touche total report ; E, touche non addition ; G, touche répétition ; H, touche non impression ; K, sonnerie ; M, chariot ; P, rouleau de papier ; N, ruban ; R, levier de manœuvre ; S, clavier visible flexible. Machine dite « passe-partout », flexible pour les affaires moyennes ayant un travail très varié.

MACHINES A CALCULER IMPRIMANTES (Suite)



MACHINE « VICTOR ». — P, papier d'impression sur lequel s'inscrivent le total et le signal « libre » en encre rouge quand l'opération est terminée ; tous les chiffres sont parfaitement visibles par l'opérateur au fur et à mesure de leur inscription. T, touche total et correction ; A, touche de non addition ; H, clavier ; B, totalisateur visible ; L, levier enregistreur ; R, touche de répétition.



MACHINE « SUNDSTRAND ». — P, papier d'impression ; C, chariot ; A, fenêtre où apparaissent les colonnes enregistrées ; E, emplacement du levier à main ; H, clavier ; N, touche non impression ; O, touche erreur ; R, touche répétition ; T, touche total ; S, touche non addition ; B, touche soustraction directe et automatique ou de double totalisateur ; K, commande du moteur électrique.

ches, et toutes celles appartenant à une même rangée sont rassemblées sur une même ligne.

A ce moment, on saisit le levier à main — ou on appuie sur la commande électrique — et le volet *V* se soulève pour permettre à l'extrémité de la biellette *B*, qui termine l'ensemble du système commandant la levée de la barre *C*, de se précipiter, sous l'action du ressort *Z*, sur la butée constituée par la

tige *A*, qui a été soulevée. Ce déclenchement a produit l'ascension de la barre *C*, qui porte les caractères ; celui correspondant à la touche (9 dans notre exemple) vient se placer à la hauteur convenable pour l'impression.

En même temps, la tige *E*, également soulevée, agit sous l'extrémité d'un basculeur *G* qui verrouille, en *H*, un marteau *M* constamment sollicité par le ressort *X*. Ce

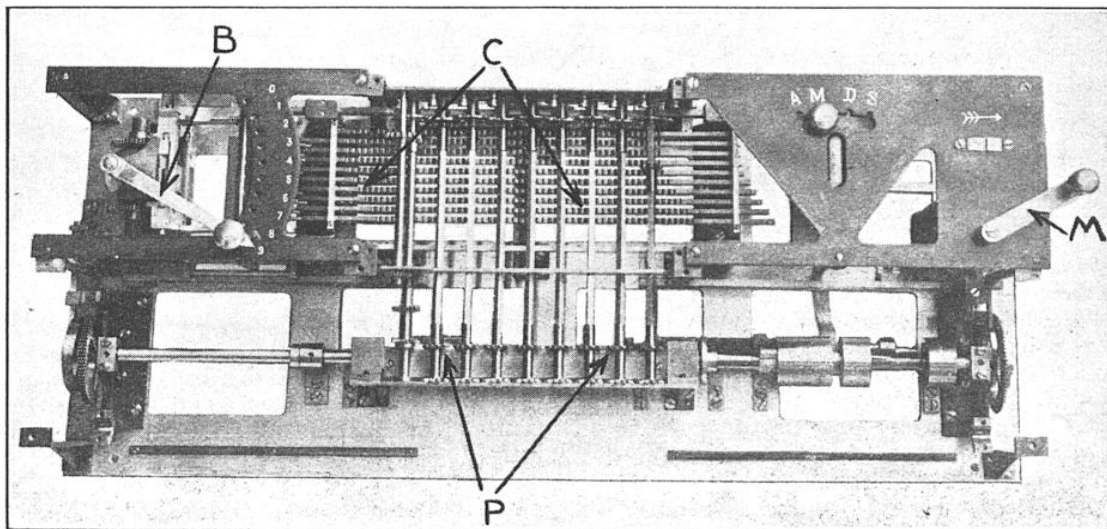


FIG. 10. — LA « MILLIONNAIRE », VUE INTÉRIEURE DE L'APPAREIL

M, manivelle actionnant la machine ; A, addition ; M, multiplication ; D, division ; S, soustraction ; C, crémaillères ; B, manette du multiplicateur ; P, pignons actionnant les rosaces portant les chiffres.

marteau *M* est encore maintenu par un volet *K*, qui se soulève à son tour pour lui permettre de venir frapper le percuteur *P*, dont l'extrémité atteint la partie arrière du caractère placé en face de lui. Le chiffre s'imprime alors. Remarquons que le volet *K*, en se soulevant, découvre tous les marteaux ; mais, seuls, ceux qui auront été déverrouillés en *H* pourront agir sur les percuteurs.

dra seulement trois catégories : les machines à curseurs, les machines à clavier non imprimantes, et les machines imprimantes.

Les machines à curseurs comprennent les marques suivantes : *Arithmomètre*, *Brunsviga*, *Dactyle*, *Demos*, *Facit*, *Odhner*, *Triumphator*, *Sanders* (voir figures hors texte à la page 232).

Celles à clavier non imprimantes, sont les machines *Archimèdes*, *Barrett*, *Burroughs*

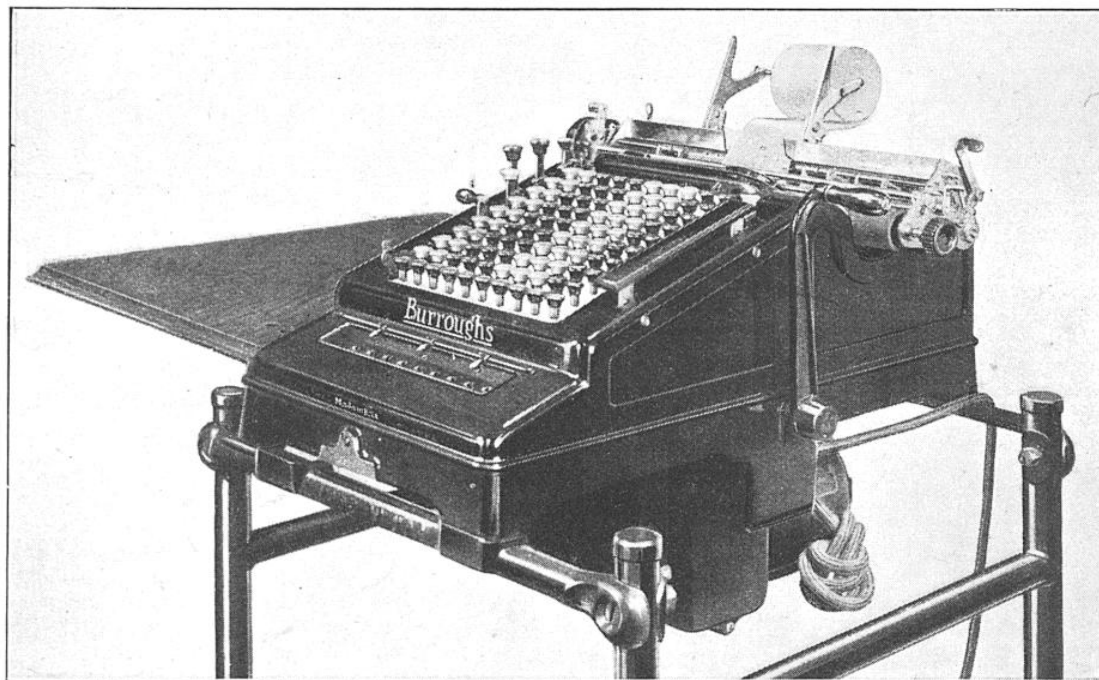


FIG. 11. — NOUVELLE MACHINE « BURROUGHS IMPRIMANTE »

Ce modèle comporte un dispositif spécial qui décale automatiquement vers la droite ou vers la gauche tout nombre composé sur le clavier. Ce dispositif augmente la vitesse de la machine pour l'exécution de tous travaux comportant des multiplications ou des divisions.

Ce dispositif d'impression est réglable, toutes les bielles étant munies de rat-trapages de jeu ; de plus, il est particulier à la machine *Wales* à écriture visible, qui possède, comme plusieurs autres machines imprimantes, un clavier complet et flexible, cette dernière particularité permettant la correction automatique par colonne, sans qu'il soit nécessaire d'appuyer sur une touche de correction. De plus, l'axe des colonnes de touches est dans le prolongement de l'axe des lucarnes du ou des totalisateurs, ce qui offre un certain avantage.

Un classement de toutes les machines a été établi par M. Maurice d'Ocagne, qui s'est basé sur les principes mécaniques adoptés pour chacune d'elles. Nous lui préférons un classement plus commercial, qui compren-

Calculator, *Comptometer*, *Madas*, *Marchant*, *Mercédès*, *Millionnaire*, *Monroe*, *Record* (fig. pages 236 et 237 dans le texte).

Enfin, les machines imprimantes, qui sont toutes à touches, sont représentées par : *Astra*, *Barrett*, *Burroughs imprimante*, *Dalton*, *Sundstrand*, *Victor*, *Wales* (fig. p. 240, 241, 243 et ci-dessus).

Ce que nous avons dit, au début de cet article, de l'intérêt commercial que représentent les machines à calculer, nous a été confirmé de divers côtés par les services de comptabilité de plusieurs maisons d'importance très différente. Ainsi, M. Maria, administrateur des Galeries Lafayette, dont un des services de comptabilité utilise quatorze machines à calculer non imprimantes tenues par des femmes (fig. 1 frontispice),

a précisé pour nous le rendement de ce service. Il a pour tâche : la vérification des factures des fournisseurs, qui implique l'emploi des quatre opérations ; la conversion au prix de vente, ou établissement du prix de vente de chaque article d'après son prix d'achat ; la vérification du prix de vente ou vérification des calculs relatifs à la conversion du prix de vente. Ces trois opérations s'appliquent à une même facture ; en trois cent cinquante heures de travail, on peut vérifier, à la machine,

M. Darré, vice-président de la Chambre syndicale des marchands de chaussures, occupe dix-sept vendeuses, qui se servent constamment d'une seule et même machine pour leurs fiches de débit. Chaque fiche comporte la date, le numéro de la vendeuse, le détail du débit, le total du débit, la guelte. Ainsi, grâce à une seule machine, le commerçant peut exercer un contrôle complet et constant sur toutes les opérations de sa maison.

M. Gorgeu, agent de change à Paris, partisan éclairé de la machine à calculer, lui reconnaît des avantages immenses au point de vue de l'exactitude, qualité précieuse qui

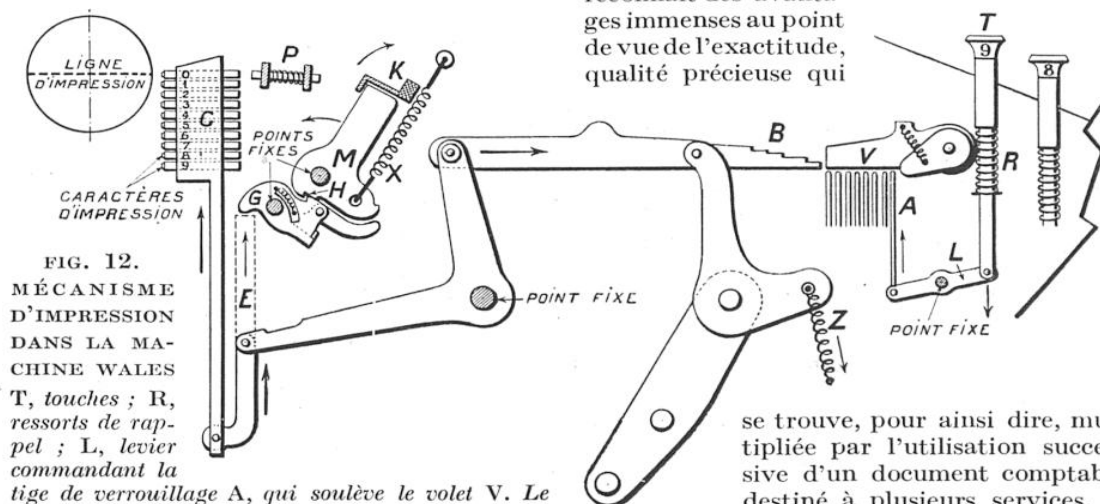


FIG. 12.
MÉCANISME
D'IMPRESSION
DANS LA MA-
CHINE WALES
T, touches ; R,
ressorts de rap-
pel ; L, levier

commandant la tige de verrouillage A, qui soulève le volet V. Le ressort Z pousse alors la bielle B, qui s'arrête contre l'extrémité de A. Ce mouvement produit l'ascension de la barre C qui porte les caractères. En même temps, la tige E se soulève, fait basculer G qui déverrouille en H le marteau M, sollicité par le ressort X. Le volet K se soulève à son tour et le marteau vient frapper le percuteur P, qui chasse le caractère en face duquel il se trouve contre le papier.

80.000 factures de dix lignes chacune ! Si ce travail devait être assuré par des comptables calculant à la plume, il exigerait un personnel cinq fois plus nombreux.

Voici une autre maison : « A l'abbé Constantin », où l'on n'emploie qu'une seule machine imprimante, à écriture visible, pour le service de vente au comptant. Cette machine enregistre par jour huit cents débits en moyenne, avec indications du numéro de la vendeuse, date, taxes, escomptes, rabais, etc. L'opératrice est en même temps caissière ; elle a appris seule, en quelques jours, à se servir de la machine. Sans cette machine, nous affirme le directeur, il nous faudrait au moins trois caissières, qui fourniraient, d'ailleurs, un travail beaucoup moins bon, moins clair et, surtout, ne se prêtant guère à un contrôle constant.

se trouve, pour ainsi dire, multipliée par l'utilisation successive d'un document comptable destiné à plusieurs services. Il insiste également sur la rapidité, qui permet une très importante économie de personnel, sur la facilité des recherches, étant donné la netteté et la clarté des travaux exécutés à la machine, sur la suppression de l'effort mental et de tout travail de répétition, et, enfin, sur les possibilités de calculs matériellement impraticables jusqu'ici.

Ainsi, de quelque côté que l'on se tourne, commerce de gros ou de détail, finance, industrie, quelle que soit la profession, on ne rencontre partout que des avis enthousiastes émanant de compétences qui se portent garant du calcul mécanique. Et si nous interrogeons les opératrices elles-mêmes, pour la plupart des dactylos qu'a séduit le nouveau clavier, nous constaterons le même accord dans les appréciations, la même admiration pour le travail accompli.

Prochainement, nous étudierons une autre catégorie de machines, celles dites de comptabilité, autres merveilles dont les capacités dépassent tout ce que l'on pourrait imaginer, et qui sont déjà en service dans certaines administrations publiques et privées et dans plusieurs grands magasins.

LUCIEN FOURNIER.

POUR PERMETTRE AUX OUVRIERS ET OUVRIÈRES D'AMÉLIORER LEURS MÉTHODES DE TRAVAIL

M. FRANK B. GILBRETH est un ingénieur disciple de Taylor, que trente-sept années de recherches sur les gestes professionnels des travailleurs dans les diverses industries ont signalé, depuis longtemps, à l'attention des techniciens. Ses moyens d'investigation et ses instruments d'études se distinguent par leur simplicité, leur précision et leur originalité. L'appareil, qu'il vient d'imaginer dans le but de faciliter aux ouvriers leur besogne quotidienne, continue la série de ses heureuses trouvailles. Ce dispositif, dont le nom *Magster* est l'abréviation de *magazine stéréographique*, se compose d'une sorte de film des mouvements, qu'on peut examiner à loisir au moyen d'un primitif stéréoscope.

L'appareil fournit des données précises. Chacune des images qu'on y examine, prise sur le vif au moyen d'un cinématographe stéréoscopique, représente l'enregistrement, à une heure différente de la journée, des gestes professionnels d'un technicien expert ou d'un spécialiste hors ligne. Sur ces vues se trouvent chronométrées la durée exacte ou relative, les vitesses ou la direction des mouvements, en un mot toutes les particularités des méthodes employées par un travailleur émérite pour obtenir le rende-

ment maximum. En observant de tels films avec un stéréoscope grand angulaire, on peut comparer entre elles une douzaine de scènes en même temps, sans tourner le rouleau. De la sorte, on se rend compte des facteurs qui concourent à l'habileté professionnelle (mouvements rapides ou lents,

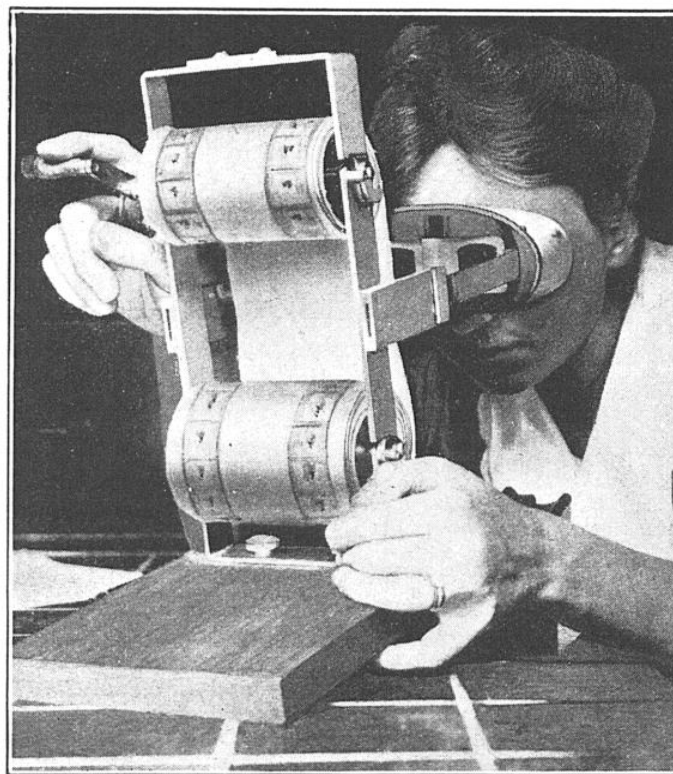
accélération de telle ou telle phase du travail, parcours de l'outil, contractions musculaires, automaticité ou répétition des gestes, etc.).

A côté de chaque image, l'apprenti ou l'ingénieur découvre la raison et la preuve des caractéristiques qu'elle contient, et, au besoin, note, en marge, les améliorations qu'elle leur suggère pour la pratique courante, de façon à augmenter la production, tout en diminuant la fatigue individuelle. En outre, le nouvel appareil de M. Gilberth permet aussi bien l'enregistre-

ment des éléments de mouvement que la comparaison des cartes de mouvements simultanés, soit sur papier, soit sur pellicules cinématographiques ordinaires.

Ainsi le *Magster* met de longues années de recherches et de perfectionnements industriels à la portée du contremaître, de l'apprenti, de l'ingénieur, ou du professeur, et cela par un procédé aussi ingénieux que simple.

J. B.



OUVRIÈRE ÉTUDIANTE, AVEC LE « MAGSTER » UN FILM
CINÉMATOGRAPHIQUE PROFESSIONNEL

L'INTELLIGENCE CHEZ LES ANIMAUX

Un chien qui répond, à sa manière, aux questions
qui lui sont posées et commence à s'initier au calcul.

Par H. RUMPF

UN des plus troublants problèmes, qui se présentent de nos jours et dont la solution incombera aux savants de demain, est celui qui se rapporte à l'intelligence des animaux. Entendons-nous bien: il n'est pas question, ici, des simples déformations de l'instinct, ni même des témoignages de conscience et de sensations que l'on désigne habituellement sous cette dénomination, mais bien de ces facultés de connaître, de se souvenir et de comparer, de ces qualités de synthèse, d'ordre et d'unité, qui président généralement aux plus hautes manifestations de l'esprit humain.

A considérer les prouesses exécutées dans les cirques par les chiens et les singes, les chevaux et les éléphants, on doit admettre que, de tout temps, les animaux supérieurs de la création ont fait preuve d'un certain intellect. Mais cette intelligence était comprise dans un sens particulier; jamais les savants, même ceux qui étaient le plus portés à l'anthropomorphisme, c'est-à-dire à représenter les animaux doués de sentiments humains, ne consentaient à admettre le plus petit rapport entre les facultés intellectuelles de l'homme et celles des autres créatures. Il a fallu la généralisation des méthodes scientifiques et les possibilités de large vulgarisation, caractéristiques de notre époque, pour reconnaître, développer et faire admettre ces manifestations troublantes.

Le chien « Zou »

Il existe actuellement, à Paris, un chien, qui suit glorieusement les traces de ses

prédécesseurs. Nous sommes allés interviewer, pour les lecteurs de *La Science et la Vie*, cette curieuse intelligence qui s'éveille.

Faut-il l'avouer? Nous ne pouvions nous défendre d'une certaine émotion à la pensée d'avoir à sonder l'angoissant phénomène, de devoir examiner cet être hybride, animal et savant, qui, infatué de sa haute personnalité, nous recevrait sans doute dédaigneusement du haut de son fauteuil.

Mais, à peine la porte est-elle ouverte, qu'une bête espiègle se précipite joyeusement vers nous avec de courts jappements de cordiale bienvenue. Quelques caresses, un petit gâteau cimentent bien vite l'amitié nouvelle. Pendant que

nous recevons sur Zou, sur son éducation et ses capacités de surprenants détails, le chien, tour à tour tranquille, se tient au coin du feu, gamin, joue dans la pièce à côté avec sa balle, ou, gourmet, va flairer un sac de friandises placé sur le petit bureau. Zou aime le feu,

Zou est joueur, Zou est extrêmement gourmand, rien ne distingue Zou d'un chien ordinaire. Et pourtant...

Le travail de « Zou »

Assis sur une chaise en face de sa maîtresse, Zou travaille. Ce n'est plus l'animal quelconque qui folâtre; il a conscience de l'importance de son rôle, les yeux sombres de sa tête expressive ont un curieux mélange d'attention et de fierté; tout son maintien exprime la volonté de se distinguer et même de briller devant l'examineur étranger, que nous présentons à ses yeux.

Deux grattements bien marqués de la



LE CHIEN « ZOU » DANS
SON JARDIN

*On peut voir sur ce cliché
l'intelligente expression
du jeune animal.*

patte gauche dans la main de sa maîtresse signifient *non* ; trois expriment l'affirmation. La patte droite marque les dizaines, celle de gauche frappe les unités, puis repose un certain temps sur la main pour bien indiquer que la réponse est achevée. Utilisant le moyen primitif des questions et des réponses par *oui* et par *non*, c'est d'abord la simple conversation de deux êtres qui veulent faire plus ample connaissance. Sans paraître porter attention aux questions posées, distrait par le moindre incident, regardant avidement sur la table la récompense promise, le chien paraît vouloir marquer par son attitude relâchée le peu d'intérêt d'un tel examen ; ses réponses n'en sont pas moins d'une sûreté, d'une finesse déconcertantes. Mais l'attitude change lorsque viennent les questions plus difficiles ; droit sur sa chaise, les yeux brillants d'intelligente attention, le chien résout les additions, les soustractions, les multiplications avec une précision qu'envieraient bien des collégiens.

Les solutions sont données avec une rapidité qui surprend. A peine la question a-t-elle été posée que le chien baisse la tête et, les yeux fixés sur ses pattes, frappe rapidement la réponse. Aucune marque de réflexion après l'attention du début. On dirait que la solution se produit automatiquement par quelque déclenchement électrique actionné par la demande... Il y a là quelque chose de tellement particulier qu'on en reste un peu déconcerté.



« ZOU » AU TRAVAIL AVEC SA MAÎTRESSE

L'animal laisse sa patte dans la main de son professeur, Mme C. Borderieux, pour marquer que la réponse est terminée.

Une preuve d'intelligence supérieure

Mais que signifient les réponses erronées, qui nous sont données maintenant ? Zou serait-il fatigué ou nos questions dépasseraient-elles sa compétence ? Il a pourtant correctement indiqué, en frappant onze coups

de la patte droite et cinq de la gauche que $108 + 7$ font 115, puis, en tapant douze coups de la droite et en levant sans la rabaisser pour marquer le zéro de la patte gauche, que $111 + 9$ font 120. Mais, à nos questions suivantes : $123 + 26$, $172 + 25$, s'il indique bien les unités, il ne frappe plus de la patte droite que respectivement 4 et 9 coups au lieu de 14 et 19. Devant notre étonnement, on nous explique que Zou fait preuve d'un goût caractéristique pour la simplification ; dans son ardeur à montrer son savoir, il évite la lente répétition

des frappes en supprimant régulièrement les centaines après quelques réponses exactement données.

On verra plus loin que cette suppression des répétitions paraît être une tendance de l'esprit du chien. N'est-elle pas une preuve de réelle intelligence ?

Il est bon de dire que le travail se fait en pleine lumière assurant un parfait contrôle. La main, qui reçoit les grattements de la patte indicatrice, est largement ouverte et d'une rigide immobilité. Aucun signe extérieur, mouvements involontaires, clignements des yeux ou remuements des lèvres, n'est perceptible. Tout soupçon de fraude doit

done être écarté, si tant qu'il serait admissible d'en éprouver en présence de la haute conscience scientifique qui a procédé à l'éducation du jeune chien avec une bonté et un dévouement inlassables.

Zou a donné à maintes reprises des preuves qu'il pouvait lire dans les pensées, particulièrement cette fois où, devinant que sa maîtresse qui n'avait pas bougé de son fauteuil ni prononcé aucune parole, avait l'intention de le promener, il se plaça devant la porte de sortie, prêt à s'élancer au dehors, alors qu'on lui proposait tout bonnement de jouer.

« Zou » dans la vie privée

Zou est un chien bâtard, de taille moyenne, au poil luisant couleur feu ; il est issu d'une mère fox trouvée dans la rue. Actuellement, âgé de quarante-cinq



« ZOU » SE FAIT RÉPRIMANDER

Effrayé par le photographe, le chien s'agite. Son professeur le menace d'être privé de sa balle s'il ne reste pas tranquille.

LA RÉCOMPENSE MÉRITÉE

L'on voit ici « Zou » s'appêtant à bondir après sa balle, principal objet de ses jeux quotidiens.

mois, son éducation rationnelle a débuté lorsqu'il avait atteint quatorze mois.

Zou n'a pas encore atteint le degré d'avancement de ses prédécesseurs, le chien Rolf et la chienne Lola. Il ne peut exprimer ses pensées que par des coups ou grattements dans la main de sa maîtresse, chaque lettre de l'alphabet correspondant à un nombre déterminé de frappes. Cette longue méthode impatiente l'intelligent animal. De même que nous l'avons vu négliger, dans ses réponses, la répétition des centaines, il supprima, lorsqu'on lui apprit le *ba, be, bi, bo, bu*, la répétition des six coups correspondant au *b*. On essaie maintenant de lui faire indiquer de la patte, à l'instar de ses précurseurs rappelés plus haut, les lettres, reproduites sur une planchette, qui

correspondent à l'orthographe phonétique des pensées qu'il veut traduire.

L'éducation de Zou fut, à peu de chose près, semblable à celle d'un jeune enfant, à qui l'on serait parvenu à inculquer le désir d'apprendre. Sa docilité est remarquable et il abandonne pour sa leçon les plus folles parties avec de puériles explosions d'orgueil tout à fait amusantes.

Ayant eu l'avantage d'être invité par le Maître Flammarion, dont le vaste esprit est ouvert à tout ce qui touche à la science de l'âme, le chien, sans se rendre compte de l'honneur qui lui était fait, se montra au début fort léger ; il n'était pas au travail, ne faisait pas attention ; ses réponses étaient pleines d'erreurs, et il lançait sur le beau parc, par la fenêtre ouverte, de longs regards d'envie. Lorsque impatienté on le gronda de son inconcevable conduite, il répondit sans hésitation 6-2-14, ce qui veut dire *b. a. l.*, ou *jouer*, dans son langage primitif. Par ce jour d'été, le beau parc inconnu aux allées prometteuses de courses folles l'attirait invinciblement. Il n'en fut pas moins docile par la suite, ainsi que le prouve la photographie ci-dessus, qui le montre recevant sa récompense des mains de l'illustre savant.

Parfois également, Zou fait preuve d'un entêtement dont rien ne peut le faire sortir. Un jour, un visiteur l'interrompt dans une folle partie. Il n'osa refuser de venir travailler ; mais pour bien montrer son mécontentement, il répondit inlassablement à chaque question : *balle, — balle, — balle.*

Zou est un animal exceptionnel

Devant le mystère de ces phénomènes la question se pose de savoir si Zou et ses précurseurs sont des animaux exceptionnels, ou bien si la généralité des êtres de leur espèce est susceptible d'une progression identique.

Dans ce dernier cas, les animaux seraient véritablement, suivant la parole du poète

nos « frères inférieurs », qui, depuis des siècles, nous observent et nous jugent en silence.

Il semble, toutefois, ressortir des nombreux essais négatifs qui ont été réalisés depuis un certain temps en vue du dressage d'autres animaux, qu'il n'est possible d'aboutir qu'avec des êtres spécialement doués.

Mais que conclure en présence de ces êtres étranges, qui passent subitement des bégaiements incertains de l'enfant en bas âge, à la certitude géniale du savant spécialisé ?

Que penser de ce chien folâtre qui tout en se jouant, répond presque trop rapidement aux questions posées ?

Au point de vue strictement scientifique, ces phénomènes ne nous semblent être qu'une mince fissure dans le mur épais qui cache aux hommes l'essence des facultés spirituelles. Ils ne permettent encore que de fixer les constatations d'expériences indéniables, d'après lesquelles il paraîtrait que certains animaux spécialement doués possèdent une âme latente, suivant les uns, ou un cerveau susceptible de développement, suivant les autres.

H. RUMPF.



M. CAMILLE FLAMMARION ET « ZOU »

Le vieux savant s'efforça de faire travailler le jeune chien, mais l'animal ne consentit pas tout d'abord à répondre aux questions qu'il lui posa ; il revint par la suite à de meilleurs sentiments.

UNE RÉPLIQUE EN MINIATURE DE LA CÉLÈBRE HORLOGE DE STRASBOURG

Par Louis CAVALIER

S'INSPIRANT de la célèbre horloge de la cathédrale de Strasbourg, qui fut construite par le Français Jean-Baptiste Schwilgué (nous en avons donné la description dans le numéro de juillet 1919 de cette revue), M. Charlotteau, de Senzeille (Belgique), a imaginé et réalisé, par ses propres moyens, l'horloge représentée ci-dessous, qui reproduit mécaniquement, en miniature, les principaux mouvements des astres. Un grand nombre de corps célestes, qui y sont en déplacement constant, indiquent eux-mêmes, en degrés, les étapes de leur course, soit quotidienne, soit annuelle, soit même séculaire, ou à périodes de diverses durées.

Vers la droite, un grand globe terrestre opère, comme la Terre elle-même, sa rotation sur lui-même en vingt-quatre heures solaires. De plus, par son mouvement même, il indique l'heure réelle locale sur toute la surface de la Terre, en temps solaire moyen.

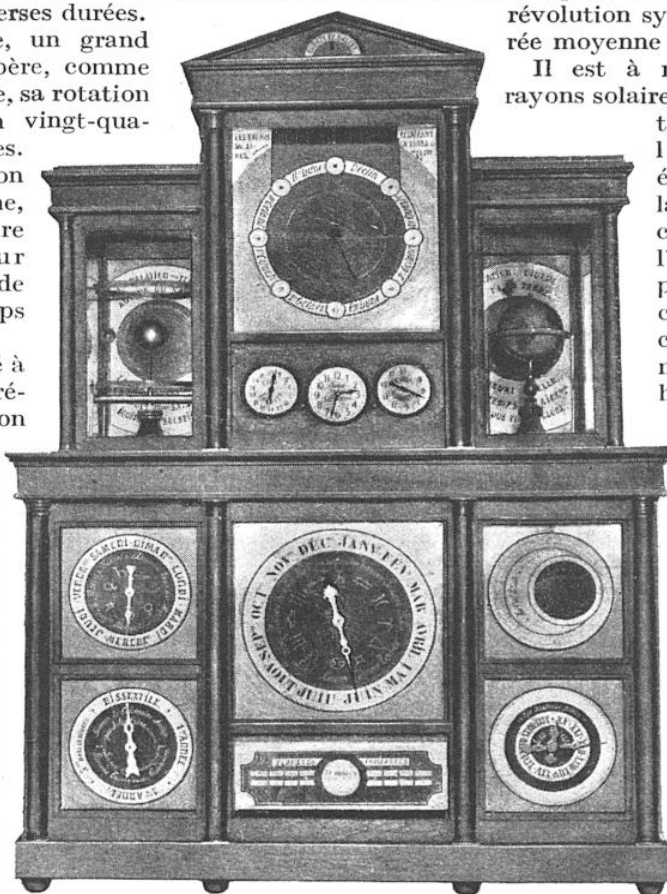
Du côté opposé à l'horloge est représentée la translation de la Terre sur son orbite autour du Soleil, en l'espace d'une année tropique. Il est à remarquer que l'axe terrestre se meut dans le plan de l'Ecliptique, constamment incliné de la même amplitude et de même sens, par rapport à l'ensemble du ciel. Cette inclinaison varie donc par rapport au Soleil dont no-

tre planète fait le tour en un an. On sait que ces deux circonstances réunies sont les causes productrices des différentes saisons.

Ce système indique : les solstices et les équinoxes ; la longitude du Soleil ; la déclinaison dans chaque hémisphère, boréal ou astral ; la marche apparente du Soleil dans chacun des signes du zodiaque ; les saisons ; l'explication, pour ainsi dire intuitive, du jour et de la nuit polaire de six mois.

En avant du grand cadran supérieur, se meuvent deux sphères, dont la centrale simule la Terre et la plus petite, l'astre des nuits ; celle-ci opère en un mois lunaire sa révolution synodique, d'une durée moyenne de 12 h. 44' 3".

Il est à remarquer que les rayons solaires arrivant à la partie supérieure de l'horloge, et qui éclairent la Terre et la Lune, laisseront constamment dans l'obscurité l'hémisphère de chacun de ces astres opposé à ces rayons. Pour le même motif, les hémisphères qui regardent le Soleil auront toujours l'aspect éclairé, quels que soient les mouvements de leurs axes et la position de la Terre sur son orbite. On voit donc, de façon tangible, sur cette merveilleuse machine, les phases de la Lune et leur explication, l'éclairement apparent et l'éclairement réel, la position de la Lune sous la



VUE DE L'HORLOGE ET DE SES NOMBREUX CADRANS

voûte céleste par rapport au Soleil et à la Terre.

Dans le fronton de l'horloge viendra réapparaître, en 1986, une miniature de la fameuse comète de Halley, dont l'annonce de la dernière apparition et des conséquences possibles de sa rencontre avec notre planète ont inspiré de l'angoisse à maints habitants de celle-ci. Elle a déjà paru à l'horloge en 1910, et poursuit, depuis, sa marche lente, mais continue, pour réapparaître aux regards de... ceux qui nous suivront, visible pendant plusieurs mois, après une éclipse de 76 ans.

Revenant à la partie médiane de l'horloge, nous trouvons, au centre, un cadran donnant en heures et minutes le temps du méridien de Greenwich en temps solaire moyen.

A gauche, le cycle solaire de 28 ans, donnant les jours de la semaine aux mêmes dates du mois, et entrant, avec le cycle lunaire de 79 ans, dans la composition du Comput ecclésiastique, pour la détermination de la fête de Pâques, qui, comme on sait, gouverne toutes les fêtes mobiles de l'année.

Un cadran donne les jours de la semaine, avec l'étymologie latine de chacun.

Un autre, les années bissextiles et l'ordre dans lequel les autres suivent la bissextile, données dont il faut tenir compte dans l'établissement des tables d'équation du temps.

Le grand cadran inférieur indique les douze mois de l'année, noms et signes du zodiaque. En dessous, le diamètre et la masse de chaque planète et du Soleil, rapportés au diamètre et à la masse de la Terre.

Un cadran est spécialement affecté aux magnificences du ciel étoilé, comportant les trois cent cinquante principales étoiles, groupées en constellations, qui effectuent les mêmes mouvements et occupent constamment les mêmes positions que les astres correspondants étincelant dans le firmament.

On trouve d'abord la calotte du ciel ayant pour centre le pôle nord céleste (voisin de l'étoile polaire) et, pour rayon, un arc égal à la distance angulaire du pôle à l'équateur céleste, augmentée de la hauteur du pôle. Cette calotte circonscrit toutes les étoiles qui, dans leur mouvement, peuvent devenir visibles du lieu de l'observation.

En avant est un autre cadran qui masque le premier, à l'exception d'une ouverture circulaire excentrée, ayant pour centre le point correspondant au zénith du lieu et pour circonférence la ligne de jonction de l'horizon rationnel avec la seule portion de la sphère céleste visible à un moment donné du lieu de l'observation. C'est par cette ouverture qu'on voit évoluer les étoiles.

Mais, tandis que la Terre a accompli sa

rotation sur elle-même, elle s'est aussi transportée sur son orbite d'une quantité moyenne égale à la 365^e partie de sa révolution annuelle, et le Soleil ne passera au méridien que 3' 56" après l'étoile observée la veille. De même, le cadran lui-même, portant l'horizon et toutes les indications relatives au ciel étoilé, se transporte comme la Terre et fait un tour complet dans le temps qui sépare deux équinoxes du printemps.

On comprend que, au moyen de divisions appropriées, ce système indique, par la marche des corps célestes : le passage des étoiles, le lever et le coucher de chacune s'effectuant sous les yeux du spectateur, au moment et au point du ciel où les astres correspondants l'effectuent dans l'espace ; l'angle horaire astronomique de chacun au moment de l'observation ; l'heure sidérale ; l'ascension droite du soleil moyen ; les distances angulaires azimutales ; le passage du point vernal au méridien du lieu ; le mouvement de la voie lactée ; le temps moyen à midi sidéral et, inversement, le temps sidéral à midi moyen.

Enfin, un dernier cadran porte deux aiguilles dont la grande marque les années de chaque siècle, sa révolution ayant donc lieu en cent ans. Une seconde aiguille indique les siècles et aura parcouru dans dix siècles seulement le premier tour de son cadran !

Commencée dès 1896, en marche depuis de nombreuses années mais non achevée, l'horloge fut démontée de fond en comble lors de l'invasion allemande, en août 1914 ; les matériaux en furent soigneusement cachés pendant toute la guerre. Elle vient seulement d'être complètement montée, avec des perfectionnements très importants et additions, dans un beau meuble, style Empire, construit pour résister victorieusement à l'épreuve du temps.

Un seul poids moteur anime tout l'ensemble. Un second poids est destiné à la sonnerie, qui répète les heures. Le remontage n'est fait qu'une fois par mois. Tous les engrenages sont en cuivre ; les pignons en fer et en acier ; tous les pivots roulent dans des coussinets en cuivre. Beaucoup de rouages feront fort peu de tours sur eux-mêmes pendant la vie de l'horloge, supposée plusieurs fois séculaire ; dans l'un d'eux, par exemple, chacune des dents n'entrera en contact avec une dent du pignon correspondant qu'une seule fois tous les mille ans !

C'est bien là une merveille de mécanique et de précision qu'a réalisée M. Charlotteau avec une patience et une habileté remarquables.

L. CAVALIER,

PERFECTIONNEMENT AUX ACCUMULATEURS

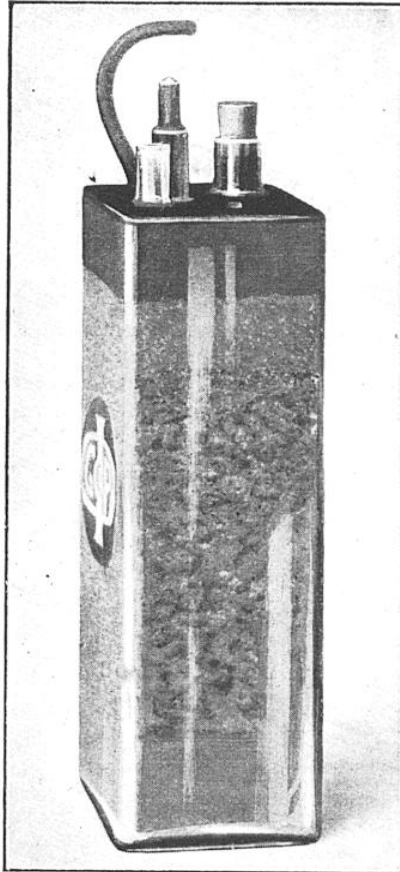
Un accumulateur électrique qui ne se sulfate pas
et qui ne se décharge pas non plus à circuit ouvert

Par Paul MEYAN

Nos lecteurs savent, et nous avons eu l'occasion de le leur expliquer en détail dans le numéro de novembre 1922, que les accumulateurs présentent le grave inconvénient de se décharger à circuit ouvert et, en outre, de se sulfater, si on les laisse se décharger, soit à circuit ouvert, soit à circuit fermé, au delà d'une certaine limite.

Au premier inconvénient signalé : la décharge en circuit ouvert, il n'existait jusqu'ici aucun remède. Quant au second, la sulfatation, on s'efforçait de l'éviter par une surveillance efficace du degré de décharge et de la concentration de l'électrolyte. Tôt ou tard, cependant, du moins là où un personnel dûment stylé ne surveillait pas les batteries, la sulfatation se produisait ; elle affectait surtout, fatalement, les accumulateurs d'automobile et de T.S.F., pour lesquels ni leur possesseur, ni la plupart des garagistes, ni les électriciens de quartier, ne prenaient les précautions qu'il eût fallu prendre pour l'éviter.

Or, les piles primaires, par opposition aux piles dites secondaires que sont les accumulateurs, présentent un inconvénient offrant une certaine analogie avec la décharge en circuit ouvert des accumulateurs. C'est ainsi



ÉLÉMENT D'ACCUMULATEUR FÉRY

Monté dans un bac en verre, cet élément laisse voir, à la partie inférieure, la masse grise du plomb constituant l'électrode négative et, au-dessus, la masse granuleuse de la matière immobilisant l'électrode positive.

que, pareillement en circuit ouvert on constate une usure de l'électrode négative de la pile. Étudiant le phénomène, un spécialiste très averti, M. Ch. Féry, s'aperçut que cette usure était due à une oxydation, qu'il était possible d'éviter.

Si nous considérons une pile zinc-charbon, dans laquelle le zinc, comme le charbon, est placé verticalement, nous voyons que l'attaque du zinc par l'électrolyte produit des sels de ce métal, que leur densité fait descendre petit à petit au fond du vase.

Or, dans cette solution concentrée de sels de zinc, l'oxygène que renferme l'air contenu dans l'électrolyte ne peut se dissoudre que très difficilement ; il s'en suit que la partie inférieure du crayon de zinc est pratiquement à l'abri de l'oxydation, alors que sa partie supérieure est, au contraire, d'autant plus exposée à l'oxydation que l'on se rapproche de la surface du liquide, où, nécessairement, la quantité d'oxygène dissous est plus grande.

Partant de cette constatation, M. Ch. Féry eut alors l'excellente idée, pour faire bénéficier la totalité du zinc de l'action anti-oxydante des couches inférieures de l'électrolyte, de placer le zinc horizontalement au fond du vase. Il put alors constater que

la pile ainsi modifiée ne présente aucune usure en circuit ouvert.

Partant de l'idée que, dans les accumulateurs, c'est aussi un phénomène d'oxydation qui occasionne la décharge spontanée d'abord, la sulfatation ensuite, M. Féry a imaginé un nouvel accumulateur, dont les éléments sont disposés comme ceux de sa pile.

Ce nouvel accumulateur est constitué par un bac en matière isolante, analogue à ceux qui sont utilisés pour les accumulateurs ordinaires.

Au fond de ce bac, et occupant toute sa section, se trouve l'électrode négative, et au-dessus, séparée par une couche de la matière immobilisante qui emplit tout le bac, une plaque positive. La matière immobilisante est imprégnée d'acide sulfurique. Une tige de plomb, isolée sur toute sa hauteur, permet la liaison électrique sur l'électrode négative. Le vase est fermé par une matière isolante, percée d'un trou pour l'échappement des gaz.

Il s'agit donc, non seulement, ainsi qu'on va le voir plus loin, d'un accumulateur conservant sa charge et ne se sulfatant pas, mais encore d'un accumulateur à liquide immobilisé, ce qui, on le conçoit, présente de grands avantages et en fait un appareil éminemment transportable. Ceci est d'autant plus remarquable que les inconvénients signalés plus haut en ce qui concerne la perte à circuit

ouvert et la sulfatation se sont toujours montrés exagérés dans des proportions énormes chaque fois qu'on a tenté d'immobiliser des accumulateurs ordinaires.

L'élément ainsi constitué se charge de la

manière ordinaire. Sa force électromotrice est aussi de 2 volts. L'immobilisation de l'électrolyte occasionnant une résistance intérieure sensiblement plus

grande et rendant la convection du liquide plus lente que dans les accumulateurs ordinaires, le débit est plus faible, mais, néanmoins, la courbe de décharge conserve l'allure horizontale que l'on obtient habituellement, ainsi qu'on peut s'en rendre compte sur la figure qui représente cette courbe au régime de 0 ampère 1, d'un élément ayant $4\frac{1}{2} \times 13\frac{1}{2}$ de côté et 17 centimètres de hauteur.

La conservation de la charge à circuit ouvert est tout à fait remarquable. Des éléments, abandonnés après charge pendant deux ans, avaient encore, au bout de ce temps, conservé le tiers de leur capacité électrique.

La sulfatation paraît presque impossible avec le dispositif de M. Féry, puisque des éléments laissés déchargés également pendant deux ans ont pu, au bout de ce temps, être rechargés normalement et fournir une décharge aussi bonne qu'auparavant.

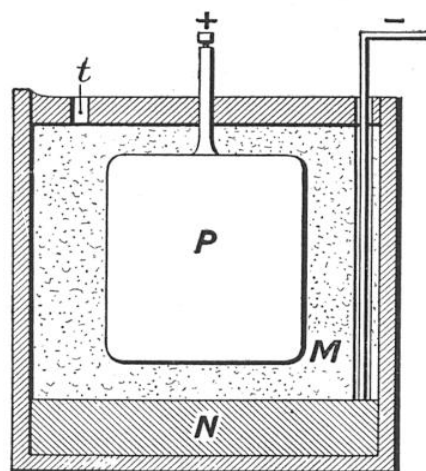
En somme, le principe de ce nouvel accumulateur permet de constituer des éléments

très facilement transportables, puisqu'il n'y a pas de liquide libre, et pouvant répondre à des besoins pour lesquels ni les piles, ni les accumulateurs ne donnaient jusqu'à présent des solutions satisfaisantes.

Il n'est pas douteux, par

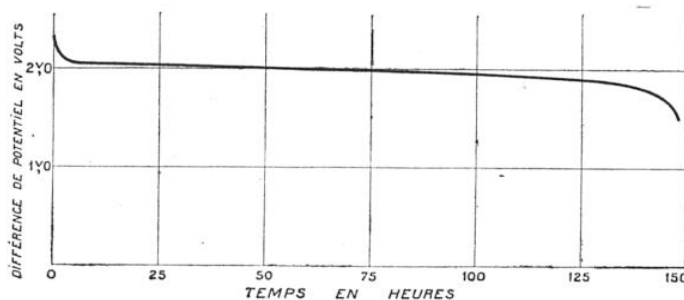
exemple, qu'en téléphonie sans fil ces nouveaux éléments soient appelés à rendre de grands services, surtout aux personnes habitant des localités éloignées des grands centres.

PAUL MEYAN.



COUPE SCHÉMATIQUE DE L'ACCUMULATEUR

N, plaque négative en plomb spongieux occupant la partie inférieure du bac ; P, plaque positive ; M, matière immobilisante inattaquable par l'acide sulfurique ; t, trou pour l'échappement des gaz.



COURBE DE DÉCHARGE D'UN ACCUMULATEUR

On remarque que l'allure de cette courbe est tout à fait comparable à celle d'un accumulateur au plomb ordinaire.

par un condensateur fixe de 0,25/1.000.

Les oscillations H. F. sont transmises par le secondaire du transformateur H. F. 9 à la grille de la lampe détectrice.

Transformées par cette dernière en oscillations B. F., elles sont dirigées dans le primaire du transformateur B. F. 5, dont le secondaire, comme nous l'avons vu, est incorporé dans le circuit grille de la première lampe. Le primaire de ce transformateur, de rapport de 1/10, est shunté par une capacité de 1/1.000 de microfarad.

Transmises à la grille de la première lampe, les oscillations B. F. sont amplifiées derechef par cette lampe.

Les oscillations ayant déjà passé une fois par la lampe, sont renvoyées vers cette dernière, d'où le nom de « reflex » qu'on donne d'habitude au montage de ce genre. La première lampe est une lampe amplificatrice B. F. en même temps qu'une lampe H. F.

Les oscillations B. F. réamplifiées par la première lampe sont recueillies par le haut-parleur 8.

Les enroulements indiqués sont calculés pour des longueurs d'onde variant entre 200 et 500 mètres.

Il est à noter que les montages « reflex » incorrects sont susceptibles de donner lieu à des oscillations parasites de B. F. Pour les éviter, nous conseillons de se conformer strictement au schéma de la figure 1.

II. Conseils divers

On peut transformer facilement un reproducteur de phonographe en haut-parleur

Nous relevons, dans le *Bulletin Officiel de l'Association des Auditeurs de T. S. F.*, le montage suivant permettant de transformer en haut-parleur un reproducteur de phonographe ordinaire.

En principe, il suffit d'actionner le diaphragme du phonographe par la membrane

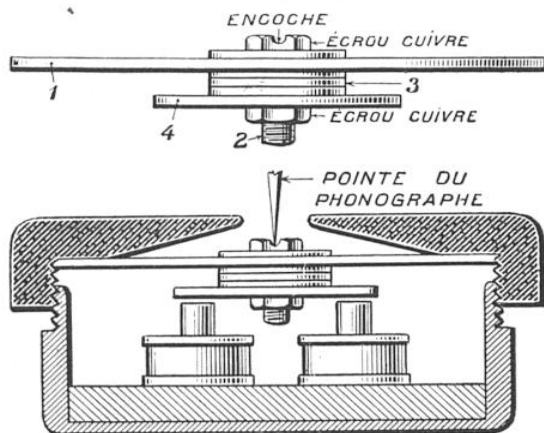


FIG. 3 ET 4. — ÉCOUTEUR TÉLÉPHONIQUE MODIFIÉ POUR PERMETTRE D'UTILISER LES PHONOGRAPHES COMME HAUT-PARLEUR DE T. S. F.

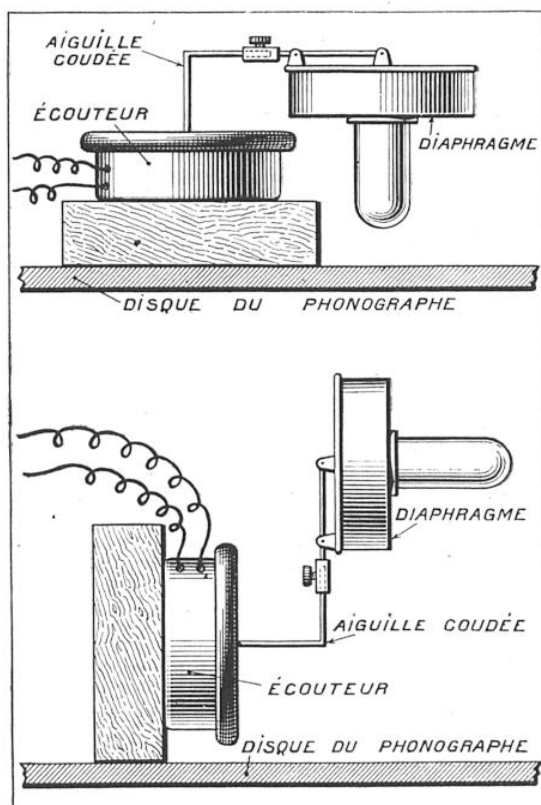


FIG. 5. — POSITION RELATIVE DES ORGANES, DANS LE CAS D'UN REPRODUCTEUR A AIGUILLE : EN HAUT, SI LE COUDE PORTE-DIAPHRAGME EST MOBILE ; EN BAS, S'IL EST FIXE

d'un écouteur de T. S. F. Cette dernière doit subir quelques transformations très faciles à réaliser. On découpe une rondelle de mica de 0 mm. 6 à 0 mm. 7 d'épaisseur et de diamètre égal à celui de la plaque vibrante (1 sur la fig. 3).

Une rondelle en fer doux est adaptée à la membrane de mica par l'intermédiaire de la tige filetée 2. Le diamètre de la rondelle de fer doit être juste assez grand pour pouvoir couvrir les pôles de l'électro. Le fer est séparé du mica par une ou plusieurs rondelles de cuivre 3, de telle façon que, dans l'écouteur, la rondelle de fer occupe la place normale de la membrane. Le tout est assemblé par un petit écrou. La tige filetée est coupée au ras de cet écrou, dont la surface est encochée pour recevoir le style (aiguille ou saphir).

La membrane de mica doit être collée intérieurement au pavillon de l'écouteur. Pour cela on enlève la tige 2, on enduit de seccotine le rebord interne du pavillon, on y place la membrane et on visse le pavillon.

Lorsque la colle est bien sèche, ce qui demande deux ou trois jours, on remonte

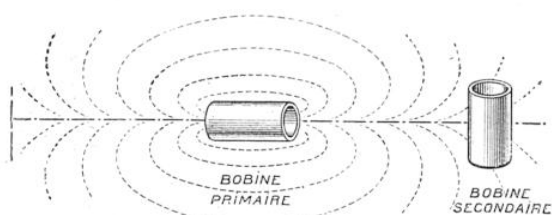


FIG. 6. — LORSQUE LES BOBINES SONT AINSI DISPOSÉES, DES ACCROCHAGES INTÉPESTIFS ENTRE LES DEUX CIRCUITS OSCILLANTS SONT À CRAINDRE

la plaque de fer et on visse doucement le pavillon pour rapprocher la plaque 4 des pôles.

L'écouteur modifié est alors prêt à être utilisé en conjonction avec le phonographe. Si celui-ci est à saphir, il suffit de placer ce saphir dans l'encoche de la tige 2, l'écouteur étant posé sur le plateau.

Avec l'appareil à aiguille, le montage est un peu plus compliqué, car il ne faut pas perdre de vue que, si l'enregistrement du disque imprime au saphir des mouvements *verticaux*, ce sont, au contraire, des mouvements *latéraux* qu'il impartit à l'aiguille, ledit enregistrement étant en profondeur dans le premier cas et en surface dans le second. Si le coude porte-diaphragme peut tourner autour du bras acoustique, il suffit de placer le diaphragme parallèlement au plateau (fig. 5 en haut) et de remplacer l'aiguille par une tige d'acier de même diamètre, de longueur double et coudée à 90° en son milieu. Si l'appareil a le coude fixe, il est alors nécessaire de placer l'écouteur sur un support dans la position verticale et de faire appuyer la tige coudée sur le centre de la

tige filetée par un ressort, la pesanteur n'ayant plus d'action (fig. 5 en bas).

Cet ingénieux dispositif, dû à M. N. Aurousseau, permet d'entendre avec une très grande netteté et donne des résultats comparables aux résultats qu'on obtient avec un bon haut-parleur moyen.

Comment éviter les accrochages

Il arrive assez souvent qu'un radio-récepteur à deux circuits oscillants ne permet pas le réglage doux et progressif : des oscillations entretenues se créent de la façon la plus fantaisiste dans ces circuits et, parfois même, persistent au point qu'aucun réglage ne peut les éliminer. Comme on le dit communément, le poste, après avoir « accroché », ne « décroche » pas. La cause probable de ce phénomène réside presque toujours dans le fait que les deux circuits se trouvent plus ou moins couplés

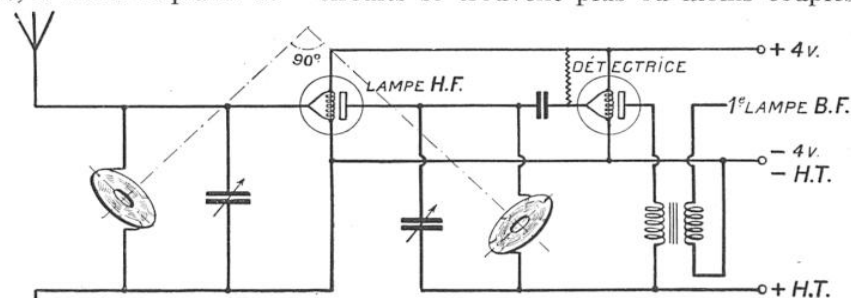


FIG. 8. — EXEMPLE D'APPLICATION, DANS LE CAS DE BOBINES ORIENTABLES

entre eux, soit par capacité de la lampe de liaison, soit par induction directe. Nous indiquerons quelques moyens d'éviter ce défaut et d'améliorer le fonctionnement du récepteur.

Examinons le cas où les bobines de ce dernier peuvent être déplacées. Dans ce cas, il est nécessaire d'écarter le plus possible les bobines des deux circuits oscillants et de les placer à angle droit, mais en évitant que le prolongement de l'axe de l'une rencontre l'autre bobine. La figure 6 donne un exemple de la mauvaise disposition des bobines. Les lignes de force de la bobine primaire passent dans les enroulements de la bobine secondaire.

La figure 7 représente les mêmes bobines dans la position convenable.

La figure 8 donne le schéma d'un poste à deux circuits oscillants avec des selfs en fond de panier et indique les positions adéquates de ces selfs pour éviter l'accrochage.

Passons maintenant au deuxième cas : les bobines sont fixes. Pour éviter, dans ce cas, l'accrochage, il est nécessaire d'agir sur

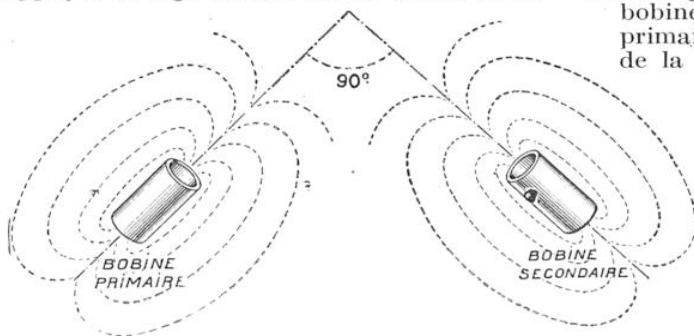


FIG. 7. — POSITION JUDICIEUSE DES BOBINES

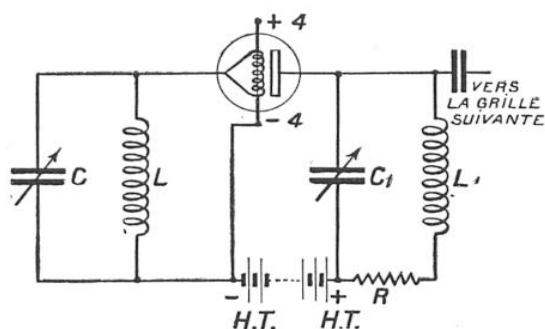


FIG. 9. — DANS LE CAS DE BOBINES FIXES, UNE RÉSISTANCE R , INSÉRÉE DE PRÉFÉRENCE DANS LE CIRCUIT PLAQUE, CONSTITUE UN EXCELLENT REMÈDE

l'amortissement de l'un ou l'autre des deux circuits oscillants en y insérant une résistance de 20 à 40 ohms. La figure 9 donne un exemple de ce montage.

La résistance est introduite dans le circuit plaque, mais elle pourrait tout aussi bien être incorporée dans le circuit grille. Enfin, les bobines de self des deux circuits oscillants peuvent être enfermées dans des cuirasses en cuivre, comme indiqué sur la figure 10. Le voisinage du métal (en feuille d'au moins de 0 mm. 5 d'épaisseur) diminue la self d'une valeur constante. Cet écran évite l'accrochage entre les deux circuits oscillants, tout en ne nuisant en rien au bon fonctionnement ou à la puissance de l'ensemble du poste récepteur.

III. Notes et idées de lecteurs

La mise à la terre de l'antenne

LA question de mise à la terre de l'antenne pendant les temps orageux ou tout simplement pendant le repos de l'appareil n'est pas difficile à résoudre. De nombreux dispositifs, souvent ingénieux, existent sur le marché. Leur seul inconvénient est de coûter cher. Par ailleurs, si certains amateurs ont imaginé des dispositifs de fortune qui remplissent bien leur but, ce n'est, le plus souvent, que sans grand souci d'esthétisme. Un de nos lecteurs, M. Laurent, a adopté, lui, en guise d'appareil de « mise à la terre », un simple interrupteur d'éclairage à deux directions (fig. 11), qui, fixé sur une petite planchette d'ébonite, prend peu de place, présente un aspect tout à fait acceptable, a le grand avantage de ne pas coûter cher et, enfin, d'être en vente chez tous les électriciens.

IV. Divers

Réglementation de la T. S. F. au Maroc

LA réglementation de la T. S. F. au Maroc vient d'être édictée par le Protectorat. Nous empruntons à notre aimable confrère *la Vigie marocaine* les passages principaux du texte publié, et nous souhaitons aux amateurs marocains le plus grand succès dans ce passionnant domaine.

Dahir du 27 rebia II 1343.

Louange à Dieu seul ! Que l'on sache par les présentes — puisse Dieu en élever et en fortifier la teneur ! — que notre Majesté Chérifienne a décidé ce qui suit :

Art. 3. — Des autorisations de transmettre ou de recevoir d'un lieu à un autre des signaux de correspondance ou des sons émis vocalement ou mécaniquement peuvent être accordées par le directeur de l'Office des postes, des télégraphes et des téléphones, dans les conditions fixées ci-après.

Dispositions particulières

Art. 3. — L'établissement des postes radioélectriques privés, servant uniquement à la réception des signaux ou de communications n'ayant pas le caractère de correspondances particulières, est autorisé, sous la condition, pour le pétitionnaire, de souscrire une déclaration conforme au modèle n° 1 annexé au présent arrêté.

Elle donne lieu à la perception d'un droit de statistique de 1 franc.

Art. 6. — L'établissement des postes radioélectriques privés servant à assurer l'émission ou, à la fois, l'émission et la réception des signaux et des correspondances est subordonné à une autorisation spéciale délivrée par le directeur de l'Office des postes, des télégraphes et des téléphones, après avis conforme de la commission permanente de T. S. F.

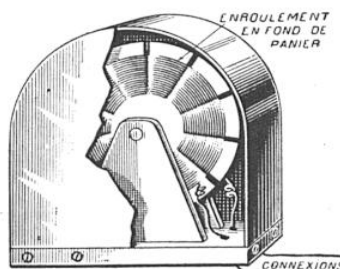


FIG. 10. — L'ISOLATION MAGNÉTIQUE DES SELFS EN CONSTITUE UN AUTRE ÉGALLEMENT TRÈS BON

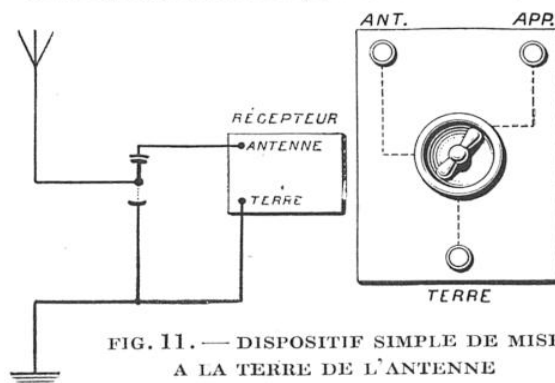


FIG. 11. — DISPOSITIF SIMPLE DE MISE A LA TERRE DE L'ANTENNE

Les autorisations sont délivrées exclusivement aux titulaires d'un certificat d'opérateur radiotélégraphiste ou d'opérateur radiotéléphoniste délivré après un examen, dont les conditions sont déterminées par le directeur de l'Office des postes, des télégraphes et des téléphones, ou aux propriétaires d'installation qui se sont engagés à faire assurer le réglage et le bon fonctionnement de leurs postes par un opérateur pourvu de l'un des dits certificats.

Les frais d'examen pour l'obtention de ces certificats sont fixés à vingt-cinq francs par candidat examiné.

L'arrêté viziriel règle d'une façon minutieuse la répartition des diverses longueurs d'onde et la puissance des postes de diverses catégories.

Art. 14. — Les postes privés radioélectriques d'émission des cinq catégories sont assujettis à une taxe de contrôle de 100 fr. par an et par kilowatt ou fraction de kilowatt de puissance mesurée à l'alimentation. Cette taxe est due pour l'année entière, quelle que soit la date de mise en service du poste. Les frais extraordinaires auxquels peut donner lieu spécialement le contrôle d'un poste radioélectrique privé sont remboursés par le permissionnaire du poste.

En plus, les postes privés fixes (non d'amateur) sont soumis à une redevance pour droit d'usage, fixée, pour chaque émetteur, à 40 francs par an par watt-alimentation.

V. Horaires de principaux postes de diffusion

FRANCE :

Tour Eiffel, 2.650 m., puissance 4 kw., concert à 18 h., prévisions 6 h. 40, 11 h. 15, 19 h., 22 h. 10 ; cours financiers 11 h. 45, 15 h. 35, 10 h. 30 ; cours poisson 11 h.

Radio-Paris, 1.780 m., puissance 1,5 kw., concert 12 h. 45, 16 h. 45, 20 h. 30 ; dancing, 22 h. mercredi, samedi, dimanche ; cours, communiqués 12 h. 45, 16 h. 30.

Lyon, 470 m., puissance 0,5 kw., concert 10 h. 30, 20 h., cours commerciaux en semaine, 11 h. 30, 15 h. 15, 16 h. 15, 17 h.

P. T. T., 458 m., puissance 0,5 kw. ; concert, causerie scientifique 21 h.

Petit Parisien, 345 m., puissance 0,6 kw., concert, causerie 21 h. 30, dimanche, mardi, jeudi.

Omega (Casablanca), 250 m., concerts, essais, 17 h. à 19 h.

BELGIQUE :

Bruxelles-Haren, 1.100 m., puissance 3 kw., météorologie à 13 h., 14 h., 16 h. 50, 18 h. 50 ; service avions. *Radio-Belgique*, 265 m., puissance 1 kw., concerts 17 h. à 18 h., 20 h. 15 à 21 h., 21 h. 15 à 22 h., presse, 18 h., 21 h. ; causerie 20 h.

ANGLETERRE :

Chelmsford, 1.600 m., puissance 1,5 kw., poste d'essai, concert 19 h. 30 à 22 h. ; lundi, mercredi, jazz, de 21 à 22 h. 30 ; dimanche, jazz jusqu'à minuit ; dimanche concert de 15 h. 30 à 17 h.

Cardiff 351 m. puis. 1,5 kw. Concert.
Londres 365 m. — Causeries. 19 h. 30
Bournemouth. 385 m. — Jazz.
Newcastle 400 m. — Musique à 20 h. 30
Glasgow 420 m. — religieuse.
Birmingham . 475 m. — Presse.

ALLEMAGNE :

Koenigswusterhausen plusieurs ondes 4.000 m., 3.150 m., 2.800 m., 2.550 m. ; presse et nouvelle irrégulièrement, toute la journée, de 6 h. à 20 h.

Koenigswusterhausen, 2.800 m., concert dimanche 11 h. 50.

Koenigswusterhausen, 680 m., concert dimanche 9 h. 40.

Telefunken, 750 m., concert 10 h. 30, 19 h.

Vox-Haus, 430 m., cours, concert 15 h. 15, conférence 18 h., concert 19 h. 30.

Munich, 485 m., concert, 15 h. 30, 17 h. 30, 18 h. 30.

Frankfurt-sur-le-Main, 470 m., puissance 2 kw., concert 15 h. 30, 19 h. 30, 22 h.

Leipzig, 453 m., concert 11 h., 16 h., 17 h., 19 h. 30, dancing 21 h.

Stuttgart, 443 m., puissance 1 kw., concert dimanche 15 h. 30, 20 h., 21 h.

AUTRICHE :

Vienne, 530 m., cours commerciaux 8 h., 14 h. 30, concerts 10 h., 15 h., 19 h.

DANEMARK :

Lingsby, 240 m., cours et nouvelles 18 h. 15, concert 20 h. 30 à 21 h., dimanche concert de 8 à 9 h.

Copenhague, 470 m., concert dimanche, mercredi, jeudi à 19 h.

SUÈDE :

Stockholm, 440 m., concert dimanche (service religieux) à 11 h., concert en semaine à 19 h.

Stockholm Radio ART, 470 m., concert 19 h.

SUISSE :

Genève, 1.100 m., puissance 0,5 kw., causerie 12 h. 15 et 13 h. 15.

Lausanne, 850 m., puissance 0,5 kw., divers et musique 20 h. 15.

Zurich, 650 m., puissance 1 kw., nouvelles 8 h. 12, 18 h., concerts 15 h., 19 h. 15.

ITALIE :

Rome (U. R. I.), 422 m., puissance 1 kw., concert 19 h. 30, 21 h. 40.

Rome (R. A.), 470 m., nouvelles 11 h. 30, 15 h. 20 concerts 12 h., 16 h. 30.

Rome (I. C. D.), 1.800 m., concert 15 h., 19 h. 30.

TCHÉCO-SLOVAQUIE :

Prague (K b e l y), 1.150 m., cours 9 h., 10 h. 30, 12 h. 50, 16 h., 17 h., concert 18 h. 15.

HOLLANDE :

Amsterdam, 2.000 m., puissance 1 kw., bourse, presse, change, 9 h., 17 h.

La Haye, 1.050 m., puissance 0,5 kw., concert dimanche, 20 h. 40, 21 h. 40, concert mardi, 19 h. 40, vendredi 21 h. 40.

La Haye, 1.070 m., puissance 0,5 kw., concert dimanche, 18 h. 40, lundi, jeudi 20 h. 10.

ESPAGNE :

Madrid (R. I.), 392 m., puissance 1 kw., concert 22 h. à 24 h.

Madrid (R. E.), 335 m., concert 18 h.

Barcelone, 325 m., concert à 21 h.

RUSSIE :

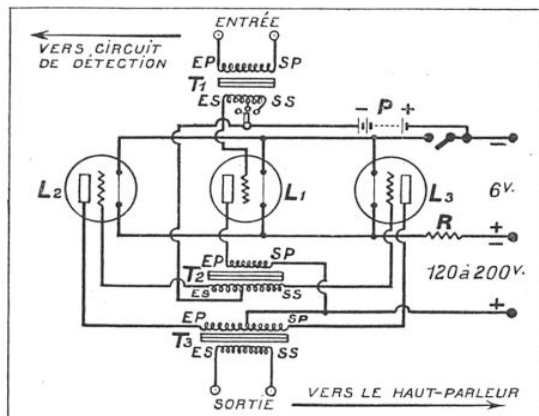
Moscou, 3.200 m., puissance 4 kw., causerie, musique 12 h. 30 à 13 h. 30, irrégulier.

C. GRINAULT.

LA T. S. F. ET LES CONSTRUCTEURS

Transformateurs basse fréquence spéciaux pour réception en grande puissance

ON sait que la trop grande multiplication des étages d'amplification basse fréquence produit, en même temps qu'une grande puissance de réception, des déformations très sensibles de la parole.



MONTANT UTILISANT LES TRANSFORMATEURS SPÉCIAUX T_1 T_2 T_3

P, pile rendant négatives les grilles des lampes L_2 L_3 ; EP, SP, ES, SS, entrées et sorties des primaires et des secondaires des transformateurs.

Ces déformations proviennent surtout de la saturation de la dernière lampe qui doit contrôler l'énergie totale du circuit de réception téléphonique.

S'attachant à résoudre ce difficile problème de l'audition pure et puissante, M. Bardon a construit des transformateurs spéciaux qui permettent d'exécuter un montage *en balance* répartissant l'énergie entre les deux dernières lampes. Le montage utilisé est représenté ci-dessus. La tension de plaque pour l'utilisation de ce circuit doit être de 120 volts pour obtenir un fonctionnement régulier. On peut, d'ailleurs, pousser cette tension jusqu'à 220 volts sans inconvénient, pour réaliser l'amplification maximum. Un commutateur placé sur le transformateur d'entrée permet de faire varier dans de grandes proportions l'intensité de la réception. On a marqué sur le schéma les diverses bornes d'entrée et de sortie des enroulements primaires et secondaires. On remarque également la présence d'une petite pile de 6 volts. Cette pile a pour but de rendre les grilles des lampes négatives, afin de diminuer encore les déformations.

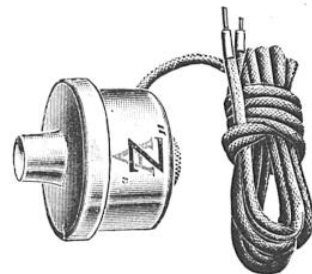
Le débit de cette pile étant pratiquement nul, sa durée est très longue.

Le chauffage des lampes étant effectué sous une tension de 4,5 volts, la batterie de chauffage doit donner une tension de 6 volts.

Muni de cet appareil, un phonographe devient un haut-parleur puissant

LES phonographes étant toujours munis d'un dispositif d'amplification acoustique (pavillon, visible ou non, ou caisse de résonance avec orifice évasé), il était tout naturel que l'on songeât, tôt ou tard, à utiliser ce dispositif pour constituer un haut-parleur de T. S. F., d'autant que l'amplificateur acoustique des phonographes est, en général, particulièrement apte à fournir des auditions très pures.

M. Constant Grinault indique, dans la rubrique de T. S. F. de ce numéro, comment on peut transformer un reproducteur de phonographe en haut-parleur. On peut, dans un autre ordre d'idées, envisager assez facilement la modification à apporter à un écouteur téléphonique réglable pour qu'il puisse s'adapter à un amplificateur acoustique de machine parlante. Nombreux sont certainement les amateurs qui ont réalisé un haut-parleur avec un cornet de papier fort dont la pointe est collée sur l'ouverture de l'écouteur. Pour ceux, et ils sont légion également, qui possèdent un phonographe et qui n'ont pas la possibilité matérielle ou l'adresse nécessaire pour cette transformation, le petit appareil représenté ci-contre résout élégamment le problème. C'est un écouteur téléphonique spécial, réglable, muni d'un embout permettant de le fixer aisément à la place du porte-diaphragme de la plupart des phonographes actuels.



CET ÉCOUTEUR SPÉCIAL TRANSFORME UN PAVILLON DE PHONOGRAPHE EN HAUT-PARLEUR

Le réglage de cet appareil est obtenu en vissant plus ou moins le couvercle moletté qui en forme le fond. En passant par une certaine position du couvercle, on entend un bruit sec dû au collage de la membrane contre les pôles de l'écouteur. On revient alors légèrement en arrière et on fixe le couvercle, dans la meilleure position obtenue, au moyen d'une double bague prévue à cet effet. J. M.

LES A COTÉ DE LA SCIENCE

INVENTIONS, DÉCOUVERTES ET CURIOSITÉS

Par V. RUBOR

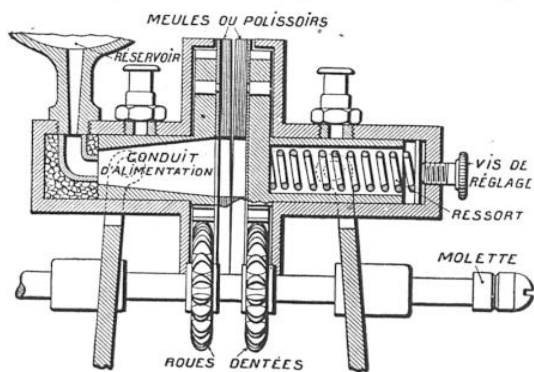
Nouvelle machine à polir et à affûter les lames de couteaux

CETTE machine comporte deux disques entre lesquels on engage la lame du couteau et auxquels un moteur électrique ou une manivelle communique, directement ou par l'intermédiaire d'une transmission appropriée, un mouvement de rotation rapide. Ces disques, susceptibles de s'écarter suivant l'épaisseur de la lame engagée, restent cependant appliqués contre elle sous l'action d'un ressort dont on peut régler la tension.

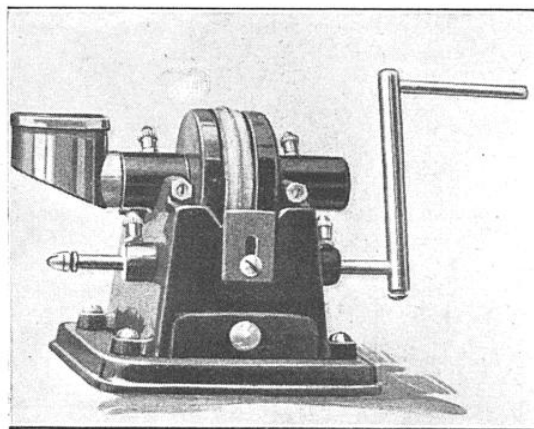
Cet écartement des disques est rendu possible par leur pivotement autour de deux axes pointeaux. Malgré cette inclinaison, la forme spéciale arrondie des dents d'engrenage qui commandent la rotation des disques permet aux roues dentées de rester toujours en prise.

L'alimentation des disques en poudre à polir se fait par un canal central traversant l'arbre et débouchant dans une cavité au centre des meules. Sous l'action de la force centrifuge, la poudre est chassée sur la partie des disques qui appuie sur la lame à polir ; l'excès non utilisé tombe à la partie inférieure, dans un tiroir, où l'on peut la recueillir. L'axe du disque qui se trouve du côté du réservoir de poudre porte un petit prolongement qui produit un brassage de la poudre pour assurer son écoulement régulier à partir du réservoir.

Le dispositif d'affûtage est constitué par



COUPE DE LA MACHINE A POLIR ET A AFFÛTER LES LAMES DE COUTEAUX



LA MACHINE A POLIR ET A AFFÛTER PEUT ÊTRE ACTIONNÉE A LA MAIN OU PAR UN MOTEUR ÉLECTRIQUE

une molette plate fixée au bout de l'arbre qui comporte le pignon d'engrenage actionnant le polissoir. Cette molette est en acier et présente une rainure ayant une section en forme de V. Il suffit d'engager le tranchant de la lame dans la rainure de la molette, qui tourne très rapidement, et de la déplacer d'avant en arrière et inversement pour obtenir l'affûtage désiré.

Deux butées de fibre disposées de part et d'autre de la meule empêchent la lame de descendre et de toucher le bâti, ce qui en détériorerait le tranchant. Ces butées sont réglables en hauteur suivant les différents modèles des pièces que l'on veut travailler.

Une nouvelle pompe basée sur le phénomène de la capillarité

NOUS avons déjà décrit plusieurs éleveurs de liquide dont le fonctionnement est basé sur la capillarité. L'appareil que nous signalons aujourd'hui nous a paru cependant assez original pour mériter une nouvelle mention.

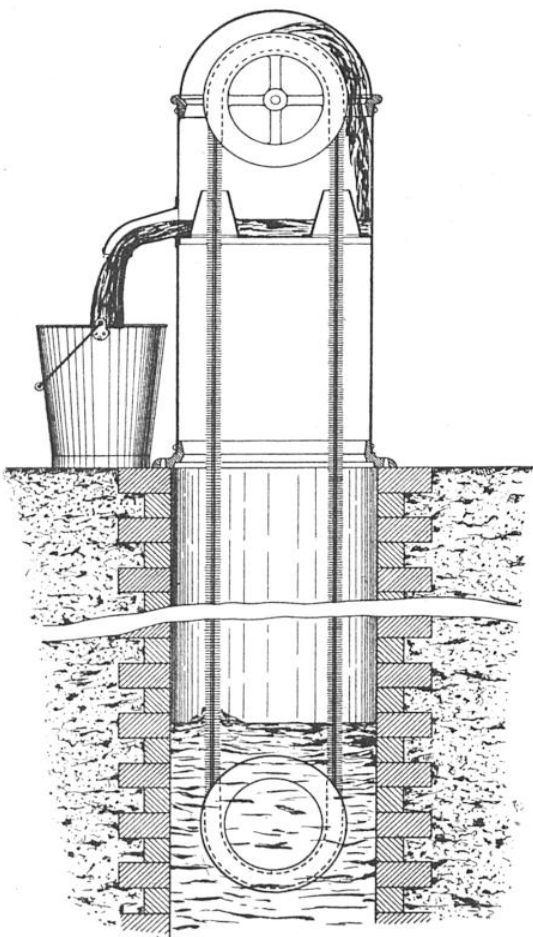
Cet élévateur est composé d'un câble métallique, dont les extrémités sont reliées par un raccord, et sur lequel sont enfilées des rondelles minces en métal léger, séparées entre elles par des rondelles en caoutchouc

de petit diamètre et d'épaisseur assez faible pour que l'adhérence des molécules, ou tension superficielle, maintienne le liquide entre les rondelles métalliques.

Le mécanisme est réduit à deux poulies à gorge, dont l'une est montée sur l'arbre à manivelle du bâti et l'autre repose sur le câble au fond du puits, pour assurer la tension. Aucun contrepoids n'est nécessaire et cette poulie se maintient en place à toutes les vitesses de fonctionnement.

L'installation de l'appareil est très simple : il suffit de poser le bâti sur le puits, de descendre le câble avec la poulie de tension et de le faire reposer dans la gorge de la poulie supérieure.

En tournant la manivelle à n'importe quelle vitesse, la poulie entraîne le câble-pompe, qui, en plongeant dans l'eau, emprisonne celle-ci entre les rondelles métalliques où elle restera jusqu'à son passage sur la poulie supérieure. A ce moment-là, en effet, trois actions concourent à faire écouler l'eau : la courbure du câble, rendue possible par



INSTALLATION GÉNÉRALE DU « CÂBLE-POMPE »
DANS UN PUITS

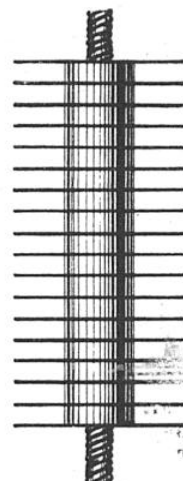
l'élasticité des rondelles de caoutchouc, qui oblige les rondelles métalliques à s'incliner les unes sur les autres et, par suite, augmente leur écartement sur la périphérie ; la force centrifuge ; le fait que le câble quitte la position verticale, condition qui, à elle seule, suffirait pour provoquer l'écoulement de l'eau. Le câble étant en équilibre à vide et le mécanisme très réduit, on conçoit que toute la force dépensée sur la manivelle est entièrement utilisée à l'ascension de l'eau, qui est intégralement recueillie à la sortie du bâti.

A l'arrêt, un frein automatique empêche le câble de redescendre sous le poids de l'eau qui reste prisonnière entre les rondelles métalliques. Aucun désamorçage n'est donc à craindre.

Le débit de cet appareil est naturellement fonction du diamètre des rondelles métalliques et de la vitesse de rotation de la manivelle. Un câble de 30 millimètres de diamètre, à la vitesse moyenne de 100 tours par minute, fournit 2.400 litres à l'heure. Avec un câble de 60 millimètres de diamètre, le débit est de 13.500 litres. On peut, en outre, jumeler plusieurs câbles, et ainsi le débit se trouve multiplié par le nombre de câbles.

En outre, on peut élever l'eau de n'importe quelle profondeur. La commande peut être faite par moteur électrique, logé à l'intérieur du bâti, ou par moteur à essence, roue à vent ou manège.

Ce robuste dispositif est donc susceptible de rendre de grands services à la ferme, au jardin, aux colonies, etc....



DÉTAIL DU CÂBLE MONTRANT
LES RONDELLES
DE
CAOUTCHOUC

Brosse électrique à récurer les casseroles

Si le lavage de la vaisselle est une opération fastidieuse, combien l'est davantage le récurage des plats et casseroles, surtout lorsqu'un feu trop vif ou une surveillance défectueuse ont « fait attacher » les aliments à l'intérieur des récipients utilisés pour leur cuisson.

Pour quiconque possède l'électricité, cette opération sera grandement facilitée et accélérée par le petit appareil représenté ci-contre, que chacun a pu voir fonctionner au récent Salon des Objets ménagers. Cet appareil, qu'un petit moteur électrique actionne au moyen, par exemple, d'une courroie de renvoi, est constitué par un arbre vertical (reposant sur une butée à

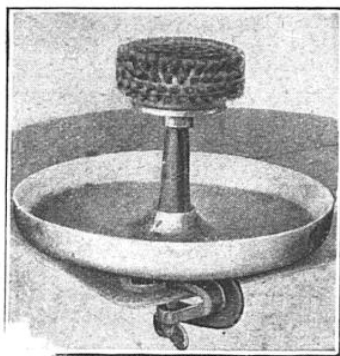


FIG. 1. - EN COIFFANT CETTE BROSSÉ MÉTALLIQUE ROTATIVE DES RÉCIPIENTS À NETTOYER, TOUTES LES MATIÈRES GRATTÉES RETOMBENT DANS LA CUVETTE INTÉRIEURE

l'extérieur ; les débris qui tombent soit dans un plateau (fig. 1), si c'est l'intérieur qu'on récuré, soit dans la cuve cylindrique (fig. 2), si c'est le fond que l'on nettoie, le plateau pouvant instantanément prendre la place de la cuve et *vice versa*, suivant les circonstances.

Pour enlever la brosse et la nettoyer, ou pour lui substituer un polissoir, il suffit de la soulever, ce qui la dégage de l'ergot, grâce auquel l'arbre vertical l'entraîne dans son mouvement de rotation.

Pour diminuer les pertes de vies occasionnées par les accidents d'électrocution

L'INDUSTRIE électrique enregistre chaque année la mort, par électrocution, de nombreux ouvriers, en dépit des consignes les plus sévères et des précautions les plus minutieuses. C'est qu'aucun danger n'est plus dissimulé, insoupçonnable et traître que celui que présente l'énergie électrique. L'ouvrier le plus prudent, le plus pondéré, qui, pendant des années, n'aura pas touché à une barre de *feeder* sans couper le courant deux fois, trois fois plutôt qu'une, un jour se laissera prendre comme un « bleu » ou un fanfaron. Nous en avons connu qui, avant de faire une réparation à un tableau de distribution, avaient pris la précaution de couper le courant aux départs comme aux arrivées. Sûrs d'eux-mêmes, ils s'apprentent alors à effectuer la réparation... derrière le

tableau. Hélas ! des erreurs de ce genre, une distraction d'une fraction de seconde, ne pardonnent pas.

Parmi toutes les précautions que l'on cherche à inculquer aux ouvriers électriciens, l'obligation de se gantier les mains de caoutchouc avant d'effectuer une manœuvre dangereuse figure au premier plan. Un stupide amour-propre vis-à-vis de camarades fanfarons, une trop grande hâte, les gants qu'on n'a pas trouvés, sont causes que les intéressés n'observent pas toujours la consigne ; pourtant, il n'est pas un électricien de centrale ou de ligne qui, en quelques années de métier, n'ait vu, sous ses yeux, brûler, telle une torche, un imprudent.

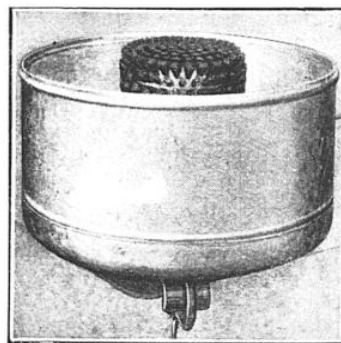


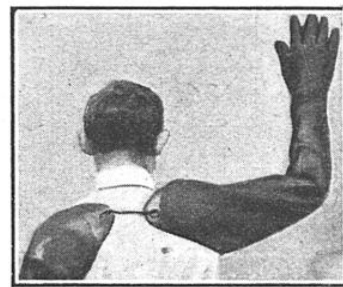
FIG. 2. — LORSQU'ON DESIRE NETTOYER L'EXTÉRIEUR DE LA CASSEROLE, ON ENTOURE L'APPAREIL D'UNE CUVE QUI EMPÊCHE LES PROJECTIONS DES MATIÈRES

tableau. Hélas ! des erreurs de ce genre, une distraction d'une fraction de seconde, ne pardonnent pas.

Parmi toutes les précautions que l'on cherche à inculquer aux ouvriers électriciens, l'obligation de se gantier les mains de caoutchouc avant d'effectuer une manœuvre dangereuse figure au premier plan. Un stupide amour-propre vis-à-vis de camarades fanfarons, une trop grande hâte, les gants qu'on n'a pas trouvés, sont causes que les intéressés n'observent pas toujours la consigne ; pourtant, il n'est pas un électricien de centrale ou de ligne qui, en quelques années de métier, n'ait vu, sous ses yeux, brûler, telle une torche, un imprudent.

Au lieu de simples gants, qui ne protègent que les mains, on recommande aujourd'hui, fortement, aux Etats-Unis, signale notre confrère *The Scientific American*, l'usage de bras complets, c'est-à-dire de gants ou mitaines à manche s'étendant jusqu'à l'épaule et la recouvrant entièrement. Les deux manches se raccordent sur le dos par un lacet ; elles sont essayées sous une tension de 30.000 volts. L'usage de ces bras en caoutchouc devrait bien, en France, être imposé au personnel qui travaille sur les lignes, dans les usines, les sous-stations, les postes de transformation. Cette précaution, comme beaucoup d'autres, d'ailleurs, restera cependant sans effet, si les compagnies ne veillent pas strictement à leur observation et ne renvoient impitoyablement tout ouvrier qui ne se sera pas strictement conformé aux consignes établies, quels que soient sa valeur et le regret qu'elles aient d'avoir à se séparer d'un bon serviteur.

Bien qu'à peu près immunisé contre les risques d'électrocution par suite de l'épreuve que subissent les gants de caoutchouc, il



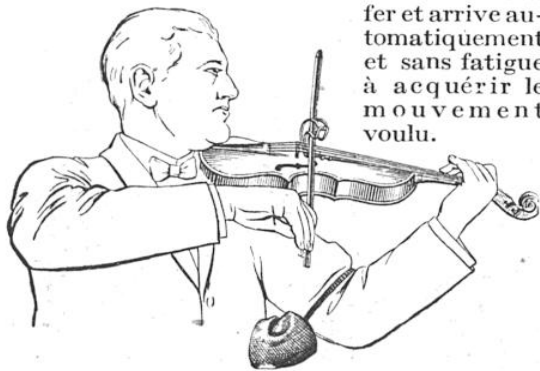
CES LONGS GANTS DE CAOUTCHOUC ÉLIMINENT LES RISQUES D'ÉLECTROCUTION

ve qu'ont subie est indispensable que les précautions édictées par les règlements affichés dans les centrales ne soient pas perdues de vue. On sait, en effet, qu'en matière de sécurité deux garanties sont nécessaires.

Un petit dispositif qui facilite l'étude du violon

TOUT le monde connaît les grandes difficultés éprouvées par le débutant qui désire apprendre à jouer du violon. A côté des sons purs et délicats que l'artiste tire de son instrument, l'apprenti violoniste se désespère en entendant les grincements produits par le frottement de l'archet sur les cordes. Il passe et repasse la colophane sur les crins, s'imaginant toujours que le défaut provient de l'outil et non de... l'ouvrier. Les recommandations du professeur au sujet de la tenue du violon et de l'archet ne font que l'irriter davantage, car il ne se rend pas compte de leur importance. Le violon doit être tenu horizontalement, le coude du bras gauche placé sous l'instrument, ce qui exige une certaine souplesse de l'épaule ; l'avant-bras gauche doit être assez vertical pour que le poignet soit libre et que les doigts viennent s'appuyer normalement sur les cordes. L'archet doit aller et venir sur les cordes sans glisser le long, autrement il produirait des grincements désagréables.

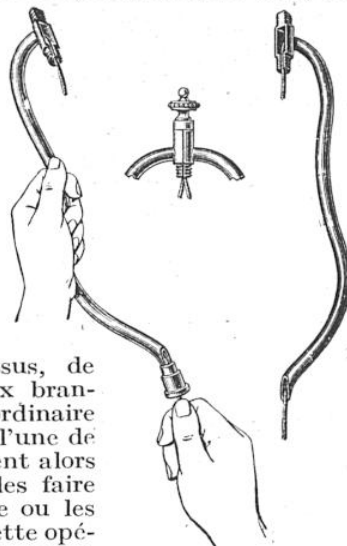
Frappé par la difficulté pour l'apprenti d'effectuer convenablement ce mouvement, un artiste français, M. Victor Porcheron, a conçu un dispositif qui permet à l'élève de prendre immédiatement et tout naturellement la bonne position. Il peut donc porter toute son attention sur la lecture de la musique et sur le doigté. Un coussin à ressort, maintenu au bras gauche par un élastique, permet d'appuyer ce bras contre le côté gauche et évite complètement la fatigue qui résulte de cette position. Un guide-archet complète l'appareil. C'est un fil de fer, nickelé ou doré, plusieurs fois replié, ainsi que le montre notre dessin, qui laisse à l'archet un passage un peu plus large que lui. Une patte latérale permet de fixer le guide-archet sur la touche du violon. L'élève évite instinctivement le bruit du frottement de l'archet sur le fil de fer et arrive automatiquement et sans fatigue à acquérir le mouvement voulu.



LE COUDE APPUYÉ SUR UN COUSSIN ÉLASTIQUE, L'ARCHET GUIDÉ PAR L'APPAREIL, LE VIOLONISTE DÉBUTANT PREND NATURELLEMENT LA POSITION CONVENABLE

Une lyre qu'il est facile d'équiper électriquement

Tous ceux qui ont essayé d'équiper électriquement une lyre connaissent la difficulté de cette opération. Faire passer les conducteurs électriques, soit les deux dans la même branche, soit chaque fil dans une branche, constitue, en effet, un véritable jeu de patience, un casse-tête chinois. Il n'en sera plus de même désormais, grâce à l'heureuse conception d'un de nos compatriotes. Celui-ci a imaginé, pour remédier à la difficulté mentionnée ci-dessus, de rendre les deux branches de la lyre ordinaire indépendantes l'une de l'autre. Il devient alors très facile de les faire traverser par le ou les conducteurs. Cette opération terminée, on assemble les deux branches à l'aide d'un bouchon et d'une douille taraudés. A cet effet, les extrémités inférieures des branches sont taillées en biseau de manière à pouvoir s'appliquer exactement l'une contre l'autre et à former ainsi un tronçon de tube qui est fileté pour recevoir la douille. Leurs deux autres extrémités sont réunies par la douille de la lampe.



CHACQUE BRANCHE DE LA LYRE ÉTANT PRATIQUEMENT DROITE, IL EST AISÉ D'Y FAIRE PASSER LE FIL CONDUCTEUR

Récompenses à des inventeurs

Le premier des prix fondés par M. Jean Barès et distribués par l'Office national des Recherches et Inventions aux inventeurs pères d'au moins trois enfants, a été attribué à M. Andreau, dont l'invention, décrite dans notre numéro de janvier, constitue un perfectionnement notable au moteur à explosions.

Le deuxième a été décerné à M. Jannin, pour un dispositif très ingénieux d'épuration des huiles de moteurs d'automobiles.

M. Nicole est le bénéficiaire du troisième prix, pour différentes inventions que nous aurons l'occasion de décrire.

Enfin, le quatrième prix a été décerné à M. Sautreau, qui a conçu un système perfectionné et très sûr de fixation des rails sur les traverses des chemins de fer. V. RUBOR.

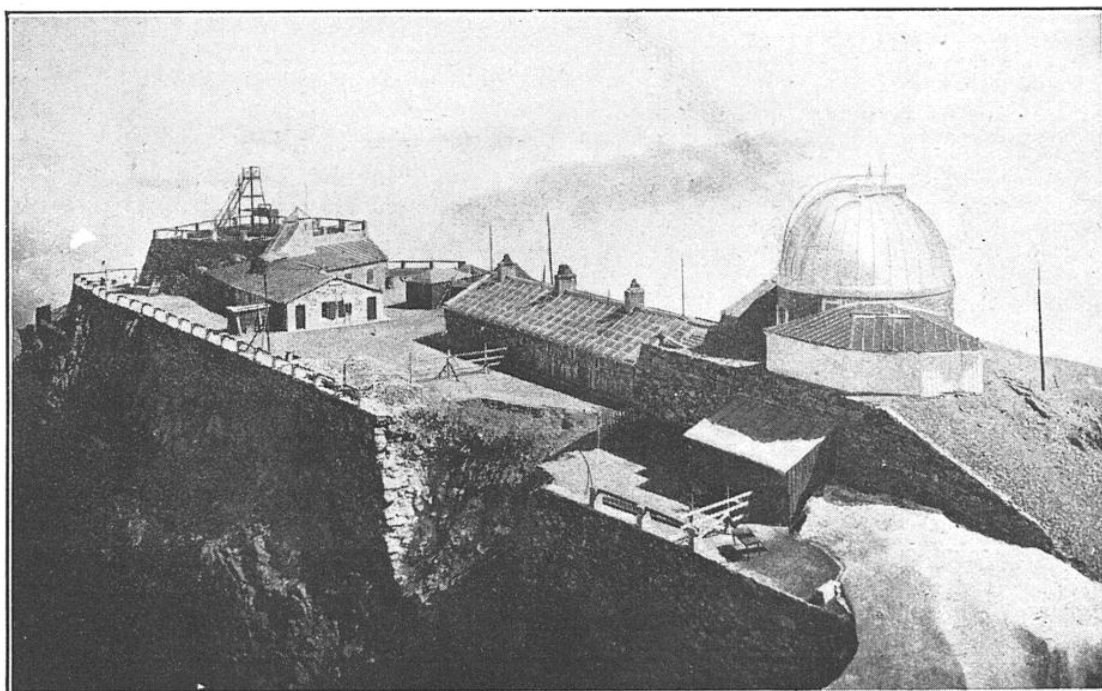
L'OBSERVATOIRE DU PIC DU MIDI

On sait qu'il a été doté d'un poste de T. S. F., inauguré l'an dernier
par M. Paul Dupuy, sénateur des Hautes-Pyrénées

(Se reporter à notre numéro 91, page 75.)



LES BATIMENTS DE L'OBSERVATOIRE SONT, DURANT L'HIVER, ENFOUIS SOUS LA NEIGE



CE N'EST QU'EN ÉTÉ QU'ON PARVIENT À LES SOUSTRAIRE À LEUR FROID LINCEUL

A TRAVERS LES REVUES

ASTRONOMIE

LA TERRE EN PLEINE FLORAISON ET LA LUNE MORTE, par Georges Brousseau.

L'auteur compare les destinées de la Terre et de la Lune, astre mort.

« Nous avons démontré, par le simple examen des faits, que notre Terre doit mourir comme la Lune, et le Soleil s'éteindre ; mais il est consolant de penser que notre planète, en pleine floraison, a actuellement acquis une stabilité et un équilibre qui lui promettent d'atteindre le plus bel avenir, un état de mieux-être progressif et de perfection pendant les trois cent millions d'années qui lui restent à vivre. »

« *Revue Scientifique* » (62^e année, n° 23.)

CHEMINS DE FER. — TRAMWAYS

RENSEIGNEMENTS SUR LE MATÉRIEL DES CHEMINS DE FER ALLEMANDS EN 1924, par P. C.

Dans cet intéressant article, l'auteur montre l'effort fait par les Allemands pour moderniser le matériel et les méthodes d'exploitation des chemins de fer. Parmi les locomotives, sont mentionnées les locomotives à turbines de Krupp et de Ljungström. Viennent ensuite les locomotives Diesel, avec tous les artifices que l'on a imaginés pour obtenir une assez grande souplesse de manœuvre, jusqu'à la transmission électrique.

L'étude de l'électrification des voies ferrées montre les heureux résultats obtenus au point de vue du temps gagné, de l'économie réalisée et de la sécurité obtenue.

En ce qui concerne les voitures, le type a été unifié. Elles sont à châssis et caisse métallique et montées sur bogies. Pour les marchandises, on construit des wagons à grande capacité, dont l'emploi permet de diminuer le prix de transport des marchandises.

« *Revue Générale des Chemins de fer* » (44^e année, 1^{er} semestre, n° 1).

ÉLECTRICITÉ

PROTECTION DES INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES CONTRE LES FAUSSES MANŒUVRES, par M. A. Parisis.

Les précautions édictées par les règles sévères qui sont établies pour assurer la sécurité dans les installations électriques n'étant pas toujours suffisantes, on a été amené à étudier la réalisation de dispositifs spéciaux, qui matérialisent en quelque sorte ces consignes et rendent impossibles toutes fausses manœuvres.

L'auteur étudie dans cet article un système de serrure qui empêche quiconque de pénétrer dans une partie de l'installation parcourue normalement par du courant haute tension, sans être matériellement et doublement assuré que cette installation est complètement isolée et qu'aucun danger n'est à craindre.

« *Revue de l'Industrie Minière* » (n° 96).

FORCE MOTRICE

LES TURBINES A VAPEUR, par Paul Dufour et Frédéric Personne.

Dans cette très importante étude des turbines à vapeur, après avoir montré la théorie de ces machines, l'auteur décrit les divers types de turbines industrielles de grande puissance, comme celles de 40.000 kilowatts, qui entraînent les alternateurs de la supercentrale de Genève. L'exposé des applications de ces machines à l'entraînement des alternateurs, pour la commande de compresseurs d'air et surtout pour actionner les hélices des navires, montre la grande place occupée par les turbines à vapeur dans l'industrie. Le problème de la régulation de la vitesse de ces moteurs est très délicat et a reçu des solutions différentes qu'indiquent les auteurs. La description des turbines spéciales, des essais imposés aux turbines et de l'emploi des hautes pressions, jusqu'à 100 kilos par centimètre carré, termine cet article.

« *Science et Industrie* » (n° 138).

HOUILLE BLANCHE

ÉTUDE SUR LES BARRAGES, par E. Garnier.

Après avoir étudié, dans un précédent article, les barrages mobiles ordinaires, l'auteur examine les systèmes automatiques, c'est-à-dire les barrages qui prennent d'eux-mêmes la position voulue pour assurer l'écoulement des eaux surabondantes, tout en assurant à l'amont un niveau d'eau convenable. Ils peuvent aussi remplacer les déversoirs si on les adjoint à des barrages fixes. Les barrages automatiques peuvent être divisés en deux types, suivant la façon dont ils manœuvrent, les uns s'effaçant par en dessous, les autres par en dessus. Passant en revue les différents types, M. Garnier étudie les clapets-déversoirs à contrepoids supérieur ou inférieur, les vannes automatiques à secteur et enfin un système particulier à siphon automatique. L'utilisation de ce dernier système est surtout répandue en Italie. Ainsi, aux digues de la Badana, sont installés dix siphons automatiques permettant d'évacuer 90 mètres cubes par seconde.

« *La Vie technique et industrielle* » (n° 63).

INDUSTRIES DIVERSES

FABRICATION DES TUYAUX D'ARROSAGE DE CAOUTCHOUC MOULÉS.

L'auteur, après avoir indiqué les procédés employés d'ordinaire, décrit avec plus de détails le procédé américain de production continue des tuyaux de caoutchouc.

Le caoutchouc, préparé et tiède, est d'abord transformé en tube dans une boudineuse, puis une machine à tasser l'entoure de coton et de bardes de caoutchouc. Enfin, une dernière machine applique la couche extérieure de caoutchouc. Les opérations de vulcanisation viennent ensuite.

« *Revue Générale du Caoutchouc* » (n° 7).